ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Под редакцией доктора технических наук,
профессора Е.С. КУЗНЕЦОВА

Допущено Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
«Автомобили и автомобильное хозяйство»
направления подготовки дипломированных специалистов
«Эксплуатация наземного транспорта»

Издание четвертое, переработанное и дополненное



МОСКВА НАУКА 2004

659531

УДК 656.1
ББК 39.33–08
Т38

Авторы:

доктора технических наук, профессора Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов, В.Г. Коваленко; доктора технических наук В.А. Максимов, А.В. Постолит; кандидаты технических наук, доценты В.А. Васильев, В.П. Воронов, Л.Л. Зиманов, И.В. Конин, В.А. Коньков, Г.Ш. Муравкина, Н.П. Панкратов, Ю.В. Панов, А.А. Солнцев, Ю.Н. Фролов, А.А. Хазиев, В.А. Янчевский

Рецензенты:

Кафедра эксплуатации автомобилей
Липецкого государственного технического университета
(заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор В.А. Корчагин)
Государственное унитарное предприятие "Мосавтотранс"
(генеральный директор, кандидат экономических наук П.А. Златин)

Учебник подготовлен и издан при поддержке Московского государственного автомобильно-дорожного института (Технического университета), Ассоциации международных автомобильных перевозок, Российского автотранспортного союза, Государственного унитарного предприятия "Мосавтотранс", 2-, 3-, 4-, 6-, 7-, 10-, 11-, 13-, 15- и 16-го автобусных парков Государственного предприятия "Мосгортранс", ООО Внештранссервис, Фонда экологизации транспорта "Мосэкотранс".

Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. 535 с.

ISBN 5-02-006307-X

В учебнике освещены состояние технической эксплуатации автомобилей как отрасли науки и практической деятельности, требования к инженеру, работающему в сфере эксплуатации; изложены причины изменения технического состояния автомобилей, планово-предупредительная система технического обслуживания (ТО) и ремонта, ее нормативы, закономерности формирования пропускной способности средств обслуживания, основы технологии ТО и ремонта автомобилей, методы управления производством и организации материально-технического обеспечения, технической эксплуатации автомобилей в особых условиях, методы обеспечения экологической безопасности и перспективы развития технической эксплуатации автомобилей.

Для студентов автотранспортных вузов и факультетов, изучающих техническую эксплуатацию автомобилей, а также практических работников, специалистов и руководителей автомобильного транспорта.

Табл. 95. Ил. 227. Библиогр.: 78 назв.

ISBN 5-02-006307-X

РОС. НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА С.Петербург ОЭ 2004 акт 365

© Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др., 2004
© Издательство "Наука", художественное оформление, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

С момента выхода третьего издания учебника "Техническая эксплуатация автомобилей" (М.: Транспорт, 1991) прошло десять лет, совпавших с реформированием экономики, организационными, структурными и экономическими преобразованиями автомобильного транспорта и его важнейшей подсистемы – технической эксплуатации.

В 1995 г. был утвержден государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования «Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 150200 "Автомобили и автомобильное хозяйство"», в соответствии с чем проводилось преподавание основной дисциплины "Техническая эксплуатация автомобилей" (ТЭА). Эта специальность является одной из ведущих на автомобильном транспорте. Ежегодно десятки высших учебных заведений страны выпускают по этой специальности до 3–3,5 тыс. инженеров, которые востребованы многочисленными предприятиями и организациями автомобильного транспорта и смежных отраслей.

Четвертое, переработанное и дополненное издание учебника отвечает Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" направления подготовки дипломированных специалистов "Эксплуатация наземного транспорта", утвержденному Министерством образования Российской Федерации в 2000 г. Учебник базируется на принятых в России законах, стандартах и нормативах, регламентирующих техническое состояние автомобилей; на многолетнем опыте преподавания соответствующей дисциплины в Московском автомобильно-дорожном институте (Техническом университете); на научно-исследовательских работах, обобщении и критическом анализе опыта предприятий и тенденций развития автомобильного транспорта и его технической эксплуатации в России и других странах.

В связи с происходящими на автомобильном транспорте изменениями необходимы корректировки содержания и методологии подготовки специалистов. При этом важными становятся понимание происходящих на макро- и микроэкономическом уровне изменений, анализ состояния и тенденций развития рынка и производства, происходящих серьезных изменений конструкции изделий и программное решение возникающих проблем.

Разукрупнение автотранспортных предприятий, их диверсификация и изменение форм собственности расширяют круг деятельности специалистов, повышают требования к обоснованности принимаемых решений и оценке их экономических,

социальных, технических и экологических последствий. Инженеры по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" становятся специалистами широкого профиля.

Поэтому в учебнике рассмотрены не только содержание, но и механизм формирования требований к специалисту, связь с состоянием и особенно перспективами развития производства технического обслуживания (ТО) и ремонта. Особое внимание уделено фундаменту дисциплины – теоретическим и нормативным основам ТЭА, позволяющим не только освоить приемы и методы обеспечения работоспособности отдельных изделий и парков, но и понять закономерности и механизмы изменения эксплуатационных свойств автомобилей и научиться управлять ими в эксплуатации и принимать обоснованные решения.

При рассмотрении технологических процессов ТО и ремонта главное внимание уделено новым и перспективным конструктивным решениям (компьютерные системы управления рабочими процессами двигателя, впрыск, средства нейтрализации отработавших газов) и адекватным средствам и методам их обслуживания.

Подчеркивается роль достоверной информации, необходимой для принятия управленческих решений, рассматриваются методы ее получения и использования при ТЭА, включая применение новых информационных технологий. Полностью обновлен раздел "Материально-техническое обеспечение и экономия ресурсов на автомобильном транспорте". Существенно расширен материал, связанный с технической эксплуатацией автомобилей, использующих альтернативные виды топлива и энергии.

В учебник включен новый раздел, связанный с обеспечением экологической безопасности автомобилей и производственной базы автомобильного транспорта методами технической эксплуатации.

Авторы с благодарностью примут замечания и предложения, особенно преподавателей и студентов вузов, а также практических работников автомобильного транспорта.

Доктор технических наук,
профессор Е.С. Кузнецов

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживая почти 3 млн предприятий и организаций всех форм собственности, крестьянских и фермерских хозяйств и предпринимателей, а также население страны. В 2000 г. автомобильный парк России достиг 28 млн ед., причем более 85% легковых и грузовых автомобилей и автобусов принадлежат гражданам на условиях личной собственности. Согласно данным Министерства транспорта Российской Федерации, численность субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, превысила 370 тыс., из них 61% – предприятия и 39% – физические лица. Согласно оценкам, вклад автомобильного транспорта в перевозки грузов составляет 75–77%, а пассажиров (без индивидуального легкового) – 53–55%. Регулярными автомобильными перевозками (основными в пассажирских перевозках) охвачено 1,3 тыс. городов и 78,9 тыс. сельских населенных пунктов. Общее число автобусных маршрутов протяженностью 1,9 млн км превысило 32 тыс., из них 30% – городские, 49 – пригородные, 21% – междугородные и международные.

Особенности и преимущества автомобильного транспорта, предопределяющие его опережающее развитие, связаны с мобильностью и гибкостью доставки грузов и пассажиров "от двери до двери", "точно в срок" и соблюдением при необходимости расписания. Эти свойства автомобильного транспорта во многом определяются уровнем работоспособности и техническим состоянием автомобилей и парков, зависящими, во-первых, от надежности конструкции автомобилей, во-вторых, от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации и от условий последней.

Работоспособность автомобилей и парков обеспечивается подсистемой технической эксплуатации автомобилей.

Как область практической деятельности ТЭА – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих:

1) своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей необходимых номенклатуры и количества и в нужное для клиентуры время;

2) поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при:

- рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов;
- нормативных уровнях дорожной и экологической безопасности;
- нормативных условиях труда персонала.

Как отрасль науки ТЭА определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков для обеспечения:

- регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технико-эксплуатационных свойств автомобилей;
- заданных уровней работоспособности и технического состояния;
- оптимизации материальных и трудовых затрат;
- минимума отрицательного влияния автомобильного транспорта на население, персонал и окружающую среду.

Эффективность ТЭА обеспечивается *инженерно-технической службой* (ИТС), которая реализует цели и задачи ТЭА.

Таким образом, техническая эксплуатация автомобилей является одной из подсистем автомобильного транспорта, который включает также подсистему коммерческой эксплуатации (КЭ), или службу перевозок, и подсистему управления (У).

В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности подсистема технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

- производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержание парка в работоспособном состоянии;
- независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

В первом случае главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает подсистему коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными транспортными средствами, т.е. *обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса.* Задачи подсистем коммерческой эксплуатации и управления – наиболее эффективно использовать исправные автомобили, получить доход и рассчитаться с системой ТЭА в соответствии с ее фактическим вкладом в транспортный процесс и полученной прибылью. Иными словами, между подсистемами предприятия (или группы предприятий) устанавливаются организационно-управленческие и производственно-хозяйственные отношения и связи.

Во втором случае, широко распространенном в рыночных условиях, система технической эксплуатации трансформируется в сервисную систему (автосервис).

Сервис (сервисная система) – совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы. *Исполнитель* осуществляет в соответствии с существующими правилами предоставление услуг юридическим и физическим лицам – владельцам автотранспортных средств (*потребителям*). *Потребитель* использует, приобретает, заказывает услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств либо имеет намерение воспользоваться ими.

Исполнителем и *потребителем* могут быть предприятие, организация, учреждение или гражданин.

Техническая эксплуатация и сервис обычно включают в различных для разных предприятий комбинациях следующие основные виды работ и услуг:

- подбор и доставку необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, оборудования, запасных частей и материалов;
- куплю и продажу новых и подержанных автотранспортных средств и агрегатов, их оценку;
- предпродажное обслуживание и гарантийный ремонт;

- заправку, мойку, уборку и хранение;
- техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств в течение их эксплуатации;
- инструментальный технический осмотр и подготовку к нему;
- продажу запасных частей, материалов, комплектующих изделий и принадлежностей;
- предоставление автотранспортных средств в прокат и лизинг;
- техническую помощь на линии, эвакуацию;
- модернизацию, переоборудование и дооснащение автотранспортных средств, тюнинг;
- сбор и утилизацию отходов, образующихся при эксплуатации автотранспортных средств, включая прием и направление на переработку списанных изделий;
- информационное обеспечение владельцев автотранспортных средств;
- обучение и консультацию персонала автотранспортных предприятий, предпринимателей, физических лиц – владельцев автотранспортных средств.

Главная задача дисциплины "Техническая эксплуатация автомобилей" заключается в профессиональной подготовке конкурентоспособных инженеров для ТЭА на основе раскрытия закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов и обеспечении дорожной и экологической безопасности.

Раздел первый

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1

ПОНЯТИЕ О СПЕЦИАЛЬНОСТИ. ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРУ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

1.1. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ЕГО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Техническая эксплуатация автомобилей, выполняя свои задачи (изложенные во введении), способствует повышению эффективности работы автомобильного транспорта, влияет на объем транспортной работы, прибыль, производительность труда персонала и безопасность транспортного и сопутствующих процессов (рис. 1.1). Это влияние обеспечивается ТЭА в целом и ее подсистемами, которые называются целереализующими.

Наиболее важными из них являются подсистемы (см. приложение 1):

$С^{1}_{01}$ – анализ и формирование потребности в услугах и воздействиях по техническому обслуживанию (ТО), ремонту (Р) и подготовке автомобилей к эксплуатации (внешние потребности – рынок и внутренние потребности предприятия, диверсификация, корректирование производственной программы);

$С^{1}_{02}$ – нормативно-технологическое обеспечение и организация поддержания и восстановления работоспособности автомобилей и парков: система и виды ТО и ремонта, соответствующие нормативы, технологические процессы технического обслуживания, ремонта, хранения, заправки подвижного состава и др.;

$С^{1}_{03}$ – производственно-техническая база, характеризуемая видами предприятий (АТП, гаражи, станции технического обслуживания (СТО), мастерские, склады и т.д.), зданиями, сооружениями, технологическим оборудованием, используемыми при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте;

$С^{1}_{04}$ – персонал, состоящий из ремонтных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и частично водителей (при их участии в ТО и ремонте), выполняющий работы по техническому обслуживанию, ремонту, хранению и подготовке автомобилей к эксплуатации;

$С^{1}_{05}$ – снабжение и резервирование, характеризуемые каналами получения, хранения и методами доставки потребителям запасных частей и материалов, включая топливо, структурой дистрибьюторской сети, порядком расчетов за расходуемые запасные части и материалы и др.;

$С^{1}_{06}$ – эксплуатационные материалы и подвижной состав, качество, конструктивное совершенствование, уровень надежности, возрастная структура которого фактически определяют объемы и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей;

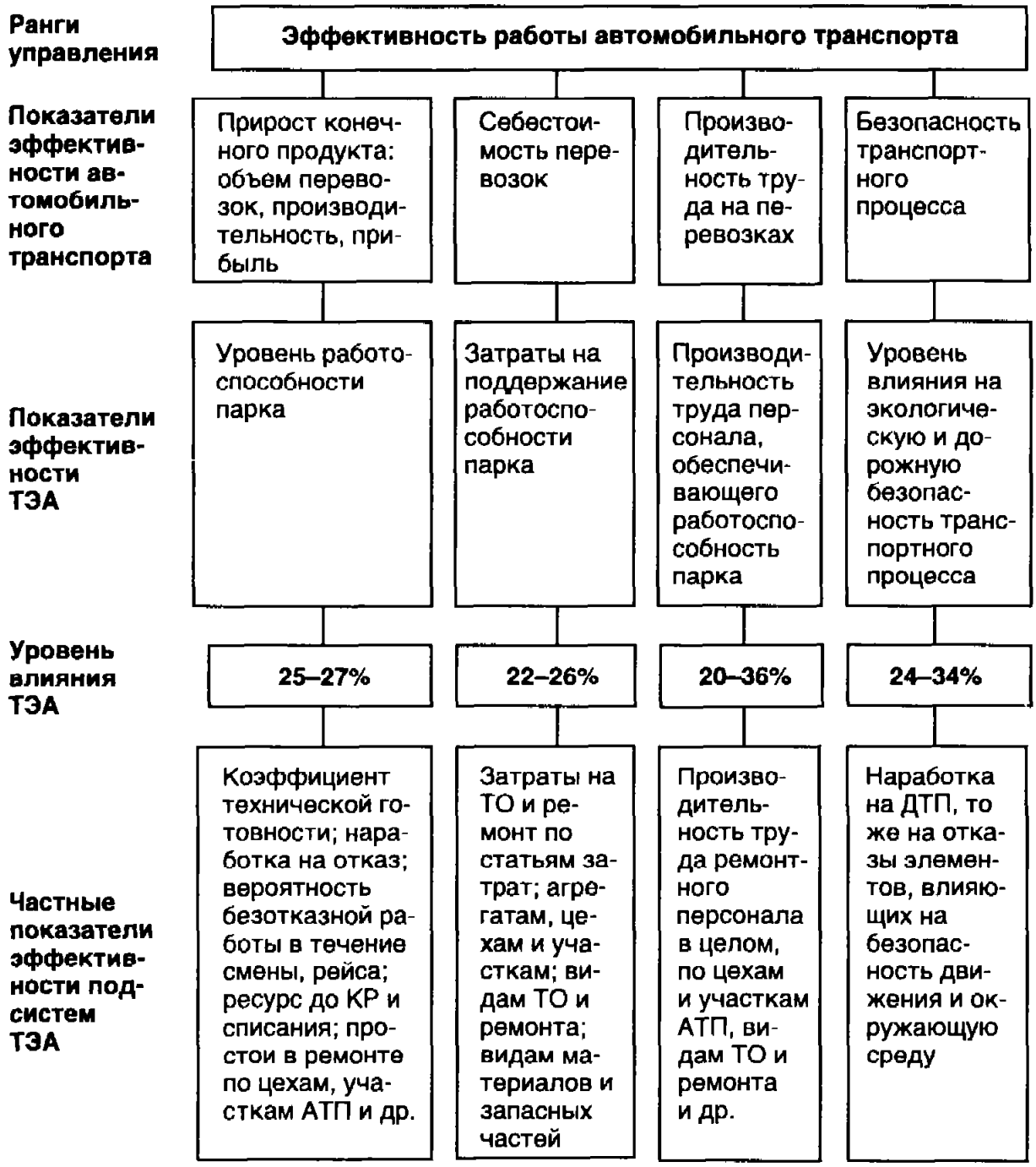


Рис. 1.1. Связь показателей эффективности работы автомобильного транспорта и его подсистемы технической эксплуатации

АТП – автотранспортное предприятие, КР – капитальный ремонт

C^{I}_{07} – условия эксплуатации подвижного состава (дорожные, природно-климатические, транспортные и другие условия), которые влияют на объем и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей.

Являясь подсистемой автомобильного транспорта, ТЭА зависит от состояния и тенденций развития автомобильного транспорта, его роли в транспортной системе страны.

Рассмотрим состояние и главные тенденции развития автомобильного транспорта, проявившиеся за последние годы и оказывающие непосредственное влияние на ТЭА.

Таблица 1.1

Распределение зарегистрированных автомобилей, принадлежащих субъектам, осуществляющим деятельность на автомобильном транспорте

Тип автомобилей	Количество автомобилей, %								
	всего	государственных и муниципальных		у предпринимателей		частных		у субъектов смешанных форм собственности	
		в том числе	от типа	в том числе	от типа	в том числе	от типа	в том числе	от типа
Автобусы	8,7	3,9	44,8	0,8	9,2	1,2	13,8	2,8	32,2
Легковые	51,3	14,0	27,2	6,9	13,5	11,6	22,5	18,9	36,7
Грузовые	37,5	4,3	11,4	26,2	69,9	2,2	5,9	4,8	12,8
Прочие	2,1	0,9	44,6	0,2	11,2	0,3	14,4	0,6	29,8
ИТОГО	100*	23,1	–	34,1	–	15,3	–	27,1	–

*В том числе 0,4% – парк автомобилей общественных организаций.

1. Сохранение за автомобильным транспортом ведущего положения в транспортном обслуживании отраслей экономики и населения, объясняемое, прежде всего, гибкостью и оперативностью автомобильного транспорта, возможностью доставки грузов и пассажиров "от двери до двери" и "точно в срок". В 1998 г. вклад автомобильного транспорта в перевозки грузов в России составил 77%, пассажиров (без индивидуального легкового) – 53%. Эта тенденция свойственна развитым странам. Так, в 15 странах Европейской конференции министров транспорта (СЕМТ) вклад автомобильного транспорта в объемы перевозок в 1997 г. составил: по пассажиро-километрам (пасс.·км) – 93%, тонно-километрам (т·км) – 77%.

2. Продолжающийся, несмотря на сложную в 1991–2000 гг. экономическую ситуацию, рост автомобильного парка, увеличивающий нагрузку на ТЭА. С 1970 г. автомобильный парк вырос в 6 раз, составив в 1998 г. 21,7 млн автомобилей и 1,6 млн прицепов и полуприцепов. С 1990 по 1998 г. автомобильный парк увеличился в 1,8 раза, в том числе: легковой – на 50%, грузовой – на 10, автобусный – на 14%.

3. Существенные изменения произошли в структуре автомобильного парка страны. Легковые автомобили в 1970 г. составили 28,9% парка, в 1980 г. – 54,1, в 1990 г. – 73,7, в 1995 г. – 79,8 и в 1998 г. – 83,3%. Удельный вес грузовых автомобилей в парке соответственно сокращался: 49,3%, 28,6, 22,6, 17,3 и 14,3%. Подобные пропорции свойственны процессу автомобилизации большинства регионов и стран. Парк легковых автомобилей в мире составляет 77%, в Северной Америке – 75, в Европе – 84, в Азии – 62%.

4. Происходит совершенствование конструкции автомобилей (системы впрыска и компьютерного управления рабочими процессами двигателя, турбонаддув, автоматические коробки передач, антиблокировочные устройства, системы кондиционирования и вентиляции и др.), что способствует повышению технико-эксплуатационных свойств, но одновременно серьезно повышает требования к методам, оборудованию и технологиям обеспечения работоспособности автомобилей при их технической эксплуатации.

5. На автомобильном транспорте коренным образом изменилась форма собственности. В результате численность субъектов, осуществляющих деятельность на автомобильном транспорте, с 1990 по 1998 г. увеличилась в 2,3 раза, удельный вес негосударственных предприятий возрос до 82%, а имеющийся у них парк – до 77% (табл. 1.1). При серьезном ослаблении (1991–1999 гг.), а в ряде слу-

чаев и фактической ликвидации вертикали хозяйственного управления и контроля эта тенденция серьезно сказалась на управлении многочисленными субъектами, осуществляющими транспортную деятельность, особенно в обеспечении ими работоспособности, экологической и дорожной безопасности принадлежащих им автомобилей.

Таблица 1.2

Средний размер автомобильного парка автотранспортного предприятия, ед.

Год	Все отрасли экономики	Подотрасль "Автомобильный транспорт"
1990	27	263
1992	22	163
1994	19	115
1996	18	111
1998	12	94

6. Разгосударствление предприятий за 1990–1998 гг. привело к росту их численности в 2,3 раза, повысило конкуренцию на транспортном рынке и сняло традиционную проблему дефицита транспортных средств, но одновременно привело к существенному сокращению размера автотранспортных предприятий: по всем отраслям экономики – в 2,2 раза, а по подотрасли "Автомобильный транспорт" (ранее "Транспорт общего пользования") – в 2,8 раза (табл. 1.2).

Появление на автомобильном транспорте десятков тысяч малых предприятий и предпринимателей обострило проблему обеспечения необходимого технического состояния принадлежащих им автомобилей. Эти, особенно вновь организованные, предприятия не имели, а по экономическим соображениям и не могли иметь, собственной полноценной производственной базы, квалифицированного персонала, а часто традиций и опыта обеспечения работоспособности автомобилей на основе планово-предупредительной системы.

7. Автомобильный транспорт продолжает оставаться из наземных видов транспорта наиболее ресурсоемким и опасным для населения и окружающей среды. Автомобильный транспорт расходует более 60% топлива нефтяного происхождения, 70% трудовых ресурсов, вызывает более 96% дорожно-транспортных происшествий. На автомобильный транспорт приходится, согласно оценкам, 40–50% загрязнения окружающей среды, в том числе в крупных городах – 60–70%, а в мегаполисах – более 85%. При этом не менее 25% загрязнений объясняется техническим состоянием автомобилей и производственной деятельностью предприятий автомобильного транспорта.

8. Существенно повысились государственные требования к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств при производстве и эксплуатации, которые приближаются к международным. Обеспечение этих требований в течение всего периода эксплуатации, возможно при качественной работе инженерно-технической службы, определяемой квалифицированным персоналом и использованием при ТЭА методов, оборудования и технологий, адекватных уровню конструкции автомобилей.

9. Развитие конкуренции на транспортном рынке требует детального и оперативного учета и оценки всех статей расходов и доходов, включая ТЭА, на нижних уровнях управления (цехи, участки, бригады, исполнители), возможных только при использовании новых информационных технологий – автоматизированных рабочих мест специалистов (АРМ), компьютерной и сетевой техники и др.

10. В условиях преобладания негосударственных, в основном мелких и средних, АТП и отсутствия внутри страны реальной конкуренции производителей автотранспортной техники и материалов оказалась преждевременной фактическая ликвидация вертикали управления и регулирования деятельности автотранспортных предприятий федеральным центром.

В результате:

- пока не сформулирована четкая техническая политика отрасли в сфере ТЭА, которая ранее для всех предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности, определялась Министерством автомобильного транспорта (сейчас Министерство транспорта);
- практически прекратились разработки и обеспечение предприятий современной авторитетной нормативно-технологической документацией. В 1999 г. средний "возраст" такой документации, связанной с ТЭА, превысил 9 лет;
- без практики продолжительных приемочных эксплуатационных испытаний новой техники и материалов и замены их кратковременными стендовыми и лабораторными автомобильный транспорт как отрасль оказался лишенным собственной информационной базы по реальным показателям качества и надежности автомобилей в эксплуатации, позволявшей ранее федеральному органу, представлявшему интересы многочисленных владельцев автотранспортных средств, предъявлять обоснованные требования к производителям и контролировать их реализацию.

Ряд из отмеченных тенденций не мог не сказаться на уровне работоспособности автомобилей.

По данным Департамента автомобильного транспорта Министерства транспорта России коэффициент технической готовности грузовых автомобилей подотрасли "Автомобильный транспорт" снизился с 0,8 в 1991 г. до 0,75 в 1998 г. При этом грузовые автомобили использовались менее интенсивно: средний суточный пробег сократился соответственно с 42 до 20 тыс. км; продолжительность работы в течение суток – с 9,5 до 8,7 ч; коэффициент использования пробега – с 0,64 до 0,53.

Аналогичная ситуация в автобусном парке подотрасли: коэффициент технической готовности сократился за тот же период с 0,98 до 0,78, средний суточный пробег – с 236 до 219 км, продолжительность работы – с 11,5 до 10,5 ч в сутки, средний годовой пробег – с 61,6 до 50,6 тыс. км.

Таким образом, специалистам автомобильного транспорта и ТЭА предстоит, используя полученные знания, накопленный отраслью опыт и традиции, возможности рыночных отношений, сформулировать и реализовать в новых условиях техническую политику обеспечения работоспособности растущего автомобильного парка страны.

Происходящие на автомобильном транспорте изменения существенно повышают требования к персоналу автомобильного транспорта и технической эксплуатации. Изменение форм собственности и диверсификация автотранспортных предприятий расширяют самостоятельность и круг деятельности специалистов и, что особенно важно, повышают требования к обоснованности принимаемых ими решений, оценке их экономических, технических, социальных и экологических последствий.

Следовательно, знания специалистов должны быть, с одной стороны, более универсальными, с другой – профессионально глубокими. Поэтому инженеры по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" должны быть специалистами широкого профиля, что обеспечит их хорошую конкурентоспособность и продвижение на рынке труда.

1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ "ИНЖЕНЕР"

Слово и понятие "инженер" происходит от латинского ingenium: изобретательный, сообразительный, способный, образованный, знающий. В древности звание инженера присваивалось лицам, занимающимся строительством, прежде всего военным, а также изобретением и производством оружия и транспортных средств.

Звание инженера почти триста лет существует в России. Характерные этапы его развития применительно к автомобильному транспорту рассмотрены в приложении 2. Инженерный труд, как и всякий другой, имеет свои особенности.

Управленческий характер инженерного труда: передача инженеру (специалисту, руководителю, менеджеру) в связи с разделением труда наиболее сложных функций: координации, подготовки и организации производства.

Материальный характер инженерного труда: создание машин, оборудования, комплексов машин и оборудования, технологических процессов и управление ими в процессе эксплуатации.

Производственный характер инженерного труда – организация производства товара, предоставления услуг, т.е. формирование прироста валового внутреннего продукта.

В современном понимании *инженер – это специалист с высшим образованием, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает создание, преобразование, поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с требуемыми (заданными) показателями их функционирования.*

Исходя из специфики производства, характера и методов решения производственных задач, весь инженерный корпус можно разделить на следующие группы:

- конструирование и проектирование новых изделий, систем и сооружений (конструкторы, проектировщики, испытатели и др.);
- промышленное изготовление новых изделий и систем или индустриальное строительство сооружений (технологи, производители работ и др.);
- поисково-изыскательские работы (геодезисты, геологи, картографы и др.);
- эксплуатация изделий, сооружений и систем (технологи-эксплуатационники, электрики, гидравлики, инженеры по техническому обслуживанию и ремонту и др.).

Четвертая группа специалистов является наиболее многочисленной. Именно от этой категории инженерного, а также работающего под его руководством эксплуатационного персонала зависит фактическая отдача, т.е. реализация потенциальных свойств новых изделий, сооружений или систем, создаваемых машиностроительным и строительным комплексами.

1.3. ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СПЕЦИАЛИСТУ

Первая составляющая требований к специалисту (*I*, рис. 1.2) конкретизируется в образовательных учреждениях и формирует у специалиста *социальную и мировоззренческую позицию.*

На производстве умение специалиста квалифицированно решать конкретные задачи обеспечит ему *конкурентоспособность, профессиональную адаптацию и последующий рост* в иерархии управления. Чем лучше при обучении он будет подготовлен к выполнению задач существующего производства, тем быстрее пройдет период адаптации, длящийся до трех лет, и успешнее будет протекать профессиональная деятельность специалиста. Эта вторая составляющая требований к специалисту, которую можно условно назвать стартовыми профессиональными требованиями, определяется существующим уровнем самого производства и стартовыми (первоначальными) должностями, предоставляемыми на производстве молодым специалистам (*II*, рис. 1.2).

Продолжительность активной трудовой деятельности специалиста составляет не менее 27–30 лет. За это время, во-первых, как правило, меняется место специалиста в иерархии управления предприятием, фирмой. Согласно имеющимся

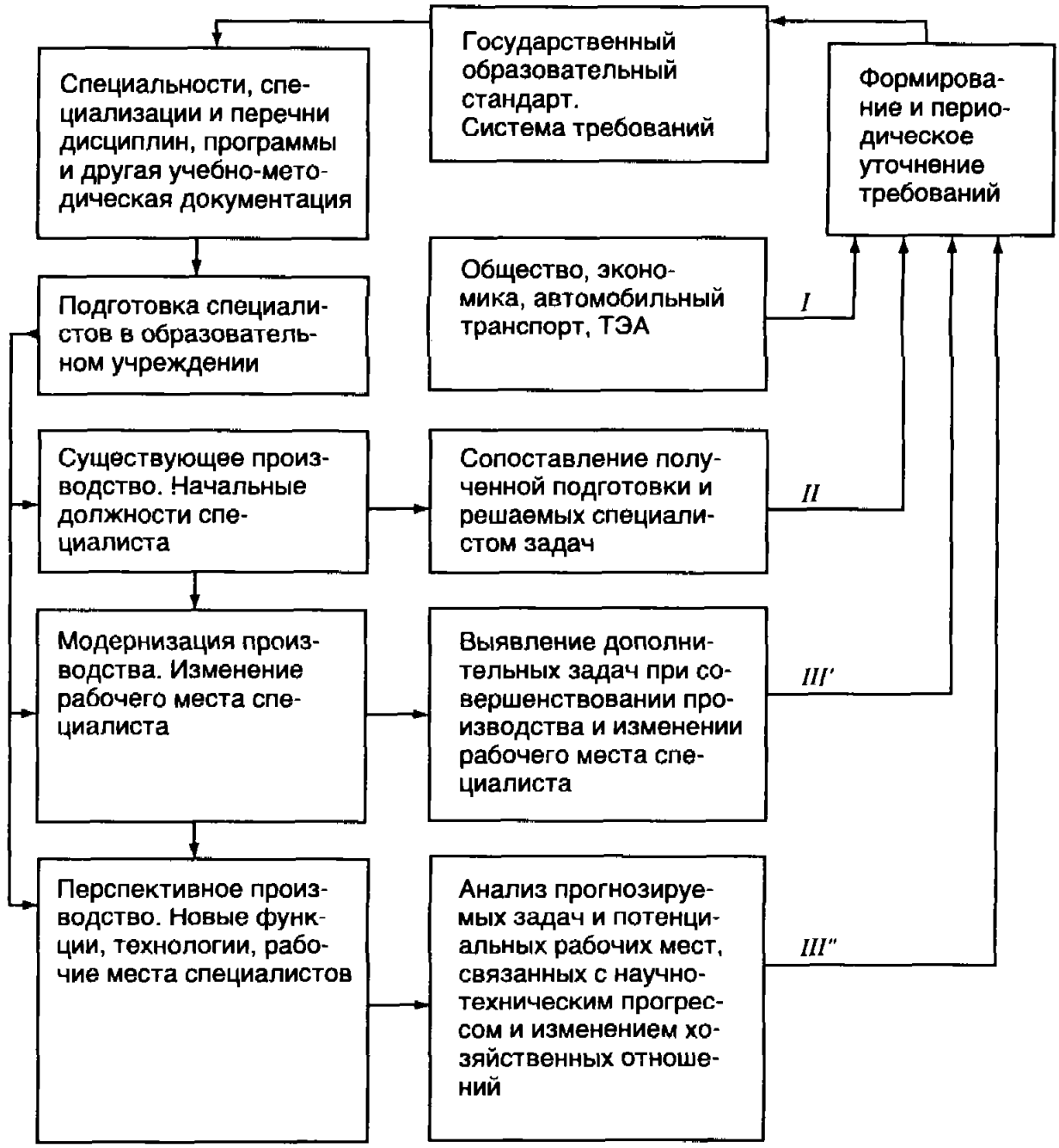


Рис. 1.2. Схема формирования требований к подготовке специалиста

данным, за 9–11 лет специалист ИТС автотранспортного предприятия может пройти в среднем две–четыре ступени деловой карьеры. Например, мастер → руководитель трудового коллектива → начальник производственно-технического отдела, цеха → главный инженер. Естественно, что деловая карьера конкретного специалиста всегда индивидуальна. Однако наблюдаются три характерные схемы деловой карьеры, которые охватывают до 75–80% всех известных случаев (табл. 1.3).

В производственной схеме инженер в качестве мастера, механика в начале трудовой деятельности руководит первичными производственными рабочими коллективами (бригадами, участками) и его перемещение происходит в пределах ИТС. Управленческая схема характерна тем, что начальные и последующие должности инженер занимает в аппарате управления ИТС (инженер, старший инженер, начальник технического отдела и др.). Смешанная схема включает наряду с работой специалиста в управлении руководство рабочими коллективами на различных уровнях.

Продвижение специалиста в иерархии управления сказывается на характере и содержании решаемых им задач. Если в среднем по инженерно-технической службе комплексного АТП на основные задачи эксплуатационно-технологической деятельности приходится 36%, производственно-управленческой – 32% и учебно-производственной и воспитательной – 17% рабочего времени, то для рядового инженера это соответственно 80, 4 и 17%, начальника технического отдела – 31, 33 и 23%, главного инженера – 12, 50 и 27%.

Таблица 1.3

Варианты деловой карьеры инженеров АТП

Последовательно занимаемые должности	Средняя продолжительность работы, лет		
	Тип деловой карьеры и вероятность ее реализации		
	производственная 0,55	управленческая, 0,27	смешанная, 0,18
Первая	1,7	3,6	3,6
Вторая	2,7	3,6	2,9
Третья	4,2	3,2	3,0

Во-вторых, меняется само производство: уровень автотранспортной техники и технологического оборудования, требования, нормативы, законы, методы, технология и критерии управления и др. Адаптация специалиста и готовность его к изменению своего места на производстве и самого производства обеспечиваются третьей составляющей требований (*III*, рис. 1.2), которую можно назвать *динамичностью профессиональных знаний*. Эта составляющая должна учитывать как текущую модернизацию производства и деловую карьеру специалиста (*III'*), так и принципиальные изменения производства в перспективе (*III''*). Основы этой группы требований должны закладываться уже при подготовке специалистов, а затем дополняться с учетом конкретной ситуации (темпы научно-технического прогресса в отрасли, возникающие проблемы, сложившаяся деловая карьера специалиста и подготовка к перемещению специалиста в иерархии управления и др.) следующими методами:

- регулярная целевая переподготовка и повышение квалификации (курсы, факультеты повышения квалификации), проводимые через 4–5 лет;
- инициативное перманентное повышение квалификации и самообразование;
- получение дополнительного образования в связи с предполагаемым изменением функций и места в системе управления или личным желанием специалиста (второе образование, магистратура, аспирантура, школы бизнеса и др.).

1.4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРУ

Эксплуатация автомобильного транспорта – совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на эффективное использование и обеспечение работоспособности, экономичности, безопасности и экологичности автомобильного транспорта.

Объектами профессиональной деятельности инженера по специальности 150200 "Автомобили и автомобильное хозяйство" являются предприятия и организации автотранспортного комплекса разных форм собственности, конструкторско-технологические и научные организации, автотранспортные, сервисные и авторемонтные предприятия, фирменные и дилерские центры автомобильных и ремонтных заводов, маркетинговые и транспортно-экспедиционные службы, система материально-технического обеспечения, оптовая и розничная торговля транспортной техникой, запасными частями, комплектующими изделиями и материалами, необходимыми в эксплуатации.

Инженер по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" является специалистом широкого профиля, способным к самостоятельной инженерной, исследовательской, управленческой и организационной деятельности в сфере эксплуатации автомобильного транспорта, и в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой может осуществлять следующие основные виды профессиональной деятельности:

- эксплуатационно-технологическую,
- проектно-конструкторскую,
- производственно-управленческую,
- научно-исследовательскую,
- учебно-производственную,
- сервисную.

Согласно государственному образовательному стандарту к инженеру предъявляют следующие требования:

- общие требования к образованности специалиста;
- по гуманитарным и социально-экономическим дисциплинам;
- по математическим и другим естественнонаучным дисциплинам;
- по общеобразовательным дисциплинам;
- по специальным дисциплинам (в данном случае и по технической эксплуатации автомобилей), которые построены по схеме: иметь представление, знать и уметь использовать, иметь опыт.

Указанные требования конкретизируются и реализуются в учебных планах, программах, практике подготовки и применительно к инженеру по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" могут быть сведены в следующие основные блоки.

Общая культура, социальная и гуманистическая направленность профессиональной и общественной деятельности:

- понимание приоритетности человеческой личности, прав, жизни и здоровья человека;
- уважение к Конституции и законам, соблюдение их;
- демократичность, законопослушание и дисциплинированность;
- патриотизм, основанный на понимании интересов России, знании ее истории, традиций технической интеллигенции, истории и традиций автомобильного транспорта и высшей школы;
- понимание общих закономерностей развития общества, экономики, техники; использование этих закономерностей и тенденций в профессиональной деятельности;
- предприимчивость, активность, стремление к лидерству;
- высокий моральный, культурный, профессиональный уровень;
- честность и деловое сотрудничество в общении с партнерами, клиентурой, персоналом и подчиненными;
- профессиональная и социальная активность в трудовом коллективе, профессиональных сообществах и организациях;
- умение отстаивать свои взгляды и позиции, особенно перед руководством;
- умение письменно и устно излагать свои мысли и предложения.

Высокие профессиональные знания и навыки:

- знание целей и места ИТС, основ и содержания транспортного законодательства;
- понимание экономических методов и механизмов управления отраслью и предприятиями;
- умение проводить маркетинговый анализ своей сферы деятельности;
- знание конструкции современных автомобилей, их технического обслуживания и ремонта, технологического оборудования и материалов;

- знание основ ведения нормативно-технической документации и умение применять его на практике;
- знание технологических процессов и методов ТО, ремонта, хранения и заправки;
- владение методами инженерных технологических и экономических расчетов;
- знание трудового законодательства, прав и обязанностей персонала, требований техники безопасности и охраны труда;
- знание причин, источников и размеров загрязнения окружающей среды от автомобильного транспорта; владение методами оценки и сокращения этого загрязнения;
- владение основами учета и делопроизводства;
- умение работать с научно-технической литературой (статистическая отчетность, справочники, стандарты, журналы), получать необходимую информацию;
- владение, как минимум, одним иностранным языком;
- владение новыми информационными технологиями и использование их на практике (ПК, сети, серверы, интернет и др.);
- умение организовать свое рабочее место и поддерживать достойный внешний вид.

Умение принимать управляющие и инженерные решения:

- знание своих прав и обязанностей, задач подразделения и его места в иерархии управляющей системы (предприятия, организации, фирмы и т.д.);
- владение основами научного прогнозирования, базирующееся на понимании закономерностей развития системы;
- умение предвидеть появление проблем и рассогласований;
- определение и разделение перспективных и текущих (оперативных) целей подразделения;
- умение сформулировать собственные цели и задачи, соответствующие генеральным целям системы;
- умение организовать поступление необходимой информации, ее своевременную обработку и анализ;
- понимание необходимости альтернативных решений и умение формулировать и сравнивать их;
- владение стандартными методами принятия решений в типовых производственных и рыночных ситуациях; умение идентифицировать эти ситуации;
- владение основами принятия решений в нестандартных ситуациях;
- понимание условий, в которых целесообразно обратиться к другим специалистам, руководству или внешним консультантам; умение поставить перед ними вопросы, требующие решения или согласования.

Умение реализовать решения и работать с персоналом:

- четкая постановка задач и формулировка целей перед исполнителями и подчиненными;
- умение делегировать часть своих обязанностей подчиненным;
- определение условий реализации решений перед руководством (сроков, ресурсов, ограничений и др.);
- тактичность общения с руководством и клиентурой;
- организация регулярного и поэтапного контроля исполнения решений;
- владение деловым стилем работы и общения с подчиненными: тактичность, требовательность.
- умение передавать знания и навыки, использование схемы: "делай как я!";
- умение использовать, обобщать и развивать полезную инициативу и активность персонала;

- забота об образовательном, профессиональном и культурном росте подчиненных; подготовка резерва, в том числе на свою должность;
- справедливое и открытое моральное и материальное поощрение или наказание подчиненных;
- умение организовать и возглавить команду, взять ответственность на себя.

Динамичность знаний специалиста, способствующая его профессиональному росту и адаптации к изменяющемуся производству:

- понимание основных закономерностей и пропорций, действующих в отрасли;
- системность взглядов и методов работы;
- гибкость и адаптивность;
- знание теоретических основ технической эксплуатации, умение их использовать на практике;
- умение обобщать и использовать отечественный и зарубежный опыт;
- понимание основных тенденций развития отрасли, знание прогнозов и направлений научно-технического прогресса;
- ознакомление с результатами НИР в отрасли, включая поисковые и фундаментальные;
- активное участие в профессионально-общественных мероприятиях (семинарах, конференциях, выставках и т.д.);
- самокритичность и систематическое повышение собственной квалификации, умение учиться;
- дозированное повышение самооценки и конкурентоспособности на рынке труда по мере накопления профессиональных знаний, навыков и умений.

Глава 2

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

1. ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

Автомобиль может участвовать в транспортном процессе и приносить определенный доход, если он технически исправен и находится в работоспособном состоянии.

Техническое состояние автомобиля (агрегата, механизма, соединения) определяется совокупностью изменяющихся свойств его элементов, характеризуемых текущим значением конструктивных параметров Y_i (табл. 2.1). Обычно текущие значения конструктивных параметров связывают с наработкой.

Наработка – продолжительность работы изделия, измеряемая единицами пробега (километры), времени (часы), числом циклов. Различают наработку с начала эксплуатации изделия, наработку до определенного состояния (например, предельного), наработку интервальную и др. На автомобильном транспорте, как правило, наработка автомобилей исчисляется в километрах пробега (l), реже (специальные автомобили, внедорожные карьерные самосвалы) – в часах (t).

Таблица 2.1

Конструктивные элементы автомобиля и их параметры *Y*

Конструктивный элемент автомобиля	Число	Конструктивный параметр
Агрегат, система	15–20	Кинематическая схема, степень подвижности, структурная формула Вид соединения, передач, опор и уплотнений
Узел, механизм	70–90	Взаимное расположение деталей и узлов Присоединительные размеры, зазоры, люфты, ходы
Деталь	15000–25000	Размер и конфигурация Вид материала, прочность Качество и точность обработки поверхности Характер взаимодействия и взаимного перемещения Электрическое, гидравлическое сопротивление и др.

Наработка технологического оборудования исчисляется обычно в часах. По мере увеличения наработки l, t (рис. 2.1) параметры технического состояния

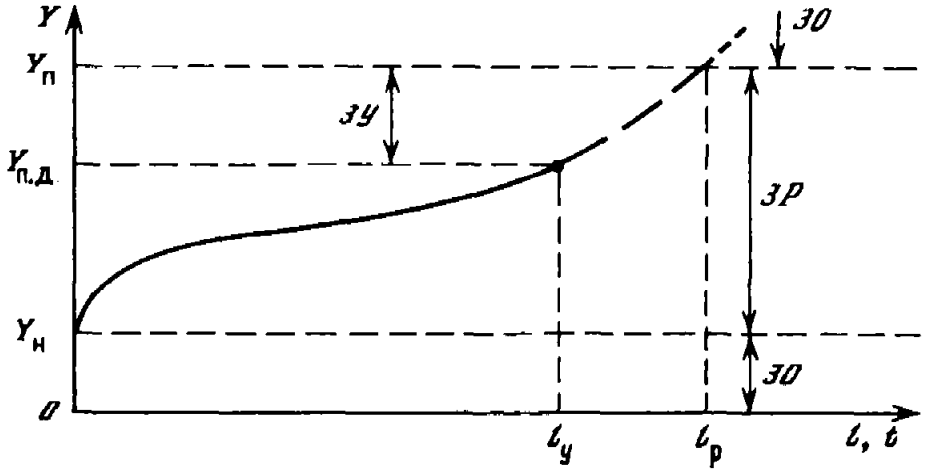


Рис. 2.1. Схема изменения параметров технического состояния

ЗР – зона работоспособности; *ЗО* – зона отказов; *ЗУ* – зона упреждения отказов; $Y_{п.д}$ – предельно допустимое значение параметра; $l_р$ – ресурс изделия; $l_у$ – ресурс упреждения

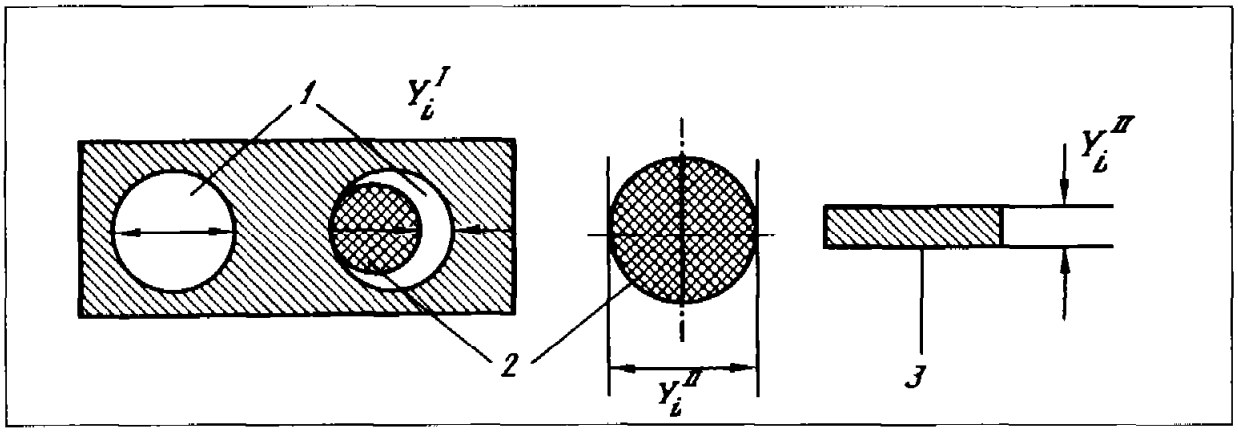


Рис. 2.2. Варианты изменения геометрических параметров деталей

1 – шейка (втулка), *2* – вал, *3* – диск; Y_i^I – увеличиваются, Y_i^{II} – сокращаются в процессе работы автомобиля

изменяются от номинальных $Y_н$, свойственных новому изделию, до предельных $Y_п$, при которых дальнейшая эксплуатация изделия по техническим, конструктивным, экономическим, экологическим или другим причинам недопустима. На рис. 2.2 приведены два характерных варианта изменения параметров технического состояния по наработке: *I* – увеличение; *II* – сокращение. Величины номинальных предельных и предельно допустимых $Y_{п.д}$ значений параметров технического состояния устанавливаются законами, государственными стандартами, постановлениями правительства (приложение 3), нормативно-техническими и проектно-конструкторскими документами, систематизируются в справочных изданиях, в том числе и международных (приложение 4).

2. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Основные причины изменения конструктивных параметров и технического состояния:

- нагружение элементов;
- взаимное перемещение элементов;
- воздействие тепловой и электрической энергии;
- воздействие химически активных компонентов;
- воздействие внешней среды (влага, ветер, температура, солнечная радиация);
- воздействие оператора и др.

Последствия и формы изменения конструктивных параметров во времени: изнашивание; коррозия; усталостные разрушения; пластические деформации; температурные разрушения и изменения; старение и др.

Изнашивание. Процесс изнашивания возникает под действием трения, зависящего от материала и качества обработки поверхностей, смазки, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей и теплового режима работы сопряжения. Изнашивание – это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы деталей. Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах, называется *износом*, который может быть линейным, объемным, массовым. Интенсивность изнашивания – это относительные величины износа (отношение износа к пути трения или показателю, связанному с работой изделия, например километру пробега или часу работы автомобиля, числу циклов и т.д.).

Обычно в практике ТЭА выделяют абразивное, усталостное, коррозионно-эрозионное, окислительное, электроэрозионное изнашивание, а также изнашивание при заедании, фретинге и фретинг-коррозии. Изнашивание при фретинге, абразивное, эрозионное и усталостное относятся к механическому виду изнашивания, а окислительное и при фретинг-коррозии – к коррозионно-механическому.

При преимущественно механическом разрушении поверхности, когда химические, тепловые и другие процессы не имеют решающего значения, интенсивность изнашивания, по К.В. Фролову и Ю.Н. Дроздову, определяется следующими группами обобщенных факторов (рис. 2.3):

$Ф_{см}$ определяет относительную толщину смазочного слоя;

$Ф_н$ – характеризует напряженное состояние контакта, площадь фактического контакта сопряженных пар трения;

$Ф_у$ – характеризует усталостную прочность трущихся поверхностей;

$Ф_ш$ – определяет влияние шероховатости на процесс изнашивания.

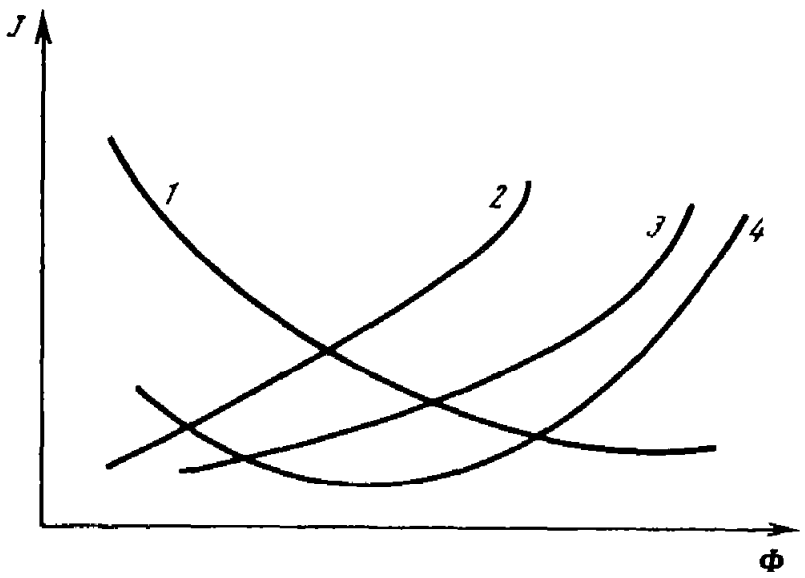


Рис. 2.3. Зависимость интенсивности изнашивания J от обобщенных безразмерных факторов $1 - Ф_{см}$; $2 - Ф_{н}$; $3 - Ф_{у}$; $4 - Ф_{ш}$

Абразивное изнашивание является следствием режущего или царапающего действия поверхностей трения и твердых частиц, находящихся между ними. Такие частицы, попадая извне в виде пыли и песка между трущимися деталями (например, тормозными накладками колодок и барабанами) или в смазочные материалы открытых узлов трения (шкворневое соединение, рессорные шарниры), резко увеличивают их износ. В ряде механизмов, например кривошипно-шатунном, в качестве абразивных частиц выступают также сами продукты изнашивания, отделившиеся от трущихся деталей.

Эрозионное изнашивание происходит в результате воздействия на поверхность потока жидкости, газа или твердых частиц. Такому изнашиванию на автомобиле подвержены в первую очередь рабочие поверхности тарелок выпускных клапанов двигателя, жиклеры карбюратора.

Усталостное изнашивание состоит в том, что поверхностный слой материала в результате трения и циклической нагрузки становится хрупким и разрушается, обнажая лежащий под ним менее хрупкий материал, образуя трещины и ямки выкрашивания (питтинг). Такой вид изнашивания может наблюдаться на беговых дорожках подшипников, шестерен, зубьях.

Изнашивание *при заедании* происходит в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Оно приводит к образованию глубоких борозд, наростов, оплавлений, задирам, заклиниванию и разрушению механизмов. Такое изнашивание обуславливается наличием местных контактов между трущимися поверхностями, на которых вследствие больших нагрузок и скоростей происходят разрыв масляной пленки, сильный нагрев и "сваривание" частиц металла. При дальнейшем относительном перемещении поверхностей происходит разрыв связей. Типичный пример – заклинивание коленчатого вала при недостаточной смазке.

Окислительное изнашивание происходит в результате сочетания механического изнашивания и агрессивного воздействия среды, под действием которой на поверхности трения образуются непрочные пленки окислов; при механическом трении они снимаются, а обнажающиеся поверхности опять окисляются. Такое изнашивание наблюдается на деталях цилиндропоршневой группы, гидроусилителей, тормозной системы с гидроприводом и др.

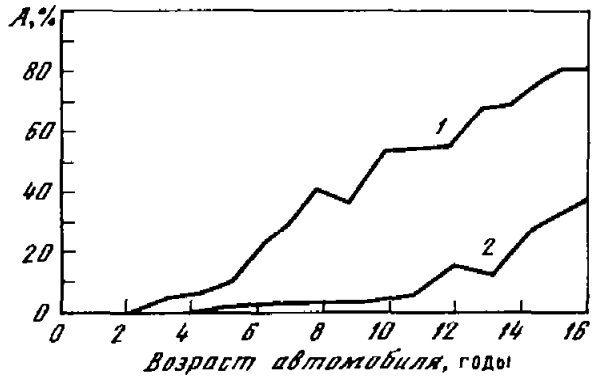


Рис. 2.4. Тенденции изменения местной (*1*) и общей (*2*) коррозии при старении легковых автомобилей

А количество автомобилей, подверженных коррозии

Изнашивание при фретинге – это механическое изнашивание соприкасающихся деталей при возвратно-поступательных перемещениях с малыми амплитудами. Если при этом агрессивно воздействует среда, то происходит *изнашивание при фретинг-коррозии*. Такое изнашивание может происходить в местах контакта вкладыша шеек коленчатого вала и постели в картере и крышке, в заклепочных, болтовых, шлицевых и шпоночных соединениях, рессорах.

Электроэрозионное изнашивание проявляется в эрозионном изнашивании поверхности в результате воздействия разряда при прохождении электрического тока, например между электродами свечи зажигания.

Пластические деформации и разрушения. Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки, неправильное управление автомобилем, дорожно-транспортные происшествия и т.п.). Иногда пластическим деформациям или разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

Усталостные разрушения. Этот вид разрушений возникает при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости металла детали. При этом происходят постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящие при определенном числе циклов нагружения к усталостному разрушению деталей. Совершенствование методов расчета и технологии изготовления автомобилей (повышение качества металла и точности изготовления, исключение концентраторов напряжения) привело к значительному сокращению случаев усталостного разрушения деталей. Как правило, оно наблюдается в экстремальных условиях эксплуатации (длительные перегрузки, низкие или высокие температуры) в рессорах, полуосях, рамах.

Коррозия. Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали (ржавление), приводящего к окислению металла и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль и другие химические вещества, которыми обрабатывают дороги зимой, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты, входящие в состав отработавших газов автомобилей, и их химические соединения. Коррозия главным образом поражает детали кузова, кабины, рамы. Коррозия деталей кузова, расположенных снизу, сопровождается абразивным изнашиванием в результате воздействия на поверхность при движении автомобиля абразивных частиц песка, гравия. Способствует коррозии сохранение влаги на металлических поверхностях, в том числе под слоем дорожной грязи, что особенно характерно для всякого рода скрытых полостей и ниш.

Коррозия способствует усталостному изнашиванию и разрушению, так как создает на поверхности металла концентраторы напряжения в виде коррозионных язв. Такой вид разрушений наблюдается, например, в местах сварки, крепления кронштейнов рессор. Применительно к автомобилям различают местную коррозию, поражающую в основном кузовные панели, и общую, результатом которой является, кроме того, разрушение несущих конструкций кузова или рамы (рис. 2.4).

Старение. Техническое состояние деталей и эксплуатационных материалов изменяется под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности. В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок.

Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность, например, резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

Таблица 2.2

Распределение отказов, %, для грузового автомобиля большой грузоподъемности и автобуса среднего класса при пробеге 100 тыс. км

Причина отказа	Грузовой автомобиль	Автобус
Износ	40	37
Пластические деформации и разрушения,	26	29
в том числе:		
обрыв, срыв, разрыв, срез	20	19
вытягивание, изгиб, смятие	6	10
Усталостные разрушения,	18	16
в том числе:		
трещины	12	7
поломки	5	8
выкрашивание	1	1
Температурные разрушения,	12	11
в том числе:		
перегорание, замыкание, подгорание	5	7
прогорание	4	3
закоксование	3	1
Прочие	4	7

3. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ОТКАЗ

Работоспособность – *состояние изделия*, при котором оно может выполнять заданные функции с параметрами, значения которых соответствуют технической документации, т.е. в интервале $Y_н$–$Y_п$ (см. рис. 2.1).

Наработка изделия до предельного состояния $Y_п$ называется *ресурсом* – $l_р$. В интервале наработки от $l = l_0$ до $l = l_р$ изделие технически исправно и может выполнять свои функции.

Если продолжать эксплуатировать изделие за пределами его ресурса (см. рис. 2.1), т.е. при наработке $l > l_р$, наступает *отказ*, т.е. событие, заключающееся в нарушении или потере работоспособности.

Распределение причин отказов приведено в табл. 2.2.

По практическим соображениям внутри зоны работоспособности выделяют так называемую *предотказную зону* ЗУ (см. рис. 2.1), в начале которой (при $l = l_у$) параметр технического состояния достигает своего *предельно допустимого* $Y_{п.д}$

Таблица 2.3

Группы зон технического состояния изделия для варианта *I* на рис. 2.2

Показатель	*ЗР*	*ЗУ*	*ЗО*
Техническое состояние Y_i	$Y_н \leq Y_i < Y_п$	$Y_{п.д} \leq Y_i < Y_п$	$Y_i \geq Y_п$; $Y_i < Y_н$
Наработка l_i	$l_i < l_р$	$l_у \leq l_i < l_р$	$l_i \geq l_р$

значения (табл. 2.3). Значение этого параметра называют также упреждающим. Попадание изделия в эту зону свидетельствует о приближении отказа и необходимости принять профилактические меры по его предупреждению, т.е. по поддержанию работоспособности.

Общая динамика изменения технического состояния определяется следующим образом:

$$Y_i = [Y_н \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_2 \rightarrow \ldots \rightarrow Y_{п.д} \rightarrow Y_п]. \quad (2.1)$$

Различают отказы автомобиля и его элементов (агрегатов, систем, деталей).

В отечественной и международной документации применяется также понятие *исправность*, которое шире понятия *работоспособность* и соответствует такому состоянию изделия, при котором оно удовлетворяет *всем* требованиям документации.

Отказ автомобиля – это такое изменение его технического состояния, которое приводит к невозможности начать транспортный процесс или к прекращению уже начатого транспортного процесса.

Отказ автомобиля фиксируется в следующих случаях, связанных с техническим состоянием:

- опоздание с выходом на линию;
- прекращение уже начатого транспортного процесса (линейный отказ);
- досрочный возврат с линии (неполное выполнение задания);
- принудительное обоснованное недопущение к работе или прекращение работы автомобиля на линии контрольными органами (ГИБДД, транспортная инспекция, экологическая милиция).

Все остальные отклонения технического состояния от нормы классифицируются как неисправности автомобиля.

Следовательно, из всей совокупности параметров технического состояния (конструктивных Y и диагностических S) особое значение для эксплуатации имеют четыре:

$Y_0 = Y_н$, $S_0 = S_н$ – номинальное или начальное значение, которое определяется проектно-конструкторской документацией и качеством изготовления изделия;

$Y_п$, $S_п$ – предельное значение, превышение которого приводит к отказу изделия и недопустимо;

$Y_{п.д}$, $S_{п.д}$ – предельно допустимое значение, которое *предшествует* предельному и сигнализирует пользователю о необходимости принятия мер по восстановлению технического состояния;

Y_i, S_i – текущее значение параметра, величина которого, определяемая в эксплуатации, свидетельствует о фактическом техническом состоянии изделия.

Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств, устанавливается на федеральном уровне постановлением правительства (приложение 3).

2.2. ВЛИЯНИЕ ОТКАЗОВ НА ТРАНСПОРТНЫЙ ПРОЦЕСС

Исходя из специфики транспортного процесса (потребность и время работы клиентуры, законодательные ограничения и др.), конкретные автомобили используются циклически, т.е. время непосредственной работы (перевозки грузов и пассажиров) чередуется с организационными или техническими простоями.

Поэтому применительно к автомобилю классификация отказов связана не только с техническим событием (превышение параметрами технического состояния предельных значений), но и с моментом возникновения этого события и продолжительностью восстановления работоспособности.

Различают следующие фазы, или циклы, работы автотранспортных предприятий и конкретных автомобилей (рис. 2.5).

$T_{р.в.п}$ – рабочее время предприятия, или конкретная часть суток, в течение которой автомобильный парк предприятия обслуживает клиентов, пользующихся транспортом, т.е. работает на линии. Обычно $T_{р.в.п}$ определяется договором (контрактом) на обслуживание и режимом работы клиента (завода, стройки, склада, магазина, населения).

В течение $T_{р.в.п}$ транспортное предприятие должно направить клиенту оговоренное число автомобилей нужной грузоподъемности, вместимости и т.п. Рабочее время грузового автотранспортного предприятия может составлять 12–15 ч, пассажирского – до 20–22 ч.

$T_{р.в.а} = T_н$ – рабочее время автомобиля, или время в наряде, время, в течение которого автомобиль должен находиться на линии, участвуя в транспортном процессе. Продолжительность $T_{р.в.а}$ определяется трудовым законодательством и правилами внутреннего распорядка (односменная, полуторасменная, двухсменная работа). Для конкретного автомобиля устанавливается график работы, в котором фиксируется начало рабочего времени $t_н$, т.е. выход автомобиля на линию, окончание рабочего времени $t_к$ – возврат автомобиля на АТП, и необходимые организационные и технические перерывы, т.е. $T_{р.в.а} = T_н = t_к - t_н$. Как правило, $T_{р.в.а} < T_{р.в.п}$.

$T_{н.в.а}$ – нерабочее время автомобиля – время, в течение которого автомобиль не должен работать на линии и находится на АТП. $T_{н.в.а} = T_с - T_н$. $T_{н.в.а}$ включает часть суток до и после наряда: $T_{н.в.а} = T_{1н.в.а} + T_{2н.в.а}$.

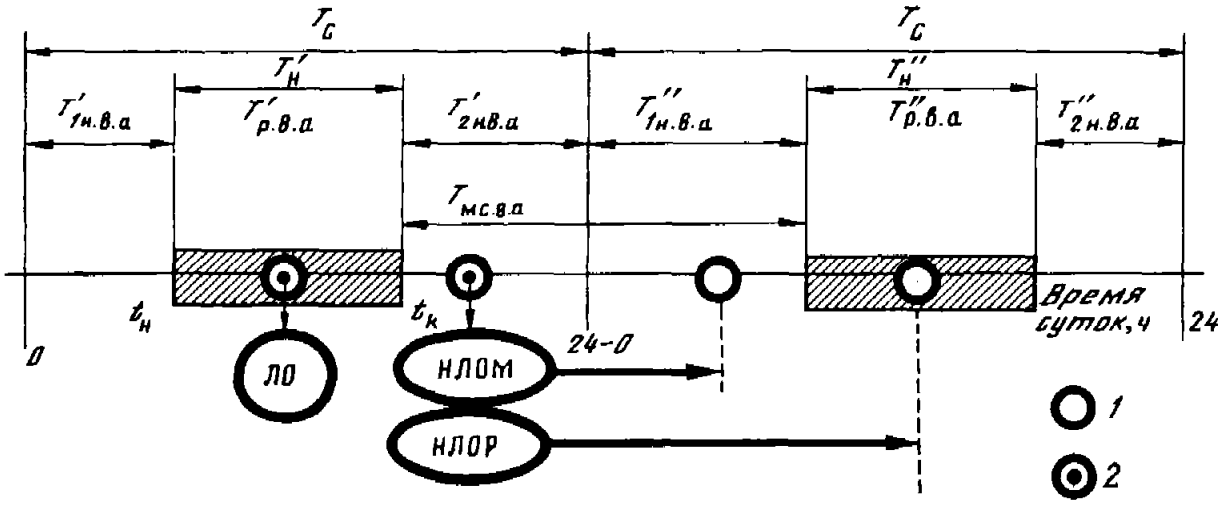


Рис. 2.5. Влияние технического состояния автомобиля на транспортный процесс

$T_с$ = 24 ч (сутки); $T_н$ – время в наряде – работа автомобиля на линии: $T_{р.в.а}$ – рабочее время; *1* – момент завершения работ по устранению отказа; *2* – момент возникновения, выявления или фиксации отказа

$T_{мс.в.а}$ – межсменное время автомобиля – промежуток времени между двумя последовательными циклами работы автомобиля на линии. $T_{мс.в.а}$ включает нерабочее время автомобиля после очередного наряда ($T'_{2н.в.а}$) и до последующего наряда ($T''_{1н.в.а}$). В зависимости от момента и места возникновения различают (см. рис. 2.5):

ЛО – линейные отказы, которые возникают на линии в течение рабочего времени автомобиля и нарушают транспортный процесс, и

НЛО – нелинейные отказы, которые выявлены или возникли в межсменное время автомобиля.

Линейные отказы подразделяются на

ЛОУ – устраняемые на линии с потерей рабочего времени (водителем, персоналом технической помощи) и

ЛОН – не устраняемые на линии, требующие транспортировки автомобиля для устранения отказа на АТП, станции технического обслуживания или в мастерской.

В зависимости от продолжительности устранения ($t_{ус}$) нелинейные отказы подразделяются на

НЛОМ – устраняемые в межсменное время и не влияющие на транспортный процесс: $t'_{ус} < T_{мс.в.а}$ и

НЛОР – не устраняемые в межсменное время, вызывающие простой автомобиля за счет рабочего времени и влияющие на транспортный процесс.

2.3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Как отмечалось ранее, техническое состояние определяется текущим значением конструктивных параметров (размеры, зазоры, ходы и т.д.) с использованием прямого или косвенного метода.

1. ПРЯМОЙ И КОСВЕННЫЙ МЕТОДЫ

Характеристики методов и их взаимосвязь приведены ниже.

Прямой – контактный: непосредственное (контактное) измерение конструктивных параметров Y_i	Косвенный – диагностический: о техническом состоянии изделия судят по косвенным диагностическим параметрам S_i
↓	↓

Конструктивные параметры		Диагностические параметры
	$Y_0 \leftarrow S_0$	
	$Y_1 \leftarrow S_1$	
	$Y_i \leftarrow S_i$	
	$Y_{п.д} \leftarrow S_{п.д}$	
	$Y_п \leftarrow S_п$	

Примеры.

Y_i		S_i
Износ тормозных накладок и барабанов.	←	Тормозной путь. Ход тормозной педали.
Износ цилиндро-поршневой группы двигателя.	←	Мощность. Компрессия. Расход (угар) масла. Содержание продуктов износа в масле. Прорыв газов в картер.

Преимущества методов:

- точность;
- наглядность;
- достоверность;
- достаточно простой инструмент;
- простые технологии.
- не нужна разборка агрегата, системы;
- меньшая трудоемкость;
- оперативность;
- возможность контроля неразбираемых элементов, контроля сложных систем (впрыск, компьютерные системы);

Недостатки методов:

- необходимость частичной или полной разборки, увеличивающей интенсивность изнашивания;
- нарушение приработки;
- большая трудоемость;
- невозможность комплексного контроля сложных систем.
- сложность диагностического оборудования;
- большая стоимость оборудования и самого контроля;
- необходимость периодического метрологического контроля оборудования;
- высокие требования к персоналу.

Приведенные примеры свидетельствуют, что, как правило, изменение конструктивного параметра может быть зафиксировано несколькими различными диагностическими параметрами, из которых целесообразно выбрать наиболее эффективный. Для этого используются свойства однозначности, чувствительности, стабильности, информативности и системности.

Однозначность означает, что при изменении Y в диапазоне $Y_н$–$Y_в$ соотношение S/Y изменяется монотонно и не имеет перегибов.

Стабильность диагностического параметра означает, что измеренное его значение S_i соответствует конструктивному в пределах заданной точности, т.е. фактическое значение конструктивного параметра Y_i лежит внутри интервала шириной ΔY_i.

Чувствительность диагностического параметра характеризуется изменением его приращения ΔS при изменении конструктивного параметра ΔY. При $dS/dY \to 0$ параметр малочувствителен. Для чувствительного диагностического параметра $dS/dY \gg 0$.

Информативность является комплексным свойством, объединяющим все предыдущие, и характеризует снятие неопределенности при определении технического состояния объекта диагностирования и сведéние к минимуму возможности, используя принятый диагностический параметр, принять фактически неисправный по техническому параметру объект диагностирования за исправный (ошибки первого рода) и наоборот (ошибки второго рода).

2. ВИДЫ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (ДП)

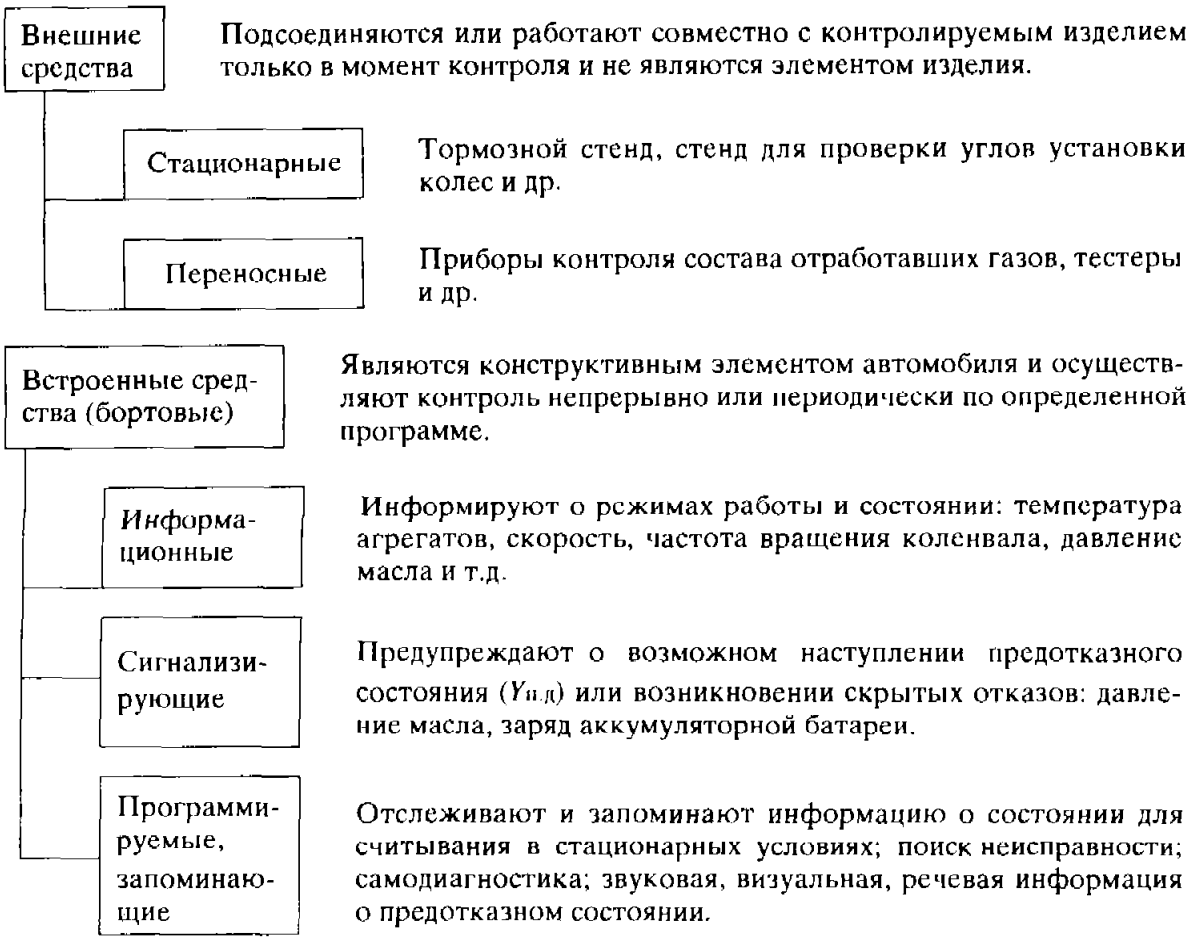
ДП выходных рабочих процессов характеризуют функциональные свойства автомобиля, агрегата, системы.

Примеры: мощность двигателя, скорость автомобиля, расход топлива, тормозной путь.

ДП сопутствующих процессов сопровождают работу двигателя, агрегата, системы.

Примеры: температура агрегата, материала; уровень шума или вибрации; содержание продуктов износа в масле; содержание вредных веществ в отработавших газах.

3. ВИДЫ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ



Как правило, используются два способа диагностирования. При первом в процессе диагностирования на объект диагностирования (ОД), не находящийся в рабочем состоянии, осуществляются определенные механические, электрические, гидравлические и другие воздействия и с помощью датчиков фиксируется его реакция в виде диагностического сигнала S_i.

При втором способе объект диагностирования выводится на заданный режим работы, и также с помощью датчиков от него воспринимаются сигналы, характеризующие диагностические параметры S_i. Эти сигналы преобразуются (модулируются) в электрические, улучшаются (очищаются от "шума"), например, с помощью аналого-цифрового преобразователя и аналогового мультипликатора и далее поступают или непосредственно в средства отображения информации и считываются оператором, или, в более сложных диагностических приборах, в микропроцессор (микропроцессоры), где с учетом информации, содержащейся в блоке памяти (запоминающее устройство), осуществляется анализ, а в ряде случаев и прогноз, и полученная информация передается в средства отображения.

В блоке памяти может также содержаться информация о механике-диагносте, проводившем соответствующий контроль.

В ряде диагностических приборов на дисплее может выдаваться рекомендация по конкретному перечню работ, которые необходимо выполнить данному автомобилю.

В блоке памяти могут содержаться сведения о предыдущем контроле данного автомобиля, что позволяет проследить динамику изменения диагностических параметров и дать прогноз наработок до предельно допустимого и предельного значений параметров технического состояния.

На практике прямой и диагностический методы взаимодействуют и дополняют друг друга. Надо уметь определить рациональные сферы их использования.

Главным критерием выбора метода является сравнение суммарных затрат на предупреждение, выявление и устранение отказов и неисправностей при использовании прямых и диагностических методов контроля технического состояния, а также продолжительности процедуры.

2.4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

1. ВИДЫ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

Для предупреждения отказов и неисправностей, а также для определения их источников, предъявления рекламационных претензий изготовителю или продавцу изделия мало констатировать сам факт возникновения отказа или неисправности. Необходимо знать причины, механизмы их возникновения и проявления, а также влияние различных отказов элементов на работоспособность автомобиля в целом, т.е. на способность выполнять транспортную работу. Иными словами, необходимо знать закономерности изменения технического состояния.

Процессы в природе и технике (в том числе и при технической эксплуатации) могут быть двух видов: процессы, характеризуемые функциональными зависимостями, и случайные (вероятностные, стохастические) процессы.

Для *функциональных процессов* характерна жесткая связь между функцией (зависимой переменной величиной) и аргументом (независимой переменной величиной), когда определенному значению аргумента (аргументов) соответствует определенное значение функции. Например, зависимость пройденного пути от скорости и времени движения.

Случайные процессы происходят под влиянием многих переменных факторов, значение которых часто неизвестно. Поэтому результаты вероятностного процесса могут принимать различные количественные значения (т.е. наблюдается рассеивание, или вариация) и называются случайными величинами (СВ).

Случайные процессы могут быть описаны пучком кривых $Y_i(t)$, характеризующих изменение технического состояния конкретных изделий $1,2,3,...,i,...,n$ (рис. 2.6) от их наработки t. Иными словами, случайный процесс $Y(t)$ может быть

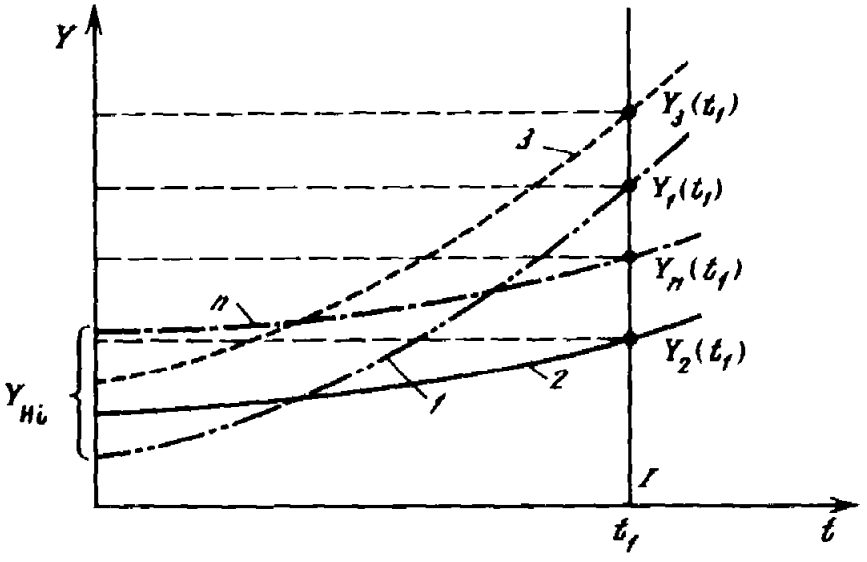


Рис. 2.6. Схема формирования случайного процесса

I – сечение случайного процесса, Y_1–Y_n – случайные величины – реализация случайного процесса $Y(t)$ при $t = t_1$

описан функцией, которая при каждом новом значении аргумента характеризуется набором нескольких случайных величин. Конкретные значения случайной функции при фиксированном значении аргумента t называются реализацией случайной величины.

При эксплуатации в основном приходится иметь дело со случайными процессами и величинами.

2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО ЕГО НАРАБОТКЕ (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЭА ПЕРВОГО ВИДА)

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния в зависимости от времени или пробега автомобиля носит плавный, монотонный характер, приводящий к возникновению так называемых постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть различным (рис. 2.7). В случае постепенных отказов изменение параметра технического состояния конкретного изделия или среднего значения для группы изделий аналитически достаточно хорошо может быть описано двумя видами функций:

целой рациональной функцией n-го порядка

$$y = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + a_3 l^3 + ... + a_n l^n \qquad (2.2)$$

и степенной функцией

$$y = a_0 + a_1 l^b, \qquad (2.3)$$

где a_0 – начальное значение параметра технического состояния, l – наработка, $a_1, a_2, ..., a_n, b$ – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости y от l.

В практических вычислениях по формуле (2.2), как правило, достаточно использовать члены до третьего–четвертого порядков. Таким образом, зная функцию $y = \varphi(l)$ и предельное $Y_п$ или предельно допустимое $Y_{п.д}$ значение параметра технического состояния, можно аналитически определить из уравнения $l = f(y)$ ресурс изделия или периодичность его обслуживания.

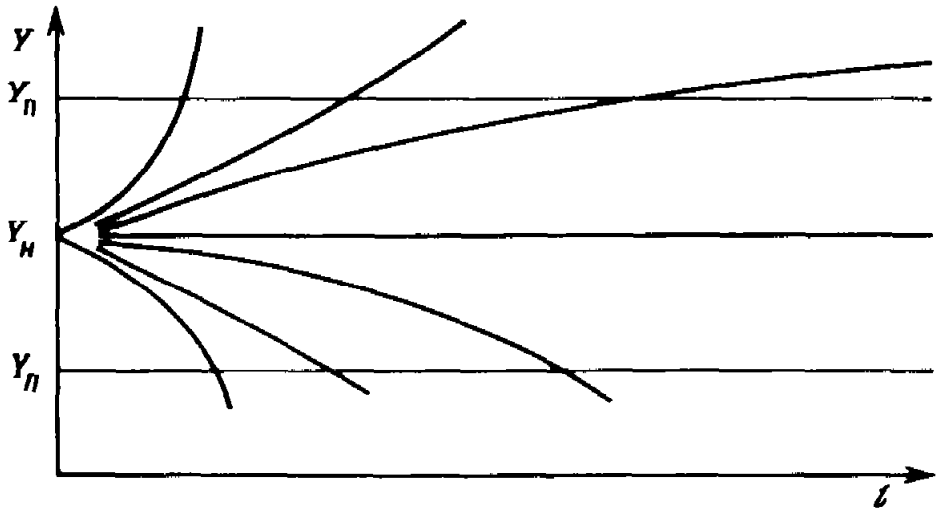


Рис. 2.7. Возможные формы зависимости параметра технического состояния Y от наработки l

$Y_н$, $Y_п$ – начальное и предельное значения параметра

Достаточно часто закономерности изменения параметров (например, зазора между накладками и тормозными барабанами, свободного хода педали сцепления и др.) описываются линейными уравнениями вида

$$y = a_0 + a_1 l, \tag{2.4}$$

где a_1 – интенсивность изменения параметра технического состояния, зависящая от конструкции и условий эксплуатации изделий.

Закономерности первого вида характеризуют тенденцию изменения параметров технического состояния (математическое ожидание случайного процесса), а также позволяют определить средние наработки до момента достижения предельного или заданного состояния.

3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВАРИАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЭА ВТОРОГО ВИДА)

При работе группы автомобилей приходится иметь дело не с одной зависимостью $Y(t)$, которая была бы пригодна для всей группы, а с индивидуальными зависимостями $Y_i(t)$, свойственными каждому i-му изделию (рис. 2.8). Применительно к техническому состоянию однотипных изделий причинами вариации являются: даже незначительные изменения от изделия к изделию качества материалов, обработки деталей, сборки; текущие изменения условий эксплуатации (скорость, нагрузка, температура и т.д.); качество ТО и ремонта, вождения автомобилей и др. В результате при фиксации для группы изделий определенного параметра технического состояния, например $Y_п$, каждое изделие будет иметь свою наработку до отказа (см. рис. 2.8, *а*), т.е. будет наблюдаться *вариация наработки*. Возникает вопрос: какую периодичность ТО планировать для группы однотипных автомобилей?

Если все изделия обслуживать с единой периодичностью $l_{ТО}$, то будет иметь место *вариация фактического технического состояния* (см. рис. 2.8, *б*), которая скажется на продолжительности выполнения работ, количестве расходуемого материала и запасных частей.

В этом случае возникают вопросы: какую трудоемкость и стоимость операции планировать, какие потребуются производственные площади, технологическое оборудование, персонал?

При технической эксплуатации приходится сталкиваться и с другими СВ: расход топлива однотипными автомобилями даже на одинаковых маршрутах; расход запасных частей и материалов; число требований на ремонт в течение часа,

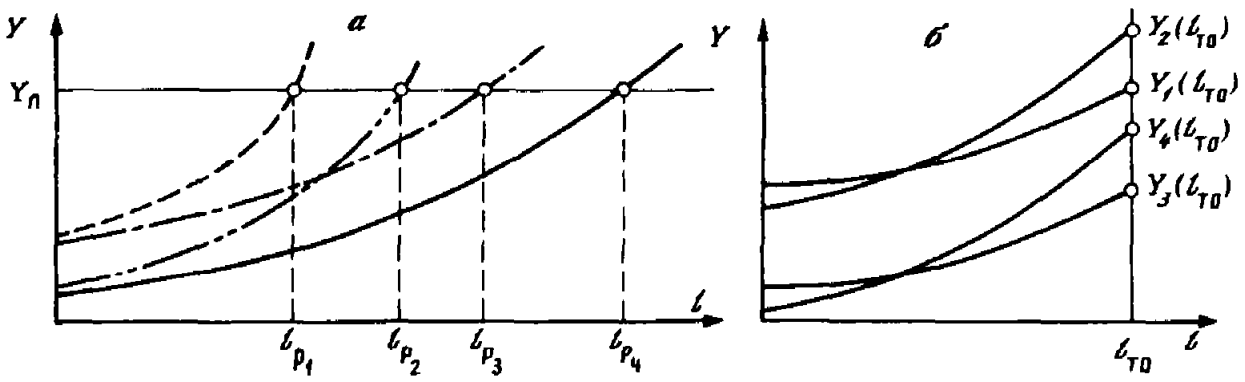


Рис. 2.8. Вариации СВ

а – наработки (l_{p1}–l_{p4}) при фиксации $Y_п$; *б* – параметра технического состояния ($Y_1(l_{ТО})$–$Y_3(l_{ТО})$) при фиксации наработки l

смены работы поста ремонтной мастерской, станции ТО; число заездов на АЗС и др. Все это сказывается на нормировании и организации ТО и ремонта, определении необходимых для этого ресурсов.

Для решения этих задач необходимо уметь оценивать вариацию СВ.

4. ОЦЕНКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Рассмотрим простейшие методы оценки СВ. Исходные данные – результаты наблюдений за изделиями или отчетные данные, которые выявили индивидуальные реализации случайных величин (например, наработки на отказ, фактический расход топлива, материалов и т.д.).

1. Случайные величины (от 1 до n) располагают в порядке возрастания или убывания их абсолютных значений:

$$x_1 = x_{\min}; x_2; x_3; x_4; ...; x_i; ...x_{n-1}; x_n = x_{\max}.$$

2. Точечные оценки СВ:
среднее значение СВ

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}; \tag{2.5}$$

размах СВ

$$z = x_{\max} - x_{\min}; \tag{2.6}$$

среднеквадратическое отклонение, характеризующее вариацию,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \tag{2.7}$$

коэффициент вариации

$$\upsilon = \sigma / \bar{x}. \tag{2.8}$$

В ТЭА различают СВ
- с малой вариацией: $\upsilon \leqslant 0$;
- со средней вариацией: $0,1 \leqslant \upsilon \leqslant 0,33$;
- с большой вариацией: $\upsilon > 0,33$.

Точечные оценки позволяют предварительно судить о качестве изделий и технологических процессов. Чем ниже средний ресурс и выше вариация (σ, υ, z), тем ниже качество конструкции и изготовления (или ремонта) изделия. Чем выше коэффициент вариации показателей технологических процессов ТЭА (трудоемкость, простои в ТО или ремонте, загрузка постов и исполнителей и др.), тем менее совершенны применяемые организация и технология ТО и ремонта.

3. Вероятностные оценки СВ. При вероятностных оценках рекомендуется размах СВ разбить на несколько (как правило, не менее 5–7 и не более 9–11) равных по длине Δx интервалов (табл. 2.4). Далее следует произвести группировку, т.е. определить число случайных величин, попавших в первый (n_1), второй (n_2) и остальные интервалы. Это число называется *частотой*. Разделив каждую частоту на общее число случайных величин ($n_1 + n_2 + ... + n_n = n$), определяют *частость* $\omega_i = n_i/n$. Частость является эмпирической (опытной) оценкой вероятности P,

Таблица 2.4

Пример вероятностной оценки СВ

Номер интервала j	Интервал Δx, тыс. км	Середина интервала x_j, тыс. км	Число отказов n_j в интервале	Частость (вероятность) $\omega_i \approx p_i$	Оценка накопленных вероятностей	
					отказа F	безотказности R
1	6–8	7	6	0,06	0,06	0,94
2	8–10	9	12	0,12	0,18	0,82
3	10–12	11	19	0,19	0,37	0,63
4	12–14	13	25	0,25	0,62	0,38
5	14–16	15	20	0,2	0,82	0,18
6	16–18	17	13	0,13	0,95	0,05
7	18–20	19	5	0,05	1,00	0
Всего	–	–	100	1,00	–	–

т.е. при увеличении числа наблюдений частость приближается к вероятности: $\omega_i \to p_i$. Полученные при группировке СВ результаты сводятся в таблицу (см. табл. 2.4), данные которой имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Например, по результатам наблюдений можно предположить, что у аналогичных изделий в тех же условиях эксплуатации и в интервале наработки 6–8 тыс. км может отказать около 6% изделий ($\omega_i \approx p_1 = 0{,}06$), в интервале 8–10 тыс. км – 12%, интервале 10–12 тыс. км – 19% и т.д.

Следовательно, имея систематизированные данные по отказам, можно прогнозировать и планировать число воздействий (программу работ), потребности в рабочей силе, площадях, материалах и запасных частях.

4. Вероятность случайного события. В общем виде это отношение числа случаев, благоприятствующих данному событию, к общему числу случаев.

Вероятность отказа рассматривается не вообще, а за определенную наработку X:

$$F(x) = P\{x_i < X\} \cong \frac{m(x)}{n} \tag{2.9}$$

(где $m(x)$ – число отказов за X, n – число наблюдений (изделий)), или вероятность отказа изделия при наработке X равна вероятности событий, при которых наработка до отказа конкретных изделий x_i окажется менее X.

В примере (см. табл. 2.4) при $X = 10$ тыс. км имеем

$$F(x) = P\{x_i < 10\} = \frac{n_1 + n_2}{n} = \frac{6+12}{100} = 0{,}18.$$

Отказ и безотказность являются противоположными событиями, поэтому

$$R(x) = P\{x_i \geqslant X\} \cong \frac{n - m(x)}{n}, \tag{2.10}$$

где $n - m(x)$ – число изделий, не отказавших за X.

В примере для $X = 10$ тыс. км имеем

$$R(x) = P\{x_i \geqslant 10\} = \frac{100 - 18}{100} = 0{,}82.$$

Обычно применяется следующая буквенная индексация рассмотренных событий и понятий:

F (failure) – отказ, авария, повреждение, вероятность этих событий;

R (reliability) – безотказность, надежность, прочность, вероятность этих событий;

P (probability) – вероятность.

Вероятность отказа может быть получена также последовательным суммированием интервальных вероятностей за наработку X, т.е.

$$F(x) = p_1 + p_2 + ... + p_j,$$

где j – номер интервала, соответствующий наработке X.

5. Следующей характеристикой случайной величины является плотность вероятности (например, вероятности отказа) $f(x)$ – функция, характеризующая вероятность отказа за малую единицу времени при работе узла, агрегата, детали без замены. Если вероятность отказа за наработку $F(x) = m(x)/n$, то, дифференцируя ее при $n = \text{const}$, получим плотность вероятности отказа

$$f(x) = \frac{1}{n}\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}x},$$

где $\mathrm{d}m/\mathrm{d}x$ – элементарная "скорость", с которой в любой момент времени происходит приращение числа отказов при работе детали, агрегата без замены.

Так как $f(x) = F'(x)$, то

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)\mathrm{d}x. \qquad (2.11)$$

Поэтому $F(x)$ называют интегральной функцией распределения, а $f(x)$ – дифференциальной функцией распределения.

Так как

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\mathrm{d}x = 1, \text{ а } R(x) = 1 - F(x), \text{ то } R(x) = \int_{x}^{\infty} f(x)\mathrm{d}x.$$

Имея значения $F(x)$ или $f(x)$, можно произвести оценку надежности и определить среднюю наработку до отказа

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)\mathrm{d}x. \qquad (2.12)$$

6. При оценке качества изделий, нормировании ресурсов, в системе гарантийного обслуживания применяют гамма-процентный ресурс x_γ. Это интегральное значение ресурса x_γ, которое вырабатывает без отказа не менее γ процентов всех оцениваемых изделий, т.е.

$$R = P\{x_i > x_\gamma\} \geq \gamma.$$

В ТЭА обычно принимаются $\gamma = 80, 85, 90$ и 95%. В рассматриваемом примере при $\gamma = 95\%$ $x_\gamma \approx 7$ тыс. км (см. табл. 2.4).

Риск отказа изделия F в данной ситуации, т.е. более раннее достижение изделиями гамма-процентного ресурса, составляет около 5%.

Гамма-процентный ресурс используется при определении периодичности ТО по заданному уровню безотказности γ. Выражение $l_{\text{ТО}} = x_\gamma$ означает, что обслуживание с периодичностью $l_{\text{ТО}}$ гарантирует вероятность безотказной работы $R \geq \gamma$ и отказа $F \leq (1 - \gamma)$.

Если организаторы производства без технико-экономического анализа назначали периодичность, например, $l_{ТО} = 10$ тыс. км (см. табл. 2.4), то примерно 18 изделий из 100 ($n_1 = 6$ и $n_2 = 12$, $m(x) = 18$) откажут ранее назначенного ТО, т.е. вероятность отказа

$$F(x \leqslant 10) = P\{x_i < (X = 10)\} = \frac{m(x)}{n} = \frac{18}{100} = 0,18.$$

Остальные 82% изделий (19 + 25 + 20 + 13 + 5) имеют потенциальную наработку на отказ $x_i > 10$ тыс. км. Следовательно, ТО им будет произведено ранее, чем они могут отказать, и вероятность их безотказной работы

$$R(x > 10) = P\{x_i > (X = 10)\} = \frac{n - m(x)}{n} = \frac{18}{100} = 0,82.$$

Для первых отказов невосстанавливаемых изделий и взаимно дополняющих событий (отказ – работоспособное состояние) имеет место условие $F(x) + R(x) = 0,18 + 0,82 = 1$, т.е., зная вероятность отказа, можно определить вероятность безотказной работы и наоборот.

7. Используя данные табл. 2.4, можно также определить некоторые точечные оценки СВ.

Среднее значение СВ

$$\bar{x} = \sum_j x_j \omega_j,$$

где j – номер интервала.

Для данных табл. 2.4 имеем:

$$\bar{x} = 7 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,12 + 11 \cdot 0,19 + 13 \cdot 0,25 + 15 \cdot 0,20 + 17 \cdot 0,13 + 19 \cdot 0,05 =$$
$$= 13,0 \text{ тыс. км.}$$

Таким образом, если бы периодичность ТО равнялась средней наработке на отказ, то более 60% изделий в рассматриваемом примере отказали бы до обслуживания.

Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x_j - \bar{x})^2 \omega_j}{j - 1}} = 1,26 \text{ тыс. км,}$$

где j – число интервалов.

Коэффициент вариации

$$\upsilon = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,26}{13} \cong 0,1.$$

8. Важным показателем надежности является интенсивность отказов $\lambda(x)$ – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого изделия, определяемая для данного момента времени при условии, что отказа до этого момента не было. Аналитически для получения $\lambda(x)$ необходимо элементарную вероятность dm/dx отнести к числу элементов, не отказавших к моменту x, т.е.

$$\lambda(x) = \frac{dm}{dx} : [n - m(x)].$$

Так как вероятность безотказной работы $R(x) = [n - m(x)]/n$, то $\lambda(x) = \frac{dm}{dx}\frac{1}{nR(x)}$. Учитывая, что $f(x) = \frac{1}{n}\frac{dm}{dx}$, получаем

$$\lambda(x) = f(x)/R(x). \qquad (2.13)$$

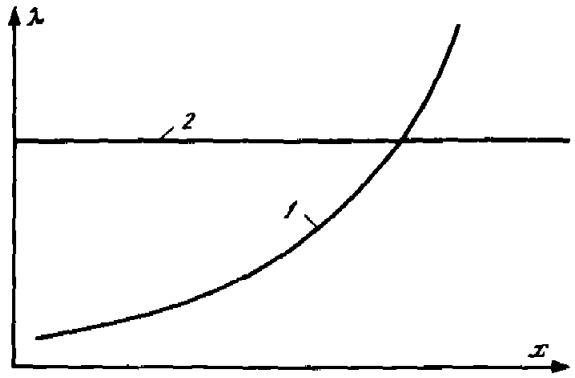


Рис. 2.9. Изменение интенсивности постепенных (*1*) и внезапных (*2*) отказов

Таким образом, интенсивность отказов равна плотности вероятности отказа, деленной на вероятность безотказной работы для данного момента времени или пробега.

Так как $R(x) = 1 - m(x)/n$, то после дифференцирования $\frac{dR}{dx} = -\frac{1}{n}\frac{dm}{dx}$. Так как $\lambda(x) = \frac{dm}{dx}\frac{1}{nR}$, то можно записать: $\lambda(x) = -\frac{1}{R}\frac{dR}{dx}$, откуда после интегрирования

$$R = \exp\left(-\int_0^x \lambda(x)\,dx\right). \tag{2.14}$$

Это универсальная формула определения вероятности безотказной работы невосстанавливаемого элемента для любого закона распределения. Зная интенсивность отказов, можно для любого момента времени или пробега определить вероятность безотказной работы. Существуют внезапные и постепенные отказы (рис. 2.9). Последние описывают работу так называемых стареющих элементов.

9. Наглядное представление о величине и вариации СВ дает их графическое изображение: гистограммы (*1*, рис. 2.10) и полигоны (*2*, рис. 2.10) распределения, а также интегральные функции распределения вероятностей отказа (*3*, рис. 2.10) и безотказной работы (*4*, рис. 2.10) и дифференциальные функции или законы распределения случайной величины (рис. 2.11).

10. В ряде случаев законы распределения случайных величин могут быть описаны аналитически, как функции параметров этих законов. Такие аналитические зависимости имеются для нормального, экспоненциального и ряда других законов распределения СВ, описывающих процессы ТЭА.

Общий вид закона распределения:

$$F(x) = \int_{-\infty(x_{min})}^{x} f(x)dx, \quad R(x) = \int_{x}^{\infty(x_{max})} f(x)dx. \tag{2.15}$$

причем

$$\int_{-\infty(x_{min})}^{\infty(x_{max})} xf(x)dx = 1, \quad f(x) \geq 0. \tag{2.16}$$

Для процессов технической эксплуатации и непрерывных СВ наиболее характерны следующие законы распределения.

Нормальный закон распределения (двухпараметрический: σ и x). Такой закон формируется, когда на исследуемый процесс и его результат влияет сравнительно большое число независимых (или слабозависимых) элементарных факторов (слагаемых), каждое из которых в отдельности оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным влиянием всех остальных.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right], \tag{2.17}$$

$$R(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_x^{\infty}\exp\left[-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right]dx. \tag{2.18}$$

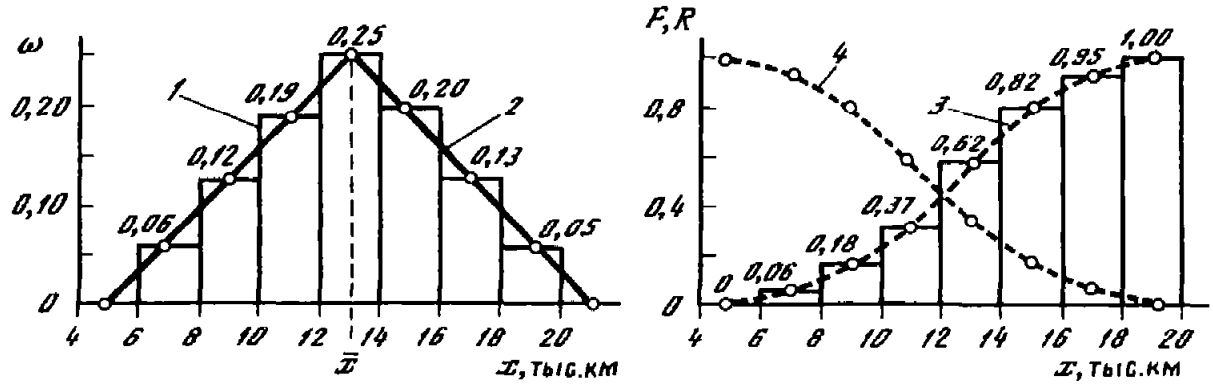


Рис. 2.10. Графическое изображение случайной величины

1 – гистограмма, *2* – полигон распределения, *3* – интегральная функция вероятности отказов и *4* – безотказной работы

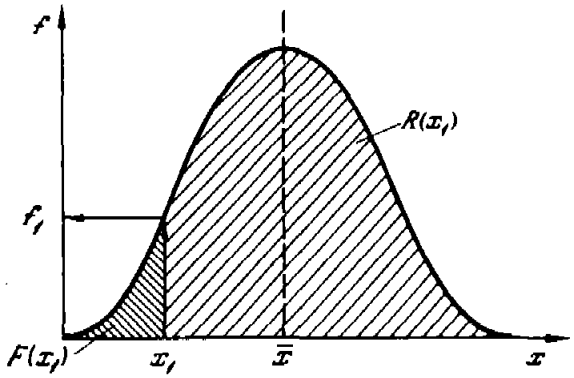


Рис. 2.11. Дифференциальная функция распределения – закон распределения СВ

Экспоненциальный закон (однопараметрический – λ). При экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы не зависит от того, сколько проработало изделие с начала эксплуатации, а определяется конкретной продолжительностью рассматриваемого периода или пробега Δx, называемого временем выполнения задания. Таким образом, эта модель не учитывает постепенного изменения параметров технического состояния, например, в результате изнашивания, старения и других причин, а рассматривает так называемые нестареющие элементы и их отказы. Экспоненциальный закон используется чаще всего при описании внезапных отказов, продолжительности разнообразных ремонтных воздействий и в ряде других случаев:

$$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x); \tag{2.19}$$

$$R(x) = \exp(-\lambda x). \tag{2.20}$$

Для этого закона $\lambda = 1/\bar{x}$; $\bar{x} = \sigma$; $\upsilon = 1$.

Закон распределения Вейбулла–Гнеденко проявляется в модели так называемого слабого звена. Если система состоит из группы независимых элементов, отказ каждого из которых приводит к отказу всей системы, то в такой модели рассматривается распределение времени (или пробега) достижения предельного состояния системы как распределение соответствующих минимальных значений x_i отдельных элементов:

$$x_c = \min(x_1; x_2; ...; x_n).$$

Функция распределения этой величины может быть выражена следующей зависимостью:

$$f(x) = \frac{b}{a}\left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} \exp\left[\left(-\frac{x}{a}\right)^{b}\right], \tag{2.21}$$

где a и b – параметры распределения.

Примером использования распределения Вейбулла–Гнеденко является распределение ресурса подшипника качения. Этот ресурс ограничивается ресурсом одного из элементов (шарика, ролика, конкретного участка сепаратора и т.д.).

Значение аналитических зависимостей состоит в том, что если известен вид закона (на основе опыта, литературных источников, наблюдений) и его параметры, то можно расчетными методами, не проводя объемных наблюдений, воспроизвести (прогнозировать) ожидаемые вероятности отказов и других состояний изделий и процессов. Например, для нормального закона необходимо знать два параметра ($\bar{x}$, σ), а для экспоненциального – один ($\bar{x}$ или λ), чтобы рассчитать вероятность отказов и безотказной работы (приложение 5).

5. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Если на основании имеющихся наблюдений или анализа механизма возникновения отказов можно предположить о реализации определенного теоретического закона распределения СВ, то соответствующие показатели можно рассчитать аналитически.

Так, для нормального закона при расчетах часто пользуются понятием нормированной функции $\Phi(z)$, для которой принимается новая случайная величина $z = (x - \bar{x})/\sigma$, так называемое нормированное отклонение. Тогда

$$F(x) = \Phi(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\bar{x}+z\sigma} \exp(-z^2/2)\,\mathrm{d}(\bar{x} + z\sigma) = \int_{-\infty}^{z} \exp(-z^2/2)\,\mathrm{d}\,z. \qquad (2.22)$$

Для нормированной функции составлены таблицы, облегчающие расчеты (приложение 5).

Пример 1. Определить вероятность первой замены детали при наработке автомобиля с начала эксплуатации 70 тыс. км. Распределение наработки до первого отказа подчиняется нормальному закону с параметрами: $\bar{x} = 95$ тыс. км; $\sigma = 30$ тыс. км.

Используя понятие нормированной функции, определим нормированное отклонение $z = (x - \bar{x})/\sigma = (70 - 95)/30 = -0{,}83$.

$P(x) = \Phi(z) = \Phi(-0{,}83)$.

По приложению 5 находим $\Phi(-0{,}83) \cong 0{,}20$.

Таким образом, примерно 20% автомобилей потребуют замены деталей при пробеге с начала эксплуатации до 70 тыс. км.

Вероятность отказа в интервале пробега $x_1 - x_2$ определяется разностью $P(x_2) - P(x_1) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1)$.

Пример 2. Определить вероятность отказа той же детали в интервале пробега от $x_1 = 70$ тыс. км до $x_2 = 125$ тыс. км. Определяем: $z_1 = -0{,}83$; $z_2 = (125 - 95)/30 = 1$. По приложению 5 находим $\Phi(-0{,}83) = 0{,}20$; $\Phi(1) = 0{,}84$. Таким образом, вероятность отказа детали в интервале пробега 70–125 тыс. км составляет 0,64, т.е. у 64% автомобилей в этом интервале пробега ожидается отказ детали и потребуется ее замена или ремонт.

Аналогичные таблицы и "вероятностные бумаги", облегчающие расчеты, имеются для экспоненциального и ряда других законов распределения.

Таким образом, умение оценивать случайные величины позволяет в реальной эксплуатации:

во-первых, *перейти от ожидания стихийного появления событий (отказы изделия, требования на услуги ТО и ремонт, заправку и др.) к инструментальному описанию и объективному предвидению их реализаций с определенной*

вероятностью, что позволяет подготовить и приспособить производство к эффективному освоению соответствующих требований;

во-вторых, *принять риск в качестве объективной реальности, свойственной любой деятельности, особенно эксплуатационной. Поэтому для успешной производственной деятельности важно не стремиться полностью исключить риск (что нереально для случайных процессов), а уметь его оценить и выбрать с учетом возможных отрицательных и положительных последствий.*

2.5. СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

1. ВИДЫ СТРАТЕГИЙ

Для обеспечения работоспособности автомобиля и парков применяют три стратегии, характеристики которых приведены в табл. 2.5. Идентификация и разграничение этих стратегий производится с использованием закономерностей ТЭА третьего вида.

Рассмотрим содержание и взаимоотношения этих стратегий на примере элемента с постепенным изменением параметра технического состояния – тормозного механизма (рис. 2.12). Конструктивным параметром Y (при прочих равных условиях) этого механизма является зазор между тормозными накладками и барабаном (диском).

Одним из диагностических параметров (наряду с тормозной силой, замедлением и др.) является тормозной путь $S_т$, предельно допустимое значение которого $S_{т.п.д}$ регламентировано (ГОСТ, правила дорожного движения). При торможении автомобиля сопрягаемые детали (тормозные накладки – диск, барабан) изнашиваются, зазор возрастает (кривая *1*, рис. 2.12), а тормозной путь (кривая *2*) увеличивается. Переход за предельное значение конструктивного параметра $Y_н$, определяемого конструкцией изделия, вызывает отказ тормозного механизма и автомобиля, внешним проявлением которого является резкое возрастание тормозного пути. (При этом резко увеличивается вероятность дорожно-транспортного происшествия.) С тем чтобы предупредить (профилактировать) это событие, необходимо до его наступления, т.е. при наработке $l_{ТО} < l_р$, "вернуть" механизм в исходное (AD: $Y_{п.д} \rightarrow Y_н$) или близкое к нему (AE: $Y_{п.д} \rightarrow Y'_н$) состояние, уменьшив методами регулирования зазор между накладками и барабаном (диском) на величину $\Delta = Y_{п.д} - Y_н$ (или $\Delta' = Y_{п.д} - Y'_н$). Далее, этот процесс предупреждения отказа (I стратегия) может продолжаться в зависимости от конструкции механизма многократно и является типичным примером профилактики, т.е. технического обслуживания, а $l_{ТО}$ – его периодичностью. В саморегулирующихся механизмах это происходит также с определенной периодичностью, но автоматически. Разница $Y_н - Y_{п.д}$ (предотказная зона) необходима, чтобы свести возможность (вероятность) отказа из-за неучтенных или неизвестных факторов (разные условия эксплуатации, качество материала, режимы эксплуатации) к минимуму. При этом величина $\Delta l = l_Р - l_{ТО}$ определяет запас ресурса при принятой периодичности технического обслуживания $l_{ТО}$.

Таблица 2.5

Стратегии обеспечения работоспособности

I	Поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности	ТО
II	Восстановление утраченной работоспособности	Ремонт
III	Комбинация I и II стратегий	ТО и ремонт

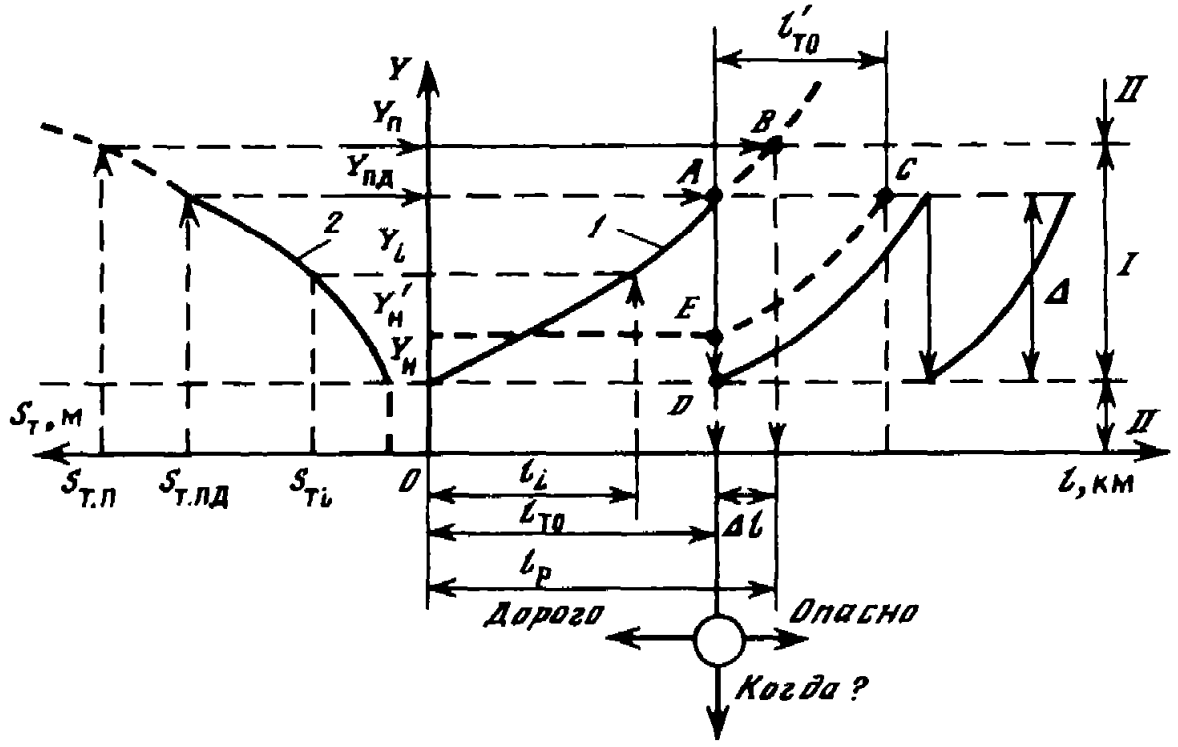


Рис. 2.12. Схема изменения и восстановления технического состояния
$S_т$ – тормозной путь

При увеличении Δl (сокращении $l_{ТО}$) растут безопасность работы механизма и одновременно затраты на саму профилактику, которую приходится проводить чаще. Увеличение периодичности ТО ($l_{ТО}$) сокращает затраты на техническое обслуживание (производится реже), но одновременно увеличивает риск отказа, т.е. наступления события $Y > Y_п$ и связанные с ним затраты (дорожно-транспортное происшествие, нарушение транспортного процесса, компенсация ущерба и др.). Поэтому важнейшим в поддержании работоспособности изделия является определение рациональной периодичности $l_{ТО}$.

Если известна интенсивность изменения параметра технического состояния a (из наблюдений, опыта, технической документации), то среднюю величину ресурса $l_р$ или периодичности ТО $l_{ТО}$ можно рассчитать по формуле

$$\bar{l}_р \approx \frac{Y_п - Y_н}{a}; \quad \bar{l}_{ТО} \approx \frac{Y_{п.д} - Y_н}{a}.$$

Подобная схема типична для изделий и материалов с монотонным изменением параметров технического состояния (см. рис. 2.6, 2.7). Такие изделия или элементы называются стареющими.

При каждом цикле профилактики происходит полная (Δ) или частичная (Δ') компенсация износа сопряженных деталей, фактические размеры (например, толщина тормозного диска) которых все больше отклоняются от номинальных. В конце концов наступает новое предельное состояние изделия, при котором работоспособность не может быть обеспечена профилактическими методами. Требуется восстановление утраченной работоспособности, которое осуществляется ремонтом или заменой (II стратегия). В рассматриваемом примере – это замена тормозных накладок и колодок в сборе (или раздельно) с тормозными барабанами (дисками) в зависимости от технического состояния последних. Наработка до этого состояния называется ресурсом до ремонта $L_р$ или полным ресурсом до замены $L_а$.

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание является профилактическим мероприятием, имеющим целью предупреждение и отдаление момента достижения автомобилем и его элементами предельного состояния, т.е. отказов и неисправностей.

Основные задачи ТО:

1) предупреждение (профилактика) отказов и неисправностей (метод: возвращение системы в начальное или близкое к нему техническое состояние $Y_i \rightarrow Y_н(Y'_н)$);

2) отдаление момента достижения системой предельного состояния $Y_п$, т.е. увеличение ресурса (метод: сокращение интенсивности изменения параметров технического состояния изделия – применение более качественных материалов, соблюдение правил эксплуатации, качественное обслуживание и др.);

3) поддержание санитарно-гигиенического состояния и удовлетворительного внешнего вида автомобиля, а также создание условий для эффективного проведения работ ТО и Р (метод: уборка, мойка, санитарная обработка, очистка, окраска).

Характерные работы ТО: контрольно-диагностические, электротехнические, заправочные, крепежные, смазочные, регулировочные, моечные, уборочные и др.

Особенность работ ТО:

1) поддержание технического состояния в заданных пределах $Y_н \leqslant Y_i \leqslant Y_{п.д}$ (см. рис. 2.1, 2.12);

2) регулярность и плановость – выполнение с определенной, заранее заданной наработкой, называемой периодичностью ТО – $l_{ТО}$;

3) значительное влияние на безотказность, долговечность, экономичность и экологичность;

4) выполнение, как правило, без разборки или с минимальной разборкой;

5) сравнительно малая трудоемкость и продолжительность операций ТО;

6) сравнительно малая наработка (периодичность $l_{ТО} = 3 \div 25$ тыс. км);

7) выполнение операций, как правило, группами, называемыми видами (ступенями) ТО. Например, в России: ежедневное обслуживание (ЕО); ТО-1, ТО-2 и др. – периодическое обслуживание; сезонное обслуживание (СО) и др. В зарубежной практике виды ТО: *A*, *B*, *C*, *D* и др.

ТО выполняется владельцами транспортных средств своими силами или на специализированных предприятиях: станциях технического обслуживания, в мастерских и др.

3. РЕМОНТ

Ремонт предназначен для восстановления и поддержания работоспособности изделия и его элементов, а также устранения отказов и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации.

Характерные ремонтные работы: контрольно-диагностические и дефектовочные, разборочные, сборочные, слесарные, механические, сварочные, кузовные, малярные и др.

Особенности ремонтных работ:

1) выполняются, как правило, по достижении предельного состояния, т.е. по потребности;

2) наработка до ремонта обычно превышает периодичность ТО;

3) необходима частичная или полная разборка агрегата, автомобиля;

4) имеют значительную трудоемкость и стоимость;

5) необходимо применение достаточно сложного специального и универсального оборудования (станочное, сварочное, окрасочное и др.);

6) объектом ремонта может быть весь автомобиль, агрегат, сборочная единица или деталь.

Различают следующие виды ремонта.

Капитальный ремонт автомобиля или агрегата, целью которого является регламентирование восстановления работоспособности изделия до нормативного уровня, близкого к новому изделию (ресурс 80% и более). КР выполняется, как правило, на специализированных авторемонтных предприятиях.

Восстановительный ремонт деталей (ВРД) имеет целью восстановление номинального уровня работоспособности, соответствующего показателям новых деталей. Проводится на специализированных предприятиях, а в ряде стран – заводами-изготовителями или их дочерними компаниями. В зарубежной практике это называется ремонтом, выполняемым в соответствии со спецификациями изготовителей.

Текущий ремонт (ТР) предназначен для устранения возникающих в процессе эксплуатации автомобилей отказов и неисправностей, а также для обеспечения установленных нормативов ресурса автомобилей и агрегатов до капитального ремонта или списания. ТР, как правило, выполняется на автотранспортных предприятиях между или одновременно с ТО, в специализированных ремонтных мастерских и на СТО.

4. ВОССТАНАВЛИВАЕМЫЕ И РЕМОНТИРУЕМЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Если при достижении предельного состояния изделие конструктивно может быть восстановлено, то оно называется восстанавливаемым. Примеры: автомобиль, агрегат, система, ряд деталей. У восстанавливаемого изделия полный ресурс значительно превосходит наработки на отказы.

Если изделие конструктивно не допускает восстановления (лампы, ремни, прокладки, накладки, провода, свечи и др.), то оно называется невосстанавливаемым. Наработка до отказа и полный ресурс таких изделий совпадают.

Если в конкретных экономических и технических условиях (ресурсы, цены новых и отремонтированных изделий и др.) ремонт изделия является целесообразным, то оно называется ремонтируемым. В противном случае – неремонтируемым.

Проводя профилактику, нельзя полностью исключить возникновение отказов и неисправностей, так как они возникают под действием многочисленных, иногда неизвестных факторов. А наработка на отказ или неисправность является случайной величиной, нижнее значение которой практически приближается к нулю.

Поэтому на практике реальной принимается III стратегия, являющаяся комбинацией I стратегии поддержания (ТО) и II стратегии восстановления (Р) работоспособности (см. табл. 2.5).

Эта комбинация составляет основу системы технического обслуживания и ремонта, которая будет рассмотрена в дальнейшем. Причем техническое обслуживание и ремонт выступают в виде "сообщающихся сосудов". Чем эффективнее обслуживание (оптимальные периодичность и состав профилактических работ), тем реже возникают отказы и неисправности и меньше затраты на ремонт.

Поэтому одним из показателей эффективности технической эксплуатации (см. гл. 1), ее целевой функцией U являются суммарные затраты на ТО (C_{I}) и ремонт (C_{II}), которые при удовлетворении прочих условий должны быть минимизированы:

$$U_{\Sigma} = C_{\Sigma} = C_{\text{I}} + C_{\text{II}}. \qquad (2.23)$$

Оптимальное значение целевой функции $U_{\Sigma}^{0} = (C_{\Sigma})_{\min}$.

Отсюда можно сделать ряд практических выводов.

Во-первых, *изменяя содержание технического обслуживания (состав работ, периодичность), можно влиять на одну из целевых функций технической эксплуатации* U_Σ, *т.е. управлять ею.*

Во-вторых, *очевидно прямое влияние технического обслуживания на ремонт.*

В-третьих, *частота, содержание и объемы ремонтных работ при прочих равных условиях (конструкция автомобиля, условия эксплуатации и др.) являются одним из показателей качества технического обслуживания.*

2.6. ТАКТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

При обслуживании автомобилей, как и многих других изделий, применяются две тактики проведения профилактических работ, т.е. доведения автомобиля, агрегата, системы до нормативного технического состояния: по наработке (I-1) и по техническому состоянию (I-2).

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО НАРАБОТКЕ

При обслуживании по наработке (I-1) всем изделиям при достижении назначенной наработки $l_{ТО}$ (периодичность ТО) выполняется установленный (регламентный) объем профилактических работ (смена масла, регулирование тормозных механизмов и др.), а параметры технического состояния или качества материалов доводятся до номинального или близкого к нему значения. Эта тактика проста в применении и гарантирует работоспособность изделия с вероятностью $R \approx 1 - F$ (см. рис. 2.11). Ее недостаток состоит в том, что в условиях неизбежной вариации показателей технического состояния (см. рис. 2.8) значительная часть изделий имеет потенциальную наработку до отказа (запас ресурса), существенно превосходящую установленную периодичность ТО $x \gg l_{ТО}$, и для этих изделий (или случаев) техническое обслуживание с периодичностью $l_{ТО}$ является как бы преждевременным и вызывает дополнительные затраты (рис. 2.13).

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО СОСТОЯНИЮ

Эти изделия с учетом состояния по экономическим соображениям было бы целесообразно обслуживать реже, например через одно ТО ($2l_{ТО}$). Но для этого необходимо при каждом ТО проконтролировать техническое состояние всех изделий (обслуживание по состоянию I-2) и разделить их на две группы (см. рис. 2.13). Первая группа имеет потенциальную наработку на отказ, приходящуюся на очередной межосмотровой промежуток (от $l_{ТО}$ до $2l_{ТО}$): $2l_{ТО} > x \geqslant l_{ТО}$. Эти изделия (с вероятностью R_1) требуют не только контроля (контрольная часть профилактической операции), но и выполнения работ (крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и др.), обеспечивающих восстановление

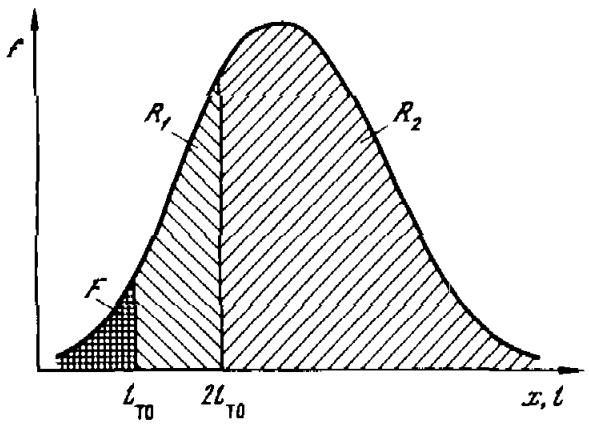


Рис. 2.13. Тактика технического обслуживания по состоянию

номинального или близкого к нему значения параметров технического состояния – исполнительская часть профилактической операции. Если такая работа не будет выполнена, то эта группа изделий с вероятностью R_1 откажет в интервале наработки $l_{ТО}$–$2l_{ТО}$.

Вторая группа изделий с вероятностью R_2 имеет потенциальную наработку на отказ $x > 2l_{ТО}$, т.е. они могут безотказно проработать до очередного ТО. Поэтому для них достаточно ограничиться контролем (диагностикой) технического состояния, а исполнительскую часть отложить до следующего обслуживания ($2l_{ТО}$).

Преимущество этой диагностической тактики технического обслуживания по состоянию (I-2) – более полное использование потенциального ресурса конкретных изделий с учетом вариации изменения их фактического технического состояния.

Недостатки, а вернее, условия реализации, этой тактики связаны с необходимостью тщательного и дорогостоящего контроля технического состояния всех изделий при каждом ТО с целью разделения изделий на изделия, требующие немедленного доведения до нормативного состояния, и те, которые без отказа могут проработать до очередного ТО.

Таким образом, зная закономерности изменения технического состояния первого, второго и третьего видов, можно,

во-первых, количественно оценить вероятности нахождения автомобиля в работоспособном состоянии, позволяющем выполнять перевозки;

во-вторых, выбирать и эффективно использовать стратегии поддержания (I) или восстановления (II) работоспособности;

в-третьих, обосновать и применить тактику обеспечения работоспособности по наработке (I-1) и техническому состоянию (I-2) и их комбинации;

в-четвертых, использовать данные по работоспособности при разработке нормативов, методов организации и технологии технического обслуживания и ремонта.

Глава 3

РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЭА ЧЕТВЕРТОГО ВИДА)

3.1. ПОНЯТИЕ О КАЧЕСТВЕ И ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ АВТОМОБИЛЕЙ

Об изделии, материале, оказываемой услуге обычно судят по их качеству. Качество изделия (автомобиля, агрегата, детали) или материала (топлива, масла и пр.), как правило, изменяется в процессе эксплуатации в результате изменения самого изделия или материала и его составных элементов. Например, расход топлива при перевозке зависит не только от условий эксплуатации или конструкции автомобиля, но и от текущего состояния системы питания и зажигания автомобиля, износа цилиндропоршневой группы, изменения углов установки передних колес и т.д.

Поэтому очень важные для технической эксплуатации понятия качества, надежности, технического состояния автомобилей необходимо рассматривать во взаимосвязи, т.е. комплексно оценивать их влияние на реализацию целей автомо-

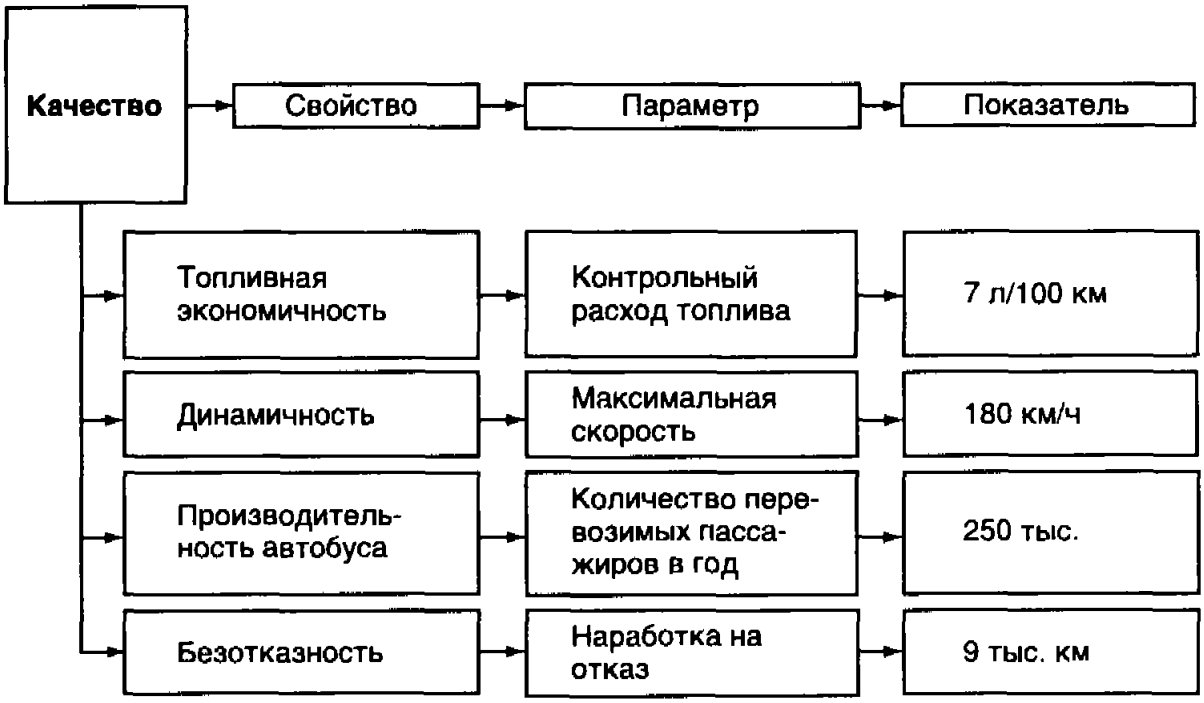


Рис. 3.1. Логическая структура понятия качества (пример)

бильного транспорта и его технической эксплуатации по схеме: техническое состояние → работоспособность → надежность → качество → цели.

Качество – это совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля, технологического оборудования, агрегата, детали, материала к выполнению заданных функций при их использовании по назначению, т.е. к эксплуатации.

Качество складывается из свойств (рис. 3.1). Каждое свойство характеризуется одним или несколькими параметрами, которые могут принимать при эксплуатации различные количественные значения, называемые показателями.

При анализе или оценке качества последовательно рассматривают следующие цепочки:

- при оценке и испытании изделий: показатели–параметры–свойства–качество;
- при предъявлении требований к изделиям: качество–свойства–параметры–показатели.

Примеры развертывания показателей четырех свойств качества приведены на рис. 3.1. Так, одним из параметров топливной экономичности автомобиля (свойство) является контрольный расход топлива, количественное значение которого для конкретной модели (показатель) составляет 7 л/100 км.

Обычно рассматривают технико-эксплуатационные свойства (ТЭС) автомобилей, главными из которых являются:

масса и габариты;	топливная экономичность;
грузоподъемность;	динамичность (тягово-скоростная);
вместимость;	производительность;
маневренность;	экономичность;
проходимость;	надежность;
безопасность;	цена и др.
экологичность;	

Технико-эксплуатационные свойства закладываются при проектировании и производстве; реализуются (в разной степени!) при производстве и в эксплуатации.

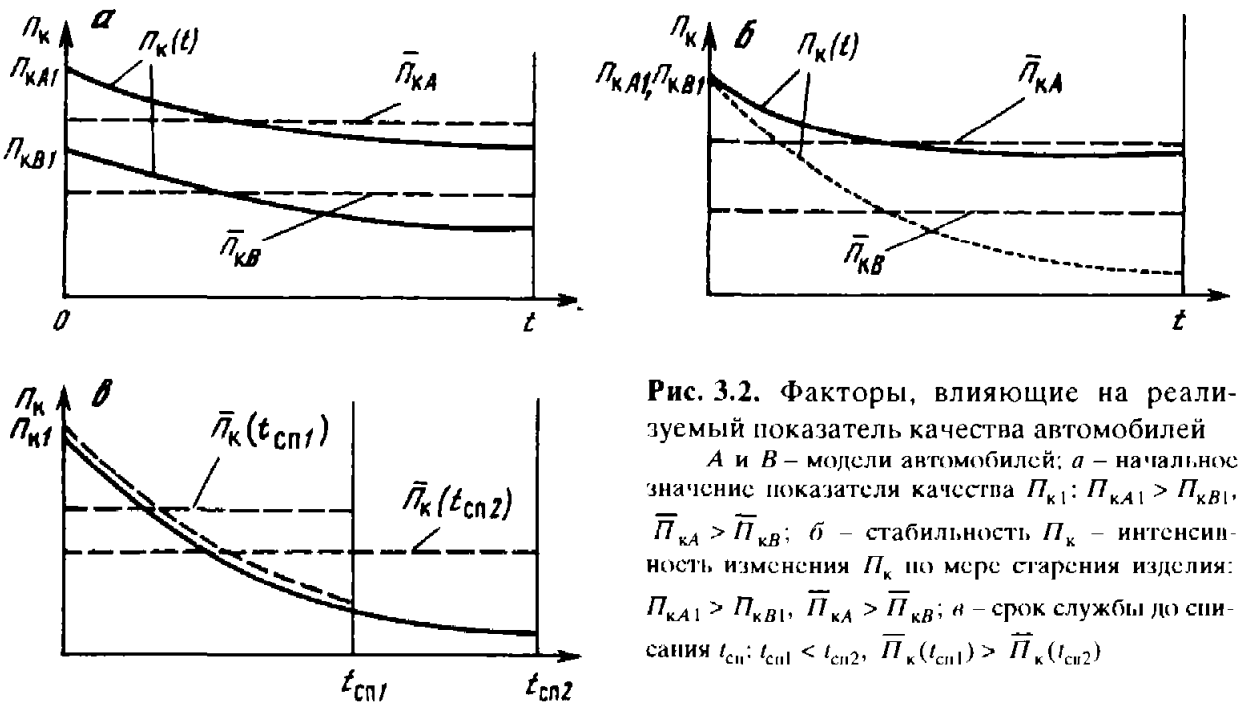


Рис. 3.2. Факторы, влияющие на реализуемый показатель качества автомобилей

А и *В* – модели автомобилей; *а* – начальное значение показателя качества $П_{к1}$: $П_{кА1} > П_{кВ1}$, $\overline{П}_{кА} > \overline{П}_{кВ}$; *б* – стабильность $П_к$ – интенсивность изменения $П_к$ по мере старения изделия: $П_{кА1} > П_{кВ1}$, $\overline{П}_{кА} > \overline{П}_{кВ}$; *в* – срок службы до списания $t_{сп}$: $t_{сп1} < t_{сп2}$, $\overline{П}_к(t_{сп1}) > \overline{П}_к(t_{сп2})$

Таблица 3.1

Изменение некоторых показателей качества грузового автомобиля $П_к(t)$, %

Время эксплуатации, лет	Годовая производительность	Годовые затраты на обслуживание и ремонт
1	100	100
4	75–80	160–170
8	55–60	200–215
12	45–50	280–300
В среднем	68–73	185–196

При этом потребителя интересуют два главных показателя ТЭС (рис. 3.2): начальный уровень $П_{к1}$ и стабильность в процессе эксплуатации, т.е. изменение свойств, описываемое функцией $П_к(t) = \psi(t)$, где t – наработка с начала эксплуатации.

Стабильные ТЭС, $П_к(t) \cong$ const практически не изменяются в течение всего срока службы изделия (габаритные и весовые показатели, грузоподъемность, вместимость и др.).

Нестабильные ТЭС, $П_к(t) \neq$ const ухудшаются в процессе работы и по мере старения автомобиля или агрегата. Это, например, производительность, затраты на обеспечение работоспособности, интенсивность использования автомобиля и др. (табл. 3.1, рис. 3.3). В значительной степени стабильность ТЭС автомобилей определяется их надежностью.

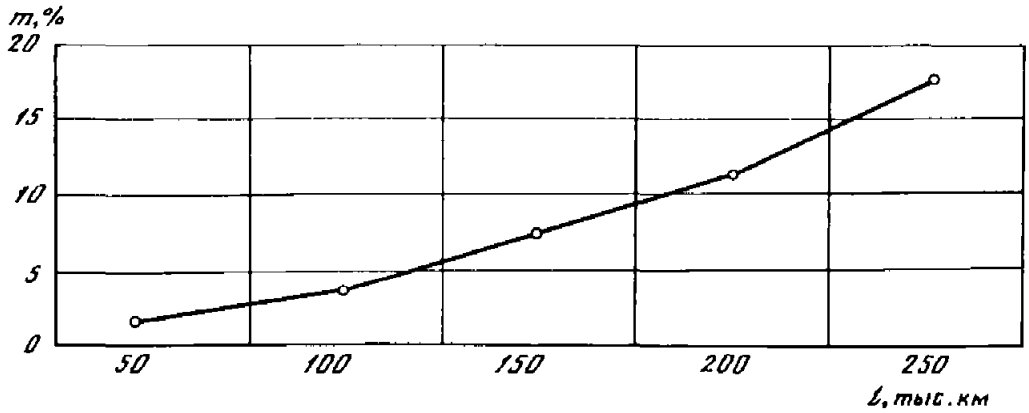


Рис. 3.3. Количество отказов бортовой компьютерной системы, %, в зависимости от наработки легкового автомобиля с начала эксплуатации

3.2. НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

Надежность – это свойство любого изделия, в том числе и автомобиля, сохранять по наработке (времени, пробегу) в заданных пределах показатели всех параметров, определяющих способность выполнения изделием требуемой функции. Иногда говорят, что надежность – это качество изделия, развернутое во времени.

Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения изделия и условий его применения включает в себя безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтопригодность.

Безотказность – это свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определенной наработки (времени или пробега). Для оценки безотказности применяются: вероятность безотказной работы; средняя наработка до отказа и между отказами; интенсивность отказов для невосстанавливаемых изделий; параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.

Применительно к автомобилю обычно рассматривают безотказность в течение смены (она особенно важна), в течение заданной наработки (например, для междугородных или международных перевозок) или между очередными видами ТО. В последнем случае показатели безотказности характеризуют эффективность и качество ТО.

Долговечность – свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения работ по поддержанию (ТО) и восстановлению (ремонту) работоспособности.

К основным показателям долговечности относятся: средний ресурс и средний срок службы; гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы; вероятность достижения предельного состояния. При определении надежности эти показатели обычно рассматриваются как для отдельных деталей, так и для агрегатов и автомобилей в целом.

Для деталей указанные показатели определяются при проведении их ремонта или, что реже, при списании деталей. Для агрегатов определяются ресурсы до ремонта и между ремонтами. Для автомобилей, кроме ресурсов до ремонта, определяются и нормируются, как правило, сроки службы до их списания.

Ремонтопригодность (эксплуатационная технологичность) – свойство автомобиля, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонта. Основными показателями ремонтопригодности являются средние продолжительность и трудоемкость выполнения операций ТО и ремонта, которые применяются при нормировании и сравнении различных автомобилей. Определяются также вероятность выполнения операций (вида) ТО и ремонта в заданное время и гамма-процентное время выполнения операции (вида) ТО или ремонта. Эти показатели необходимы для определения возможности проведения операций в заданное (или лимитированное) время. Для характеристики ремонтопригодности используется ряд частных показателей, определяющих влияние конструктивных особенностей автомобиля на трудоемкость и продолжительность его обслуживания или ремонта. К ним относятся, например, абсолютное или относительное количество мест (точек) обслуживания на автомобиле (агрегате и т.д.) и их доступность, а также трудоемкость снятия узлов, агрегатов и деталей, число видов применяемых эксплуатационных материалов, номенклатура необходимого оборудования и инструмента и др.

Сохраняемость – свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения и транспортирования. Сохраняемость характеризуется средним и гамма-процентными сроками сохраняемости изделий. На автомобильном транспорте эти показатели применяются: для автомобилей – при длительном их хранении (консервации),

Таблица 3.2

Изменение показателей качества автомобиля-такси, % (извлечение)

Параметр	$П_к$ при наработке*, тыс. км						Реализуемый показатель качества** за наработку, тыс. км	
	50–100	100–150	150–200	200–250	250–300	300–350	150	350
Пробег за рабочий день	98	61	57	54	47	43	86	66
Простои на ТО и в ТР	109	115	125	139	163	184	108	134
Затраты на запчасти	490	836	14 раз	38 раз	51 раз	58 раз	475	2500
Номенклатура запасных частей	232	268	361	442	463	484	200	336
Средняя трудоемкость устранения отказа	204	341	10 раз	6 раз	7,6 раза	17 раз	215	672

*Показатели $П_к$ для наработки до 50 км приняты за 100%.

**См. следующий параграф.

транспортировании; для материалов (масел, жидкостей, красок) и некоторых видов изделий (шин, аккумуляторных батарей и др.) при их кратковременном и длительном хранении.

Для изделий, отказы которых представляют угрозу для людей, персонала и окружающей среды, применяются также понятия "безопасность" и "живучесть".

Безопасность – это свойство изделия не создавать или минимизировать угрозу для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды. Для автомобиля типичной является дорожная и экологическая безопасность.

Под *живучестью* или отказоустойчивостью (fail-safe property) понимается свойство изделия и системы его эксплуатации противостоять критическому развитию ситуации в момент и после возникновения отказа. Для характеристики отказоустойчивости в системе оператор–изделие в международных документах применяется термин fool-proof property (дословно "дуракоустойчивость").

Сочетание свойств безотказности и ремонтопригодности характеризуется готовностью изделия (availability).

Имея отчетные данные или ведя наблюдения за изделиями (деталями, агрегатами, автомобилями), можно дать вероятностную характеристику свойствам надежности, а также оценить закономерности изменения технического состояния. Эти характеристики необходимы для решения практических вопросов организации ТО и ремонта автомобилей, в частности для определения нормативов технической эксплуатации.

Оценка ТЭС по интервалам пробега в течение всего срока работы автомобиля характеризует темп его старения (табл. 3.2)

3.3. РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ И ПАРКОВ

Для количественной характеристики стабильности ТЭС используются реализуемые показатели качества автомобиля и парка.

1. **Реализуемый показатель качества автомобиля** – среднее значение определенного показателя за заданную наработку (t или l):

$$П_к(t,l) = \frac{\sum_{j=1}^{n} П_{кj}}{n_j}, \qquad (3.1)$$

где $\sum_{j=1}^{n} П_{кj}$ – сумма показателей качества по группам наработки j; n_j – число групп.

Например, реализуемый показатель качества "пробег за рабочий день автомобиля-такси" (см. табл. 3.2), определяющий размер выручки, при общей наработке с начала эксплуатации 150 тыс. км составляет $П_к(150) = 86\%$, т.е. по сравнению с автомобилем, имеющим наработку до 50 тыс. км (100%), снижается на 14%. При увеличении общей наработки до 350 тыс. км этот показатель еще ниже: $\overline{П}_к(350) = 66\%$.

Обобщающим показателем качества является изменение рыночной цены по мере старения изделия. Например, средняя рыночная цена автомобилей ВАЗ по сравнению с новым автомобилем (100%) составляет по годам с начала эксплуатации: 2-й год – 88%; 4-й – 74%; 6-й – 61%; 8-й – 53%; 10-й – 44%; 12-й – 37%; 14-й – 32%. Этот показатель используется при определении момента замены автомобиля на новый или подержанный, но имеющий меньшую наработку с начала эксплуатации.

Таким образом, можно управлять реализуемым показателем качества автомобиля в эксплуатации, приобретая автомобили с более высокими начальными значениями показателей качества (см. рис.3.2,а), более стабильными в эксплуатации (см. рис. 3.2,б) и изменяя сроки их службы (см. рис. 3.2,в).

2. **Реализуемый показатель качества парка.** В реальном автомобильном парке одновременно могут находиться автомобили одной модели, но разной наработки (пробега, возраста) с начала эксплуатации.

Под *возрастной структурой парка* понимается количественное или процентное распределение автомобильного парка по имеющимся возрастным группам (рис. 3.4). Удельный вес автомобилей данной возрастной группы j в парке в момент времени i (например, в 2001 г.)

$$a_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i}, \qquad (3.2)$$

где A_i – размер парка в момент времени i, являющийся календарным временем существования данного парка; A_{ij} – количество автомобилей j-й возрастной группы в парке в момент времени i $\left(\sum_{j=1}^{i} a_{ij} = 1{,}0 \text{ (или } 100\%)\right)$.

Если количество автомобилей в разных возрастных группах неодинаково (см. рис. 3.4), то следует определять реализуемый показатель качества парка

$$\overline{П}_{кi} = \sum_{j=1}^{n} \left(П_{кj} a_{ij}\right), \qquad (3.3)$$

т.е. сумму произведений показателя качества автомобиля $П_{кj}$ в каждой возрастной группе j и удельного веса этой возрастной группы парка a_{ij} в конкретный кален-

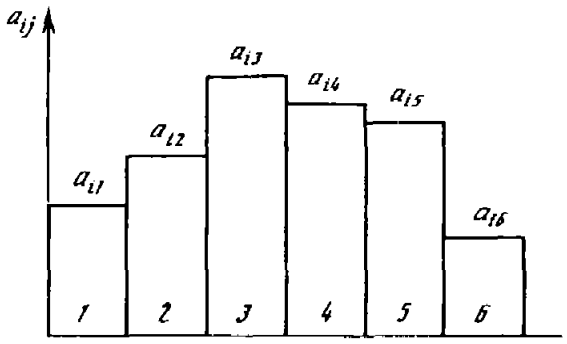


Рис. 3.4. Гистограмма распределения парка по возрастным группам j в i-й момент существования парка

$j = 1 \div 6$

дарный момент существования парка i. Учет календарного момента существования парка i необходим, так как удельный вес автомобилей различных возрастных групп в парке меняется во времени в зависимости от соотношения размера поставок и списания (или продажи) автомобилей. В результате могут меняться и реализуемые показатели парка.

При внутрихозяйственном учете возрастной структуры парка и определении реализуемых показателей качества рекомендуется применять интервал возрастных групп Δt в 1 год, а для интенсивно используемых (международные и междугородные перевозки)и дорогостоящих автомобилей (автопоезда, городские автобусы большой вместимости, карьерные самосвалы особо большой грузоподъемности) – 3–6 мес.

3. **Примеры определения реализуемых показателей качества.**

Автомобиль. Показатель – годовые затраты на обслуживание и ремонт (см. табл. 3.1).

За 12 лет:

$$\overline{П}_к(t = 12) = \frac{100 + 160 + 200 + 280}{4} = 185\%.$$

$\overline{П}_к(t = 12) = 185\%$ по отношению к новому автомобилю $\overline{П}_к(1) = 100\%$.

За 8 лет:

$$\overline{П}_к(t = 8) = \frac{100 + 160 + 200}{3} = 153\%.$$

Парк. Показатель – среднегодовой пробег парка легковых автомобилей (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Возрастная структура парка a_{ij} и средний пробег $L_г$ легкового автомобиля

Параметр	Год с начала эксплуатации автомобиля j									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и более
$L_г$, тыс. км	28,5	25,2	20,2	17,9	16,1	14,7	13,9	11,6	10,4	8,0
%	100	89	71	63	56	52	49	41	36	28
a_{ij}, %	5	6	12	14	10	8	7	6	8	24

В момент i $П_к(t = i) = \sum_j (L_{rj}\, a_{ij}) \cong 28{,}5 \cdot 0{,}05 + 25{,}2 \cdot 0{,}06 + 20{,}2 \cdot 0{,}12 + 17{,}9 \cdot 0{,}14 + 16{,}1 \cdot 0{,}1 +$

$+ 14{,}7 \cdot 0{,}08 + 13{,}9 \cdot 0{,}07 + 11{,}6 \cdot 0{,}06 + 10{,}4 \cdot 0{,}08 + 8 \cdot 0{,}24 = 15{,}1$ тыс. км.

3.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Для предупреждения отказов и неисправностей, а также выявления их источников, предъявления претензий и рекламаций изготовителю необходимо знать причины и механизмы возникновения и проявления отказов, а также их влияние на надежность и работоспособность автомобиля в целом, т.е. на его способность выполнять транспортный процесс (табл. 3.4, 3.5).

Таблица 3.4

Классификация отказов и неисправностей

Признак	Вид
1. Влияние на работоспособность изделия	1.1. Отказ элемента вызывает отказ автомобиля 1.2. Отказ элемента не вызывает отказ автомобиля (неисправность)
2. Источник возникновения отказа автомобиля	2.1. Конструктивные (недостатки конструкции) 2.2. Производственные (несовершенство или нарушение технологии изготовления) 2.3. Эксплуатационные (нарушение правил перевозок и технической эксплуатации, квалификация персонала)
3. Связь с отказами других элементов	3.1. Зависимые – отказ одного элемента вызван отказом или неисправностью другого элемента 3.2. Независимые – отказ вызван изменением технического состояния или внешними факторами
4. Характер изменения параметра технического состояния (рис. 3.5)	4.1. Постепенные 4.2. Внезапные
5. Частота	5.1. С малой наработкой $x_i < (1{,}5 \div 2)$ тыс. км 5.2. Со средней наработкой $(2 \div 3) < x \leq (8 \div 15)$ тыс. км 5.3. С большой наработкой $x > (15 \div 20)$ тыс. км
6. Продолжительность устранения	6.1. Не влияют на рабочее время автомобиля 6.2. Влияют на рабочее время автомобиля
7. Место (время) возникновения	7.1. Линейные – возникают в режиме рабочего времени и нарушают транспортный процесс 7.1.1. Устраняемые на линии 7.1.2. Неустраняемые на линии 7.2. Выявленные в нерабочее время автомобиля

Таблица 3.5

Распределение деталей по влиянию на надежность автомобиля

Номер	Группа деталей	Количество	
		тыс. шт.	%
1	Практически не меняют свои свойства за срок службы автомобиля	8–9	50–53
2	Меняют свои свойства за срок службы автомобиля	7–9	46–50
2.1	Не лимитируют надежность автомобиля: срок службы детали не меньше срока службы автомобиля	4–5	27–28
2.2	Лимитируют надежность автомобиля: срок службы детали меньше срока службы автомобиля	3–4	20–22
2.2.1	Относительно надежные. Лимитируют долговечность – срок службы более года	2,7–3,5	18–19
2.2.2	Критические по надежности. Лимитируют безотказность – срок службы менее года	0,2–0,3	1,3–1,7
2.2.3	Критические по безопасности движения и экологии	0,1–0,2	0,7–1,3

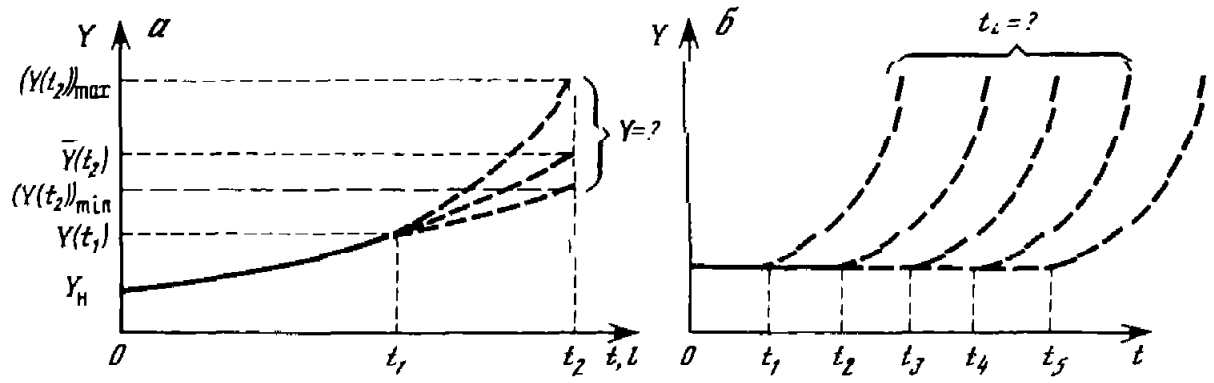


Рис. 3.5. Изменение параметра технического состояния при постепенных (*а*) и внезапных (*б*) отказах

а: монотонные изменения *Y*; возможность в момент t_1 прогнозировать интервал изменения *Y* в момент t_2; возможность предотвратить отказ профилактическими методами (ТО); *б*: скачкообразные изменения параметра в случайный момент без явных упреждающих признаков; невозможность прогнозирования для конкретного изделия момента возникновения отказа; невозможность предотвратить отказ профилактическими мерами (ТО)

Рекомендуемая классификация отказов приведена в табл. 3.4.

Главное внимание специалистов ИТС должно быть уделено анализу и предупреждению следующих отказов и неисправностей: 1.1, 2.3, 3.1, 4.1, 5.1, 5.2, 6.2, 7.1, 7.1.2.

При производственном учете отказов и неисправностей автомобилей рекомендуется кодировать признаки отказов для последующего анализа и принятия мер.

Данные табл. 3.5 свидетельствуют, что реально влияет на надежность автомобиля ограниченная номенклатура критических по надежности деталей, лимитирующих безотказность, дорожную и экологическую безопасность (2.2.2 и 2.2.3). Как следствие, такая же неравномерность наблюдается и по номенклатуре необходимых при устранении отказов и неисправностей запасных частей, которые делятся на три группы: *A*, *B*, *C* (рис. 3.6). Например, на 20% необходимой номенклатуры запасных частей (группа *A*) приходится более 65% общих расходов на запасные части. Это так называемые быстроизнашиваемые детали.

На обеспечение их работоспособности (контроль, информация, профилактические меры) должно быть направлено главное внимание ИТС. Перечень этих деталей (и, соответственно, мер) может меняться при изменении не только конструкции, надежности, методов обеспечения работоспособности, но и условий эксплуатации.

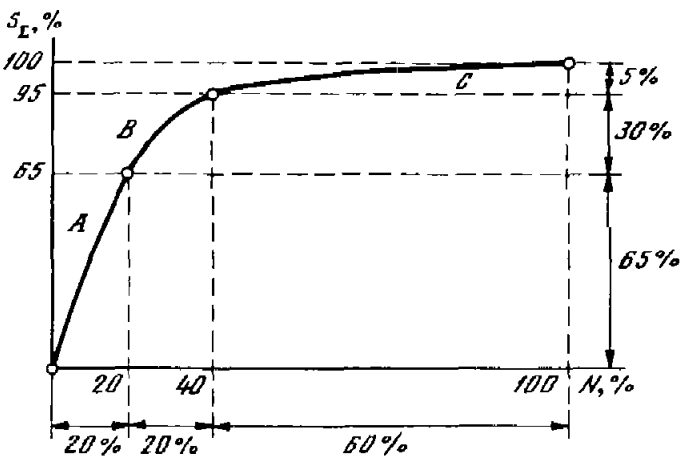


Рис. 3.6. Взаимосвязь номенклатуры *N* и стоимости $S_Σ$ запасных частей (график *ABC*)

3.5. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Под системой понимается совокупность элементов или подсистем, находящихся во взаимодействии и образующих определенную общность. Автомобиль (система) состоит из ряда подсистем (агрегатов), которые, в свою очередь, состоят из элементов (деталей).

Содержание и режимы проведения профилактических и ремонтных работ, как правило, адресны и определяются надежностью элементов: провести смазку конкретного соединения или узла; проверить затяжку конкретного крепежного соединения; отрегулировать зазор (люфт, ход) конкретного механизма, заменить конкретную деталь или агрегат и т.д.

Надежность системы (которую необходимо знать для оценки качества и эффективности системы, а также планирования и организации ТО и ремонта) определяется надежностью составляющих элементов и структурой системы, т.е. способами соединения и взаимодействия элементов.

Показатели надежности систем определяются следующими методами.

1. По результатам *эксплуатации систем* (в процессе которой фиксируются отказы и неисправности) рассчитывают для системы некоторые показатели надежности и оценивают вклад в ее формирование отдельных подсистем или элементов автомобиля (табл. 3.6). Полученные таким образом данные используются для корректирования технологии и организации ТО и ремонта с учетом надежности элементов систем, а также предъявления требований к производителям автомобилей и выбору последних.

Таблица 3.6

Распределение отказов автобуса среднего класса

Элемент (агрегат, система)	Число отказов, %	Трудоемкость устранения		Затраты на запасные части, %	Простой в ремонте, %
		средняя отказа, чел.-ч	отказов, %		
Двигатель	17,7	3,5	37,7	42,1	36,9
Система питания	2,5	1,0	1,5	1,8	2,4
Система выпуска	3,3	0,6	1,3	1,3	1,5
Система охлаждения	8,8	2,1	11,4	12,4	11,2
Сцепление	6,3	1,6	6,4	1,4	4,9
Коробка передач	5,6	2,2	7,5	5,8	6,7
Карданная передача	5,0	1,2	3,8	5,2	3,6
Задний мост	1,4	1,6	1,4	0,1	2,8
Подвеска	4,9	1,3	4,1	7,4	4,4
Передний мост	4,6	1,9	5,5	3,6	3,6
Колеса и ступицы	0,6	2,1	0,8	0,8	0,8
Рулевое управление	2,0	0,5	0,7	0,9	0,8
Тормозная система	5,5	1,7	5,7	4,3	6,0
Электрооборудование и приборы	10,7	0,6	4,4	5,9	5,6
Прочее	21,1	–	7,8	7,0	7,8

Примечание. Наработка 200 тыс. км.

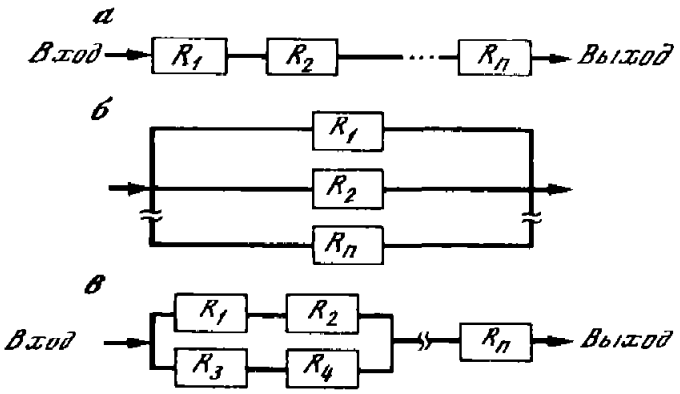


Рис. 3.7. Схемы последовательных (*а*), параллельных (*б*) и смешанных (*в*) соединений системы

R_i – вероятность безотказной работы i-го элемента

2. На основании *аналитических расчетов* надежности системы по надежности ее элементов. Такие расчеты строятся на структурной схеме системы, определяющей связи между элементами, и данных по законам распределения показателей надежности элементов.

Преимущества аналитических расчетов – возможность количественно оценить влияние элемента на надежность системы. Однако аналитические расчеты возможны для ограниченного перечня законов распределения (экспоненциальный и в меньшей степени нормальный и логарифмически нормальный), и их сложность существенно возрастает при росте числа элементов в системе.

3. Если законы распределения показателей надежности элементов неизвестны или для них отсутствует аналитический аппарат, а также для систем с большим числом различных элементов применяются методы *имитационного моделирования*. При этом в основе модели – также данные по надежности элементов и структурная схема системы.

Таким образом, два из трех рассмотренных методов основываются на построении структурной схемы системы, основой которой являются связи или соединения между элементами.

Эти соединения могут быть последовательными, параллельными или смешанными, представляющими комбинации первых двух (рис. 3.7).

Рассмотрим влияние связей между элементами на надежность системы.

При *последовательном соединении*, наиболее распространенном в конструкции автомобилей и других преимущественно механических систем, отказ любого элемента вызывает отказ самой системы. Если отказы элементов независимы[1], то вероятность безотказной работы системы при последовательном соединении ее элементов $R_c^{\text{пс}}$ за наработку x определяется произведением вероятностей безотказной работы ее элементов $R_i(x)$ за ту же наработку:

$$R_c^{\text{пс}}(x) = R_1(x) \cdot R_2(x) \cdot \ldots \cdot R_i(x) \cdot \ldots \cdot R_n(x);$$
$$R_c^{\text{пс}}(x) = \prod_{i=1}^{n} R_i(x). \qquad (3.4)$$

Например, для системы, состоящей из четырех последовательно соединенных элементов, у которых за определенную наработку $R_1 = 0{,}98$; $R_2 = 0{,}65$; $R_3 = 0{,}88$ и

[1] В технических системах эта гипотеза может быть принята, если данные по надежности элементов получены при работе или испытаниях системы в сборе, когда возможное влияние элементов друг на друга "учитывается" в получаемых результатах.

$R_4 = 0{,}57$, вероятность безотказной работы за ту же наработку равна $R_c^{пс} = 0{,}98 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}57 = 0{,}32$. Иными словами, надежность системы с последовательно соединенными элементами ниже надежности самого слабого ее звена. Поэтому при усложнении конструкции автомобиля, его агрегатов и систем, одним из проявлений которого является увеличение числа элементов в системе, требования к надежности каждого элемента и их равнопрочности резко возрастают.

Вероятность отказа системы как противоположного отсутствию отказа события определяется по формуле

$$F_c^{пс}(x) = 1 - R_c^{пс}(x). \tag{3.5}$$

В общем случае для любого закона распределения

$$R_i(x) = \int_x^{\infty} f_i(x)\mathrm{d}x \text{ или } R_i(x) = \exp\left[-\int_0^x \lambda(x)\mathrm{d}x\right], \tag{3.6}$$

где $f(x)$ и $\lambda(x)$ – соответственно плотность вероятности отказа и интенсивность отказов i-го элемента.

Если отказы элементов подчиняются экспоненциальному закону распределения, то вероятность безотказной работы системы определяется следующим выражением:

$$R_c^{пс} = \exp(-\lambda_1 x) \cdot \exp(-\lambda_2 x) \cdot \ldots \cdot \exp(-\lambda_n x) = \exp[-(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n)x] =$$

$$= \exp\left(-x \sum_{i=1}^{n} \lambda_i\right). \tag{3.7}$$

Следовательно, для определения $R_c^{пс}$ необходимо сложить интенсивности отказов всех последовательно соединенных элементов, умножить эту сумму на интересующую наработку и определить из таблиц экспоненциального распределения (*приложение 5*) вероятность безотказной работы системы.

Характерным примером отказа автомобиля (системы) из-за отказа одного из последовательно соединенных в надежностном смысле элементов (шины) является прекращение движения автомобиля для замены колеса или ремонта шины из-за случайного ее прокола или повреждения, вероятность которого подчиняется экспоненциальному закону.

Определим вероятность дорожного прокола шины легкового автомобиля-такси за наработку в течение смены $x = l_{сс} = 300$ км.

Согласно отчетным данным, по этой причине интенсивность отказа шины переднего колеса $\lambda_п = 0{,}03$ (тыс. км)$^{-1}$; заднего колеса $\lambda_з = 0{,}04$ (тыс. км)$^{-1}$;

Интенсивность дорожного отказа автомобиля по этой причине $\Lambda = 2 \cdot 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}04 = 0{,}14$ (тыс. км)$^{-1}$. Вероятность безотказной работы автомобиля в течение смены

$$R_c^{пс} = \exp(-0{,}3 \cdot 0{,}14) = \exp(-0{,}042) = 0{,}958.$$

Это означает, например, что из ста автомобилей в течение смены могут получить проколы шин примерно четыре автомобиля.

Рассмотрим систему, состоящую из трех последовательно соединенных элементов, имеющих интенсивность отказов соответственно $\lambda_1 = 0{,}01$, $\lambda_2 = 0{,}015$, $\lambda_3 = 0{,}02$ тыс. км$^{-1}$. Для системы согласно формуле (3.7) $\Lambda = 0{,}045$, а средняя наработка на отказ $x_c = 22{,}2$ тыс. км. Вероятность безотказной работы этой системы за сменную наработку (150 км) составляет $R_c^{пс}$ ($x = 0{,}15$ тыс. км) = $\exp(-0{,}15 \cdot 0{,}045) = \exp(-0{,}0068) \approx 0{,}995$, а за наработку между последовательно проводимыми ТО ($l_{ТО} = 3$ тыс. км) $R_c^{пс}$ ($x = 3$ тыс. км) = $\exp(-0{,}135) = 0{,}875$.

В результате конструктивного совершенствования система получила два дополнительных элемента с $\lambda_4 = 0{,}005$ и $\lambda_5 = 0{,}008$, и ее показатели изменились следующим образом:

- средняя наработка на отказ – 17,2 тыс. км, т.е. на 30% ниже, чем при прежней конструкции;
- вероятность отказа за сменную наработку – 0,91;
- то же за межосмотровой период – 0,84.

Для получения прежних показателей средняя наработка на отказ каждого элемента системы должна быть увеличена на 23–25%.

При *параллельном соединении*, где каждый из элементов выполняет одинаковые функции, отказ системы может произойти при отказе всех элементов за наработку x. Использование в конструкции системы параллельно соединенных элементов является резервированием, которое может быть нагруженным и ненагруженным.

При *нагруженном* (горячем) резервировании все элементы (основной и резервный) работают в течение всего времени в одинаковом режиме. Вероятность отказа системы при этом

$$F_c^{\text{пр}}(x) = \prod_{i=1}^{n} F_i(x), \tag{3.8}$$

а безотказной работы

$$R_c^{\text{пр}}(x) = 1 - \prod_{i=1}^{n} F_i(x). \tag{3.9}$$

Например, при $F_1(x) = 0{,}2$ и $F_2(x) = 0{,}15$ ($R_1(x) = 0{,}8$; $R_2(x) = 0{,}85$) вероятность отказа системы $F_c^{\text{пр}}(x) = 0{,}2 \cdot 0{,}15 = 0{,}03$, а вероятность безотказной работы системы $R_c^{\text{пр}}(x) = 0{,}97$, т.е. выше вероятности безотказной работы любого из элементов системы.

Таким образом, надежность системы с параллельным соединением элементов выше, чем надежность любого входящего в систему элемента.

Если резервные элементы подключаются к работе по мере отказов основных, то резервирование называется *ненагруженным* или холодным. Наиболее простой случай – это система, состоящая из основного рабочего и резервного элементов. В этой схеме рабочий элемент отказывает при случайной наработке системы x_1, а наработка резервного элемента начинается с момента $x_2 = x - x_1$. Наработка на отказ системы для произвольных (известных) законов распределения наработки на отказы рабочего $f_1(x_1)$ и резервного $f_2(x_2)$ элементов определяется функцией

$$f_c^{\text{пр}}(x) = \int_x^{\infty} f_1(x_1) \cdot f_2(x_2)\,\mathrm{d}x, \tag{3.10}$$

а вероятность безотказной работы системы

$$R_c^{\text{пр}}(x) = \int_x^{\infty} f_c^{\text{пр}}(x)\,\mathrm{d}x. \tag{3.11}$$

Для экспоненциального закона распределения

$$R_c^{\text{пр}}(x) = e^{-\Lambda_1 x} + R_{\text{п}} \frac{\Lambda_1}{\lambda_2 - \Lambda_1}\left(\mathrm{e}^{-\Lambda_1 t} - \mathrm{e}^{-\lambda_2 t}\right), \tag{3.12}$$

где $R_{\text{п}}$ – вероятность безотказной работы устройства, переключающего систему с основного элемента на резервный (если оно предусмотрено конструкцией системы).

Наличие запасного колеса описывает схему, в которой цепь из последовательно соединенных в надежностном смысле четырех элементов, имеющих интенсивность отказов в рассмотренном выше примере $0{,}03\Lambda_1 = 0{,}14$ тыс. км$^{-1}$, резервируется запасным колесом с $\lambda_{зп} = 0{,}035$ тыс. км$^{-1}$. По формуле (3.12) вероятность безотказной работы автомобиля в течение смены (при $R_п = 1$)

$$R_c^{пр}(x=0,3) = e^{-0,14\cdot 0,3} + \frac{0,14}{0,035-0,14}(e^{-0,14\cdot 0,3} - e^{-0,035\cdot 0,3}) \cong$$

$$\cong 0,958 - \frac{0,14}{0,105}(0,962-0,989) \cong 0,958 + 0,041 = 0,999,$$

т.е. наличие запасного колеса практически исключает в рассматриваемых условиях отказ автомобиля, связанный с прекращением или нарушением транспортного процесса.

В автомобильных конструкциях иногда дублируются приборы системы зажигания (специальные автомобили и особые условия эксплуатации). К условному резервированию относятся также раздельные приводы тормозной системы. При этом отказ одного контура, в котором последовательно соединены, например, тормозные механизмы переднего левого и заднего правого колеса, частично компенсируется вторым контуром. Полного отказа системы не происходит, но эффективность торможения сокращается. Это так называемый частичный отказ автомобиля, снижающий вероятность возникновения аварийной ситуации при внезапном отказе одного контура.

Имея данные по надежности системы, можно определить по соответствующим формулам гамма-процентные, средние ресурсы, вероятности отказов при различных наработках системы и другие необходимые показатели надежности.

Принципы резервирования используются в ТЭА также при определении запасов, резервного технологического оборудования, персонала и автомобилей, что увеличивает надежность системы, в качестве которой в данном случае выступает ИТС, автотранспортное предприятие или предприниматель, осуществляющий перевозки.

Возникают вопросы: что практически дает информация по надежности и качеству автомобилей, не является ли она избыточной, бесполезной для ТЭА, приводящей к увеличению затрат на эксплуатацию автомобилей? Для чего необходимо специалисту понимание процессов изменения технического состояния автомобилей и умение измерить их количественно?

1. Прежде всего, эти знания помогают выбирать более качественные и надежные автомобили, агрегаты и предъявлять их производителям конкретные и обоснованные требования.

2. Знание того, что безопасность, безотказность, экологичность и экономичность современного автомобиля определяются надежностью сравнительно небольшой группы в 100–300 деталей (1–2% их общего числа), поможет сосредоточить усилия ИТС эксплуатационных предприятий и производителей автомобилей на обеспечении работоспособности именно этих деталей.

3. Знание номенклатуры этих деталей и их надежности (которые могут изменяться в зависимости от конструкции автомобилей и условий эксплуатации) позволяет ИТС:

- разрабатывать и реализовывать меры по предупреждению отказов и неисправностей;
- знать, какие работы могут возникнуть, т.е. определять и предвидеть возможную производственную программу предприятия;
- иметь соответствующие производственные и складские помещения, персонал и оборудование;

- знать, какие детали и материалы, в каком количестве и какой стоимостью заказывать (см. рис. 3.6, табл. 3.5) и иметь на складе;
- в соответствии с номенклатурой и вероятной потребностью деталей и материалов можно реализовывать рациональные схемы материально-технического обеспечения (см. гл. 20).

4. Понимание закономерностей изменения технического состояния позволяет перейти от ожидания отказов к их предотвращению, т.е. отслеживать и управлять неизбежными при случайных процессах рисками.

5. Достоверная информация позволяет нормировать процессы технической эксплуатации и управлять ими на основе системы технического обслуживания и ремонта автомобилей, упорядочить взаимоотношения с клиентурой ИТС как внутри, так и вне предприятия, а также с государственными и местными органами.

6. *Опираясь на закономерности ТЭА четвертого вида, можно управлять реализуемыми показателями качества автомобилей и парков в эксплуатации.*

Глава 4

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

4.1. ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И ИХ СОВОКУПНОСТЕЙ

Ранее были рассмотрены закономерности изменения параметров технического состояния автомобилей по наработке (времени или пробегу) и вариация параметров технического состояния. Эти закономерности достаточно точно характеризуют надежность автомобилей и их элементов, т.е. позволяют оценить среднюю наработку на отказ, вероятность отказа автомобиля при определенной наработке, ресурс агрегатов и др.

Для рациональной организации производства необходимо, кроме того, знать, сколько автомобилей с отказами данного вида будет поступать в зону ремонта в течение часа, смены, недели, месяца, будет ли их количество постоянным или переменным и от каких факторов оно зависит, т.е. необходимо иметь информацию о надежности не только конкретного автомобиля, но и группы автомобилей, например автомобилей данной модели, колонны, АТП. При отсутствии этих сведений нельзя рационально организовать производство, т.е. определить необходимое число рабочих, размеры производственных площадей, технологическое оборудование, расход запасных частей и материалов. Взаимосвязи между показателями надежности автомобилей и суммарным потоком отказов для автомобиля и группы автомобилей изучают с помощью *закономерностей ТЭА пятого вида*, которые характеризуют *процесс восстановления* – возникновения и (или) устранения потока отказов и неисправностей изделий по наработке.

Рассмотрим работу автомобиля в качестве восстанавливаемого изделия (рис. 4.1). В процессе работы автомобиля происходит постепенное или внезапное изменение технического состояния (закономерности ТЭА первого вида), возникают отказы конкретных элементов, имеющих случайную наработку (закономерности

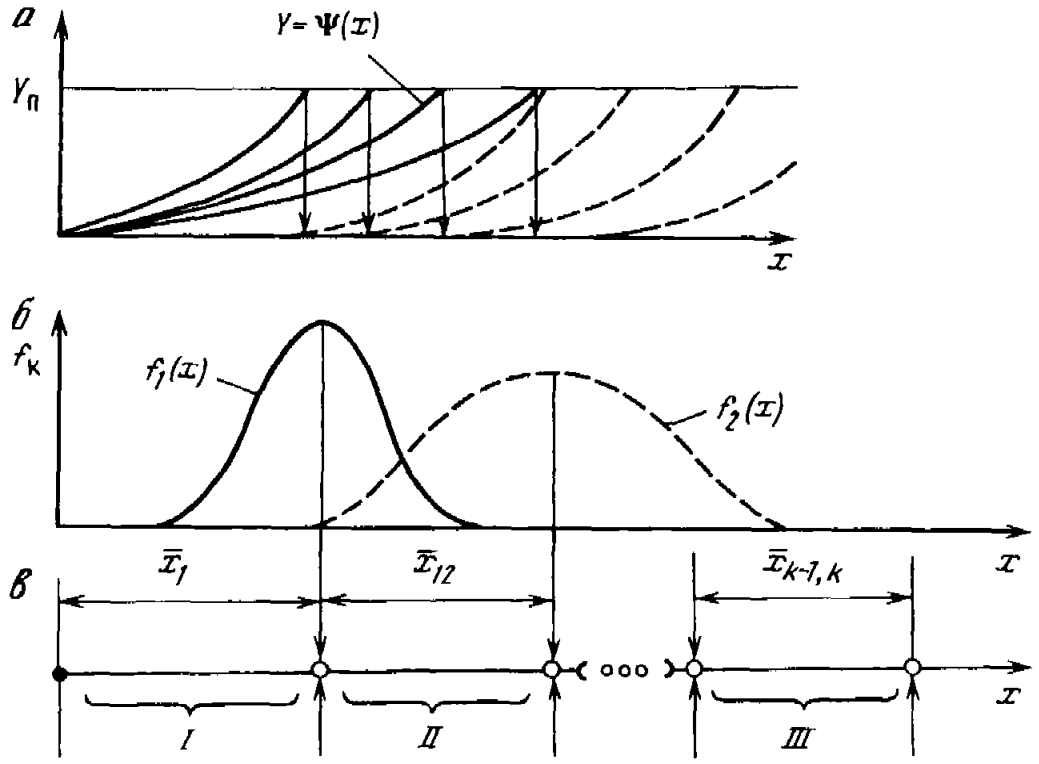


Рис. 4.1. Схема формирования процесса восстановления в результате взаимодействия закономерностей технического состояния

а – закономерности ТЭА первого, *б* – второго, *в* – пятого вида. *I* – наработки до 1-го отказа и восстановление, *II* – между 1-м и 2-м, *III* – между *k*–1-м и *k*-м отказами

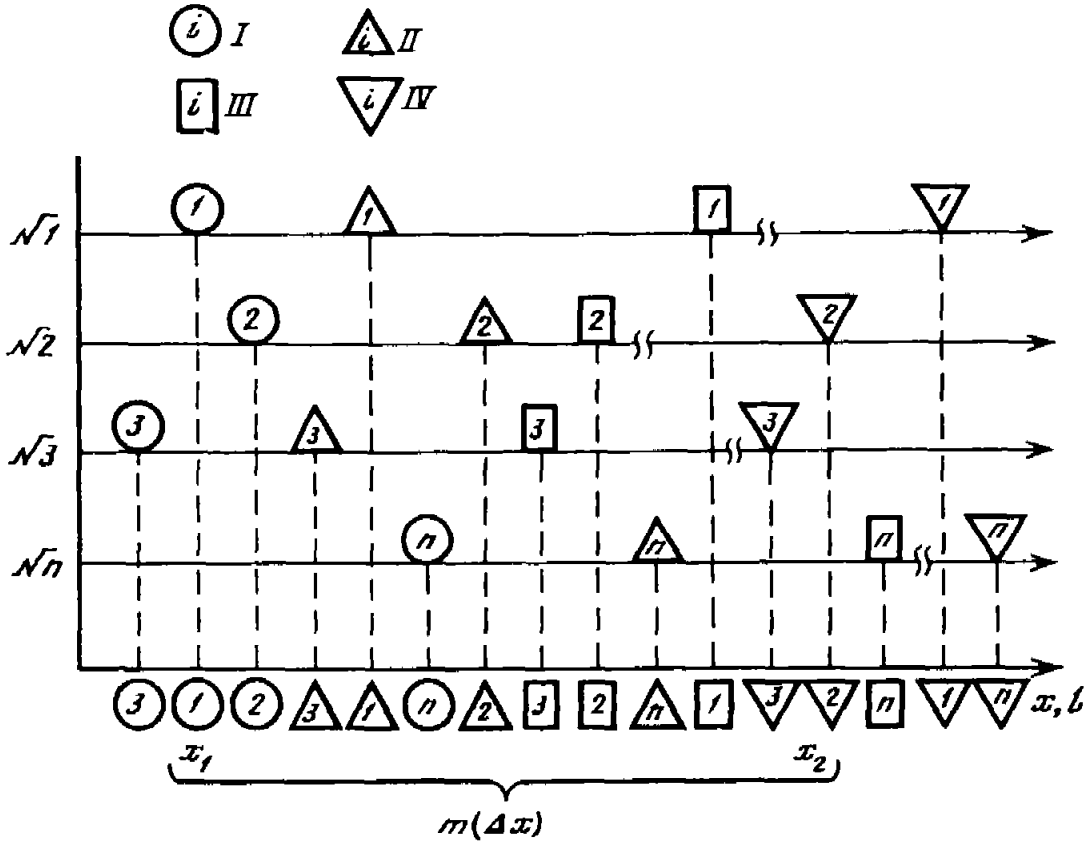


Рис. 4.2. Схема формирования потока отказов от группы автомобилей

$m(\Delta x)$ – поток требований на ремонт за интервал наработки $\Delta x = x_2 - x_1$; *I*, *II*, *III*, *IV* – соответственно 1-, 2-, 3- и *k*-й отказы *i*-го автомобиля

ТЭА второго вида), со средним значением $\bar{x}_1$, плотностью вероятности события $f(x)$ и другими показателями случайных величин. Так как автомобиль является восстанавливаемым изделием, то после устранения 1-го отказа автомобиль продолжает работу, и по той же схеме возникают и устраняются 2-й, 3-й и последующие отказы, которые, как правило, имеют отличные от 1-го показатели $x_k, f_k(x)$ и др.

Таким образом, процесс восстановления – это возникновение и устранение отказов и неисправностей в течение продолжительной наработки ($x \gg x_1$) *восстанавливаемого изделия.*

Из рис. 4.1 следует, что процесс восстановления *для изделия* формируется в результате взаимодействия закономерностей первого и второго вида, т.е. надежность восстанавливаемой системы зависит от надежности ее элементов, а для *группы изделий* – в результате взаимодействия процессов восстановления отдельных изделий (рис. 4.2), образующих поток требований $m(x)$ на восстановление работоспособности, который, как правило, рассматривается за определенный интервал наработки Δx изделий или продолжительности работы средств обслуживания.

4.2. МЕХАНИЗМ СМЕШЕНИЯ ОТКАЗОВ РАЗНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

Рассмотрим этот механизм на примере 1-го и 2-го отказов элемента у автомобилей при условии нормального закона распределения наработки на отказ, коэффициентов вариации $\upsilon = 0{,}3$ и восстановления ресурса после 1-го отказа $\eta = 0{,}8$.

1. Определим размах наработки до 1-го отказа автомобиля для нормального закона распределения (рис. 4.3) при $\upsilon = 0{,}3 = \sigma_1/\bar{x}_1$, $\sigma_1 = 0{,}3\bar{x}_1$. Минимальное и максимальное значения случайной величины из условия $\bar{x}_1 \pm 3\sigma_1$: $x_{1\min} \cong \bar{x}_1 - 3 \cdot 0{,}3\bar{x}_1 = 0{,}1\bar{x}_1$; $x_{1\max} \cong \bar{x}_1 + 3 \cdot 0{,}3\bar{x}_1 = 1{,}9\bar{x}_1$.

2. Определим среднюю наработку автомобиля до 2-го отказа:

$$\bar{x}_2 = \bar{x}_1 + \bar{x}_{12},$$

где $\bar{x}_1$ – наработка до 1-го отказа автомобиля; $\bar{x}_{12}$ – наработка между 1-м и 2-м отказами автомобиля,

$$\bar{x}_{12} = \eta \cdot \bar{x}_1; \text{ при } \eta = 0{,}8 \ \bar{x}_{12} = 0{,}8\bar{x}_1.$$

Откуда наработка автомобиля до 2-го отказа $\bar{x}_2 = \bar{x}_1 + 0{,}8\bar{x}_1 = 1{,}8\bar{x}_1$.

3. Определим размах наработки до 2-го отказа автомобиля при $\upsilon_2 = 0{,}3$ (см. рис. 4.3); $\sigma_2 = \upsilon_2 \cdot \bar{x}_2 = 0{,}3 \cdot 1{,}8\bar{x}_1$; $\sigma_2 = 0{,}54\bar{x}_1$.

По аналогии с п. 1, $x_{2\min} \cong x_2 - 3\sigma_2 = 1{,}8\bar{x}_1 - 3 \cdot 0{,}54\bar{x}_1 = 0{,}2\bar{x}$;

$$x_{2\max} \cong \bar{x}_2 + 3\sigma_2 = 1{,}8\bar{x}_1 + 1{,}6\bar{x}_1 = 3{,}4\bar{x}_1.$$

Из рис. 4.3 следует, что в координатах наработки автомобиля с вероятностью, близкой единице, зона проявления только 1-го отказа находится в интервале наработки $0{,}1\bar{x}_1 - 0{,}2\bar{x}_1$, а зона смешения 1-го и 2-го отказов – в интервале наработки от $0{,}2\bar{x}_1$ до $1{,}9\bar{x}_1$, т.е. составляет $\Delta x_{12} = 1{,}9\bar{x}_1 - 0{,}2\bar{x}_1 = 1{,}7\bar{x}_1$. При да льнейшем увеличении наработки изделия 1-е отказы исчерпываются, т.е. прекращаются, и наступает период смешения 2-х, 3-х и т.д. отказов. Таким образом, смешение отказов разных изделий и поколений, характерное для эксплуатации и означающее, по сути дела, смешение изделий разного технического состояния, серьезно усложняет организацию работ по обеспечению их работоспособности и является одной из основных причин выполнения контрольно-диагностических работ, позволяющих уточнить информацию о фактическом техническом состоянии конкретного изделия.

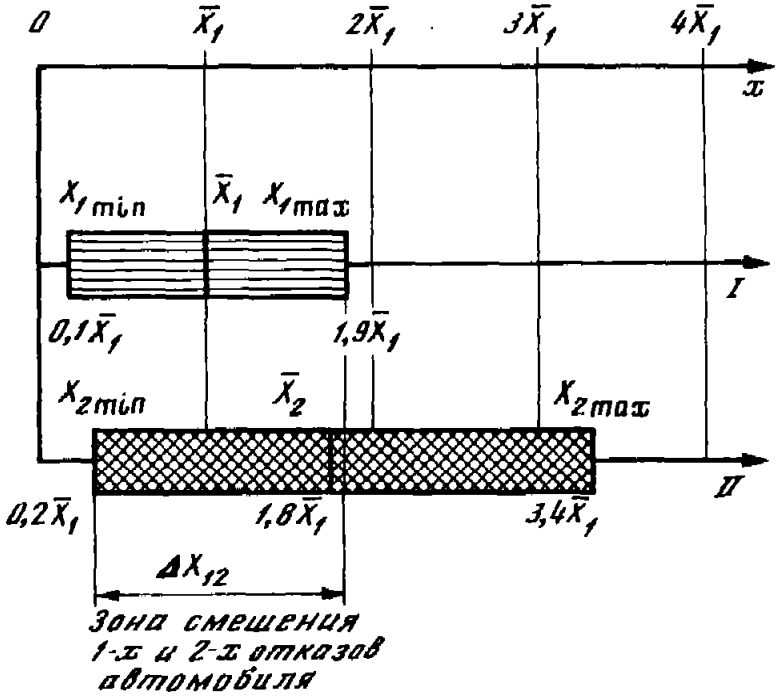


Рис. 4.3. Схема смешения 1-х (*I*) и 2-х (*II*) отказов у восстанавливаемого изделия

4.3. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

1. Наработка до k-го отказа (восстановления) изделия

$$x_k = x_1 + x_{12} + x_{23} + \ldots + x_{k-1,k}. \tag{4.1}$$

Для одного изделия в формуле (4.1) используются фактические значения наработок, а для группы изделий – их средние значения:

$$\bar{x}_k = \bar{x}_1 + \sum_k \bar{x}_{k-1,k}, \quad k = 2,3,4, \ \ldots \tag{4.2}$$

2. Средняя наработка между отказами для n автомобилей получается из (4.2). Между 1-м и 2-м отказами

$$\bar{x}_{12} = \left(\sum_{i=1}^{n} \bar{x}_{12} \right) / n,$$

между $k-1$-м и k-м

$$x_{k-1,k} = \left(\sum_{i=1}^{n} \bar{x}_{k-1,k} \right) / n. \tag{4.3}$$

3. Коэффициент полноты восстановления ресурса η характеризует степень сокращения ресурса изделия после ремонта, т.е. качество произведенного ремонта. После первого ремонта (между 1-м и 2-м отказами) $\eta_1 = \bar{x}_{12}/\bar{x}_1$ после k-го ремонта $\eta_k = \bar{x}_{k,k+1}/\bar{x}_1$. При этом $0 \leq \eta \leq 1$.

Сокращение ресурса после первого и последующих ремонтов, которое необходимо учитывать при планировании и организации работ по обеспечению работоспособности, объясняется: частичной заменой только отказавших деталей при значительном сокращении надежности других, особенно сопряженных; нарушением приработки; использованием в ряде случаев запасных частей и материалов худшего качества, чем при изготовлении автомобиля; низким технологическим уровнем работ.

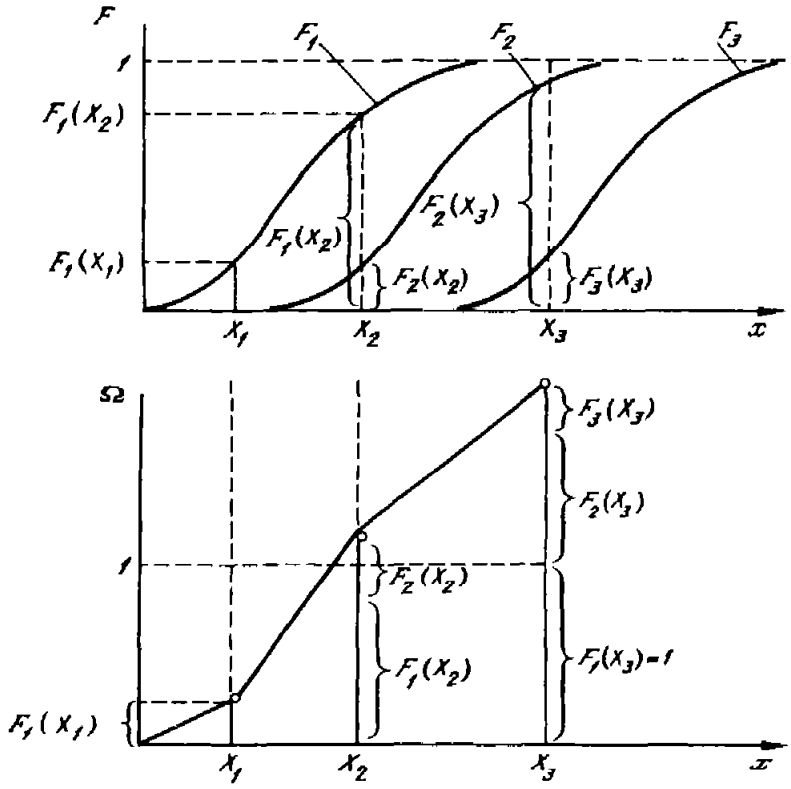


Рис. 4.4. Формирование ведущей функции восстановления

4. Ведущая функция потока отказов (функция восстановления $\Omega(x)$) определяет накопленное количество 1-х и последующих отказов изделия к наработке x. Как следует из рис. 4.3 и 4.4, из-за вариации наработок на отказы происходит смешение отказов, а функции вероятностей 1-х и последующих отказов $F_1(X)$, $F_2(X)$, ..., $F_k(X)$ частично накладываются друг на друга. $F_k(X)$ – вероятность k-го (1,2, ..., k) отказа при наработке изделия X.

Количество отказов при наработках	Произошли
X_1: $\Omega(X_1)=F_1(X_1)$	только 1-е отказы.
X_2: $\Omega(X_2)=F_1(X_2)+F_2(X_2)$	1-й и 2-й отказы.
X_3: $\Omega(X_3)=F_1(X_3)+F_2(X_3)+F_3(X_3)$	1-,2- и 3-й отказы.

В общем виде

$$\Omega(X)=\sum_{k=1}^{\infty} F_k(X). \tag{4.4}$$

5. Параметр потока отказов (требований) $\omega(x)$ – это плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого изделия, определяемая для данной наработки (момента времени или пробега):

$$\omega(x)=\frac{\mathrm{d}\Omega(x)}{\mathrm{d}x}=\sum_{k=1}^{\infty} f_k(x), \tag{4.5}$$

где $f_k(x)$ – плотность вероятности возникновения k-го отказа.

Иными словами, $\omega(x)$ – это относительное число отказов, приходящееся на единицу времени или пробега одного изделия (рис. 4.5).

В общем случае параметр потока отказов непостоянен во времени, т.е. $\omega(t, x) \neq \neq \text{const}$. Наблюдаются три основных случая поведения параметра по наработке.

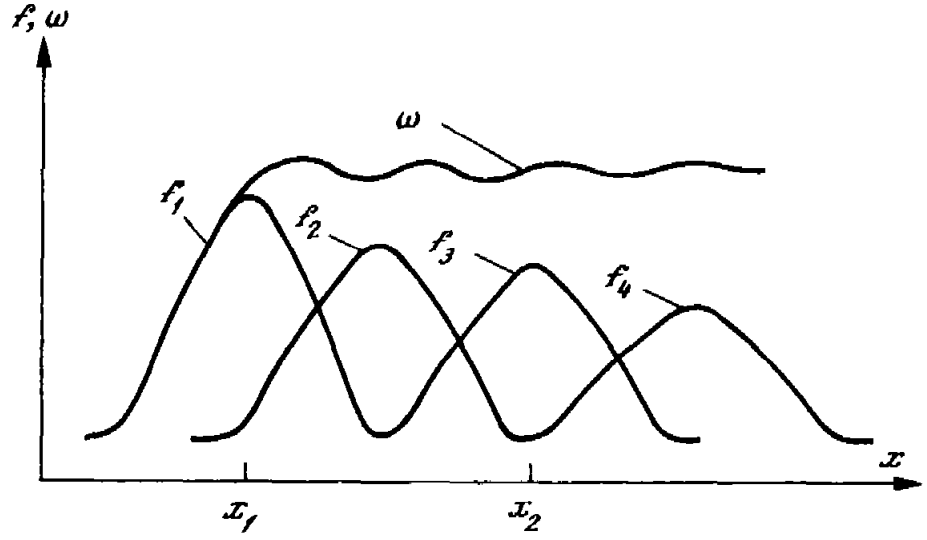


Рис. 4.5. Формирование параметра потока отказов

Первый случай (рис. 4.6, *а*, кривая *1*) – полное восстановление ресурса после каждого отказа, т.е.

$$\bar{x}_1 = \bar{x}_{12} = \bar{x}_{23} = \bar{x}_{34} = \ldots = \bar{x}_{k-1,k} = \text{const}, \quad \eta = 1.$$

При этом происходит стабилизация параметра потока отказов на уровне $\omega_1 = 1/\bar{x}_1$.

Второй случай (рис. 4.6, *а*, кривая *2*) – неполное, но постоянное восстановление ресурса после 1-го отказа, т.е. $1 > \eta_i = \text{const}$. Для этого случая также характерна стабилизация параметра потока отказов, но на более высоком уровне: $\omega_2 = 1/(\eta\bar{x}_1) = \text{const}$.

Третий случай (рис. 4.6,*а*, кривая *3*) – последовательное снижение полноты восстановления ресурса, т.е. $\eta \neq \text{const}$; $1 > \eta_1 > \eta_2 > \ldots > \eta_k$.

В этом случае и параметр потока отказов непрерывно увеличивается, что приводит к постоянному повышению нагрузки на ремонтные подразделения предприятия. Однако при расчетах для этого случая можно принимать $\omega \approx \text{const}$ как среднюю для отдельных периодов *I*, *II* и *III*, на которые разбивается весь пробег или время работы автомобиля. Подобный подход возможен также при анализе

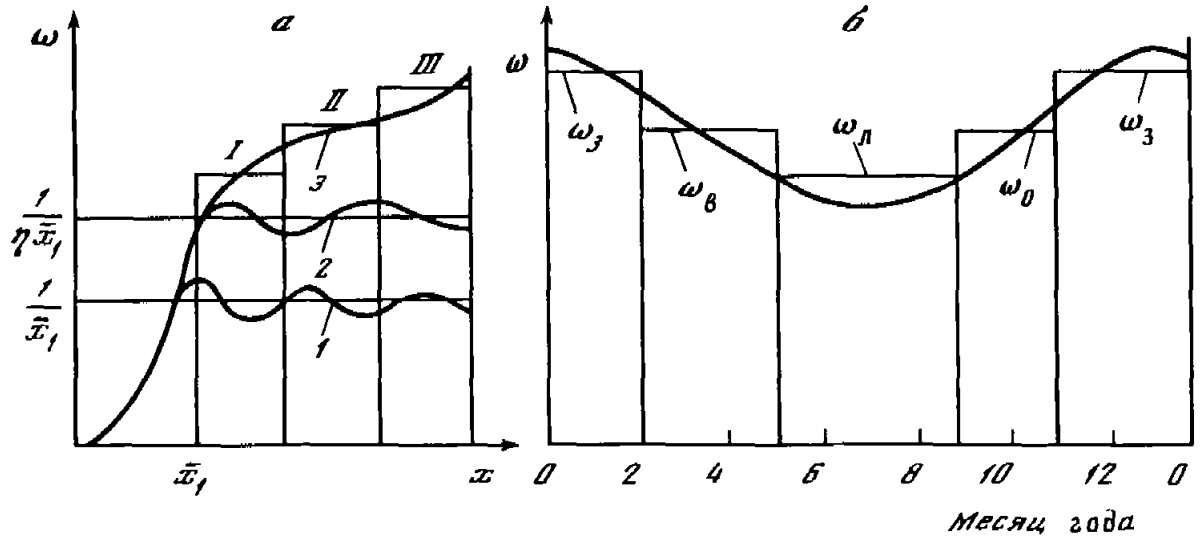


Рис. 4.6. Изменение параметра потока отказов

а – по наработке с начала эксплуатации; *б* – сезонное

изменения параметра потока отказов в течение года (рис. 4.6,*б*). В этом случае также можно принимать ω практически постоянным для зимнего ($\omega_з$), осенне-весеннего ($\omega_о$, $\omega_в$) и летнего ($\omega_л$) периодов.

4.4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Если известно значение $\omega(x)$ для определенного интервала наработки, то для этого интервала можно оценить программу работ по устранению отказов $N(x)$, потребность в запасных частях и материалах.

При оценке надежности изделия число отказов обычно относят к пробегу, а при оценке потока отказов, поступающих для устранения, – ко времени работы соответствующих производственных подразделений

$$N(x) \cong L_{\Sigma}(x)\omega(x), \tag{4.6}$$

где $L_{\Sigma}(x)$ – суммарная наработка группы автомобилей за период, для которого рассчитывается программа.

Например, за 15 рабочих дней группа автомобилей имела суммарную наработку L_{Σ} = 340 тыс. км. Согласно имеющимся данным, например, параметр потока отказов подвески ω = 0,06 отк. /1000 км.

Суммарное количество требований на ремонт подвески за 15 рабочих дней составит $N \approx 340 \cdot 0{,}06 = 20{,}4$ или, в среднем, 1,4 требования в смену.

Необходимо учитывать, что эти расчеты возможны для стадии стабилизации $\omega(x)$, т.е. начиная с наработки $x > (1{,}2 \div 1{,}4)\bar{x}_1$ для первого и второго случаев (см. рис. 4.6).

Следует отметить, что ведущая функция и параметр потока отказов определяются *аналитически* лишь для некоторых видов законов распределения. Например, для экспоненциального закона

$$\Omega(X) = X\omega = X / \eta\bar{x}_1,$$

откуда

$$\omega = 1 / \eta\bar{x}_1 = \text{const}.$$

При η=1 $\omega = 1/\bar{x} = \text{const}$.

Для нормального закона

$$\Omega(X) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \Phi\left(\frac{X - k\eta\bar{x}_1}{\sigma\sqrt{k}}\right); \tag{4.7}$$

$$\omega(X) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi k}} \exp\left[-\frac{(X - k\eta\bar{x}_1)^2}{2\sigma^2 k}\right], \tag{4.8}$$

где Ф – нормированная функция для $z = (X - k\eta\bar{x}_1)/\sigma\sqrt{k}$; k – порядковый номер отказов (в том числе замен).

Пример. Наработка до первой замены накладок сцепления $\bar{x}$ = 58 тыс. км, среднее квадратическое отклонение σ = 10 тыс. км, коэффициент восстановления ресурса η = 0,6. Определить возможное число замен при наработке автомобиля 150 тыс. км. Для расчетов используем формулу (4.7), последовательно определяя

$$F_1(150) = \Phi\frac{150 - 1 \cdot 58}{10} = \Phi(9{,}2) = 1 \text{ (см. приложение 5)};$$

$$F_2(150) = \Phi\frac{150 - 2 \cdot 0,6 \cdot 58}{10 \cdot \sqrt{2}} = \Phi(5,7) = 1;$$

далее $F_3(150) = 0,995$; $F_4(150) = 0,69$; $F_5(150) = 0,136$; $F_6(150) = 0,007$.

Ввиду того что F_6 мало, последующие расчеты для F_7 и других можно не производить. Таким образом, к пробегу 150 тыс. км возможное накопленное число замен данной детали на один автомобиль

$$\Omega(150) \approx F_1(150) + F_2(150) + F_3(150) + F_4(150) + F_5(150) + F_6(150) = \sum_{k=1}^{6} \Phi(z) =$$

$$= 1 + 1 + 0,995 + 0,690 + 0,136 + 0,07 = 3,828 = 3,83.$$

Для практического использования важные некоторые *приближенные оценки* ведущей функции параметра потока отказов

$$F(X) \leq \Omega(X) \leq \frac{F(X)}{1 - F(X)}. \tag{4.9}$$

Из этой формулы следует, что на начальном участке работы, где преобладают первые отказы, т.е. $F(X) \leq 1$, $\Omega(X) \approx F(X)$.

Ведущая функция параметра потока отказов стареющих элементов для любой наработки удовлетворяет следующему неравенству:

$$\frac{X}{\eta\bar{x}_1} - 1 \leq \Omega(X) \leq \frac{X}{\eta\bar{x}_1}. \tag{4.10}$$

Для рассмотренного выше примера с заменой накладок сцепления, используя формулу (4.10), получим следующую оценку ведущей функции параметра потока отказов при наработке автомобиля X = 150 тыс. км: $3,3 \leq \Omega(X) \leq 4,3$. Таким образом, к пробегу X в среднем (формула (4.10)) возможны от 3,3 до 4,3 отказов сцепления, по точным расчетам (формула (4.7)) –3,83.

Для любого закона распределения наработки на отказ, имеющего конечную дисперсию $D = \sigma^2$, ведущая функция параметра потока отказов при достаточно большом значении X определяется по следующей приближенной формуле:

$$\Omega(X) \approx \frac{X}{\eta\bar{x}_1} + \frac{\sigma^2}{2(\eta\bar{x}_1)^2} - \frac{1}{2}. \tag{4.11}$$

При расчете гарантированных запасов необходима интервальная оценка ведущей функции параметра потока отказов (для достаточно больших значений X):

$$\frac{X}{\eta\bar{x}_1} - z_\alpha \frac{\sigma\sqrt{X}}{(\eta\bar{x}_1)^{3/2}} < \Omega(X) < \frac{X}{\eta\bar{x}_1} + z_\alpha \frac{\sigma\sqrt{X}}{(\eta\bar{x}_1)^{3/2}}, \tag{4.12}$$

где z_α – нормированное отклонение для нормального закона распределения при условии, что число отказов (замен) с вероятностью $1 - \alpha$ будет заключено в данных пределах.

Пример. Определить для условий предыдущего примера ($\bar{x}_1$ = 58 тыс. км; η = 0,6; σ = = 10 тыс. км.) с достоверностью $1 - \alpha = 0,9$ необходимое число комплектов накладок сцепления за пробег автомобиля 150 тыс. км. Так как условия задачи требуют обеспечения накладками с вероятностью 90%, то необходимо определить верхнюю границу потребности в накладках за 150 тыс. км пробега. Прежде всего определим нормированное отклонение при $1 - \alpha = 0,9 = \Phi(z)$. Из приложения 5 имеем z_α = 1,25. Верхняя граница потребности в деталях составит $\Omega(150) = 5,04$. Следовательно, с вероятностью 90% можно полагать, что за 150 тыс. км пробега потребуется не более пяти комплектов накладок сцепления. Средний же расход составит около 3,8 комплектов на один автомобиль.

Таким образом, используя значения параметра потока отказов, можно не только определить программу работ, но и оценить конкретный расход материалов и деталей за любой заданный период и планировать работу системы снабжения.

Параметр потока отказов может быть оценен также на основании *экспериментальных данных* (отчетных материалов, специальных наблюдений) следующим образом (см. рис. 4.2):

$$\omega(X) \cong \frac{m(\Delta x)}{n(X_2 - X_1)} = \frac{\Omega(X_2) - \Omega(X_1)}{X_2 - X_1}, \qquad (4.13)$$

где $m(\Delta x)$ – суммарное число отказов n автомобилей в интервале наработки от X_1 до X_2 (или времени работы от t_1 до t_2); $\Omega(X_1)$ и $\Omega(X_2)$ – ведущие функции потока отказов к наработке X_1 и X_2.

При этом следует иметь в виду, что из-за неравномерности эксплуатации отдельных автомобилей (среднесуточный, месячный, годовой пробег) одинаковые наработки у отдельных автомобилей образуются в разные календарные интервалы времени. В результате конфигурации параметров потока отказов и потока требований на устранение этих отказов могут различаться.

Таким образом, потоки наработок на отказы изделий имеют следующие особенности, которые необходимо учитывать при организации ТО и ремонта автомобилей:

- отказы *случайны* у каждого автомобиля;
- *независимы* у разных автомобилей;
- происходит *смешение* отказов нескольких поколений;
- происходит *смешение* отказов у разных автомобилей;
- при устранении отказов в зоне ремонта *безразлично*, у какого автомобиля и какой по номеру отказ устраняется;
- *значимы* состав, трудоемкость и стоимость выполняемой работы;
- в определенных условиях может происходить относительная стабилизация потока отказов и требований, облегчающая организацию технологических процессов ТО и ремонта; важно знать эти условия и уметь аналитически рассчитывать показатели работы системы в этих условиях.

4.5. ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРОЙ ПАРКОВ

Наиболее сложно процессы восстановления проходят в больших системах, например в парках автомобилей, имеющих в своем составе автомобили разных возрастных групп (см. рис. 3.4). При этом элементом восстанавливаемой системы (парка) является автомобиль, который поступает в парк, а затем, после определенной наработки (время, пробег), списывается или продается.

Очевидно, выбытие автомобиля можно рассматривать как отказ системы (парка), которая не может выполнить заданный объем работы, а пополнение парка – как устранение отказа восстановлением работоспособности. Изменяя соотношение поставки и списания автомобилей в парке, можно влиять на реализуемые показатели качества самого парка.

Под *управлением возрастной структурой* (ВС) *парка* понимается ее прогнозирование и такое целенаправленное изменение, которое обеспечивает получение в необходимый момент времени i заданных реализуемых показателей качества парка $\overline{\Pi}_{ki}$. В общем случае на формирование ВС парка влияют следующие основные факторы:

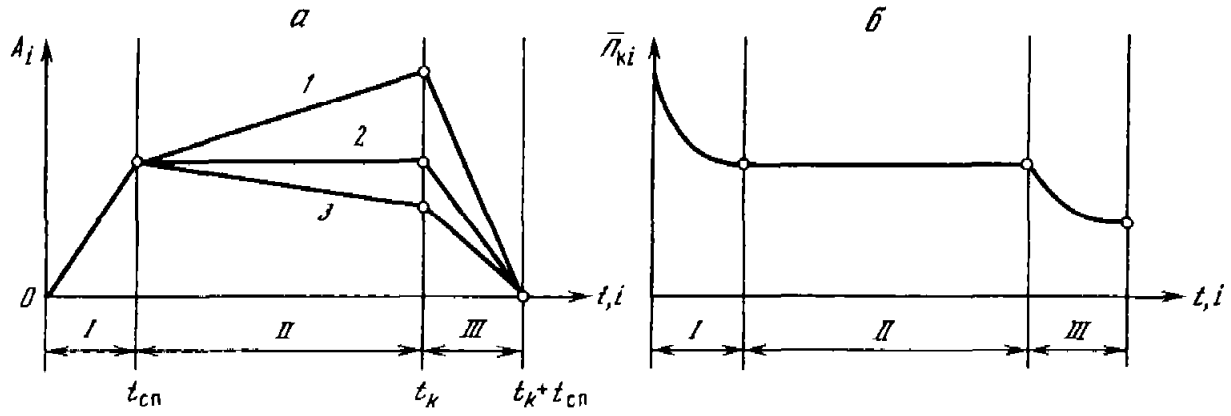


Рис. 4.7. Изменения размера (*а*) и реализуемого показателя качества (*б*) парка

а) исходная возрастная структура, т.е. распределение парка по возрастным группам j в начальный момент $i = 1$: $a_{11}, a_{12}, a_{13}, ..., a_{ij}$;

б) размер поставки новых автомобилей $A_i^{п}$ в момент $i = 1, 2, 3, ...$;

в) размер списания автомобилей $A_i^{сп}$.

Отношение размера поставки к размеру парка в i-м году называется *коэффициентом пополнения*

$$r_i = A_i^{п} / A_i. \tag{4.14}$$

Отношение размера списания к размеру парка в i-м году называется *коэффициентом списания или выбытия*

$$b_i = A_i^{сп} / A_i. \tag{4.15}$$

При $r_i = b_i$ имеет место простое восстановление, а при $r_i > b_i$ – расширенное, т.е. парк автомобилей увеличивается. При $r_i < b_i$ происходит деградация, т.е. сокращение размера парка.

На рис. 4.7 приведена схема изменения размера образованного в момент $i = t = 0$ парка A_i при различном соотношении коэффициентов пополнения и списания и зафиксированном сроке службы автомобиля $t_{сп}$ (так называемое дискретное списание).

При этом наблюдаются при характерных этапа:

I – от $t = 0$ до $t = t_{сп}$ – рост парка, вызванный поставкой новых автомобилей при отсутствии списания (кроме аварийного), т.е. $r > 0$; $b = 0$;

II – от $t = t_{сп}$ до момента окончания производства (или приобретения данной фирмой) автомобилей определенной модели $t_к$. На этом этапе в зависимости от соотношения r и b может наблюдаться относительный рост парка $r > b$ (*1*, рис. 4.7), его стабилизация $r = b$ (*2*) или при $r < b$ – сокращение (*3*);

III – от $t_к$ до $t_к + t_{сп}$ постепенная ликвидация парка данных автомобилей ($r = 0$; $b > 0$).

По этапам происходит изменение и реализуемых показателей качества парка (рис. 4.7,*б*), в данном случае это удельный вес работоспособных автомобилей в парке, или коэффициент технической готовности $\alpha_т$.

Управление ВС проводится на уровне конкретных предприятий и фирм и сводится к регулированию процессов списания–пополнения и соотношения в парке изделий разных возрастных групп при условии обеспечения требуемого (заданного)

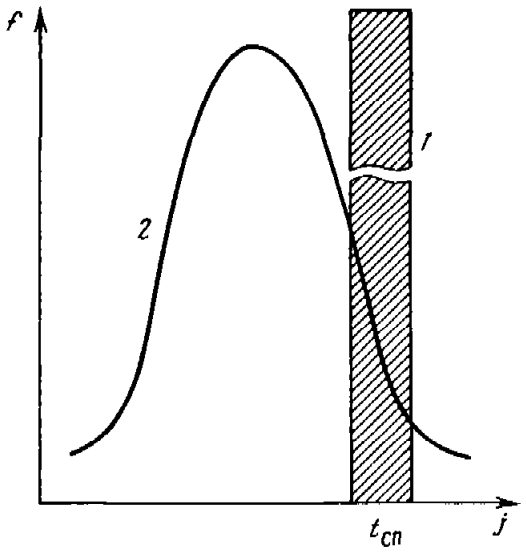


Рис. 4.8. Дискретное (*1*) и случайное (*2*) списание

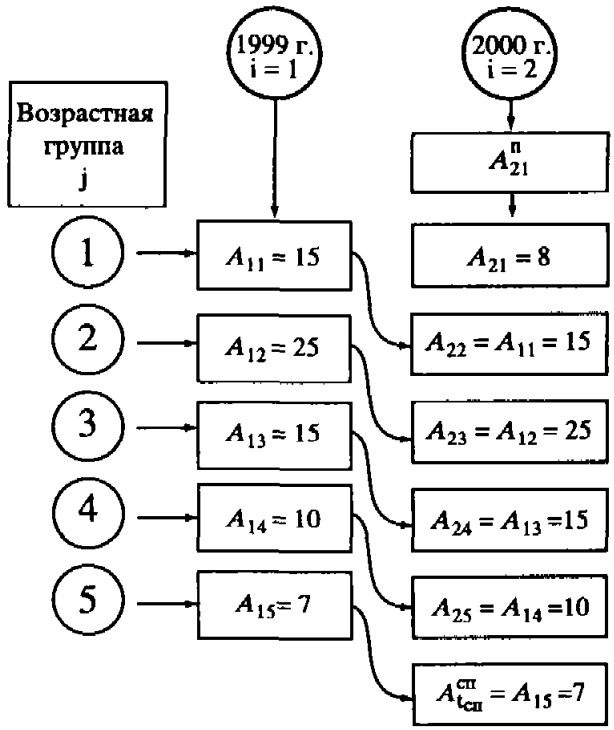


Рис. 4.9. Схема определения возрастной структуры парка методом диагонального сдвига при дискретном списании

для парка *объема транспортной работы* при минимальных затратах или максимальной прибыли.

Методы расчета ВС парка зависят от принятого способа списания и поставки изделий:

- при дискретном списании по достижении установленного или принятого на данном предприятии срока службы $t_{сп}$ (*1*, рис. 4.8) происходит списание или продажа автомобиля, вне зависимости от его технического состояния или показателей работы. Такая схема распространена при интенсивной эксплуатации в условиях повышенных требований к надежности (междугородные и международные перевозки, пассажирские перевозки, экстренная доставка ценных грузов и т.д.);
- случайное списание (*2*, рис. 4.8) характеризуется вариацией фактической наработки до списания *f(j)*. По этой схеме списание производится на основании контроля за определенными показателями работы автомобиля, например по накопленному расходу запасных частей, изменению производительности, уменьшению прибыли и т.д.

1. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА ПРИ ДИСКРЕТНОМ СПИСАНИИ

Этот метод расчета, называемый *методом диагонального сдвига*, основан на следующих предпосылках (рис. 4.9):

1. Различают календарное время *i* существования парка автомобилей данной модели и возрастную группу автомобилей *j*. В год образования парка или в исходный год анализа его возрастной структуры принимается $i = 1$.

2. Возраст автомобиля *j* и календарное время существования данного парка *i* измеряются в одинаковых условных или абсолютных единицах, например годах.

3. При изменении календарного времени на одну единицу $(i + 1)$ автомобили, имевшие в момент *i* возраст *j* "стареют" на одну единицу и переходят в следующую возрастную группу $(j + 1)$, т.е. происходит *диагональный сдвиг*. Например,

если в 1999 г. (i = 1) автомобиль имел возраст 4 года (выпущен в 1996 г.), то в 2000 г. (i = 1 + 1 = 2) его возраст составит 4 + 1 = 5 лет.

4. Поставки автомобилей условно относятся к началу, а списание – к концу соответствующего года.

5. Если приобретаются только новые автомобили $A^{п}_{i1}$, а списываются автомобили при $j = t_{сп}$, то дискретное списание называется *простым*. Количество автомобилей j + 1-й возрастной группы в момент i + 1 определяется по правилам диагонального сдвига (см. рис. 4.9) и с учетом этапов существования парка (см. рис. 4.7).

Для *I* этапа (при $i = t < t_{сп}$) в первой возрастной группе j = 1 в момент i + 1 поступит автомобилей

$$A_{i+1,1} = A^{п}_{i+1,1}. \tag{4.16}$$

В последующих возрастных группах

$$A_{i+1,\,j+1} = A_{ij}. \tag{4.17}$$

Списания на этом этапе нет, т.е. $A^{сп}_{i+1} = 0$.

Для *II* этапа (при $t_{сп} \leq i < t_{к}$) расчеты проводятся по тем же формулам (4.16) и (4.17), но дополнительно появляется группа автомобилей подлежащих списанию

$$A^{сп}_{i+1} = A_{i,\,t_{сп}}. \tag{4.18}$$

Для *III* этапа $t_{к} + t_{сп} \geq i > t_{к}$ поставки новых автомобилей прекращаются: $A^{п}_{i+1,1} = 0$, размеры промежуточных возрастных групп автомобилей определяются по формуле (4.17), а размер списания – по формуле (4.18).

6. Если допускается не только приобретение новых автомобилей (j > 1), но и промежуточная продажа при $t_{сп}$ j>1, то дискретное списание является *сложным*.

При этом количество автомобилей возрастной группы j + 1 в момент времени i + 1 определяется следующим образом:

$$A_{i+1,\,j+1} = A_{ij} + A^{п}_{i+1,\,j+1} - A^{сп}_{i+1,\,j+1}, \quad j = j(2, t_{сп}), \tag{4.19}$$

где $A^{п}_{i+1,\,j+1}$ – поставка в момент i + 1 автомобилей возрастной группы $2 \leq j \leq t_{сп}$, т.е. не новых, которые суммируются с соответствующей возрастной группой; $A^{сп}_{i+1,\,j+1}$ – вывод из эксплуатации (продажа, передача в лизинг и т.д.) в момент времени i + 1 автомобилей возрастной группы $2 \leq j \leq t_{сп}$, которые вычитаются из соответствующей возрастной группы.

Размеры первой возрастной группы при наличии поставок новых автомобилей и размеры списания определяются по формулам (4.16) и (4.18).

Естественно, что в реальных условиях в конкретные моменты i существования парка размеры поставок или списания могут быть равны нулю.

В табл. 4.1 рассмотрены фрагменты трансформации структуры и размеров парка при простом и сложном обновлении для двух временны́х разрезов i и i + 1 и сроков службы изделий $t_{сп}$ = 5 лет. Исходная возрастная структура парка (при i = 1) зафиксирована во втором столбце таблицы. Структура парка при временно́м разрезе i + 1 и простом обновлении и поставке 8 новых автомобилей приведена в третьем столбце, а структура при сложном обновлении, заключающаяся в приобретении 20 автомобилей третьей возрастной группы $A^{п}_{i+1,3}$ – в четвертом столбце.

Таблица 4.1

Фрагмент расчета простого и сложного дискретного обновления парка

Параметр	i	$i+1$	
		Простое	Сложное
Размер поставок $A^{п}$	0	$A^{п}_{(i+1),1} = +8$	$A^{п}_{(i+1),3} = +20$
Возрастная группа j (середина интервала), годы			
1(0,5)	$A_{i,1} = 5$	$A_{(i+1),1} = 8$	0
2(1,5)	$A_{i,2} = 10$	$A_{(i+1),2} = 5$	5
3(2,5)	$A_{i,3} = 12$	$A_{(i+1),3} = 10$	10 + 20
4(3,5)	$A_{i,4} = 10$	$A_{(i+1),4} = 12$	12
$5 = t_{сп}(4,5)$	$A_{i,5} = 6$	$A_{(i+1),5} = 10$	10
Размер списания $A^{сп}$	0	$A^{сп}_{(i+1),\,t_{сп}} = -6$	–6
Размер парка A_i	$A_i = 5 + 10 + 12 + 10 + 6 = 43$	$A_{(i+1)} = A_i + A^{п}_{(i+1),1} - A^{сп}_{(i+1),\,t_{сп}} = 43 + 8 - 6 = 45$	$A_{(i+1)} = 43 + 20 - 6 = 57$
Средний возраст автомобиля в парке, лет, $\bar{T}_i$	2,54	2,75	2,98
Относительный доход парка, %	100	98,2	123,6

7. Как при простом, так и при сложном списании в каждом временно́м разрезе количество приобретенных и списанных автомобилей в общем случае (характерном для реальной практики) не одинаково, т.е. $A_i^{п} \neq A_i^{сп}$.

8. Размер парка определяется суммированием всех данных по столбцам табл. 4.1:

$$A_i = \sum_{j=1}^{t_{сп}} A_{ij}. \qquad (4.20)$$

9. Прогнозирование возрастной структуры парка позволяет определить по формулам (3.3) и (4.19) динамику изменения реализуемого показателя качества

парка по показателям качества автомобилей различных возрастных групп. Так, если доходы автобусов разных возрастных групп парка определяются в процентах $Д_1 = 100$; $Д_2 = 99$; $Д_3 = 82$; $Д_4 = 64$; $Д_5 = 41$, то доход парка, являющийся одним из реализуемых показателей качества парка автобусов в момент i (см. табл. 4.1), с учетом возрастной структуры составляет

$$\overline{Д}_i = \sum_{j=1}^{l_{сп}} Д_j a_{ij} = \sum_{j=1}^{l_{сп}} Д_j \frac{A_{ij}}{A_i} = 100\frac{5}{43} + 99\frac{10}{43} + 82\frac{12}{43} + 64\frac{10}{43} + 41\frac{6}{43} = 78,1\%$$

относительно дохода (100%) новых автобусов ($j = 1$).

При временно́м разрезе $i + 1$ и простом восстановлении средний доход автомобиля парка $Д_{i+1} = 73,2\%$, т.е. на 4,9% ниже, чем при исходной структуре i. При представленном в табл. 4.1 варианте сложного обновления (приобретении автобусов не новых, а третьей возрастной группы) реализуемый показатель качества по доходам парка будет еще ниже и составит 72,6% от доходов $Д_i = 100\%$ автобусов первой возрастной группы, хотя общий доход в результате роста парка возрастает.

10. Средний возраст автомобилей парка T_i определяется по формуле

$$T_i = \sum_j T_j a_{ij}, \qquad (4.21)$$

где T_j – середина интервала j-й возрастной группы автомобилей.

Для разреза i имеем (см. табл. 4.1)

$$\overline{T}_i = 0,5\frac{5}{43} + 1,5\frac{10}{43} + 2,5\frac{12}{43} + 3,5\frac{10}{43} + 4,5\frac{6}{43} = 2,54 \text{ года.}$$

Для разреза $i + 1$ и простого обновления

$$\overline{T}_{i+1} = 0,5\frac{8}{45} + 1,5\frac{5}{45} + 2,5\frac{10}{45} + 3,5\frac{12}{45} + 4,5\frac{10}{45} = 2,75 \text{ года.}$$

Для того же разреза и сложного обновления парка (поставкой 20 автомобилей третьей возрастной группы) средний возраст парка будет еще выше: $\overline{T}_{i+1} =$ $= 2,98$ года. Это существенно увеличивает затраты на его содержание.

11. Относительный доход парка (в расчетных единицах)

$$МД = \overline{Д}_i A_i. \qquad (4.22)$$

По вариантам это составит:

- исходный (i) $МД_i = 43 \cdot 78,1 = 335,8$ р.е. (100%);
- простое обновление ($i + 1$) $МД_{i+1} = 45 \cdot 73,2 = 329,4$ р.е. (98,1%);
- сложное обновление ($i + 1$) $МД^1_{i+1} = 57 \cdot 72,6 = 413,8$ р.е. (123,2%).

Таким образом, при рассмотренном варианте простого обновления доход парка сократится на 1,9%, даже при некотором росте размера парка на 4,6%. При рассмотренном варианте сложного обновления доход парка по сравнению с исходным возрастет на 23,6% при значительном – на 32,6% – росте размера парка и его старении, что приведет к существенному увеличению расходов на обеспечение работоспособности этого парка.

2. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА ПРИ СЛУЧАЙНОМ СПИСАНИИ

Этот расчет основан на использовании закономерностей процесса восстановления (*закономерности ТЭА пятого вида*).

При этом весь наличный парк рассматривается в качестве восстанавливаемой технической системы, состоящей из элементов – отдельных автомобилей. Случай-

ное списание автомобиля в соответствии с законом распределения 2 (см. рис. 4.8) – это отказ системы, а поставка нового автомобиля, заменившего списанный, – восстановление системы.

Поток замен списываемых автомобилей во время существования парка i описывается, как это было показано ранее, ведущей функцией $\Omega(i)$ и параметром потока отказов (списаний) и замен (поставок) $\omega(i)$ (см. рис. 4.4–4.6).

Ведущая функция определяет накопленное число событий (в данном случае – замен списанных автомобилей) к определенной наработке i большой системы – парка автомобилей (формула (4.4)). Смысл формулы (4.4) применительно к задаче обновления парка состоит в том, что за фактический календарный срок существования парка автомобилей данной конструкции ($i = 20 \div 25$ лет) будет несколько (k) списаний и замен каждого инвентарного автомобиля (вернее, его гаражного номера).

Рассмотрим последовательность расчета случайного списания при следующих исходных данных: $t_{сп} = \bar{x} = 5$ лет; $\sigma_{сп} = 1$ год; $\upsilon_{сп} = \sigma_{сп} / \bar{x}_{сп} = 0,2$.

Закон распределения случайной наработки до списания – нормальной, что позволяет воспользоваться формулами (4.7) и (4.8).

За интервал календарного времени существования парка принят 1 год, т.е. размер списания и компенсирующей поставки определяется в расчете на 1 год. Расчет проводится для $i = 16$, т.е. 16 календарных лет существования парка. Заданный размер парка, который необходимо поддерживать, $A_i = \text{const} = 100$ автомобилей.

Последовательность расчета.

1. Определяем число замен в первом календарном интервале работы парка $i = 1$. Так как фактические наработки при первом списании находятся в интервале $\bar{x} \pm 3\sigma$, т.е. от 2 до 8 лет, число списаний и замен автомобилей при $i = 1$ $\Omega(i) \cong 0$, то расчет начинаем с $i = 2$.

2. При календарном сроке службы парка $i + 1 = 2$:

а) для первых замен $i = 2$; $k = 1$; $\bar{x} = 5$; $\sigma = 1$ и по формуле (4.8)

$$z = \frac{i - k\bar{x}}{\sigma\sqrt{k}} = \frac{2 - 1 \cdot 5}{1\sqrt{1}} = -3;$$

вероятность первых замен $F_1(2) = \Phi(-3) = 0,0013$ (приложение 5);

б) для вторых замен $i = 2$; $k = 2$; $\bar{x} = 5$; $\sigma = 1$.

$$z = \frac{2 - 2 \cdot 5}{1\sqrt{2}} = -5,7; \quad F_2(2) = \Phi(-5,7) = 0;$$

в) так как вероятность вторых замен при $i = 2$ равна 0, то не будет третьих и последующих замен. Поэтому накопленное относительное количество замен на один инвентарный автомобиль при $i = 2$ согласно формуле (4.7)

$$\Omega(2) = 0,0013 + 0 = 0,0013.$$

3. Подобные расчеты проводятся для $i = 3, 4, 5, \ldots, i = 16$.

Например, для календарной продолжительности работы парка $i = 8$ имеем

а) для первых замен $i = 8$; $k = 1$; $\bar{x} = 5$; $\sigma = 1$:

$$z = \frac{8 - 1 \cdot 5}{1\sqrt{1}} = 3; \quad \Phi(z) = \Phi(3) = F_1(8) = 0,999,$$

т.е. фактически весь списочный состав парка к этому моменту ($i = 8$) будет обновлен, как минимум, один раз;

б) для вторых замен ($k = 2$)

$$z = \frac{8 - 2 \cdot 5}{1\sqrt{2}} = -1,39; \quad \Phi(-1,39) = F_2(8) = 0,082;$$

в) для третьих замен ($k = 3$)

$$z = \frac{8 - 3 \cdot 5}{1\sqrt{3}} = -4; \quad \Phi(-4) = F_3(8) = 0.$$

Общее накопленное количество замен на один инвентарный автомобиль за $i = 8$

$$\Omega(8) = F_1(8) + F_2(8) + F_3(8) = 0{,}999 + 0{,}082 + 0 = 1{,}081.$$

Это общее накопленное количество замен в парке на один инвентарный (списочный) автомобиль. Иными словами, за 8 лет существования данного парка каждый списочный автомобиль обновился (списание–замена) в среднем около 1,1 раза.

4. Полученные таким образом накопленные значения $\Omega(i)$ сводим в табл. 4.2.

5. Определяем по формуле (4.13) параметр потока списаний по интервалам календарного периода существования парка $(i + 1) - i$: $\omega_1 = \Omega(i + 1) - \Omega(i)$, так как за интервал расчетов принят 1 год.

6. Число списываемых и, следовательно, получаемых автомобилей по парку при условии $A_i = \text{const}$:

$$A_i^{\text{сп}} = A_i^{\text{п}} \cong \omega_i A_i. \tag{4.23}$$

Как следовало ожидать (см. рис. 4.5, 4.6), $\omega(i) \to 1/\bar{x} = \omega = 1/5 = 0{,}2$, а $A_i^{\text{сп}}, A_i^{\text{п}} \to 20$ автомобилям (см. табл. 4.2).

Однако в начальный период существования парка происходят в полном соответствии с закономерностями процесса восстановления значительные колебания размеров списания и, следовательно, пополнения (рис. 4.10).

Максимальные потребности в замене (по отношению к средней) возникают в зоне средней наработки для первых замен при $i = \bar{x} + 1$(6 лет). Затем амплитуда отклонений $\omega(i)$

Таблица 4.2

Определение числа замен в парке автомобилей

Календарное время работы парка i, годы	Интервал календарного времени Δi, годы	$\Omega(i)$	ω_i	$A_i^{\text{сп}} = A_i^{\text{п}}$ при $A_i = 100$ ед
1	0–1	0	0	0
2	1–2	0,001	0,001	0,1
3	2–3	0,02	0,02	2
4	3–4	0,16	0,14	14
5	4–5	0,50	0,34	34
6	5–6	0,88	0,38	38
7	6–7	0,99	0,11	11
8	7–8	1,08	0,09	9
9	8–9	1,24	0,16	16
10	9–10	1,50	0,26	26
11	10–11	1,77	0,27	27
12	11–12	1,95	0,22	22
13	12–13	2,10	0,15	15
14	13–14	2,30	0,20	20
15	14–15	2,50	0,20	20
16	15–16	2,73	0,23	23

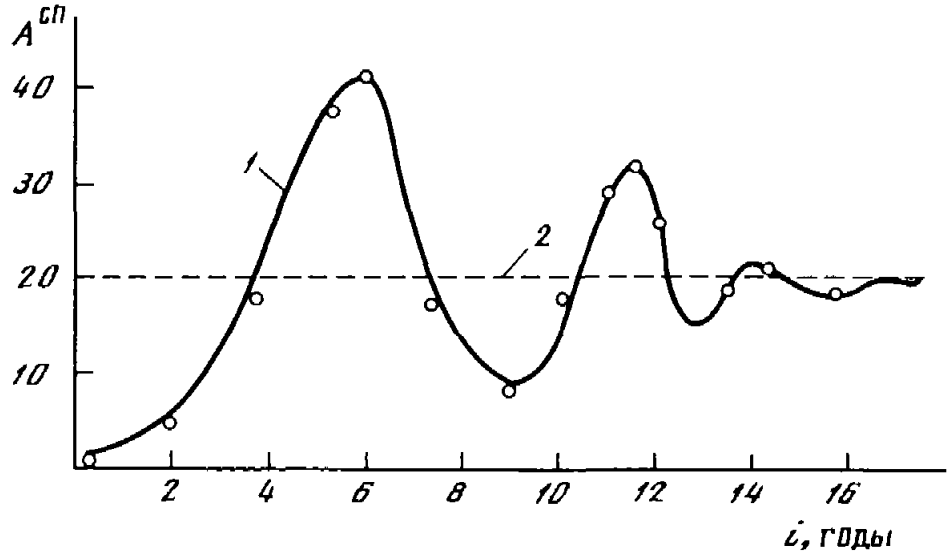


Рис. 4.10. Изменение размеров выбытия (пополнения) парка при случайном списании
1 – фактическое списание; *2* – списание при ω = const

от ω = const сокращается и в зоне средних для вторых замен (i = 11 лет) составляет 135%, а в зоне средних третьих замен (i = 16 лет) – 115% по отношению к средней.

Дадим некоторые практические рекомендации по формированию ВС парка.

1. Возрастная структура парка оказывает существенное влияние на все показатели парка и ИТС, которая обязана анализировать ВС парка и разрабатывать предложения по ее управлению.

Прогноз изменения ВС парка рекомендуется проводить, как минимум, ежегодно. Для внутрихозяйственных расчетов возрастные группы, особенно при различных условиях эксплуатации, целесообразно формировать с меньшим шагом, например в квартал или полгода.

2. Изменение ВС парка зависит от исходной структуры, темпов списания и пополнения, а также установленного срока службы автомобилей. Поэтому применительно к управлению ВС парков недопустимо планирование по достигнутому уровню (размеров списания в предыдущие периоды).

Регулируя списание и пополнение парка, можно получить необходимую возрастную структуру с заданными показателями эффективности, т.е. управлять ими.

3. В разные периоды существования парков они обладают разными провозными способностями, т.е. для выполнения одинаковой транспортной работы количественный состав парков должен изменяться. Для выполнения равной транспортной работы размер парка при его старении должен увеличиваться.

4. Увеличение сроков службы автомобилей до списания без изменения их надежности приводит к существенному ухудшению показателей эффективности парка – средней производительности автомобиля, дохода, коэффициента технической готовности, потребности в рабочей силе, производственно-технической базе (ПТБ), расхода запасных частей. При старении происходят изменения не только количественных, но и качественных показателей работы парков: расширяется номенклатура необходимых запасных частей, материалов; появляется необходимость в выполнении новых видов работ, оборудовании, персонале. Существенно ухудшаются свойства подвижного состава, непосредственно не связанные с надежностью, но влияющие на конкурентоспособность в рыночных условиях: внешний вид, комфортабельность, экологичность и др.

5. Существенного и устойчивого улучшения показателей работы парка можно добиться в результате его омоложения, т.е. своевременного списания автомобилей, выработавших установленный ресурс. Разовые поставки новых автомобилей приводят лишь к временному улучшению показателей по парку в целом, с последующим, более резким ухудшением этих показателей до момента списания этой группы автомобилей.

6. Увеличение темпов обновления парка способствует улучшению показателей эффективности и повышает интенсивность внедрения автомобилей новых конструкций, т.е. способствует научно-техническому прогрессу, но является ресурсоемким мероприятием. В рыночных условиях одним из распространенных и эффективных методов сокращения больших разовых инвестиций при обновлении парков являются различные формы лизинга, т.е. длительной аренды оборудования с рассрочкой соответствующих платежей за его приобретение.

Глава 5

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

5.1. ПОНЯТИЕ О НОРМАТИВАХ И ИХ НАЗНАЧЕНИИ

Любое государственное, муниципальное или частное предприятие может эффективно работать, имея соответствующие планы и программы производства и его развития. Для составления и реализации этих планов и программ предприятие должно располагать обоснованными нормативами.

Под *нормативом* понимается количественный или качественный показатель, используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений.

По назначению различают нормативы, регламентирующие

- свойства изделий (надежность, безопасность, производительность, грузоподъемность, масса, габаритные размеры и др.);
- состояние изделий (номинальные, допустимые и предельные значения параметров технического состояния) и материалов (плотность, вязкость, содержание компонентов, примесей и т.д.);
- ресурсное обеспечение (капиталовложения, расход материалов, запасных частей, трудовые затраты);
- технологические требования, определяющие содержание и порядок проведения определенных операций и работ ТО, ремонта и др.

По уровню нормативы подразделяются на

- федеральные (законы, стандарты, требования по дорожной, экологической и пожарной безопасности и др.);
- региональные, межотраслевые (положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, правила технической эксплуатации);
- отраслевые и групповые (группа предприятий, объединения, холдинг);
- внутриотраслевые и хозяйственные (применяемые на предприятии или группе предприятий нормативы, стандарты качества и др.).

Нормативы используются при определении уровня работоспособности автомобилей и парка, планировании объемов работ, определении необходимого числа исполнителей, потребности в производственной базе, в технологических расчетах.

К важнейшим нормативам технической эксплуатации относятся периодичность ТО, ресурс изделия до ремонта, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и эксплуатационных материалов.

Определение нормативов производится на основе теоретических предпосылок, аналитических расчетов и данных о надежности изделий, расходе материалов, продолжительности и стоимости проведения работ ТО и ремонта, составляющих совокупность закономерностей ТЭА шестого вида.

5.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Периодичность ТО ($l_{ТО}$) – это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО.

Как отмечалось ранее (§ 2.6), при техническом обслуживании применяются две тактики доведения изделия до требуемого технического состояния: по наработке (I-1) и по состоянию (I-2). Поэтому при первой тактике определяется периодичность контроля, которая переходит в исполнительскую часть операции, с коэффициентом повторяемости $K_1 = 1$ (см. § 2.6). При второй тактике определяется периодичность контроля, а исполнительская часть операции выполняется по потребности в зависимости от результатов контроля, т.е. $1 \geqslant K_2 \geqslant 0$.

Методы определения периодичности ТО подразделяются на простейшие (метод аналогии по прототипу); аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях ТЭА; имитационные, основанные на моделировании случайных процессов. Рассмотрим наиболее распространенные методы.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ БЕЗОТКАЗНОСТИ

Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа F элемента не превышает заранее заданной величины (рис. 5.1), называемой риском.

Вероятность безотказной работы

$$P_д\{x_i \geqslant l_о\} \geqslant R_д = \gamma, \quad \text{т.е.} \quad l_о = x_\gamma, \tag{5.1}$$

где x_i – наработка на отказ; $R_д$ – допустимая вероятность безотказной работы; $\gamma = 1 - F$; $l_о$ – периодичность ТО; x_γ – гамма-процентный ресурс.

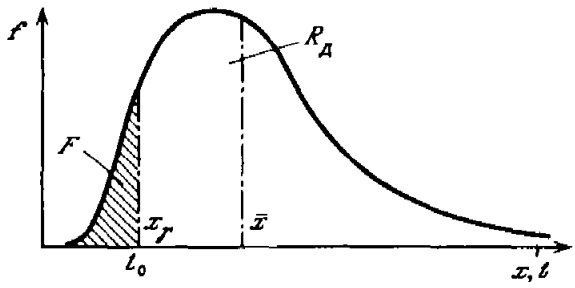
Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения, $R_д = 0{,}9 \div 0{,}98$; для прочих узлов и агрегатов $R_д = 0{,}85 \div 0{,}90$.

Определенная таким образом периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (см. рис. 5.1) и связана с ней следующим образом: $l_о = \beta_п \bar{x}$, где $\beta_п$ – коэффициент рациональный периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на отказ или ресурса, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (табл. 5.1).

На рис. 5.2 приведены распределения наработки на отказы двух элементов (*1* и *2*), имеющих одинаковые средние наработки ($\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}$), на разные вариации, причем $\upsilon_1 < \upsilon_2$. При назначении для этих элементов периодичностей ТО, соответствующих равным рискам ($F_1 = F_2$), $l_{о1} > l_{о2}$.

Таким образом, чем меньше вариация случайной величины, тем бóльшая периодичность ТО при прочих равных условиях может быть назначена.

Рис. 5.1. Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности



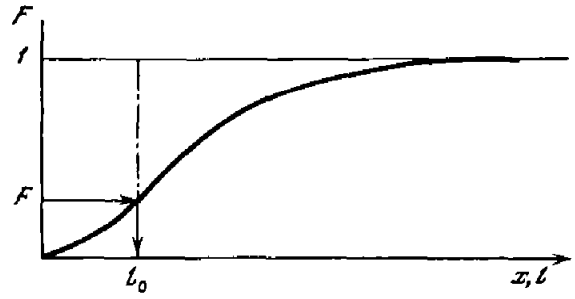
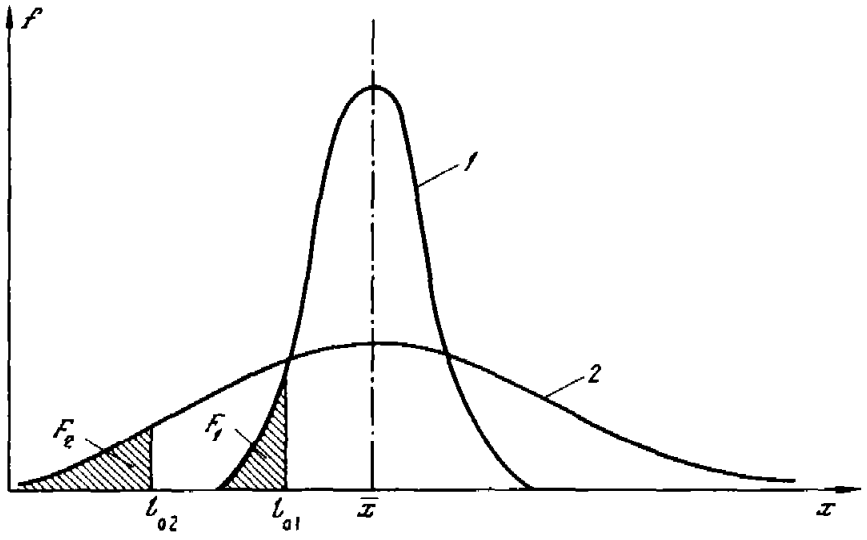


Рис. 5.2. Влияние вариации на оптимальную периодичность



Поэтому одной из главных задач технической эксплуатации является принятие технологических и организационных мер по сокращению вариации наработки на отказ профилактируемых элементов:

- повышение качества ТО и ремонта;
- выдерживание назначенных периодичностей, т.е. регулярность ТО;
- группировка автомобилей при конкретном обслуживании по возрасту и условиям эксплуатации, обеспечивающая относительную однородность технического состояния.

Таблица 5.1

Коэффициент рациональной периодичности при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы и коэффициента вариации ресурса

$R_д$	Коэффициент вариации ресурса			
	0,2	0,4	0,6	0,8
0,85	0,80	0,55	0,40	0,25
0,95	0,67	0,37	0,20	0,10

Преимущества метода: простота и учет риска.

Недостатки метода:

- неполное использование ресурса изделия, так как $l_0 \ll \bar{x}$, а $R_д$ изделий имеет наработку на отказ $x_i > l_0$;
- отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа (косвенный учет – при назначении риска F).

Сферы применения:

- при незначительных экономических и других последствиях отказа;
- для массовых объектов, когда влияние каждого из них на надежность изделия в целом невелико (несиловые крепежные детали);
- при практической невозможности или большой стоимости последовательной фиксации изменения параметров технического состояния (электропроводка, транзисторы, гидро- и пневмомагистрали);
- при необходимости минимизировать риски, затраты на которые перекрываются экономией по другим статьям (доставка опасных и скоропортящихся грузов, доставка точно в срок, специальные операции).

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЕГО ДОПУСТИМОМУ ЗНАЧЕНИЮ

Как известно, для группы автомобилей (или элементов) изменение параметров технического состояния по наработке является случайным процессом (см. § 2.4) $Y(l, t)$ и графически изображается пучком функций $Y_i = \Psi(l, t)$.

Проведем анализ этой ситуации и выделим условно из этого пучка три изделия с разной интенсивностью a изменения параметра технического состояния (рис. 5.3): максимальной (*1*), средней (*2*) – выделяем или вычисляем, минимальной (*3*).

- Определим средний ресурс (изделие № 2) $\bar{x}_{р2}$ при $Y_{п.д}$.
- Построим при фиксированной наработке всех изделий $\bar{x}_{р2}$ график *5* плотности вероятности распределения параметра технического состояния $f_1(Y)$ для всей совокупности изделий.
- Если периодичность ТО $l'_{ТО}$ будет равна $\bar{x}_{р2}$, то значительная часть изделий (F_1 на рис. 5.3) откажет при наработке $x < l'_{ТО}$, так как у них $Y_i > Y_{п.д}$.

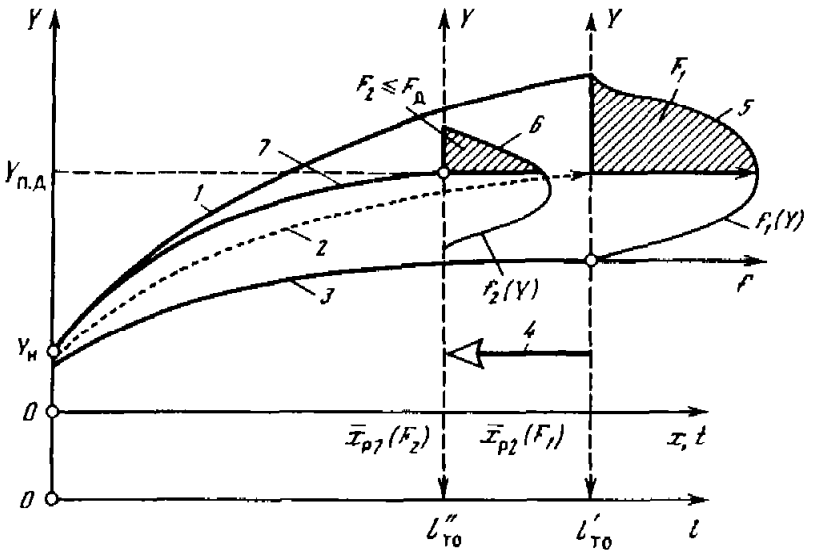


Рис. 5.3. Определение периодичности l по допустимому значению и изменению параметра технического состояния

- Назначим допустимое для данного изделия значение риска $F_д$.
- Уменьшим периодичность ТО до величины $l''_{ТО}$ таким образом, чтобы вероятность отказа была равна или меньше допустимой $F_д$ (сдвиг по стрелке *4* на рис. 5.3).
- Получим новое распределение плотности вероятности отказа, $f_2(Y)$ – *6* на рис. 5.3.
- При этом варианте рациональная периодичность ТО $l_{ТО} = \bar{x}_{p7}(F_2)$.
- При этой периодичности обеспечиваются заданные условия, а именно:
  вероятность, что параметр превысит предельно допустимый: $P\{Y_i > Y_{п.д}\} \leqslant \leqslant F_д$;
  вероятность, что отказ возникнет раньше постановки на ТО: $P\{x_i < l_{ТО}\} \leqslant \leqslant F_д$.
- Определим изделие *7* на рис. 5.3, которое имеет предельно допустимое значение интенсивности изменения параметра технического состояния $a_{п.д}$, соответствующее условию нулевого риска при $l''_{ТО} = \bar{x}_{p7}(F_2)$.
- По кривой *7* рис. 5.3 или аналитически определим

$$l_{ТО} \cong \frac{Y_{п.д} - Y_н}{a_{п.д}}; \quad a_{п.д} = \mu a, \tag{5.2}$$

где a – средняя интенсивность изменения параметра технического состояния (для изделия *2* на рис. 5.3); μ – коэффициент максимально допустимой интенсивности изменения параметра технического состояния.

Его превышение означает, что риск отказа до направления изделия на обслуживание будет больше заданного, т.е. $F_2 > F_{д1}$.

Коэффициент μ зависит от вариации наработки до отказа, заданного значения вероятности безотказной работы при межосмотровой наработке (рис. 5.4) и вида закона распределения.

Для нормального закона распределения

$$\mu = 1 + t_д \upsilon, \tag{5.3}$$

где $t_д = (a_{п.д} - a)/\sigma$ – нормированное отклонение, соответствующее доверительному уровню вероятности.

Для закона Вейбулла–Гнеденко

$$\mu = \frac{-m\sqrt{-\ln(1 - R_д)}}{\Gamma(1 + 1/m)}, \tag{5.4}$$

где Γ – гамма-функция; m – параметр распределения.

Чем больше υ или $R_д$, тем больше μ и меньше периодичность ТО.

Таким образом, оценив значение μ и определяя в процессе эксплуатации интенсивность изменения параметра технического состояния конкретного изделия

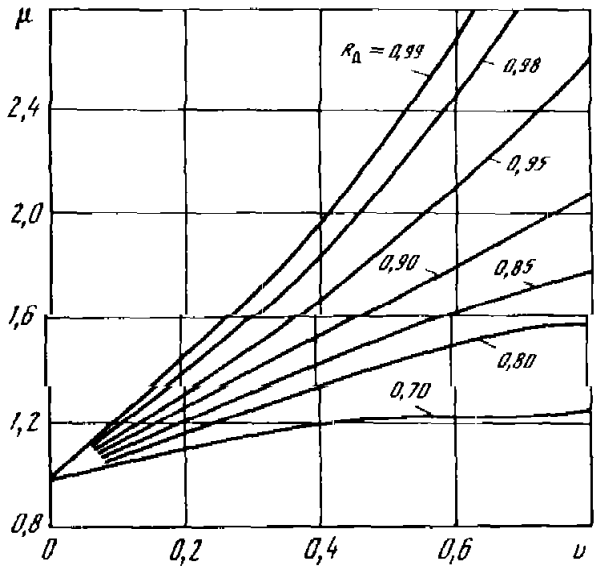


Рис. 5.4. Влияние коэффициента вариации υ на коэффициент максимально допустимой интенсивности μ

a_i (конструктивный параметр), можно прогнозировать его безотказность в межосмотровом периоде:

при $a_i > a_{п.д} = \mu a$ изделие откажет до технического обслуживания с вероятностью F_2:

$$P\{a_i > a_{п.д}\} = F_2 = F_{п.д};$$

при $a_i \leqslant a_{п.д}$ изделие не откажет до очередного ТО с вероятностью $R = 1 - F_2$:

$$P\{a_i \leqslant a_{п.д}\} = 1 - F_2 = R_{п.д}.$$

Пример. Определить рациональную периодичность $l_{ТО}$ контроля и регулирования тормозного механизма грузового автомобиля с пневматическим приводом при работе в городских условиях, обеспечивающую с вероятностью 90% сохранение работоспособности между ТО. Исходные данные:

$R_д = 0{,}9$ (90%); $Y_н = 0{,}38$ мм; $Y_{п.д} = 1$ мм;

$\bar{a} = 0{,}056$ мм/1000 км;

$\upsilon = 0{,}3$; $t_д = 1{,}28$ при $R = 0{,}9$ (табл. П5-1 приложения 5).

Р е ш е н и е: $\mu = 1 + \upsilon t_д = 1 + 0{,}3 \cdot 1{,}28 = 1{,}38$

$$l_{ТО} = \frac{Y_{п.д} \pm Y_н}{\mu \bar{a}} = \frac{1 \pm 0{,}38}{1{,}38 \cdot 0{,}056} \approx 8 \text{ тыс. км.}$$

При коэффициенте вариации $\upsilon = 0{,}15$

$\mu' = 1 + 0{,}15 \cdot 1{,}28 = 1{,}19$; $l'_{ТО} = 8{,}7$ тыс. км.

Средний ресурс (при $R_д = 0{,}5$ и $t_д = 0$) $\bar{x}_р = 11$ тыс. км.

Следовательно:

- сокращение вариации увеличивает при прочих равных условиях периодичность ТО;
- ориентация при определении $l_{ТО}$ на средние данные ($\bar{a}$, кривая *2* на рис. 5.3) не может обеспечить высокую безотказность между ТО ($F_1 \approx 0{,}5$).

Преимущества метода:

- учет фактического технического состояния изделия (диагностика);
- возможность гарантировать заданный уровень безотказности F;
- учет вариации технического состояния.

Недостатки метода:

- отсутствие прямого учета экономических факторов и последствий;
- необходимость получать (или иметь) информацию о закономерностях изменения параметров технического состояния $Y = \Psi(l, x)$.

Сферы применения:

- объекты с явно фиксируемым и монотонным изменением параметра технического состояния (постепенные отказы) – регулируемые механизмы (тормоза, сцепление, установка передних колес, клапанный механизм);
- при реализации стратегии профилактики по состоянию.

3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕТОД

Этот метод сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт и их минимизации. Минимальным затратам соответствует оптимальная периодичность технического обслуживания l_0. При этом удельные затраты на ТО $C_l = d/l$, где l – периодичность ТО; d – стоимость выполнения операции ТО.

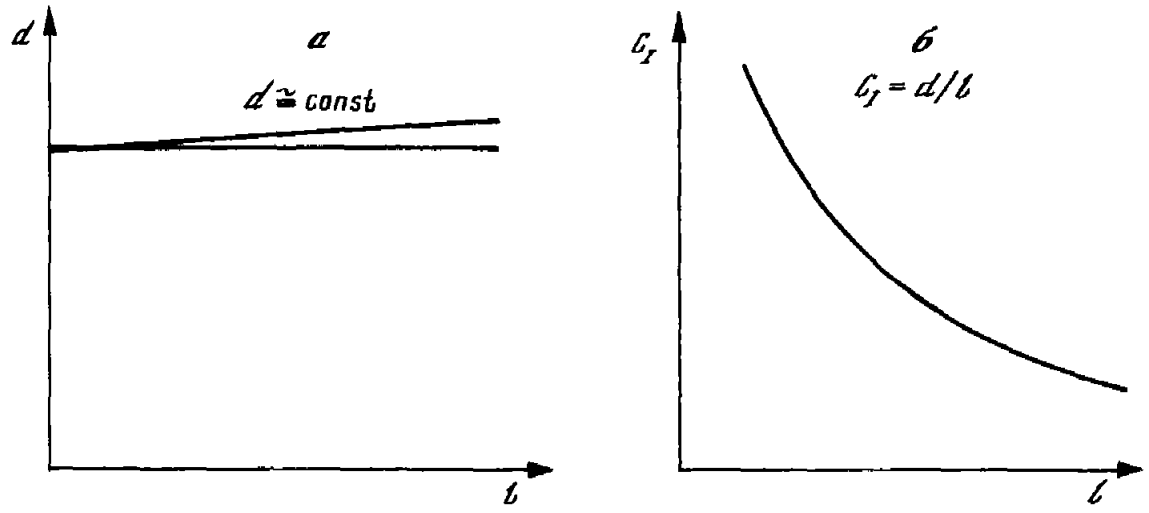


Рис. 5.5. Изменение d и C_I в зависимости от периодичности ТО

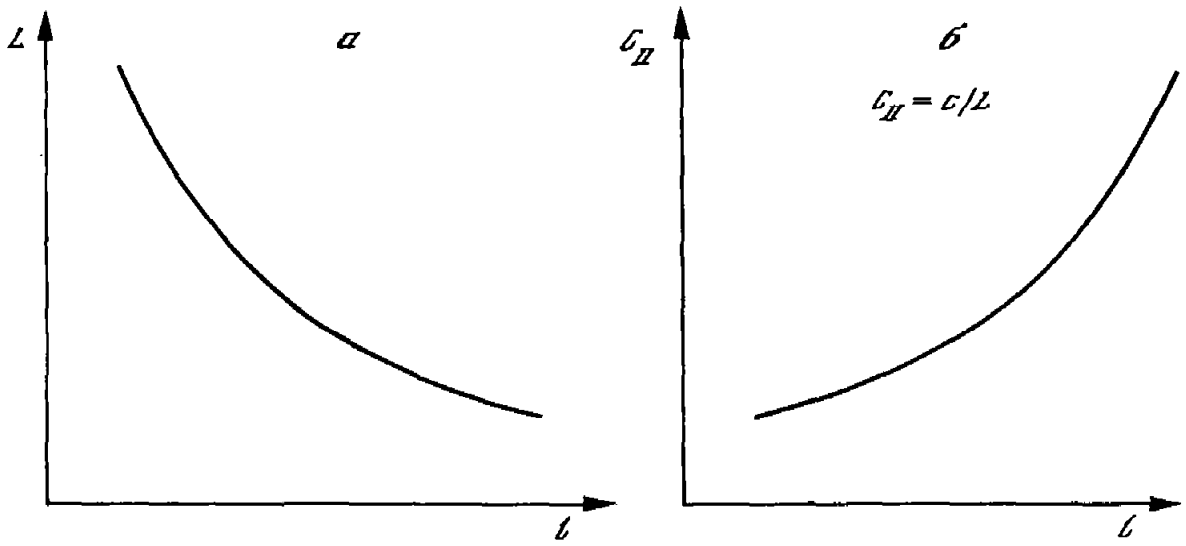


Рис. 5.6. Изменение L и C_{II} в зависимости от периодичности ТО

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО (d) или остаются постоянными, или незначительно возрастают (рис. 5.5, *а*), а удельные затраты значительно сокращаются (рис. 5.5, *б*).

Увеличение периодичности ТО, как правило, приводит к сокращению ресурса детали или агрегата (рис. 5.6, *а*) и росту удельных затрат на ремонт: $C_{II} = c/L$ (рис. 5.6, *б*), где c – разовые затраты на ремонт; L – ресурс до ремонта. Выражение $U = C_I + C_{II} = C_\Sigma$ является целевой функцией, экстремальное значение которой соответствует оптимальному решению. В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат. Определение минимума целевой функции и оптимального значения периодичности ТО проводится графически (рис. 5.7) или аналитически в том случае, если известны зависимости $C_I = f(l)$ и $C_{II} = \Psi(l)$.

Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями, то технико-экономический метод применим для определения оптимальной периодичности операций, влияющих на безопасность движения.

Преимущества метода:

- учет экономических последствий принимаемых решений (l_0); простота, ясность, универсальность.

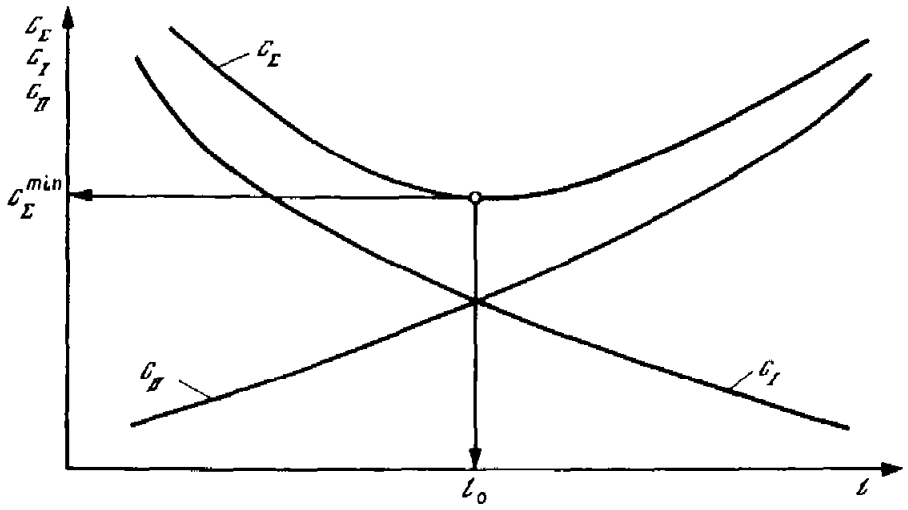


Рис. 5.7. Изменение удельных затрат C_I, C_{II}, C_Σ в зависимости от периодичности ТО

Недостатки метода:

- необходимость в достоверной информации о стоимости операций ТО и ремонта, влияния периодичности ТО на ресурс элемента;
- отсутствие учета вариации (случайность) всех показателей (L, x, d, c);
- отсутствие гарантии определенного уровня безотказности.

Сферы применения:

- для сложных и дорогих систем (элементов, агрегатов), не оказывающих прямого влияния на безопасность (смена масел и смазок, фильтров, регулировочные работы – сцепление, клапанный механизм, антикоррозионная защита кузова и др.);
- для определения периодичности ТО по группе автомобилей, работающих в одинаковых условиях.

4. ЭКОНОМИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД

Этот метод обобщает предыдущие и учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

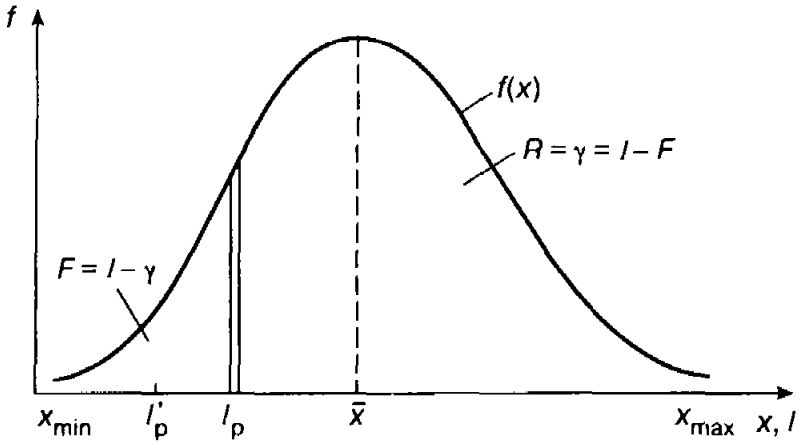
Как уже отмечалось, одна из стратегий (C_{II}) сводится к устранению неисправностей изделия по мере их возникновения, т.е. по потребности. Удельные затраты при этом

$$U_{II} = C_{II} = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int\limits_{x_{min}}^{x_{max}} xf(x)\,dx}, \qquad (5.5)$$

где $\bar{x}, x_{min}, x_{max}$ – средняя, минимальная и максимальная наработки на отказ: c – разовые затраты на ремонт, т.е. на устранение отказа.

Преимуществом этой стратегии является простота – ожидание отказа и его устранение. Основным недостатком – неопределенность состояния изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация ТО и ремонта.

Альтернативная стратегия (C_I) предусматривает предупреждение отказов и неисправностей, восстановление исходного или близкого к нему состояния изделия до того, как будет достигнуто предельное состояние. Эта стратегия реализуется при



Параметр	Вид стратегии	
	II – ремонт	I – профилактика
Наработка на отказ	$x_i < l_p$	$x_i \geq l_p$
Событие	Отказ	Предупреждение отказа, сохранение работоспособности
Вероятность события	F	R
Наработка, периодичность выполнения	l'_p	l_p
Разовая стоимость	c	d

Рис. 5.8. Схема определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом

предупредительном ТО, предупредительных заменах деталей, узлов, механизмов и т.д. Причем возможны две тактики реализации этой стратегии (см. § 2.6): по наработке (I-1) и по техническому состоянию (I-2).

Рассмотрим последовательно определение периодичности ТО *экономико-вероятностным методом при тактике (I-1)* – профилактика по наработке.

Постановка задачи: требуется определить с учетом вариации наработки на отказ оптимальную периодичность l_0, при которой суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов будут минимальны, а риск отказа известен.

1. Исходными данными являются:
   - наработка на отказы x_i (в виде плотности вероятности $f(x)$) при эксплуатации изделия без профилактики (рис. 5.8);
   - разовая стоимость выполнения профилактических (d) и ремонтных (c) работ.
2. Определяем базу для сравнения, удельные затраты на устранение отказов без профилактики, т.е. при стратегии II (формула (5.5)).
3. Выбираем целевую функцию – суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов $U = C_\Sigma = C_{I\text{-}1} + C_{II}$. Оптимальная периодичность ТО l_0 соответствует минимуму целевой функции.
4. Назначаем исходную периодичность ТО $l_p = x$ (см. рис. 5.8), которая делит все поле возможных отказов на две группы:

• случаи $x_i < l_p$ соответствуют отказам изделий с вероятностью F, так как изделие откажет до момента его направления на ТО. Средняя наработка устранения этих отказов

$$l'_p = \frac{\int_{x_{min}}^{l_p} xf(x)\,dx}{\int_{x_{min}}^{l_p} f(x)\,dx}; \qquad (5.6)$$

• случаи $x_i \geq l_p$ соответствуют предупреждению отказов с вероятностью $R = 1 - F$, так как изделие будет направлено на ТО раньше, чем оно может отказать.

5. Рассмотрим варианты реализации стратегии профилактики и ремонта, показатели которых приведены под графиком рис. 5.8.

6. Определим удельные затраты на предупреждение и устранение отказов как отношение взвешенной стоимости ТО и Р к взвешенной наработке выполнения операций ТО и Р.

$$U_{I\text{-}1} = C_{I\text{-}1} = \frac{cF + dR}{l'_p F + l_p R}, \qquad (5.7)$$

где $cF + dR$ – *средневзвешенная стоимость выполнения операции* ТО *и* Р; R – вероятность выполнения операции ТО; d – разовая стоимость операции ТО; F – вероятность отказа при выполнении ТО с периодичностью l_p и вероятность выполнения ремонтной операции (устранение отказа); c – стоимость устранения отказа; $l'_p F + l_p R$ – *средневзвешенная наработка выполнения операции* ТО *и* Р; l_p – периодичность ТО при выполнении по наработке; l'_p – средняя наработка отказавших с вероятностью F элементов ($x_i < l_p$).

7. Аналитически из условия $\frac{dC_{I\text{-}1}}{dl} = 0$ или графически определим оптимальную периодичность l_o, соответствующий ей риск F_o и вероятность безотказной работы R_o.

8. Определим величину целевой функции при оптимальной периодичности ТО l_{o1}:

$$C^0_{I\text{-}1} = \frac{cF_o + dR_o}{l'_p F_o + l_{o1} R_o} = U^0_{I\text{-}1} = \min.$$

9. Сравним полученные удельные затраты с удельными затратами при выполнении только ремонтных работ, т.е. устранении отказов без ТО (C_{II}) $C_{II} = c/\bar{x}$: (формула (5.5)).

• Если $C_{II} > C^0_{I\text{-}1}$, то для данного элемента рационально проводить ТО по наработке с оптимальной периодичностью l_{o1};

• Если $C^0_{I\text{-}1} > C_{II}$, то для данного элемента нерационально предупреждать отказы (ТО), а достаточно их устранять, т.е. реализовать стратегию II – ремонт по потребности со средней наработкой до отказа $\bar{x}$.

10. Построим карту профилактической операции (рис. 5.9), которая показывает зависимость суммарных удельных затрат на ТО и ремонт при тактике профилактики I-1. На карте профилактической операции можно выделить три характерные зоны.

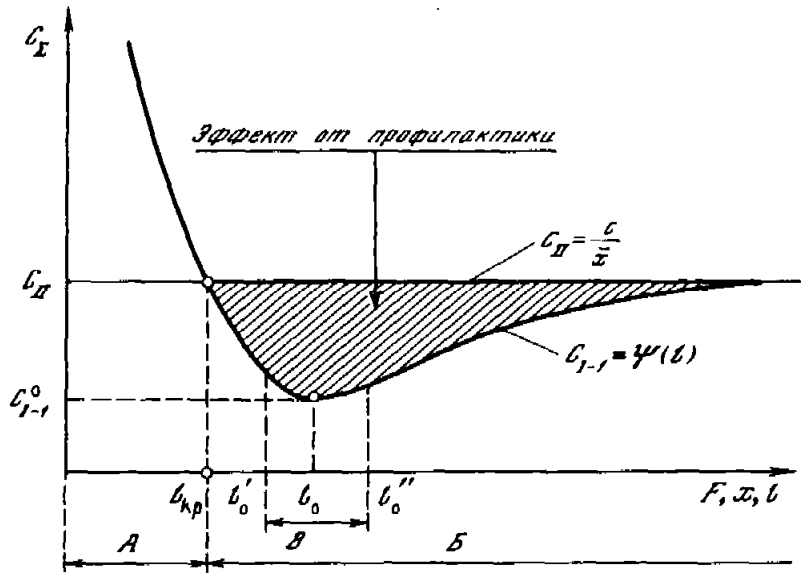


Рис. 5.9. Карта профилактической операции

Зона А – зона *экономической нецелесообразности профилактической стратегии*, так как $C_{I\text{-}1} > C_{II}$. Это также внеэкономическая зона, используемая при определении l_0, когда необходимо гарантировать высокую безотказность, несмотря на затраты (например, специальные операции, доставка особо опасных грузов, военные операции и т.д.).

Зона Б – зона *предпочтительности по экономическим показателям профилактической стратегии* (I-1) *над ремонтной* (II), так как $C_{I\text{-}1} \leq C_{II}$. Внутри этой зоны по организационным причинам (например, одновременное выполнение группы операций ТО, имеющих разную оптимальную периодичность) можно изменять фактическую периодичность, сохраняя условие $C_{I\text{-}1} \leq C_{II}$.

Зона В – зона относительной стабильности профилактической стратегии, внутри которой колебания фактической периодичности (от l'_0 до l''_0) приводят к незначительному изменению $C_{I\text{-}1}$. Это допуск при планировании ТО, который обычно составляет ±10% от l_0.

В табл. 5.2 и на рис. 5.10 приведены результаты определения периодичности ТО рассмотренным методом при следующих исходных данных: $\bar{x}$ = 10 тыс. км; σ_x = 3 тыс. км; c = 10 расчетных ед.; d = 2 расчетных ед.; распределение наработки до отказа – нормальное.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

а. Минимальные удельные затраты $(C_{I\text{-}1})_{min}$ = 0,47 р.е./1000 км соответствуют оптимальной периодичности ТО l_0 = 6 тыс. км.

б. Применение профилактической стратегии I-1 с оптимальной периодичностью ТО сокращает удельные затраты по сравнению с ремонтом по потребности (II) в 2,1 раза (100 и 47%).

в. Отклонение от оптимальной периодичности сокращает эффективность профилактической стратегии. Например, при $l_p = \bar{x}$ = 10 тыс. км затраты

- увеличиваются по сравнению с оптимальными в 1,5 раза (с 0,47 до 0,7);
- сокращаются по сравнению с ремонтной стратегией (II) примерно только на 30% (100 и 70%).

г. При постановке автомобилей на ТО целесообразно и реально интервальное планирование периодичности. Например, при l_{TO} = 4÷8 тыс. км затраты изменяются в пределах

(0,55 – 0,47)/0,47 = 0,17, или 17%.

д. При оптимальной периодичности риск отказа составляет 9,5%; $F(x$ = 6 тыс. км) = = 0,095 (см. табл. 5.2). При увеличении периодичности по сравнению с оптимальной риск увеличивается (в пределе до 1), а при сокращении – уменьшается.

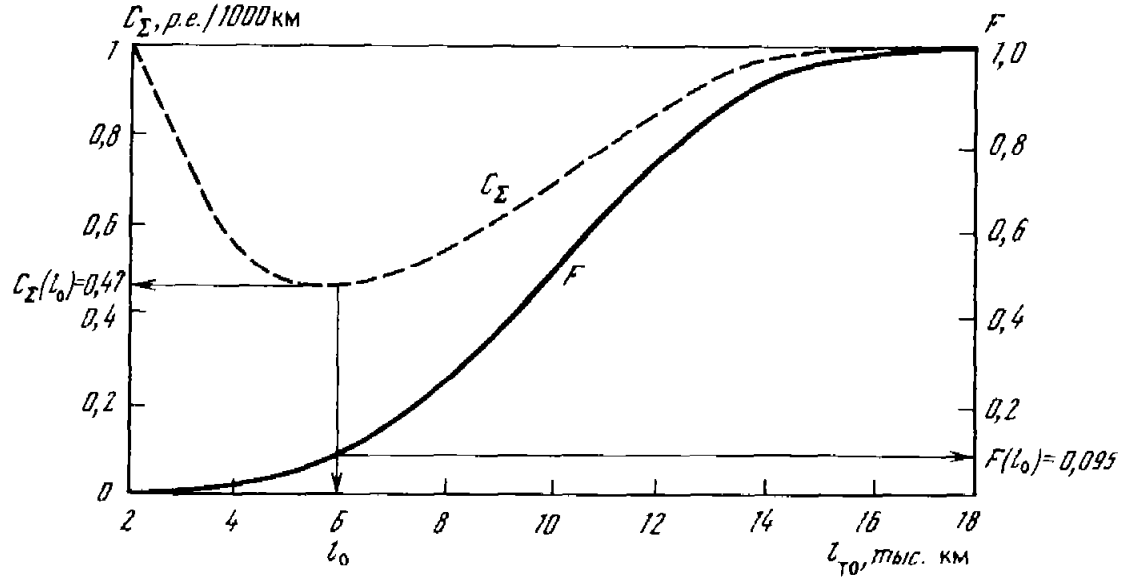


Рис. 5.10. Изменение суммарных удельных затрат C_Σ и вероятности отказа в межосмотровый период F в зависимости от периодичности ТО

Таким образом, при профилактике наблюдается смешанная (I и II) стратегия обеспечения работоспособности.

В экономико-вероятностном методе, так же как и при определении оптимальной периодичности по безотказности, используют понятие коэффициента рациональной периодичности

$$\beta_0 = \frac{l_0}{\bar{x}} = \left[\frac{2k_{\text{п}}\upsilon_x}{(1+\upsilon_x^2)(1-\upsilon_x)}\right]^{\upsilon_x} \quad \text{при } \upsilon_x < 1, \tag{5.8}$$

где $k_{\text{п}} = d/c$; υ_x – коэффициент вариации наработки на отказ при стратегии II.

Например, для объекта, имеющего показатели $k_{\text{п}} = 0{,}4$; $\bar{x} = 15{,}5$ тыс. км; $\upsilon_x = 0{,}4$, получаем $\beta = 0{,}78$, а $l_0 = 12$ тыс. км.

Таблица 5.2

Определение оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при стратегии ТО по наработке I-1

$l_{ТО}$, тыс. км	$F(l)$	$C_{I\text{-}1}$	
		р.с./1000 км	%
2	0,004	1,0	100
4	0,023	0,55	55
6 = l_0	**0,095**	**0,47**	**47**
8	0,25	0,54	54
10 = $\bar{x}$	0,5	0,70	70
12	0,74	0,86	86
14	0,92	0,97	97
16	0,98	0,99	99
18	0,996	~1,0	~100

Экономико-вероятностный метод позволяет рассчитать рациональную периодичность ТО, исходя из заданного сокращения потока отказов в межосмотровые периоды, т.е. между двумя последовательными ТО. При наличии ограничений по безотказности

$$\beta_0 \le \left[\frac{k_\omega}{0,5(\upsilon_x^2+1)}\right]^{\frac{\upsilon_x}{1-\upsilon_x}} \quad \text{при } \upsilon_x < 1, \tag{5.9}$$

где $k_\omega = \omega_I/\omega_{II}$ – коэффициент заданного сокращения параметра потока отказов; ω_I – параметр потока отказов при использовании предупредительной стратегии; ω_{II} – то же, при устранении отказов по потребности.

Если в рассматриваемом примере задано сокращение параметра потока отказов при использовании предупредительной стратегии в 5 раз ($k_\omega = 0,2$), то коэффициент рациональной периодичности определяется по формуле (5.9) и составит $\beta_0 = 0,48$, а рациональная периодичность $l_0 = 0,48 \cdot 15,5 = 8,4$ тыс. км. Необходимо подчеркнуть, что принятие дополнительных требований по безотказности сокращает рациональную периодичность по сравнению с использованием только экономических критериев.

Эта же задача может быть решена графически. Задаваясь значением $\upsilon_x = 0,4$ и $k_\omega = 0,2$ (рис. 5.11), определяем $\beta_0 = 0,48$.

Преимущества метода:

- учет вероятностных и стоимостных факторов;
- гарантия при проведении ТО с оптимальной периодичностью определенных уровней безотказности $R_д$ и риска $F_д$ при известных затратах на реализацию этой стратегии;
- возможность реализовать предупредительный ремонт (замена важных для экологической и дорожной безопасности и экономичности деталей).

Основной недостаток – неиспользование ресурса элементов, которые имеют потенциальную наработку до отказа $x_i > 2l_р$ (см. рис. 5.8). Эти элементы при $l_р$ достаточно только контролировать (диагностировать), а исполнительскую часть операции производить при последующем ТО, т.е. при $x = 2l_р$. Таким образом, реализуется стратегия I-2, т.е. *определение периодичности* ТО экономико-вероятностным методом с учетом технического состояния.

Действительно, для части изделий, имеющих потенциальную наработку до отказа $x_i > 2l_р$ (см. рис. 5.8), можно было бы не проводить исполнительскую часть операции с периодичностью $l_р$ и не доводить при этом параметр технического состояния до номинального или близкого к нему значения ($Y_i \to Y_н$). Но для этого необходимо при периодичности $l_р$ провести контроль технического состояния *всех* изделий (за исключением уже отказавших с вероятностью F, для которых реализуется стратегия II), т.е. применить тактику проведения профилактики по состоянию (I-2).

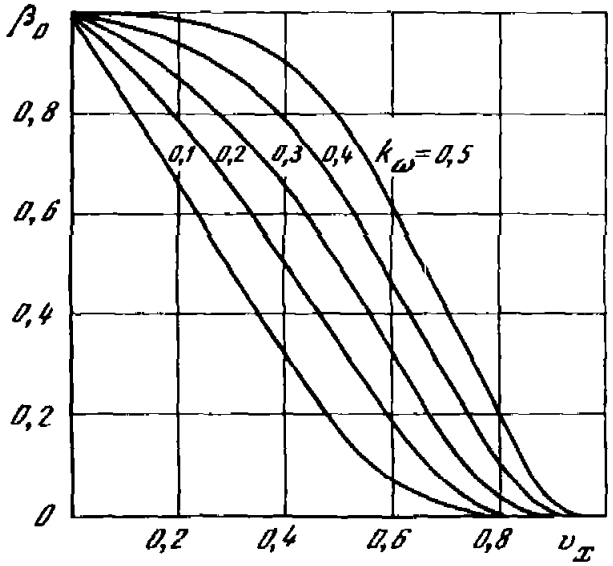


Рис. 5.11. Выбор оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при заданном уровне безотказности в межосмотровом периоде

Таблица 5.3

Стратегии и тактики обеспечения работоспособности

Соотношение затрат	Стратегия	Тактика	Содержание работ
$C_{I\text{-}1} > C_{I\text{-}2} > C_{II}$ $C_{I\text{-}2} > C_{I\text{-}1} > C_{II}$	II	–	Устранение отказа при его возникновении
$C_{II} > C_{I\text{-}2} > C_{I\text{-}1}$ $C_{I\text{-}2} > C_{I\text{-}1}$	I	1	Проведение ТО по наработке с оптимальной периодичностью l_{o1}
$C_{II} > C_{I\text{-}1} > C_{I\text{-}2}$ $C_{I\text{-}1} > C_{I\text{-}2}$	I	2	Проведение ТО по состоянию с оптимальной периодичностью l_{o2}

При данной тактике все изделия можно разделить на три группы:

- изделия, отказавшие с вероятностью F при наработке $x < l_p$ (стратегия II);
- изделия, имеющие с вероятностью R_1 потенциальную наработку на отказ $2l_p > x_i > l_p$. Если им не проводить ТО при l_p, то они с вероятностью R_1 откажут в интервале l_p–$2l_p$. Следовательно, этим изделиям при l_p необходимо выполнить контроль стоимостью $d_к$ и исполнительскую часть операции стоимостью $d_и$, а разовая стоимость профилактической операции составит $d_п = d_к + d_и$;
- изделия, имеющие с вероятностью $R_2 = 1 - F - R_1$ потенциальную наработку на отказ $x_i > 2l_p$, для которых при l_p достаточно ограничиться контролем ($d_к$), а исполнительскую часть операции "отложить", по крайней мере, до наработки $2l_p$. Для них стоимость профилактической операции $d_п = d_к$.

Удельные затраты при реализации тактики ТО по наработке (I-2)



$$U_{I\text{-}2} = C_{I\text{-}2} = \frac{cF + R_1(d_к + d_п) + R_2 d_к}{Fl_p + l_p R_1 + 2l_p R_2}. \qquad (5.10)$$

Далее графически или аналитически (формула (5.10)) определяют оптимальную периодичность l_{o2} и минимальные удельные затраты при реализации тактики ТО по состоянию $C^0_{I\text{-}2}$.

Величина $C^0_{I\text{-}2}$ сравнивается с $C_{II} = c / \bar{x}$ (только ремонт) и $C^0_{I\text{-}1}$ (ТО по наработке) и выбирается тактика, обеспечивающая работоспособность изделия (табл. 5.3).

Можно рассматривать изделия, которые потенциально потребуют выполнения исполнительской части при $3l_p$, $4l_p$ и т.д. Это повысит требования к точности контрольной части операции, увеличит ее стоимость $d_к$ и серьезно усложнит расчеты и организацию работ, не внеся значительных уточнений в их результаты.

Дополнительные *преимущества* определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом по состоянию изделия:

- более полное использование потенциального ресурса изделия;

- возможность увеличения периодичности ТО по сравнению с профилактикой по наработке ($l_{02} > l_{01}$);
- возможность сокращения средней трудоемкости профилактической операции, так как ее исполнительская часть выполняется по потребности в зависимости от технического состояния.

Основной *недостаток*, вернее условие применения этой тактики, связан с ростом стоимости профилактической операции $d_п$ из-за более сложного и дорогостоящего контрольно-диагностического оборудования и необходимости иметь персонал высокой квалификации.

Сферы применения:

- определение периодичности ТО дорогостоящих операций, оказывающих существенное влияние на безотказность, дорожную и экологическую безопасность автомобилей;
- разграничение сфер рационального использования профилактических тактик по наработке (I-1) и состоянию (I-2);
- оценка стоимости сокращения риска F возникновения отказа;
- определение эффективности использования и сравнения диагностического оборудования;
- оценка возможности применения предупредительного ремонта (замены) деталей, агрегатов, систем автомобиля;
- использование данного методического подхода при решении других задач ТЭА: определение размера запасов, численности персонала, пропускной способности средств обслуживания, резервирования и т.д.

5.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЗАТРАТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. ПОНЯТИЕ О ТРУДОЗАТРАТАХ И ТРУДОЕМКОСТИ

При выполнении операций технического обслуживания или ремонта мало знать, *когда* (периодичность ТО, ресурс) и *что* (операция смазки, регулирования, замены и др.) необходимо сделать. Важно также знать *потребность в трудозатратах* и ее вариацию, чтобы правильно определить численность и квалификацию персонала, вклад трудозатрат в себестоимость операций и услуг, который на автомобильном транспорте достигает 30–45%.

Трудоемкость (t) – это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта. Трудоемкость измеряется в нормо-единицах (человеко-часах, человеко-минутах). Трудоемкость 25 чел.·мин означает, что соответствующую операцию в оговоренных условиях (оборудование, оснастка, освещение и др.) исполнитель необходимой квалификации *в среднем* должен выполнить за 25 мин. Если одновременно эту работу могут выполнять несколько исполнителей (Р), то средняя продолжительность выполнения сокращается и составляет $t_c = t/\varepsilon P$, где ε – коэффициент, определяющий возможность совместной работы исполнителей, $0 < \varepsilon \leq 1$.

Различают нормативную и фактическую трудоемкость.

Нормативная трудоемкость является официальной юридической нормой, принятой на данном предприятии, фирме и т.д., используется для определения численности исполнителей; оплаты труда исполнителей (тарифная ставка, руб./ч); расчетов с клиентурой.

Фактическая трудоемкость – затраты труда на выполнение конкретной операции конкретным исполнителем. Является *случайной величиной* и может отличаться от нормативной.

2. ВИДЫ И СТРУКТУРА НОРМ ПРИ ТЭА

На автомобильном транспорте действуют следующие виды норм:

- *дифференцированные* (пооперационные), устанавливаемые на отдельные операции или их части – переходы (смена масла; регулирование клапанного механизма; замена свечи и т.д.);
- *укрупненные* – на группу операций, вид ТО и ремонта (мойка, крепежные работы при ТО-1 или ТО-2, замена ведомого диска сцепления и т.д.);
- *удельные*, относимые к пробегу автомобили, чел. · ч/1000 км (нормирование текущего ремонта).

Норма трудоемкости $t_н$ складывается из следующих составляющих:

$$t_н = (t_{оп} + t_{п.з} + t_{обс} + t_{отд})K. \quad (5.11)$$

Оперативное время $t_{оп}$, необходимое для выполнения производственной операции, подразделяется на основное $t_{ос}$ и вспомогательное $t_{всп}$. В течение основного (или технологического) времени осуществляется собственно операция, например регулирование тормозов, замена масла в агрегате, снятие агрегата с автомобиля и т.д. Вспомогательное время необходимо для обеспечения возможности выполнения операции, например время установки автомобиля на пост ТО или ремонта, обеспечение доступа к объекту обслуживания или ремонта и т.д.

Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$ необходимо для ознакомления исполнителя с порученной работой, подготовки рабочего места и инструмента, материалов, сдачи наряда и др.

Время обслуживания рабочего места $t_{обс}$ необходимо для ухода за рабочим местом и применяемым инструментом или оборудованием (уборка, смена инструмента, размещение оборудования и приспособлений и т.д.).

В норме трудоемкости учитывается также необходимость перерыва на отдых и личные надобности $t_{отд}$.

Время на обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и личные надобности называется дополнительным.

Коэффициент повторяемости K учитывает вероятность выполнения, помимо контрольной, и исполнительской части операции.

3. МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ

Фактическое время (или трудоемкость) выполнения операций ТО и ремонта является случайной величиной, имеющей значительную вариацию, зависящую от технического состояния и срока службы автомобиля, условий выполнения работы, применяемого оборудования, квалификации персонала и других факторов. Например, условная продолжительность выполнения однотипных операций ТО и ремонта у рабочих 1-, 2-, 3-, 4- и 5-го разрядов изменяется соответственно следующим образом: 1; 0,79; 0,71; 0,64; 0,61. Поэтому норма относится к определенным оговоренным условиям, например типовым (типовая норма), конкретным условиям группы предприятий (внутриведомственная норма) или данного предприятия (внутрихозяйственная или местная норма). Типовые пооперационные нормы приводятся в соответствующих справочниках.

Нормативы трудоемкости ограничивают трудоемкость сверху, т.е. фактическая трудоемкость должна быть не больше нормативной при условии качественного выполнения работ.

При определении или изменении норм используют так называемую фотографию рабочего времени, хронометражные наблюдения, метод микроэлементных нормативов времени.

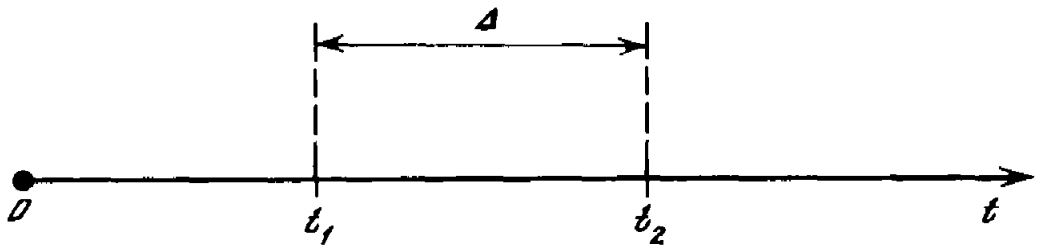


Рис. 5.12. Точность хронометражных наблюдений

t – время выполнения операции, t_1 – нижняя, t_2 – верхняя граница среднего выборочного, Δ – интервал, в котором с вероятностью β находится $\bar{t}$

При хронометражных и других наблюдениях обычно *определяется* (по наблюдениям, расчетам) оперативное время $t_{оп}$, а остальные элементы нормы ($a_{п.з}$, $a_{обс}$, $a_{отд}$) *назначаются* (в зависимости от особенностей операции, тяжести и условий труда) в процентах от оперативного (a_i):

$$t_н = Kt_{оп}\left(1+\frac{a_{п.з}+a_{обс}+a_{отд}}{100}\right). \qquad (5.12)$$

Например, для слесаря-ремонтника по отношению к оперативному времени доля других элементов нормы (a_i) составляет

• подготовительно-заключительное	$a_{п.з} = 3{,}5\%$;
• обслуживание рабочего места	$a_{обс} = 2{,}5\%$;
• перерыв на отдых и естественные нужды	$a_{отд} = 6\%$.
	Итого 12%.

Таким образом, в данном случае $t_н = Kt_{оп} \cdot 1{,}12$.

При хронометражных наблюдениях за фактической продолжительностью выполнения операции рекомендуется следующая последовательность.

1. Выбор объекта наблюдения (рабочее место, оборудование, технология). При этом рабочее место должно быть аттестовано, а наблюдения целесообразно провести для

средних условий данного предприятия ⟼ среднестатистическая норма,

прогрессивных методов и технологий ⟼ прогрессивная норма.

2. Определение объема наблюдений для получения среднего значения времени выполнения работ $\bar{t}$. Учитывая, что время является случайной величиной и ее распределение подчиняется определенному закону $f(t)$, среднее значение случайной величины $\bar{t}$ рассчитывается с определенной *абсолютной точностью* $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$, представляющей собой доверительный интервал, внутри которого с заданным уровнем вероятности β должно находиться среднее фактическое значение $\bar{t}$, полученное по результатам наблюдений (рис. 5.12), $P\{t_1 \leq \bar{t} \leq t_2\} = \beta$.

Для известного закона распределения, например нормального ($\Delta_1 = \Delta_2$), объем наблюдений

$$n_н = \frac{t_\beta^2 \sigma^2}{\Delta_1^2} = \frac{t_\beta^2 \upsilon^2}{\varepsilon^2}, \qquad (5.13)$$

где $t_\beta = (t_1 - \bar{t})/\sigma$ – нормированное отклонение (табулировано); σ – среднеквадра-

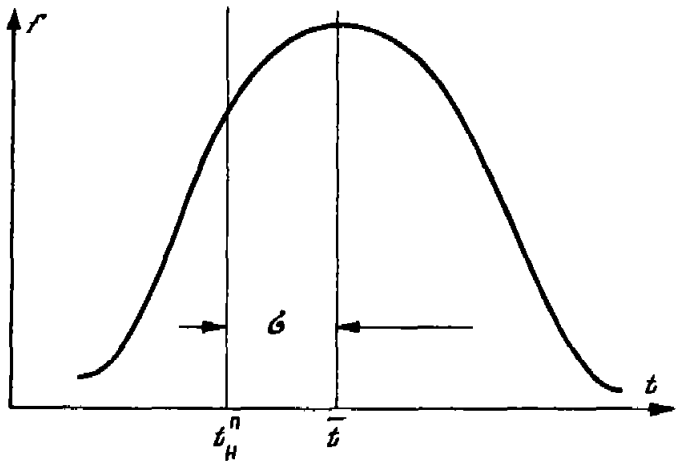


Рис. 5.13. Определение прогрессивной нормы

тическое отклонение; υ – коэффициент вариации; $\varepsilon = \Delta_1/t$ – относительная точность наблюдений.

Пример. $\upsilon = 0{,}25$; $\beta = 0{,}95 (t_\beta = 1{,}96)$; $\varepsilon = 7\%$ (0,07).

Объем необходимых наблюдений: $n_н = (1{,}96^2 \cdot 0{,}25^2)/0{,}07^2 = 49$ наблюдений. Если при таком объеме наблюдений $t = 100$ чел. · мин, то абсолютная точность $\Delta = \varepsilon\, \bar{t} = 2 \cdot 0{,}07 \cdot 100 =$ =14 чел. · мин, т.е. можно утверждать, что фактическая средняя трудоемкость находится в интервале от $t_1 = 93$ до $t_2 = 107$ чел. · мин.

Если для той же операции проведено только $n_н = 5$ наблюдений, то из формулы (5.13) имеем

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{t_\beta^2 \upsilon^2}{n}} = \frac{t_\beta \upsilon}{\sqrt{n}}; \quad \varepsilon = \frac{1{,}96 \cdot 0{,}25}{\sqrt{5}} = \frac{0{,}49}{2{,}2} = 0{,}22 \text{ (или 22\%)},$$

т.е. с вероятностью $\beta = 0{,}95$ можно утверждать, что $\bar{t}$ находится в интервале $\Delta =$ = 44 чел. · мин, от $t_1 = 78$ до $t_2 = 122$ чел. · мин.

Для неизвестного закона распределения (но известной вариации υ) объем наблюдений определяется по формуле Чебышева:

$$n_ч = \frac{1}{1-\beta}\left(\frac{\upsilon}{\varepsilon}\right)^2 \text{ или } n_ч = \frac{1}{1-0{,}95}\left(\frac{0{,}25}{0{,}07}\right)^2 = 254. \qquad (5.14)$$

Для неизвестного закона распределения и при отсутствии данных по вариации можно принять $\upsilon = 1$, тогда

$$n_ч = \frac{1}{1-0{,}95}\left(\frac{1}{0{,}07}\right)^2 = 4078.$$

Таким образом, в зависимости от полноты информации о законе распределения трудоемкости *объемы наблюдений и, соответственно, их стоимость* могут меняться на несколько порядков: в примере от 50 до 4078.

Это еще раз подчеркивает важность для ИТС получения достоверной информации.

3. Проведение наблюдений за фактической продолжительностью выполнения операции t_i и определение по формуле среднего значения трудоемкости

$$\bar{t} = \left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)\Big/ n.$$

Среднестатистическая норма $t_н = \bar{t}$, а прогрессивная может приниматься равной $t_н^п = \bar{t} - \sigma$ (рис. 5.13).

При использовании для нормирования трудоемкости *метода микроэлементных нормативов* (МЭН):

- операции ТО или ремонта раскладывают на *простейшие движения и действия* (элементы) оператора типа: взять предмет, находящийся на расстоянии 1 м, массой 5 кг, и перенести его на расстояние 3 м и т.д.;

- эти простейшие движения (их 100–150) нормируют в относительных или абсолютных единицах – *микроэлементных нормативах*, содержащихся в справочниках ($t_i^{\text{МЭ}}$);
- все микроэлементные нормативы, составляющие данную операцию, суммируются и определяется *микроэлементная норма* операции

$$t_{\text{о}}^{\text{м}} = \sum_i t_i^{\text{МЭ}}, \tag{5.15}$$

где $t_i^{\text{МЭ}}$ – относительная норма трудоемкости операции, выражающаяся в микроэлементных нормативах; i – число элементов в операции (переходов);

- определяют фактическую норму времени, чел. · ч (чел. · мин);

$$t_{\text{н}} = k_{\text{п}} t_{\text{о}}^{\text{м}}, \tag{5.16}$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент перехода от микроэлементной нормы к натуральной.

Преимущества метода МЭН – возможность нормирования без проведения объемных и дорогостоящих хронометражных наблюдений и компьютеризация процесса нормирования. Основная сложность – необходимость определения коэффициента перехода $k_{\text{п}}$ (формула (5.16)), который существенно зависит от вида и условий выполнения работ.

Метод МЭН позволяет также сравнивать по сумме микроэлементных нормативов различные варианты организации и технологии выполнения сложных работ (последовательность, участие нескольких исполнителей, применяемое оборудование) без проведения непосредственных наблюдений и реализации самих вариантов.

5.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ НОРМ

Потребность в запасных частях для ТО и ремонта проявляется в процессе эксплуатации и определяется

- надежностью изделия;
- уровнем технической эксплуатации;
- условиями эксплуатации.

Потребность в запасных частях

- диктует спрос на них;
- определяет размер запасов на предприятиях, объем и периодичность заказов;
- определяет финансовые затраты на приобретение и содержание запасных частей, которые, например, при ТР достигают 40%.

Потребность в запасных частях оформляется в виде норм расхода.

Виды норм:

- *финансовые* – средние удельные затраты на запасные части, расходуемые на эксплуатацию, в том числе по видам ТО и ремонта (ТО-1, ТО-2, ТР), руб./1000 км; *применяются* для парка автомобилей при планировании расходов; *определяются* обобщением опыта, данными по фактическим расходам, аналитическими расчетами;
- *номенклатурные* (*Н*) – устанавливают средний расход *конкретной детали в штуках на n автомобилей в год* (в России n = 100), содержатся в каталогах заводов-производителей, номенклатурных тетрадях, у дистрибьюторов; включают от 400 до 800 наименований деталей;
- *индивидуальные* – разрабатываются для конкретного АТП, фирмы, маршрута; учитывают специфику эксплуатации.

2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ

В основе расчета всех норм – данные по надежности и условиям эксплуатации автомобилей.

Аналитический (точный) – использование данных по ведущей функции потока отказов или замен $\Omega(t)$.

Из рис. 5.14 следует, что за t

$$H_1 = \frac{\Omega(t)}{t}100, \tag{5.17}$$

за $\Delta t = t_2 - t_1$

$$H_1 = \frac{\Omega(t_2) - \Omega(t_1)}{t_2 - t_1}100. \tag{5.18}$$

Пример. $\Omega(t = 10) = 15$ деталей: $t = 10$ лет, $H_1 = (15 \cdot 100)/10 = 150$, т.е. 150 деталей на 100 автомобилей в год.

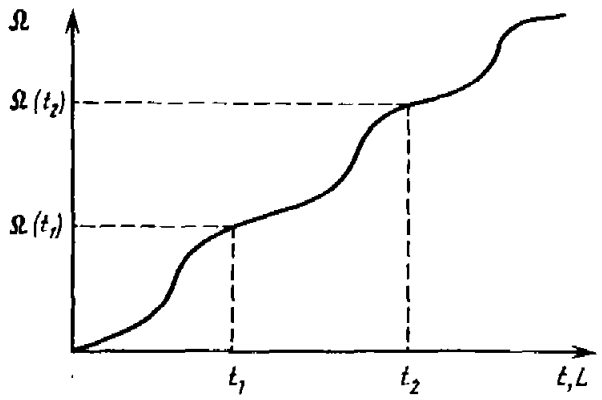


Рис. 5.14. Определение нормы по $\Omega(t)$

Приближенная оценка по ресурсу до 1-й замены детали:

$$H_{II} = \frac{L_г}{\eta L_1}100,$$

где $L_г$ – средний годовой пробег автомобиля; L_1 – ресурс до 1-й замены детали; η – коэффициент восстановления ресурса.

Метод применим, если $\eta L_1 < L_г$.

Пример.

$L_г = 40$ тыс. км; $L_1 = 50$ тыс. км; $\eta = 0{,}6$.

$\eta L_1 = 0{,}6 \cdot 50 = 30$ тыс. км. $30 < L_г = 40$ тыс. км

$$H_{II} \approx \frac{40}{0{,}6 \cdot 50}100 = 133 \text{ детали на 100 автомобилей в год.}$$

Если данные по качеству восстановления отсутствуют ($\eta = 1$), то $H_{II} \approx \frac{40}{50} \cdot 100 \approx 80$ деталей, т.е. нормы будут занижены на $\frac{(133-80)\cdot 100}{133} = 66\%$.

Определение по *среднему числу замен деталей за срок службы автомобиля* (агрегата) или другую назначенную наработку (рис. 5.15).

Среднее число замен данной детали за срок службы одного автомобиля

$$n_з = 1 + \frac{L_a - L_1}{\overline{L}} - 1 = \frac{L_a - L_1}{\overline{\eta} L_1},$$

где $L_a = L_г t_a$; $L_г$ – средний годовой пробег автомобиля, $\overline{L} = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n-1} \approx L_1 \overline{\eta}$.

Тогда

$$H_{III} = \frac{n_з \cdot 100}{t_a} = \frac{(L_a - L_1)100}{t_a \overline{\eta} L_1} = \frac{100}{\overline{\eta}}\left(\frac{L_г t_a - L_1}{t_a L_1}\right) = \frac{100}{\overline{\eta}}\left(\frac{L_г}{L_1} - \frac{1}{t_a}\right). \tag{5.20}$$

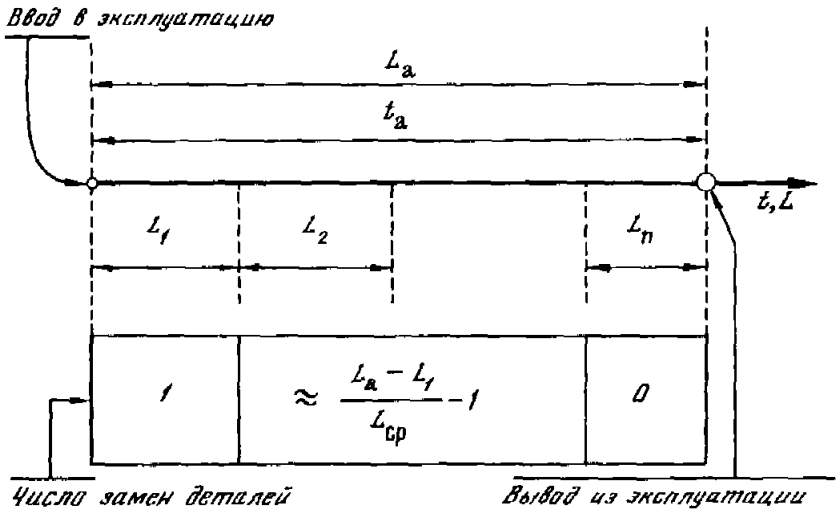


Рис. 5.15. Схема замены деталей
L_a – ресурс, t_a – срок службы автомобиля

При исходных данных предыдущего примера и t_a = 10 лет имеем $H_{III} = \frac{100}{0,6}\left(\frac{40}{50} - \frac{1}{10}\right) = 117$ деталей.

Таким образом, учет фактических данных по надежности и динамике замен позволяет в примере сократить норму на 14% (H_{II} = 133 детали).

Метод дополнительного *учета вариации ресурса деталей*. Для деталей с ресурсом, сопоставимым со среднегодовым пробегом автомобиля $L_г$, среднюю норму расхода целесообразно определять за полный срок службы, с учетом вариации ресурса детали по формуле

$$H_{IV} = \underbrace{\frac{100}{t_a}\left[\frac{L_г t_a - L_1}{\eta L_1}\right.}_{\text{III метод}} \underbrace{\left. + 0,5\left(\frac{\upsilon^2}{\eta} + 1\right)\right]}_{\text{Учет вариации}}. \qquad (5.21)$$

Пример: дополнительные данные $\upsilon = 0,2$.

$$H_{IV} = \frac{100}{10}\left[\frac{40 \cdot 10 - 50}{0,6 \cdot 50} + 0,5\left(\frac{0,04}{0,6} + 1\right)\right] = 122 \text{ детали (вместо } H_{III} = 117).$$

Если υ = 0,8, то $H^1_{IV} = 126$ деталей, т.е. нормы расхода увеличиваются на 8% (по сравнению с H_{III} = 117).

3. ФАКТОРЫ УВЕЛИЧЕНИЯ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

На расход запасных частей оказывают влияние следующие основные факторы:

- сокращение надежности (ресурса) до первой и последующих замен (качество изготовления, ТО и ремонта);
- ухудшение качества восстановления (сокращение η);
- увеличение вариации ресурса детали (υ, σ);
- увеличение интенсивности эксплуатации (суточного и годового пробега);
- увеличение общего срока службы автомобиля t_a (старение, сокращение η).

- Наиболее точную оценку дает первый метод – по $\Omega(x)$;
- при малых ресурсах деталей ($L_1 \ll L_г$) расхождение между методами незначительно;
- при оценке расхода только по ресурсу до первой замены погрешность наибольшая;
- учет вариации ресурса детали дает значительное уточнение норм при больших вариациях ($\upsilon > 0{,}3 \div 0{,}4$) и значительных ресурсах деталей $\eta L_1 > L_г$.

Таким образом, наличие объективной информации по надежности (Ω, L_1, η) и условиям эксплуатации автомобилей ($L_г$, $L_а$) позволяет повысить точность определения норм, обеспечить надежную работу автомобилей, сократить затраты на запасные части.

5.5. НОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ АГРЕГАТОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Так как автомобиль и большинство агрегатов являются изделиями, которые могут подвергаться восстановлению многократно, а само восстановление производится по потребности, то нормирование ресурсов является достаточно условным и носящим технико-экономический и расчетный характер. В практике работы автотранспортных предприятий, заводов-производителей и планирующих органов применяются следующие нормы:

- плановый или фактический ресурс до первого и последующих капитальных ремонтов автомобиля ($L_к^а$) и агрегата ($L_к^{аг}$);
- ресурс до списания (амортизационный ресурс) автомобиля и некоторых так называемых номерных (кузов, двигатель) агрегатов, который измеряется в километрах пробега ($L_а$) или годах ($t_а$).

Нормативы или фактические значения ресурсов используются для решения следующих задач:

- определение потребности парков в пополнении для компенсации выбытия списанных автомобилей и агрегатов или запланированного роста размера парка и средств для его обновления;
- оценка уровня работоспособности автомобилей и парка и их производительности с учетом выбытия автомобилей на капитальный ремонт;
- определение и планирование средств, необходимых для капитального ремонта автомобилей и агрегатов;
- определение запаса агрегатов, расхода запасных частей и затрат на создание и поддержание этих запасов;
- назначение заводами гарантийных ресурсов для новых и капитально отремонтированных изделий и др.

Следует рассматривать физический и технико-экономический ресурсы.

Физический ресурс агрегата – это достижение им предельного состояния, вызванного отказами базовых и основных деталей.

При этом в качестве норматива используется средняя наработка $\bar{x}$ и гамма-процентный ресурс x_γ.

При наличии на уровне предприятия достоверных данных по надежности и затратам на обслуживание и ремонт с использованием экономико-вероятностного и технико-экономического методов (см. § 5.2) может быть определена рациональная периодичность *предупредительной замены* (или ремонта) агрегата, механизма, системы и назначен внутрихозяйственный *норматив технико-экономического* ресурса.

Таблица 5.4

Оценка влияния срока службы грузовых автомобилей большой грузоподъемности на необходимый размер парка и его ресурсное обеспечение, %, при работе в городских условиях

Параметр	Срок службы автомобиля до списания, лет				
	3	5	7	9	11
Необходимый размер парка	93	100	109	117	124
Среднегодовая производительность автомобиля за срок службы	113	100	74	71	65
Годовая потребность в капитальном ремонте комплекта основных агрегатов, отнесенная к поставке новых автомобилей	29	100	137	175	202
Годовая потребность в капитальном ремонте комплекта основных агрегатов	44	100	108	115	117
Потребность в рабочей силе на ТО и ТР в АТП	91	100	111	117	131
Потребность в запасных частях	44	100	119	145	142
Затраты на запасные части к стоимости поставки новых автомобилей	16	27	37	54	60
Общие приведенные затраты на перевозки	110	100	105	109	120

Предупредительные замены ряда деталей и сборочных единиц рекомендуются в инструкциях по эксплуатации заводов–производителей автомобилей.

Ресурсы автомобилей до списания (капитального ремонта) оцениваются и нормируются на макро- и микроэкономическом уровне.

На макроэкономическом уровне такие расчеты и нормативы необходимы при составлении межотраслевого и внутриотраслевого балансов, определении норм амортизационных отчислений, размеров капиталовложений в производство и эксплуатацию автомобилей, оценке масштабов производств и цены нового автомобиля и др.

При этом рассматриваются все необходимые затраты и определяется их минимум, соответствующий оптимальному сроку службы данной модели автомобилей при выполнении заданного объема транспортной работы (табл. 5.4).

Из приведенных данных следует, что сокращение сроков службы грузовых автомобилей с 10–12 до 5–7 лет позволяет при том же объеме выполненной транспортной работы:

- на 20–25% сократить инвентарный размер парка;
- на 8–15% уменьшить потребность в капитальном ремонте основных агрегатов;
- на 25–30% сократить потребность в рабочей силе на ТО и ТР автомобилей в эксплуатации;
- на 23–40% уменьшить расход запасных частей;
- на 14–20% уменьшить приведенные затраты.

Оптимальный срок службы автомобилей и сами затраты существенно зависят от условий эксплуатации (рис. 5.16).

На микроэкономическом уровне (конкретное предприятие, группа предприятий) владелец изделия после t лет его эксплуатации должен сравнить несколько вариантов дальнейшего поведения.

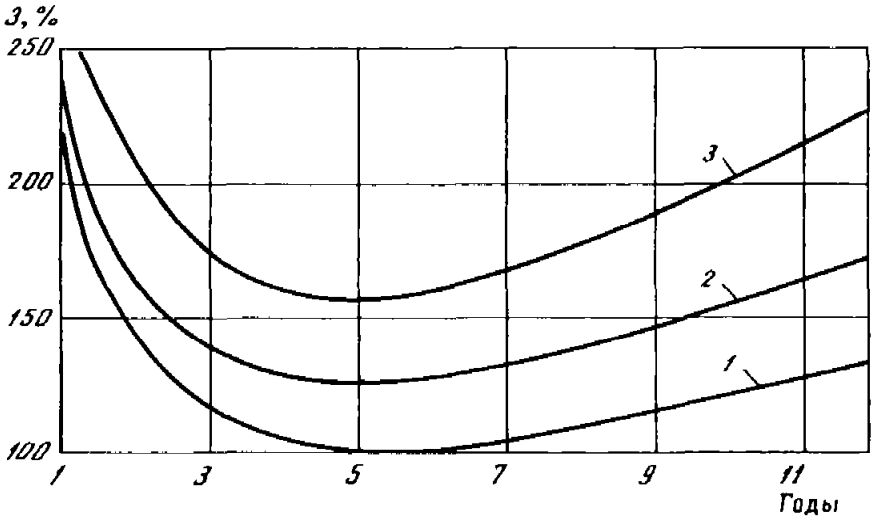


Рис. 5.16. Изменение приведенных затрат на грузовые перевозки

1 – междугородные перевозки, асфальтово-бетонное покрытие; *2* – городские перевозки, асфальт; *3* – грунтовые дороги

1. Продолжать эксплуатировать изделие, при этом нести дополнительные и увеличивающиеся издержки на обеспечение работоспособности, но экономить на затратах, связанных с приобретением нового изделия (см. табл. 5.4).

2. Продать изделие по текущей рыночной цене $Ц_t$ и приобрести аналогичное новое (или изделие, имеющее меньшую наработку с начала эксплуатации) по цене $Ц$. При этом владелец экономит на эксплуатационных издержках старого изделия, но должен изыскать инвестиции для приобретения нового изделия.

3. В момент t заменить исходное изделие на более совершенное, но имеющее цену $Ц_1 > Ц$.

В рыночных условиях при определении момента замены оборудования применяется ряд методов.

Метод *сравнения годовых затрат* (годовой экономии) основан на сопоставлении издержек при существующем и предполагаемом к замене оборудовании. При этом годовые затраты складываются из возмещения начальных капиталовложений, возмещения определенного процента на вложенный капитал и текущих эксплуатационных расходов. Если замена связана с продажей старого автомобиля, то процент, который мог бы быть получен с суммы, вырученной при продаже, если бы она была использована по иному назначению, также включается в сумму годовых затрат.

Ежегодные затраты по возмещению капиталовложений исчисляются по следующей формуле:

$$З_г^к(t) = \frac{Ц - Ц_t}{t} + i\frac{(Ц - Ц_t)}{2}\left(\frac{t+1}{t}\right) + iЦ_t, \qquad (5.22)$$

где t – срок службы изделия в годах; i – годовая процентная ставка на капитал.

Минимальное значение $З_г^к(t)$ соответствует рациональному сроку службы изделия t_0 или рациональному варианту поведения владельца.

Метод *исходной суммы капиталовложений* состоит в приведении поступлений и затрат при каждом варианте замены оборудования к исходной сумме капиталовложений, определенной в настоящий момент. Лучшим считается вариант с наиболее низкой приведенной исходной суммой капиталовложений.

Метод *индекса доходности* (дисконта затрат) основывается на определении процентной ставки, по которой должен быть инвестирован капитал, необходимый для закупки нового автомобиля, чтобы обеспечить эффективность, равную доходу от приобретенного оборудования. Например, индекс доходности, равный 12%, при сроке службы оборудования в 7 лет и первоначальной стоимости *Ц* означает, что замена автомобиля может принести владельцу столько же чистого дохода, сколько принесет капитал, равный *Ц*, отданный в рост на 7 лет из расчета 12% сложных. Если владелец не может инвестировать капитал на таких условиях, то замена автомобиля целесообразна.

При наличии помашинного учета в зависимости от его глубины и содержания возможно уточнение расчетного срока службы конкретного автомобиля на основе

- сопоставления накопленных с начала эксплуатации расходов на восстановление работоспособности с ценой нового автомобиля;
- фиксации момента резкого роста статей себестоимости перевозки конкретного автомобиля, по сравнению с нормативным уровнем или средним значением для группы аналогичных автомобилей;
- определения момента обнуления прибыли от транспортной работы конкретного автомобиля в сопоставимых условиях эксплуатации.

5.6. ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ НОРМИРОВАНИИ И ОБОСНОВАНИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Сложные производственные ситуации, особенно для больших систем, как правило, трудно описать аналитически. Поэтому и последствия принимаемых решений остаются труднопредсказуемыми. Проведение натурных экспериментов требует больших затрат времени, материальных средств, небезопасно для самого изделия и тем более действующего производства, которое в рыночных условиях взаимодействует с клиентурой – потребителями продукции или услуг. Кроме того, для реального производства трудно обеспечить сопоставимость при проведении натурного эксперимента, так как абсолютно сопоставимые аналоги (другие АТП, СТО и т.д.) отсутствуют. Последовательное сравнение нескольких решений на одном производстве также затруднено из-за неминуемого изменения во времени других факторов, влияющих на показатели эффективности, например спрос на услуги, цены, условия эксплуатации.

В этих условиях при принятии решений можно применять методы исследования и оценки систем на моделях.

Модель – это упрощенная форма представления реальных процессов и взаимосвязей в системе, позволяющая изучить, оценить и прогнозировать влияние составляющих элементов (факторов, подсистем) на поведение системы в целом, т.е. на изменение целевых показателей. Модели могут быть физическими, математическими, логическими, имитационными и др.

При решении технических, технологических и организационных задач, когда действует много факторов, в том числе и случайных, а информация неполная, получил распространение *метод имитационного моделирования*.

Имитационное моделирование – это процесс конструирования модели реальной системы и постановка экспериментов на этой модели с целью выяснения поведения системы, а также оценки различных стратегий, обеспечивающих ее функционирование без физических экспериментов на реальном объекте.

Процесс имитационного моделирования включает следующие основные этапы.

1. Описание системы, т.е. установление внутренних взаимосвязей, границ, ограничений и показателей эффективности системы, подлежащей изучению.

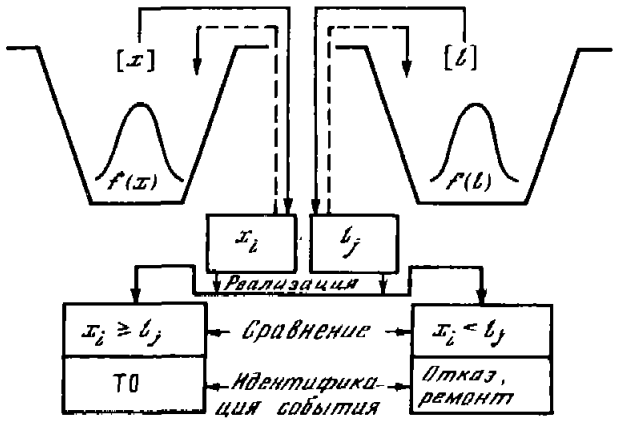


Рис. 5.17. Схема процесса имитационного моделирования

2. Конструирование модели – переход от реальной системы к определенной логической схеме, отображающей процессы, происходящие в системе.

3. Подготовка и отбор данных, необходимых для построения модели.

4. Трансляция модели, включающая описание модели на языке, используемом ЭВМ.

5. Оценка адекватности, позволяющая судить о корректности выводов, полученных на модели, для реальной системы.

6. Планирование экспериментов: объемов, последовательности.

7. Экспериментирование, заключающееся в имитации процессов реальной системы на модели и получении необходимых данных.

8. Интерпретация – получение выводов по результатам моделирования.

9. Реализация – практическое использование модели и результатов моделирования при принятии решения для реальной системы.

Рассмотрим процесс имитационного моделирования (рис. 5.17) при определении периодичности ТО по безотказности (см. § 5.2) при условии, что случайной является не только наработка на отказ x_i, но и фактическая периодичность ТО l_j, которая также имеет некоторую вариацию относительно плановой.

В данном случае моделируется процесс предупреждения отказа элемента автомобиля при условии, что он подвергается профилактическим воздействиям с нормативной периодичностью $\bar{l}_1$, которая фактически имеет некоторую вариацию, характеризуемую законом распределения $f(l)$, $\bar{l}$ и σ_1.

Модель процесса в данном примере – это формула риска, т.е. вероятность, что в условиях вариации наработки на отказ x_i и фактической периодичности ТО l_j риск отказа будет не больше допустимого (заданного): $P(x_i < l_j) \leq F_д$.

Конструирование модели в примере – это создание двух массивов исходных данных $[x]$ и $[l]$. Массивы данных могут формироваться на основе информации по соответствующим законам распределения случайных величин или включать фактические данные наблюдений, т.е. наборы $x_1, x_2, \ldots, x_i$ и $l_1, l_2, \ldots, l_j$.

Реализация – это извлечение из массивов данных в случайном порядке и сравнение двух случайных величин: x_i и l_j.

Идентификация события происходит при каждой реализации и сравнении пары случайных величин: при $x_i < l_j$ фиксируется отказ, а при $l_j \leq x_i$ – предупреждение отказа путем выполнения профилактической операции.

При многократном повторении определяется число отказов $n_о$ и профилактики $n_п$, и оцениваются с определенной точностью вероятности соответствующих событий: отказа (риска) $F \approx n_о/(n_о + n_п)$ и безотказной работы при выбранной периодичности l_1 $R = n_п/(n_о + n_п)$.

Если фактический риск $F_ф$ оказался больше допустимого $F_д$, то необходимо выбрать новую периодичность $l_2 < l_1$ и повторить процесс имитационного моделирования до выполнения условий $F_ф \leq F_д$.

На рис. 5.18 приведена последовательность определения периодичности ТО по безотказности $l^б$ и экономико-вероятностным методом $l^э$, при котором дополнительно учитываются еще две случайные величины – разовые затраты на выполне-

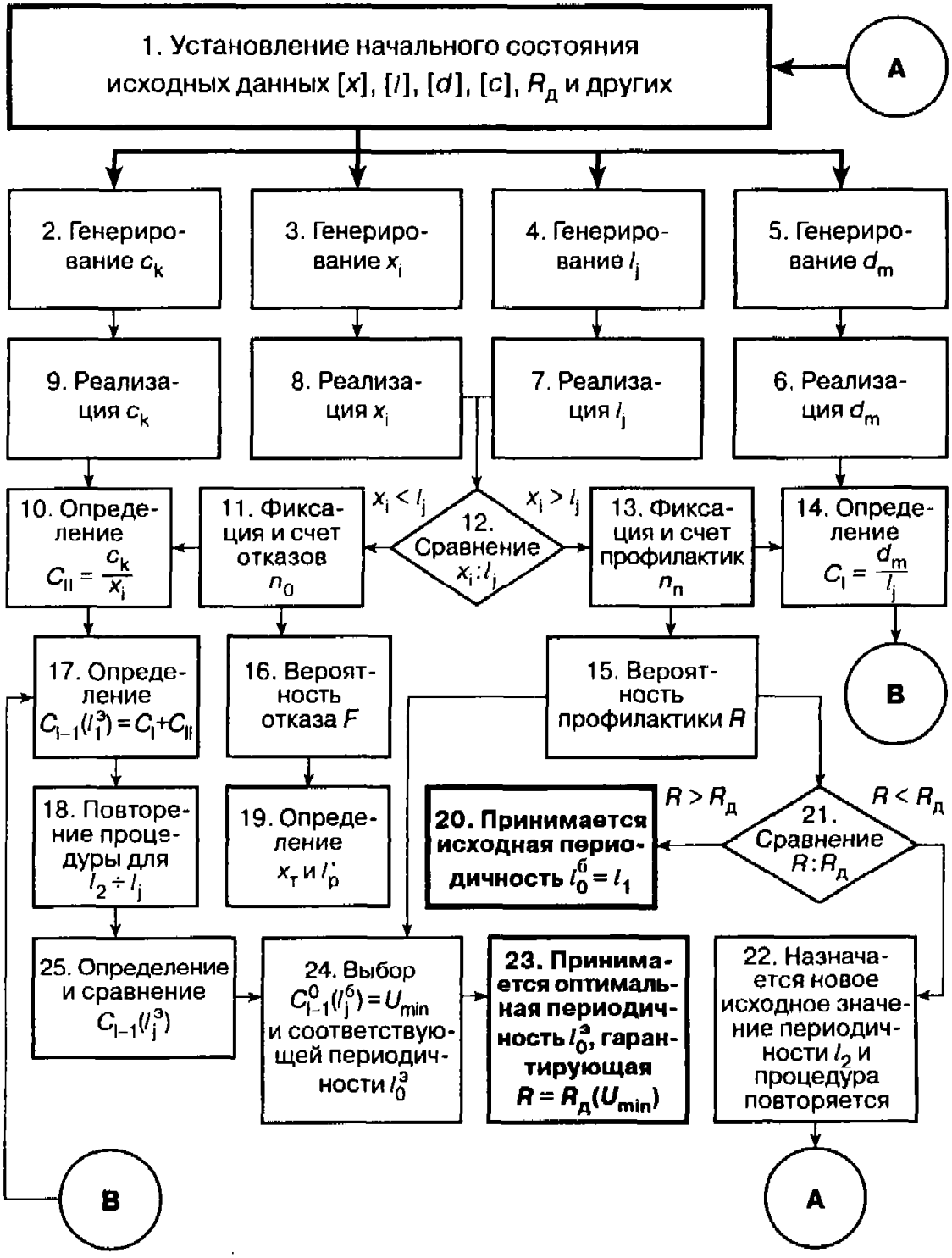


Рис. 5.18. Последовательность определения периодичности ТО методом имитационного моделирования

По безотказности: 1, 3, 4, 7, 8, 12, 11, 13, 15, 16, 19, 21, [20]; экономико-вероятностным методом: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 11, 13, 15, 16, 19, 10, 14, 17, 18, 25, 24, [23]

ние ТО d_m и ремонт $c_к$ (см. формулу (5.7) и рис. 5.8). При моделировании представляется возможным оценить также предлагаемую наработку на отказ $x_т$, который может возникнуть с вероятностью $F = 1 - R_д$ равной произведению числа реализаций и принятой периодичности ТО $l_o^б$ или $l_o^э$, деленному на зафиксированное число отказов n_o.

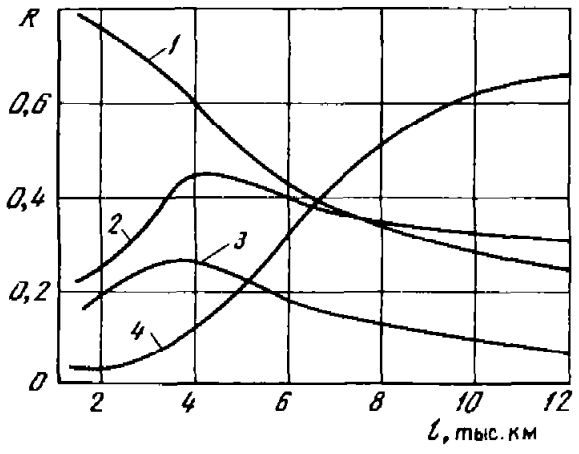


Рис. 5.19. Влияние периодичности ТО на состояние тормозной системы автобуса большого класса

Моделирование может проводиться вручную или с использованием ПЭВМ.

На рис. 5.19 показаны результаты имитационного моделирования, оценивающие влияние периодичности ТО на надежность тормозной системы городского автобуса. С увеличением периодичности ТО сокращается вероятность R выполнения контрольно-диагностической части операции (*1*), а вероятность отказа в межконтрольные периоды возрастает (*4*). Вероятность выполнения исполнительской части операции (*3*) сначала растет с увеличением периодичности ТО до оптимального значения в рассматриваемых условиях (3,5–4 тыс. км), а затем начинает сокращаться. Аналогичным образом изменяется и коэффициент повторяемости исполнительской части операции (2). Таким образом, при оптимальной периодичности ТО соотношение между контрольной и исполнительской частями операции будет также оптимальным.

По аналогичной схеме могут изучаться и оцениваться организационно-технологические ситуации, например работа системы массового обслуживания. В простейшем случае сравниваются интервалы и моменты поступления требований и продолжительность их выполнения. При усложнении модели может рассматриваться целесообразность реализации определенной дисциплины очереди: пропускать в первую очередь требования на ремонт автомобилей, дающих наибольший доход, или требования с малой продолжительностью обслуживания. В многоканальных системах возможно перераспределение требований или исполнителей по постам, оказание взаимопомощи и т.д. С помощью комбинации ряда подобных моделей конструируют имитационные модели зоны, участка, цеха и предприятия.

Имитационные модели используются при проведении деловых игр. *Деловые (хозяйственные) игры* – это метод имитации принятия управленческих решений в различных производственных ситуациях. При этом создается та или иная управленческая или производственная ситуация, для которой необходимо найти рациональный выход, т.е. принять решение. Критерием является степень приближения решения к оптимальному (которое известно организаторам деловых игр) и время, затраченное на принятие решения. Деловые иры проводятся по определенным правилам, регламентирующим поведение участников, их взаимодействие, критерии эффективности. Деловые игры используются при обучении и оценке персонала и исследовании сложных производственных систем.

При обучении персонала они используются для иллюстрации, разъяснения определенных закономерностей и понятий и закрепления знаний; для программного и целевого обучения определенных специалистов, например диагноста, оператора ЦУП и др.; для тренировки специалистов непосредственно на производстве. При обучении персонала деловые игры, как правило, разворачиваются в реальном масштабе времени. При исследовании производственных ситуаций применяется сжатый масштаб времени.

Деловые игры позволяют осуществлять предварительный отбор кадров, так как при этом можно оценить способности, профессиональные навыки и знания кандидатов на определенные рабочие места и должности специалистов, управленцев и операторов.

Глава 6

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

6.1. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассматривая закономерности потоков восстановления (см. гл. 4), мы как бы предполагали, что поддержание и восстановление работоспособности происходит мгновенно, без задержки и ожидания, т.е. потребность в ТО, устранение возникших отказов и неисправностей было эквивалентно выполнению соответствующих требований.

Требования – зафиксированный комплекс воздействий, которые необходимо выполнить для поддержания (ТО) или восстановления (ремонт) работоспособности, а также подготовки автомобиля к работе. На автомобильном транспорте существуют требования,

- связанные с техническим состоянием (ТО, ремонт); в реальных условиях требование может включать комбинацию нескольких отказов или неисправностей;
- не связанные с техническим состоянием (заправка топливом, мойка, уборка, парковка и др.).

Средства обслуживания – технические сооружения, устройства, оборудование, образующие систему обслуживания и предназначенные для выполнения требований:

- цехи и участки предприятия;
- посты ТО и ремонта;
- посты заправки (АЗС) и мойки;
- технологическое оборудование;
- зоны стоянки, паркинги, мотели и др.

Поток требований – совокупность требований, поступающих в систему обслуживания за определенное время: год, месяц, неделю, смену, час, минуту.

Параметр потока требований $\omega(t)$ – число требований в единицу времени: требований/ч (мин).

Поток требований служит основой для планирования производственной программы предприятия (цеха, участка, поста) и определяется:

- расчетно-аналитическим методом (см. гл. 4) с использованием нормативов ТО и ремонта, данных по надежности;
- на основании анализа фактических данных по потокам требований;
- методом моделирования.

Особенности потока требований:

- неравномерность поступления во времени;
- неравномерность (случайность) продолжительности (трудоемкости) выполнения.

Системы, в которых случайными являются моменты поступления требований на обслуживание и продолжительность самих обслуживаний, называются системами массового обслуживания (СМО).

Примерами СМО в области технической эксплуатации автомобильного транспорта являются: посты, линии ТО, участки ремонтных мастерских и предприятий автомобильного транспорта, склады запасных частей, стоянки, АЗС и др. Оче-

видно, для качественного и своевременного выполнения требований необходимы:

1) персонал ИТС, включающий ремонтных и вспомогательных рабочих, техников, служащих и инженеров;

2) средства труда, которые, вовлекаясь в производственный процесс, превращаются в основные производственные фонды, имеющие активную и пассивную части (применительно к ТЭА пассивная часть основных фондов – это здания, сооружения, коммуникации, создающие необходимые условия для выполнения ТО, ремонта и других воздействий, а активная – средства механизации и автоматизации (роботизации));

3) материалы, запасные части и энергия, необходимые для выполнения требований.

Имеющиеся помещения, оборудование, персонал, материалы и запасные части могут количественно и качественно соответствовать или не соответствовать потоку требований на поддержание и восстановление работоспособности автомобилей и подготовку их к работе. В последнем случае пропускная способность средств обслуживания оказывается недостаточной, образуются очереди в ожидании выполнения требований и производительность самих автомобилей из-за потерь рабочего времени снижается. Для рациональной организации производства необходимо согласование работы персонала, средств обслуживания и потоков требований на обслуживание, основанное на понимании процессов в СМО и умении управлять ими, опираясь на закономерности ТЭА седьмого вида.

6.2. КЛАССИФИКАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Для описания сложных технических систем, в частности СМО, наиболее распространенным является аппарат марковских случайных процессов (названный в честь знаменитого русского математика А.А. Маркова). Их особенность заключается в том, что вероятность любого состояния системы (например, автомобиля, группы автомобилей) в будущем зависит только от ее состояния в настоящее время и не зависит от того, когда и какими путями система пришла в это состояние. Действительно, работоспособность автомобиля в будущем зависит только от его фактического технического состояния, к которому автомобиль может прийти поразному.

Марковские процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова) характеризуют функционирование систем, у которых переход из одного состояния в другое происходит в случайные моменты времени, а сами состояния дискретны, например изделие работоспособно или отказало.

Если возможные состояния системы $S_1, S_2, \ldots, S_n$ определены, то это марковский случайный процесс с дискретным состоянием, который выражается в том, что система скачком переходит из одного состояния в другое $S_k \rightarrow S_{k+1}$. Если переходы осуществляются в заранее зафиксированные моменты времени (например, при ТО) $t_1, t_2, \ldots, t_k$, то это марковский случайный процесс с дискретным временем, а последовательность случайных переходов называется марковской цепью. Марковские процессы хорошо иллюстрируются графом состояния системы, на котором прямоугольниками отмечены сами состояния, а стрелками – направления переходов. Если на графе у стрелок указаны вероятности или плотности вероятности перехода, то он называется размеченным графом состояний (рис. 6.1).

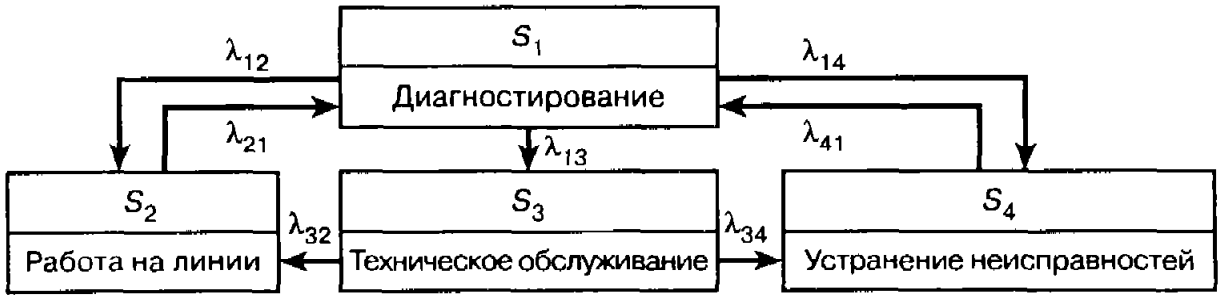


Рис. 6.1. Размеченный граф состояний для марковского процесса с непрерывным временем

Для марковского процесса с дискретным состоянием и непрерывным временем рассматриваются плотности вероятностей λ переходов системы за время Δt из состояния S_i в состояние S_j:

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t}, \tag{6.1}$$

где P_{ij} – вероятность того, что за Δt система перейдет из состояния S_i в состояние S_j.

При малом Δt $P_{ij}(\Delta t) \approx \lambda_{ij}\Delta t$. Если все λ_{ij} не зависят от t, то процесс называется однородным, а в противоположном случае – неоднородным.

Имея данные по плотностям вероятностей переходов λ_{ij}, можно рассчитать вероятности всех состояний системы в разные моменты времени, т.е. определить вероятность первого состояния $P_1(t)$, второго $P_2(t)$ и т.д.

Эти вероятности определяются из системы дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова, составляемых по следующим правилам:

1) в левой части уравнения помещается производная вероятности соответствующего состояния, например dP_1/dt;

2) правая часть содержит столько членов, сколько переходов (стрелок в размеченном графе) связано с данным состоянием;

3) каждый член правой части уравнения равен произведению плотности вероятности перехода на вероятность того состояния, из которого переход осуществляется;

4) знак "+" ставится перед членами правой части уравнения при переходе в данное состояние, а знак "–" – при выходе из данного состояния.

Например, для размеченного графа состояний, изображенного на рис. 6.1, записывается система уравнений:

$$\begin{aligned}
\frac{dP_1}{dt} &= -(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{41}P_4;\\
\frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{12}P_1 + \lambda_{32}P_3 - \lambda_{21}P_2;\\
\frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{13}P_1 - (\lambda_{32} + \lambda_{34})P_3;\\
\frac{dP_4}{dt} &= \lambda_{14}P_1 + \lambda_{34}P_3 - \lambda_{41}P_4.
\end{aligned} \tag{6.2}$$

В уравнении для краткости опущены индексы t, т.е. вместо $P_1(t)$ записано P_1 и т.д.

Так называемые предельные состояния (при $t \to \infty$), когда P_i = const, определяются из приведенной системы уравнений, у которых левые части приравниваются нулю, и условия, что $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1$. Эти финальные вероятности

характеризуют среднее время пребывания системы в соответствующих состояниях S_1, S_2, S_3 и S_4, а в общем виде: $S_1, S_2, \ldots, S_n$.

Одним из распространенных случаев марковского процесса с дискретным состоянием и непрерывным временем являются простейшие процессы, или потоки, обладающие свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия.

Стационарным является поток, при котором вероятность возникновения событий (например, отказов) в течение определенного промежутка времени (или пробега) зависит только от длины этого промежутка и не зависит от начала отсчета времени. Для стационарного потока за наработку X количество событий (отказов, требований)

$$\Omega_0(x) = \frac{X}{\eta \bar{x}_1}. \tag{6.3}$$

Ординарность означает, что вероятность возникновения на элементарном отрезке времени двух или более событий пренебрежима по сравнению с длиной самого участка. Применительно к описанию надежности ординарность означает, что одновременное возникновение двух разных отказов у автомобиля практически мало вероятно.

Отсутствие последствия – это независимость характера потока от числа ранее поступивших отказов и моментов их возникновения. На практике суммирование не менее шести–восьми элементарных потоков приводит к образованию простейшего или близкого к нему потока.

Для простейшего потока отказов вероятность возникновения определенного числа отказов в течение времени определяется законом Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t}, \tag{6.4}$$

где k = 0, 1, 2,... – число отказов, возникающих за время t; ω – параметр потока отказов.

В реальных условиях производства значение t обычно принимают равным 1, например 1 ч, 1 смена, 1 неделя, т.е. $t = 1$, а $\omega t = \Omega_0 = a$ – среднее число отказов, возникающих за время t. В этом случае

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}. \tag{6.5}$$

Используя последнюю формулу, можно установить вероятность появления определенного числа требований P_k при известном значении a.

Например, при a = 3 вероятность отсутствия требований $P_{k=0} = \frac{3^0}{0!} e^{-3} =$ 0,05, или 5%; вероятность появления одного требования – 0,15; двух – 0,22; трех – тоже 0,22; четырех – 0,16 и т.д. (рис. 6.2). Таким образом, загрузка постов и оборудования носит вероятностный характер: в примере у 22% всех смен будет фактическое число требований, совпадающее со средним, у 42% (5 + 15 + 22) загрузка будет меньше, а в 36% (100–22–42) случаев – больше средней.

Следовательно, расчет производственных помещений, оборудования, штата рабочих, т.е. пропускной способности предприятия (участка, поста), исходя из средней потребности может привести или к неполной загрузке зон и участков, или к необходимости ожидания момента обслуживания, т.е. к образованию очереди требований. Иными словами, необходима оптимизация систем обслуживания, под которой понимается соответствие функционирования этих систем определенным критериям эффективности. При этом возможны два подхода, которые условно можно назвать внутренними (для предприятия) и внешними (для клиентуры).

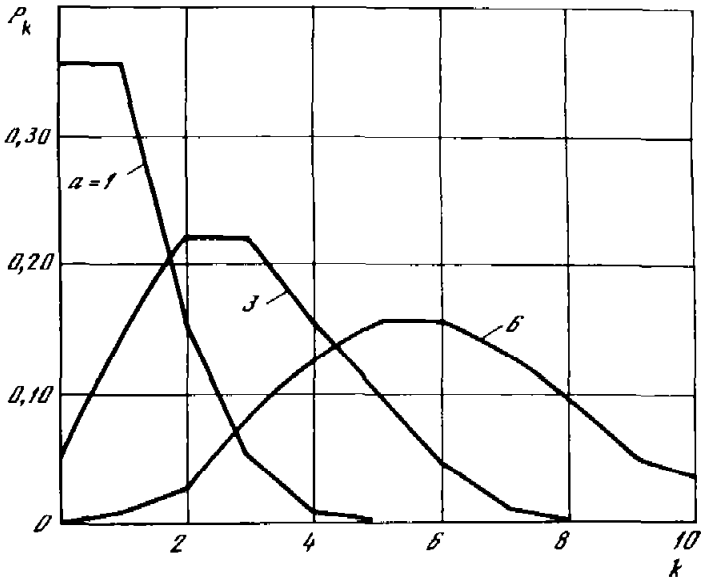


Рис. 6.2. Вероятность возникновения требований по закону Пуассона в зависимости от их среднего числа *a*

При первом подходе, свойственном функционированию ИТС в рамках системы более высокого уровня (например, комплексное АТП), сопоставляются за определенный промежуток времени затраты, связанные с простоем автомобиля в ожидании ремонта или обслуживания C_a и простоем оборудования и ремонтного персонала в ожидании автомобилей $C_{o.p}$.

По мере роста показателей, влияющих на пропускную способность средств обслуживания Z (число постов, исполнителей, оснащение технологическим оборудованием и инструментом), затраты, связанные с простоем автомобилей в ожидании обслуживания, сокращаются (кривая *1* на рис. 6.3), а затраты, вызванные простоем средств обслуживания и персонала в ожидании загрузки, возрастают (кривая *2* на рис. 6.3).

Минимальное значение суммы этих затрат (кривая *3* на рис. 6.3), являющейся целевой функцией, и будет соответствовать оптимальной структуре обслуживания (например, число постов, исполнителей), при которой минимизируются потери предприятия, связанные с простоем средств обслуживания, ожиданием объектов обслуживания.

При втором подходе, характерном для обслуживания внешней по отношению к предприятию клиентуры, целевая функция направлена на максимизацию прибыли $П_Z$, получаемой от функционирования системы обслуживания, при разных показателях Z. В этом случае наблюдается несколько зон функционирования системы обслуживания (рис. 6.4).

Характерным признаком рассматриваемого закона Пуассона является равенство дисперсии среднему значению, поэтому коэффициент вариации пото-

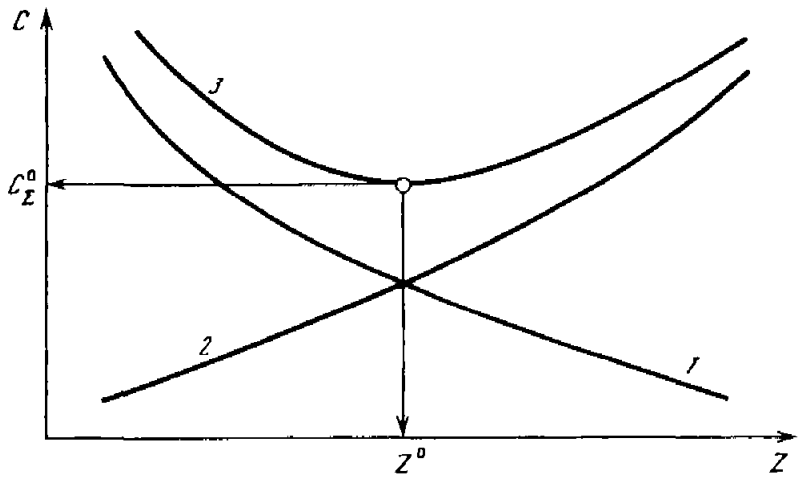


Рис. 6.3. Определение показателей пропускной способности систем обслуживания технико-экономическим методом

Затраты: *1* – от простоев автомобилей; *2* – системы обслуживания в ожидании требований на обслуживание; *3* – суммарные

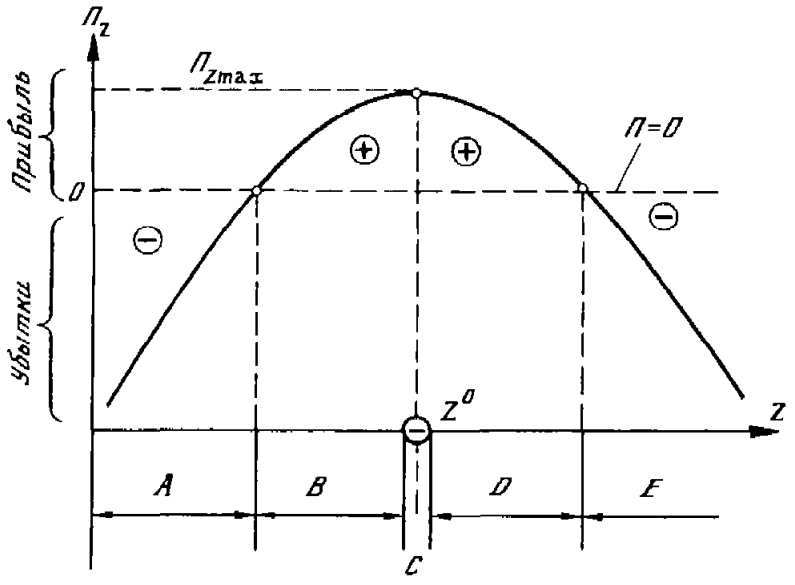


Рис. 6.4. Зависимость прибыли от показателей Z системы обслуживания предприятия

A, *E* – зоны убытков предприятия: *A* – в результате недостаточной пропускной способности средств обслуживания (очередь, потеря клиентуры); *E* – в результате недогрузки и простоев средств обслуживания; *B*, *D* – зоны устойчивой, но разной, *C* – максимальной при оптимальных показателях прибыли

ка требований $\upsilon = a^{-0,5}$. Это означает, что с увеличением программы вариация ее фактического значения сокращается. Например, при средней программе

$$a = 1, \quad \upsilon = 1; \quad a = 3, \quad \upsilon = 0{,}58; \quad a = 5, \quad \upsilon = 0{,}45; \quad a = 25, \quad \upsilon = 0{,}2,$$

т.е. распределение становится более симметричным с увеличением программы (см. рис. 6.2 при $a = 6$), что благоприятно сказывается на организации технологического процесса ТО и ремонта. Поэтому укрупнение предприятий, централизация и кооперирование ТО и ремонта, приводящие к увеличению программы работы, – это направления совершенствования технической эксплуатации автомобилей.

Еще одним важным свойством простейшего потока является то, что изменение промежутка времени между двумя соседними событиями (требованиями) подчиняется экспоненциальному закону распределения, для которого $\bar{x} = 1/\omega$; $\bar{x} = \sigma$; $\upsilon = 1$.

Если поток обладает только двумя свойствами (ординарностью и отсутствием последствия), то он называется нестационарным пуассоновским, и тогда в течение смены число событий за интервал $(t, t + \tau)$ определяется следующим образом:

$$a = \int_{t}^{t+\tau} \omega(t)\mathrm{d}t. \qquad (6.6)$$

Стабилизация параметра потока отказов или ее приведение на отдельных участках к стабильному значению (см. рис. 4.6) позволяет рассматривать потоки как простейшие, или пуассоновские, и применять для характеристики потока уравнение Пуассона.

Если в марковских процессах с непрерывным временем все дискретные состояния располагаются в последовательную цепь с переходами, показанными на рис. 6.5, то это так называемый процесс гибели и размножения. Очевидно, для первого состояния имеется равновесие $\lambda_{12}P_1 = \lambda_{21}P_2$, для второго состояния $\lambda_{23}P_2 + \lambda_{21}P_2 = \lambda_{12}P_1 + \lambda_{32}P_3$, но, учитывая равенство для первого состояния, имеем $\lambda_{23}P_2 = \lambda_{32}P_3$, т.е. для данного процесса имеет место соотношение $\lambda_{k-1,k}P_{k-1} = \lambda_{k,k-1}P_k$, где k принимает значение от 2 до n.

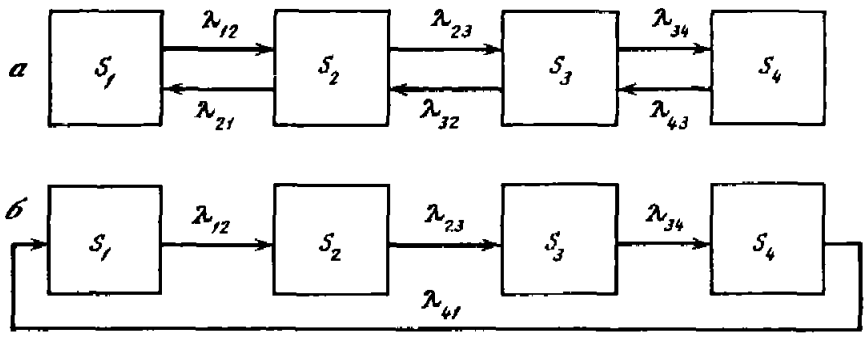


Рис. 6.5. Схемы марковских процессов
а – "гибели и размножения"; *б* – циклического

Используя это соотношение, а также условие $P_1 + P_2 + \ldots + P_n = 1$, определяем предельные вероятности

$$P_1 = 1 : \left(1 + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{32}\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{34}\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{43}\lambda_{32}\lambda_{21}} + \ldots + \frac{\lambda_{n-1,n}\ldots\lambda_{12}}{\lambda_{n,n-1}\ldots\lambda_{21}}\right); \qquad (6.7)$$

$$P_2 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} P_1; \quad P_3 = \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{32}\lambda_{21}} P_1; \quad \ldots \quad P_k = \frac{\lambda_{k-1,k}\ldots\lambda_{12}}{\lambda_{k,k-1}\ldots\lambda_{21}} P_1.$$

Например, на крупном АТП имеется компрессорная станция, состоящая из трех одинаковых компрессоров, средняя наработка на отказ каждого из которых составляет $\bar{x}$. Поток отказов простейший. Среднее время ремонта равно $\bar{t}_р$. Определить среднюю производительность станции при условии, что производительность трех компрессоров $W_1 = 100\%$: двух – $W_2 = 70\%$ и одного – $W_3 = 35\%$.

Поток отказов одного компрессора по условию является простейшим с экспоненциальным распределением наработки между отказами и параметром $\lambda = 1/\bar{x}$.

Если работают все три компрессора (состояние S_1), то потоки отказов суммируются и возрастают в три раза, т.е. $\lambda_{12} = 3/\bar{x}$ (см. рис. 6.5, *а*). При работе двух компрессоров (состояние S_2) $\lambda_{23} = 2/\bar{x}$, одного (состояние S_3) – $\lambda_{34} = 1/\bar{x}$. При состоянии S_4 все три компрессора ремонтируются.

В рассматриваемой модели необходимо учитывать не только интенсивность отказов, но и интенсивность восстановления μ, которая при экспоненциальном законе распределения продолжительности восстановления равна величине, обратной средней продолжительности ремонта $1/\bar{t}_р$, т.е. при работе одного компрессора $\mu_1 = \lambda_{12} = 1/\bar{t}_р$, двух – $\mu_2 = \lambda_{32} = 2/\bar{t}_р$, трех – $\mu_3 = \lambda_{43} = 3/\bar{t}_р$. С учетом (6.7) и для $\bar{x} = 50$ ч и $\bar{t}_р = 4$ ч имеем

$$P_1 = \frac{1}{1 + 3\bar{t}_р/\bar{x} + 3(\bar{t}_р/\bar{x})^2 + (\bar{t}_р/\bar{x})^3} = 0{,}793;$$

$$P_2 = 3(\bar{t}_р/\bar{x})P_1 = 3 \cdot 0{,}08 \cdot 0{,}793 = 0{,}1914;$$

$$P_3 = 3(\bar{t}_р/\bar{x})^2 P_1 = 0{,}0152; \quad P_4 = 3(\bar{t}_р/\bar{x})^3 P_1 = 0{,}0004.$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1{,}0.$$

Средняя производительность компрессорной станции в установившемся режиме

$$\overline{W} = P_1 W_1 + P_2 W_2 + P_3 W_3 + P_4 W_4 \approx 0{,}79 W_1 + 0{,}19 \cdot 0{,}7 W_1 + 0{,}015 \cdot 0{,}35 W_1 \approx 0{,}93 W_1.$$

Если средняя наработка на отказ будет ниже, например 32 ч, то вероятности соответственно составят: $P_1 = 0{,}702$; $P_2 = 0{,}265$; $P_3 = 0{,}032$; $P_4 = 0{,}001$, а средняя производительность компрессорной станции сократится до $0{,}89 W_1$, или на 4,5%.

Если в марковском процессе с непрерывным временем дискретные состояния связаны между собой в одно кольцо и имеют односторонние переходы, то такой процесс называется циклическим. Например, автомобиль последовательно (рис. 6.5, *б*) может быть исправным и работать (S_1), ожидать ремонта (S_2), ремонтироваться (S_3), ожидать работы после ремонта (S_4) и снова работать (S_1). Плотности вероятности переходов будут соответственно λ_{12}, λ_{23}, λ_{34}, λ_{41}. Для предельных вероятностей, т.е. $dP/dt = 0$, и при переходе из первого во второе состояние имеем $\lambda_{12}P_1 = \lambda_{23}P_2$, далее $\lambda_{23}P_2 = \lambda_{34}P_3 \ldots \lambda_{k-1,k}P_{k-1} = \lambda_{k,k+1}P_k$. При переходе в последнее состояние $\lambda_{n-1,n}P_{n-1} = \lambda_{n,1}P_n$, при переходе из последнего в первое $\lambda_{n,1}P_n = \lambda_{12}P_1$. Решая эту систему уравнений, получим

$$P_1 = 1 : \left\{1 + \lambda_{12}\left(\frac{1}{\lambda_{23}} + \frac{1}{\lambda_{34}} + \ldots + \frac{1}{\lambda_{n,1}}\right)\right\};$$

$$P_2 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{23}}P_1; \quad P_3 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{34}}P_1; \quad \ldots \quad P_k = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{k,k+1}}P_1; \quad \ldots \quad P_n = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{n,1}}P_1. \tag{6.8}$$

Так как рассматриваемый процесс – пуассоновский, среднее время пребывания системы в состоянии S_i: $\bar{t}_i = 1/\lambda_{i,i+1}$, откуда

$$\lambda_{i,i+1} = 1/\bar{t}_i; \quad \lambda_{n,1} = 1/\bar{t}_n. \tag{6.9}$$

С учетом (6.8) и (6.9)

$$P_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\bar{t}_1}(\bar{t}_2 + \bar{t}_3 + \ldots + \bar{t}_n)} = \frac{\bar{t}_1}{\bar{t}_2 + \bar{t}_3 + \ldots + \bar{t}_k}$$

или в общем виде

$$P_k = \bar{t}_k \Big/ \sum_{i=1}^{n} \bar{t}_i. \tag{6.10}$$

Определим предельные вероятности для случая, рассмотренного на рис. 6.5, *б*, при условии, что

$$\bar{t}_1 = T_н; \quad \bar{t}_2 = 0{,}3T_н; \quad \bar{t}_3 = 0{,}19T_н; \quad \bar{t}_4 = 0{,}8T_н,$$

где $T_н$ – среднее время нахождения автомобиля в наряде.

$P_1 = 1/2{,}29 = 0{,}44$; $P_2 = 0{,}13$; $P_3 = 0{,}08$; $P_2 = 0{,}35$. $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1$.

Преимуществом теоретических моделей (типа (6.3)–(6.10) и др.) в отличие от экспериментального подхода, который фиксирует простейшие события и показатели, соответствующие определенному моменту времени и состоянию системы, является возможность предвидеть поведение и состояние системы при изменении действующих на нее факторов.

6.3. СТРУКТУРА И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Система массового обслуживания состоит из следующих элементов (рис. 6.6).

1 – входящий поток требований $\omega(t)$ – совокупность требований к СМО на проведение определенных работ (заправка, мойка, ТО и др.) или оказание услуг (покупка изделий, деталей, материалов и др.). Входящий поток требований может быть постоянным: $\omega(t) = \text{const}$ – и переменным: $\omega(t) \neq \text{const}$.

Требования бывают однородные (одинаковые виды работ или услуг) и неоднородные (разные виды работ или услуг).

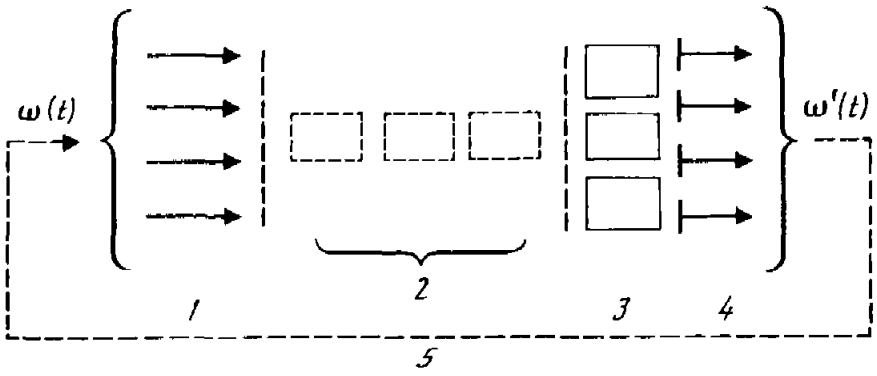


Рис. 6.6. Общая схема системы массового обслуживания

2 – очередь – требования, ожидающие обслуживания.

Очередь оценивается *средней длиной r* – числом объектов или клиентов, ожидающих обслуживания.

3 – обслуживающие аппараты (каналы обслуживания) – совокупность рабочих мест, исполнителей, оборудования, осуществляющих обслуживание требований по определенной технологии.

4 – выходящий поток требований $\omega'(t)$ – поток требований, прошедших СМО. В общем случае выходящий поток может состоять из требований обслуженных и необслуженных. Пример необслуженных требований: отсутствие нужной детали для автомобиля, находящегося в ремонте.

5 – замыкание (возможное) СМО – состояние системы, при котором входящий поток требований зависит от выходящего.

На автомобильном транспорте после обслуживания требований (ТО, ремонт) автомобиль должен быть технически исправным.

Системы массового обслуживания классифицируются следующим образом.

1. *По ограничениям на длину очереди*:
- СМО с потерями – требование покидает СМО необслуженным, если в момент его поступления все каналы заняты;
- СМО без потерь – требование занимает очередь, даже если все каналы заняты;
- СМО с ограничениями по длине очереди m или времени ожидания: если существует ограничение на очередь, то вновь поступившее $(m + 1)$-е требование выбывает из системы необслуженным (например, ограниченная емкость накопительной площадки перед АЗС).

2. *По количеству каналов обслуживания n*:
- одноканальные: $n = 1$;
- многоканальные $n \geq 2$.

3. *По типу обслуживающих каналов*:
- однотипные (универсальные);
- разнотипные (специализированные).

4. *По порядку обслуживания*:
- однофазовые – обслуживание производится на одном аппарате (посту);
- многофазовые – требования последовательно проходит несколько аппаратов обслуживания (например, поточные линии ТО; конвейерная сборка автомобиля; линия внешнего ухода: уборка → мойка → обсушка → полировка).

5. *По приоритетности обслуживания*:
- без приоритета – требования обслуживаются в порядке их поступления на СМО;

• с приоритетом – требования обслуживаются в зависимости от присвоенного им при поступлении ранга приоритетности (например, заправка автомобилей скорой помощи на АЗС; первоочередной ремонт на АТП автомобилей, приносящих наибольшую прибыль на перевозках).

6. *По величине входящего потока требований*:

• с неограниченным входящим потоком;

• с ограниченным входящим потоком (например, в случае предварительной записи на определенные виды работ и услуг).

7. *По структуре СМО*:

• замкнутые – входящий поток требований при прочих равных условиях зависит от числа ранее обслуженных требований (комплексное АТП, обслуживающее только свои автомобили (5 на рис. 6.6));

• открытые – входящий поток требований не зависит от числа ранее обслуженных: АЗС общего пользования, магазин по продаже запасных частей.

8. *По взаимосвязи обслуживающих аппаратов*:

• с взаимопомощью – пропускная способность аппаратов непостоянна и зависит от занятости других аппаратов: бригадное обслуживание нескольких постов СТО; использование "скользящих" рабочих;

• без взаимопомощи – пропускная способность аппарата не зависит от работы других аппаратов СМО.

Применительно к технической эксплуатации автомобилей находят распространение замкнутые и открытые, одно- и многоканальные СМО, с однотипными или специализированными обслуживающими аппаратами, с одно- или многофазовым обслуживанием, без потерь или с ограничением на длину очереди или на время нахождения в ней.

В качестве показателей эффективности работы СМО используют приведенные ниже параметры.

Интенсивность обслуживания

$$\mu = 1/t_д, \tag{6.11}$$

где $t_д$ – продолжительность (длительность) обслуживания одного требования.

Приведенная плотность потока требований

$$\rho = \omega/\mu, \tag{6.12}$$

где ω – параметр потока требований.

Абсолютная пропускная способность показывает количество требований, поступающих в единицу времени, т.е.

$$A = \omega g, \tag{6.13}$$

где g – относительная пропускная способность.

Относительная пропускная способность определяет долю обслуженных требований от общего их количества.

Вероятность того, что все посты свободны P_0, характеризует такое состояние системы, при котором все объекты исправны и не требуют проведения технических воздействий, т.е. требования отсутствуют.

Вероятность отказа в обслуживании $P_{отк}$ имеет смысл для СМО с потерями и с ограничением по длине очереди или времени нахождения в ней. Она показывает долю "потерянных" для системы требований.

Вероятность образования очереди $P_{оч}$ определяет такое состояние системы, при котором все обслуживающие аппараты заняты, и следующее требование "встает" в очередь с числом ожидающих требований r.

Зависимости для определения названных параметров функционирования СМО определяются ее структурой.

Среднее время нахождения в очереди

$$t_{ож} = r/\omega. \tag{6.14}$$

Количество требований, связанных с системой,

$$k = r + n_{зан}, \tag{6.15}$$

где $n_{зан}$ – среднее количество занятых постов.

Время связи требования с системой:

СМО с потерями

$$t_{сист} = gt_{д}; \tag{6.16}$$

СМО без потерь

$$t_{сист} = t_{д} + t_{ож}. \tag{6.17}$$

Издержки от функционирования системы

$$И = C_1 r + C_2 n_{св} + (C_1 + C_2)\rho, \tag{6.18}$$

где C_1 – стоимость простоя автомобиля в очереди; r – средняя длина очереди; C_2 – стоимость простоя обслуживающего канала; $n_{св}$ – количество простаивающих (свободных) каналов.

Из-за случайности входящего потока требований и продолжительности их выполнения всегда имеется какое-то среднее число простаивающих автомобилей. Поэтому требуется так распределить число обслуживающих аппаратов (постов, рабочих мест, исполнителей) по различным подсистемам, чтобы $И$ = min. Этот класс задач имеет дело с дискретным изменением параметров, так как число аппаратов может изменяться только дискретным образом. Поэтому при анализе системы обеспечения работоспособности автомобилей используются методы исследования операций, теории массового обслуживания, линейного, нелинейного и динамического программирования и имитационного моделирования.

Пример. Станция технического обслуживания имеет один пост диагностирования (n = 1). Длина очереди ограничена двумя автомобилями (m = 2). Определить параметры эффективности работы диагностического поста, если интенсивность потока требований на диагностирование в среднем ω = 2 треб./ч, продолжительность диагностирования $t_{д}$ = 0,4 ч.

Интенсивность диагностирования $\mu = 1/0{,}4 = 2{,}5$.

Приведенная плотность потока $\rho = 2/2{,}5 = 0{,}8$.

Вероятность того, что пост свободен,

$$P_0 = \frac{1-\rho}{1-\rho^{m+2}} = \frac{1-0{,}8}{1-0{,}8^4} = 0{,}339.$$

Вероятность образования очереди

$$P_{оч} = \rho^2 P_0 = 0{,}8^2 \cdot 0{,}339 = 0{,}217.$$

Вероятность отказа в обслуживании

$$P_{отк} = \frac{\rho^{m+1}(1-\rho)}{1-\rho^{m+2}} = \frac{0{,}8^3(1-0{,}8)}{1-0{,}8^4} = 0{,}173.$$

Относительная пропускная способность

$$g = 1 - P_{отк} = 1 - 0{,}173 = 0{,}827.$$

Абсолютная пропускная способность

$A = 2 \cdot 0{,}827 = 1{,}654.$

Среднее количество занятых постов или вероятность загрузки поста

$$n_{зан} = \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}} = \frac{0{,}8 - 0{,}8^4}{1 - 0{,}8^4} = 0{,}661 = 1 - P_0.$$

Среднее количество требований, находящихся в очереди,

$$r = \frac{\rho^2[1 - \rho^m(m + 1 - m\rho)]}{(1 - \rho^{m+2})(1 - \rho)} = \frac{0{,}8^2[1 - 0{,}8^2(2 + 1 - 2 \cdot 0{,}8)]}{(1 - 0{,}8^4)(1 - 0{,}8)} = 0{,}564.$$

Среднее время нахождения требования в очереди

$t_{ож} = r/\omega = 0{,}564/2 = 0{,}282$ ч.

Пример. На автотранспортном предприятии имеется один пост диагностирования ($n = 1$). В данном случае длина очереди практически неограниченна. Определить параметры эффективности работы диагностического поста, если стоимость простоя автомобилей в очереди составляет $C_1 = 20$ р.е. (расчетных единиц) в смену, а стоимость простоя постов $C_2 = 15$ р.е. Остальные исходные данные те же, что и для предыдущего примера.

Интенсивность диагностирования и приведенная плотность потока остаются теми же: $\mu = 2{,}5$, $\rho = 0{,}8$.

Вероятность того, что пост свободен,

$P_0 = 1 - \rho = 1 - 0{,}8 = 0{,}2.$

Вероятность образования очереди

$P_{оч} = \rho^2 P_0 = 0{,}8^2 \cdot 0{,}2 = 0{,}128.$

Относительная пропускная способность $g = 1$, так как все намеченные автомобили пройдут через диагностический пост.

Абсолютная пропускная способность $A = \omega = 2$ треб./ч.

Среднее количество занятых постов $n_{зан} = \rho = 0{,}8$.

Среднее количество требований, находящихся в очереди,

$$r = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0{,}8^2}{1 - 0{,}8} = 3{,}2.$$

Среднее время ожидания в очереди

$$t_{ож} = \frac{\rho^2}{\mu(1 - \rho)} = \frac{0{,}8^2}{2{,}5(1 - 0{,}8)} = 1{,}6.$$

Издержки от функционирования системы

$И_1 = C_1 r + C_2 n_{св} + (C_1 + C_2)\rho = 20 \cdot 3{,}2 + 15 \cdot 0{,}2 + (20 + 15) \cdot 0{,}8 = 95{,}0$ р.е./смену.

Пример. На том же автотранспортном предприятии число постов диагностирования увеличено до двух ($n = 2$), т.е. создана многоканальная система. Так как для создания второго поста необходимы капиталовложения (площади, оборудование и т.д.), то цена простоя средств обслуживания увеличивается до $C_2' = 22$ р.е. Определить параметры эффективности работы системы диагностирования. Остальные исходные данные те же, что для предыдущего примера.

Интенсивность диагностирования и приведенная плотность потока остаются теми же: $\mu = 2{,}5$, $\rho = 0{,}8$.

Вероятность того, что оба поста свободны,

$$P_0 = 1 : \left\{ \sum_{k=0}^{n} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right\} = 0,294.$$

Вероятность образования очереди

$$P_{оч} = \frac{\rho^n}{n!} P_0 = \frac{0,8^2}{1 \cdot 2} 0,294 = 0,094,$$

т.е. на 37% ниже, чем в предыдущем примере.

Относительная пропускная способность $g = 1$, так как все автомобили пройдут через диагностические посты.

Абсолютная пропускная способность $A = 2$ треб./ч.

Среднее количество занятых постов $n_{зан} = \rho = 0,8$.

Среднее количество требований, находящихся в очереди,

$$r = \frac{\rho P_{оч}}{n-\rho} = \frac{0,8 \cdot 0,094}{2-0,8} = 0,063.$$

Среднее время нахождения в очереди

$$t_{ож} = \frac{P_{оч}}{\mu(n-\rho)} = \frac{0,094}{2,5(2-0,8)} = 0,031.$$

Издержки от функционирования системы

$$И_2 = C_1 r + C_2 n_{сн} + (C_1 + C_2)\rho = 20 \cdot 0,063 + 22 \cdot 1,2 + (20 + 22) \cdot 0,8 = 61,26 \text{ р.е./смену},$$

т.е. в 1,55 раза ниже, чем при тех же условиях для одного диагностического поста, главным образом за счет сокращения очереди автомобилей на диагностику и времени ожидания автомобилей более чем в 50 раз. Следовательно, строительство второго диагностического поста в рассматриваемых условиях целесообразно. Используя формулу (6.18) из условия $И_1 = И_2$, можно оценить предельные значения цены простоя средств обслуживания при строительстве и оснащении второго диагностического поста, которая в рассмотренном примере составляет $C_2^{пр} = 39$ р.е.

6.4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ И МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Показатели эффективности средств обслуживания, с одной стороны, будут зависеть от величины входящего потока требований и его вариации, а с другой – от пропускной способности и производительности средств обслуживания.

На величину входящего потока требований оказывают влияние следующие факторы: принятые методы обеспечения работоспособности автомобиля; характеристики надежности подвижного состава; распределение работ между отдельными предприятиями в условиях специализации, централизации и кооперации; качество капитально отремонтированных автомобилей и запасных частей; возрастная структура и разномарочность парка; условия эксплуатации, время года и др.

В зависимости от принятой системы ТО и ремонта, а также от организационной структуры ИТС и кооперации с другими предприятиями входящий поток требований может рассматриваться как общий ω_Σ или состоящий из отдельных потоков на специализированные производства (цехи, участки, предприятия). При дроблении потока величина отдельных его частей будет уменьшаться. Это

приводит к большему отклонению фактических значений от средней величины (см. рис. 6.2).

Продолжительность технического воздействия для конкретного требования является случайной величиной, так как она зависит от большого числа факторов. Ее расчетное значение может быть определено из выражения

$$t_{д} = \frac{tK_{м}K_{д}K_{пр}}{T_{см}CP_{п}K_{кв}}, \qquad (6.19)$$

где t – трудоемкость технического воздействия, чел.·ч; $K_{м}$ – коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости в зависимости от уровня механизации работ; $K_{д}$ – коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости при использовании диагностирования, зависит от уровня внедрения в технологический процесс ТО и ремонта диагностики и достоверности информации о техническом состоянии автомобиля; $K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по организационным причинам, зависит от организации и управления производством работ по ТО и ремонту, обеспеченности объектами труда, запасными частями, оборудованием, персоналом, а также принятой формы хозяйственной деятельности, системы заработной платы и материального стимулирования; $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; C – число смен; $P_{п}$ – среднее число одновременно работающих на посту, чел.; $K_{кв}$ – коэффициент, учитывающий влияние на производительность труда ремонтных рабочих их квалификации (разряда) и степени сложности выполняемых работ.

Трудоемкость технических воздействий t зависит от типа, марки, модификации подвижного состава, пробега с начала эксплуатации, квалификации водителей, условий эксплуатации, принятой системы ТО и ремонта, организации и управления инженерно-технической службой предприятий, состояния производственно-технической базы, технологии выполнения и механизации работ.

Факторы, влияющие на пропускную способность средств обслуживания, можно разделить на экстенсивные и интенсивные. К экстенсивным факторам можно отнести: состояние и развитие ПТБ, повышение фондовооруженности при неизменных технических, технологических и организационных решениях; рост численности работающих без изменения их квалификации и качественного состава; обеспеченность запасными частями, материалами и др.

К интенсивным факторам относятся: укрупнение программы, оперативное управление системой обслуживания; применение новых информационных технологий; использование рациональных технологий технических воздействий; изменение структуры предприятий с учетом специализации, кооперации и концентрации производства; сокращение потерь рабочего времени за счет совершенствования управления; повышение квалификации исполнителей; механизация процессов ТО и ТР, резервирование производственных мощностей; использование хозяйственных отношений между службами эксплуатации и инженерно-технической, новых систем оплаты труда и материального стимулирования.

При внедрении коллективных форм труда отдельные рабочие заинтересованы в результатах труда бригады в целом. При этом широко используется взаимопомощь между различными каналами обслуживания.

6.5. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАК МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Под механизацией понимают частичную или полную замену мускульного труда человека машинным с сохранением непосредственного участия исполнителя в управлении процессом и контроле за его выполнением.

Таблица 6.1

Влияние уровня механизации на показатели эффективности ТО и ТР в грузовых АТП, %

Параметр	Уровень механизации, %					
	10	15	20	30	35	40
Уровень работоспособности (коэффициент технической готовности) автомобилей	95	97	99	102	103	104
Производительность труда	64	75	90	106	113	119
Расход запасных частей	144	122	111	94	89	86

Примечание. Для уровня механизации 25% все показатели условно приняты за 100%.

Под автоматизацией понимают частичное или полное освобождение человека не только от мускульного труда, но и от участия в оперативном управлении технологическим процессом, которое в этом случае осуществляется по специально разработанной программе. В обязанности персонала входит настройка оборудования, включая контроль.

Механизация и автоматизация являются важнейшими направлениями научно-технического прогресса при ТЭА, влияют на продолжительность выполнения операций ТО или ремонта (см. формулу (6.19)), т.е. на производительность персонала и средств обслуживания, качество самого обслуживания и ремонта, расход материалов и запасных частей (табл. 6.1) и другие показатели эффективности ТЭА.

Уровень механизации $У_м$, %, производственных процессов определяет долю механизированного труда в общих трудозатратах и рассчитывается по формуле

$$У_м = \frac{t_м}{t_0} 100, \qquad (6.20)$$

где $t_м$ – трудоемкость механизированных операций процесса из применяемой технологической документации, чел. · мин; t_0 – общая трудоемкость всех операций процесса из применяемой технологической документации, чел. · мин.

Базой для определения этого показателя является совместный анализ операций и оборудования, применяемого при выполнении этих операций.

В табл. 6.2 приведены данные оценки показателей механизации удовлетворительно оснащенного комплексного грузового АТП на 200–250 грузовых автомобилей большой грузоподъемности, которые свидетельствуют о значительных резервах повышения уровня механизации, реальные значения которого составляют 22% (ТР) – 35% (ТО), а оптимальные – 40–45%.

Таблица 6.2

Оценка механизации производственных процессов обеспечения работоспособности автомобилей в грузовом АТП

Вид работ	Уровень механизации, %
Ежедневное обслуживание	31
Первое техническое обслуживание	54
Второе техническое обслуживание	31
Итого по ТО	35
Текущий ремонт на постах	20
Текущий ремонт в цехах и на участках	24
Итого по ТР	22
Всего по АТП	27

Глава 7

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

7.1. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

При работе автомобилей различного типа, конструкции и наработки с начала эксплуатации из-за недостаточной их надежности за срок службы может возникнуть поток отказов и неисправностей 500–700 наименований. Для поддержания высокого уровня работоспособности, дорожной и экологической безопасности необходимо, чтобы бóльшая часть отказов и неисправностей была предупреждена, т.е. работоспособность изделия была восстановлена до наступления неисправности или отказа.

Поэтому поток отказов и неисправностей делится на две группы по применяемым стратегиям обеспечения работоспособности элементов конструкции. I стратегия – поддержание работоспособности – ТО: $s = 200 \div 300$ объектов; II стратегия – восстановление работоспособности – ремонт: $k = 300 \div 400$ объектов.

Используя рассмотренные методы (см. гл. 5), определяют оптимальные периодичности профилактических операций l_{os}. При этом практически каждая операция имеет свою, отличающуюся от других, оптимальную периодичность: $l_{o1} \neq l_{o2} \neq l_{o3} \neq \ldots \neq l_{os}$.

Выполнение набора профилактических операций обеспечивается соответствующей организацией работ с необходимыми трудоемкостью и затратами:

- планирование направления автомобиля на ТО;
- своевременное выделение постов, оборудования и персонала;
- подготовка необходимых материалов и запасных частей;
- рациональное использование водителей во время профилактики или ремонта и др.

Если автомобиль направлять на ТО строго в соответствии с оптимальной периодичностью каждой операции ТО (l_{os}), то резко возрастет число обслуживаний автомобиля.

В течение года число обслуживаний

$$N_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma}}{l_{o1}} + \frac{L_{\Gamma}}{l_{o2}} + \ldots + \frac{L_{\Gamma}}{l_{os}} = L_{\Gamma} \sum_{s} \frac{1}{l_{os}}, \qquad (7.1)$$

где L_{Γ} – годовой пробег автомобиля; l_{os} – оптимальная периодичность ТО.

Например, при $s = 100$ операций, изменении l_{os} отдельных операций от 2 до 40 тыс. км и годовом пробеге автомобиля $L_{\Gamma} = 50$ тыс. км число обслуживаний одного автомобиля за год $N_{\Gamma} = 298$. В результате время работы автомобиля на линии сокращается и существенно возрастают организационные затраты по планированию ТО.

Таким образом, при пооперационном выполнении ТО обеспечивается высокая эксплуатационная надежность автомобилей, но их производительность сокращается, а затраты на организацию ТО растут. Для устранения недостатков пооперационного проведения ТО поток требований на ТО упорядочивается системой ТО и ремонта.

Система ТО и Р регулируется комплексом взаимосвязанных положений и

норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются следующие основные требования:

1) обеспечение заданных уровней эксплуатационной надежности автомобильного парка при рациональных материальных и трудовых затратах;

2) ресурсосберегающая и природоохранная направленность, обеспечение дорожной безопасности;

3) планово-нормативный характер, позволяющий

- определять и рассчитывать программу работы и ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности автомобилей;
- планировать и организовывать ТО и ремонт на всех уровнях ИТС;
- нормативно обеспечивать хозяйственные отношения внутри предприятий и между ними;

4) конкретность, доступность и пригодность для руководства и принятия решений всеми звеньями ИТС автомобильного транспорта;

5) стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов, учитывающие изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей, а также хозяйственного механизма;

6) учет разнообразия условий эксплуатации автомобилей;

7) объективная оценка и фиксация с помощью нормативов уровней эксплуатационной надежности и реализуемых показателей качества автомобилей, позволяющие сравнивать изделия, предъявлять требования к изготовителям и определять основные направления совершенствования ТЭА и конструкции автомобилей.

Вклад системы ТО и ремонта в эффективность технической эксплуатации автомобилей (см. гл. 1) составляет 25%. К главным факторам самой системы ТО и ремонта (100%) относятся:

- степень выполнения рекомендаций и нормативов – 29%;
- обоснованность нормативов – 26%;
- технология и организация ТО и ремонта – 17%;
- обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной нормативно-технологической документацией – 11%;
- адаптация ИТС к изменению конструкции автомобилей, условиям эксплуатации – 9%;
- прочие – 8%.

Разработка системы ТО и ремонта автомобилей является сложной и трудоемкой научно-практической задачей, для решения которой используются закономерности ТЭА восьмого вида. Эта работа включает ряд этапов и является результатом теоретических и экспериментальных исследований, критического обобщения уже имеющегося отечественного и зарубежного опыта, учета традиций, прогноза развития конструкции и надежности автомобилей в сочетании с решениями эвристического характера.

На основе анализа конструктивных особенностей и условий работы автомобилей (рис. 7.1, блок *1*) и совокупности возникающих отказов и неисправностей (блок *2*) разрабатываются классификации, соответственно, объектов воздействия (блок *1.1*) и видов воздействия (блок *1.2*).

Основная цель этих этапов состоит в том, чтобы, во-первых, определить особенности конструкции автомобилей новых моделей, их отличие от предшественников, которые могут оказать принципиальное влияние на систему, организацию и нормативы ТО и ремонта; во-вторых, дать классификацию отказов и неисправностей, сравнить их характер с имеющимися данными (фоном) для ранее изу-

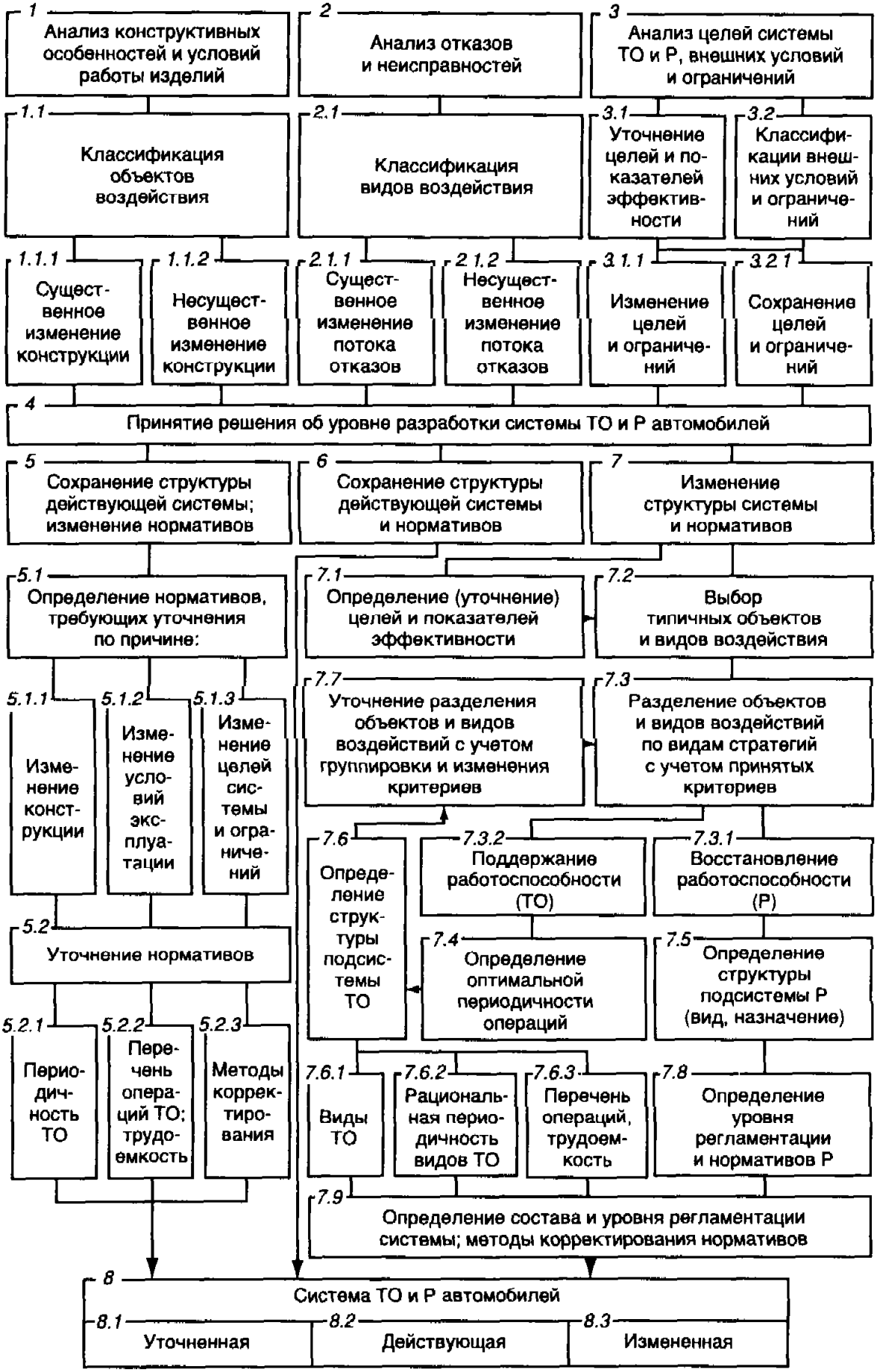


Рис. 7.1. Принципиальная схема разработки и совершенствования системы ТО и ремонта автомобилей

ченных автомобилей (именно поэтому важно иметь соответствующий банк данных по надежности); в-третьих, выбрать типичные объекты и виды воздействий, которые могут внести существенные изменения в систему или ее нормативы.

Затем (блок *3*) проводится анализ и при необходимости корректирование целей системы ТО и Р, которые диктуются в соответствии с программно-целевым методом системами более высокого уровня (ТЭА, автомобильный транспорт, социально-экономическая система). Например, необходимость акцентирования внимания на дорожную или экологическую безопасность, ресурсосбережение и применение альтернативных видов топлива и энергии, надежность транспортного процесса и т.д.

В зависимости от изменения конструкции автомобилей, условий эксплуатации, характера и потока отказов и неисправностей, а также целей системы и имеющихся ограничений принимается решение (блок *4*) об уровне разработки или корректирования системы ТО и Р. При отсутствии таких изменений структура и нормативы системы сохраняются (блок *6*). Если эти изменения существенны, но непринципиальны, принимается решение о сохранении структуры системы ТО и Р и изменении ее нормативов (блок *5*). Необходимость в изменении нормативов обычно возникает при текущей модернизации автомобилей, повышении их эксплуатационной надежности, использовании новых конструктивных решений, а также при совершенствовании самой ТЭА или изменении условий эксплуатации. Наконец, в случае существенного изменения конструкции, условий эксплуатации, целевых установок системы, внешних ограничений, а также выявления в результате проведения НИР в области надежности и ТЭА принципиально новых решений по обеспечению работоспособности возможно изменение не только нормативов, но и структуры системы ТО и Р автомобилей (блок *7*). После выбора типичных объектов и видов воздействий (блок *7.2*) и определения целей и показателей эффективности системы (блок *7.1*) с использованием рассмотренных в гл. 5 методов проводится разделение всей совокупности отказов и неисправностей на профилактируемые (ТО) – стратегия I – и непрофилактируемые (Р) – стратегия II. Затем по каждой профилактируемой операции (или по группе) определяют тактики выполнения ТО (по наработке I-1 или по состоянию I-2), а также оптимальные периодичности (блок *7.4*). Далее определяются структура системы, виды ТО и ремонта, соответствующие нормативы для них (блоки *7.5*, *7.6*) и формируется система ТО и ремонта в целом (блок *8*).

Полномасштабная разработка системы ТО и ремонта непосильна отдельным, даже крупным, автотранспортным предприятиям и компаниям. Поэтому на практике используется следующая схема.

1. Принципиальные основы системы, техническая политика, структура системы и базовые нормативы централизованно разрабатываются на том или ином уровне, например на государственном или отраслевом уровне (в России), на уровне крупных транспортных объединений и компаний (США, Германия и др.), на уровне производителей (фирменные системы).

2. Эти рекомендации являются весьма авторитетными и, как правило, в основном выполняются в соответствии с законодательством или добровольно большинством автотранспортных предприятий и фирм.

3. В зависимости от условий эксплуатации, уровня организации (методы управления, квалификация персонала, учет) предприятия вносят в нормативы системы коррективы и уточнения.

В России имеется богатый опыт и традиции разработки и применения системы ТО и ремонта автомобилей. Принципиальные основы системы и организации ТО и ремонта и ряд необходимых для этого нормативов более 60 лет регламенти-

ровались в нашей стране государственными документами. (Краткая историческая справка по этапам становления и развития системы ТО и ремонта приведена в приложении 6.)

7.2. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА

Основой системы являются ее структура и нормативы. Структура системы определяется видами (ступенями) соответствующих воздействий и их числом. Нормативы включают конкретные значения периодичности воздействий, трудоемкости, перечни операций и др.

Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания.

На структуру системы ТО и ремонта влияют уровни надежности и качества автомобилей; цели, которые поставлены перед автомобильным транспортом и ТЭА; условия эксплуатации; имеющиеся ресурсы; организационно-технические ограничения. Укрупненная блок-схема формирования структуры системы ТО и ремонта приведена на рис. 7.2.

Отдельные элементы структуры системы ТО и ремонта эксплуатируемого в настоящее время автомобильного транспорта влияют на затраты по обеспечению работоспособности (без организационно-планировочных затрат) следующим образом: обоснованность перечня профилактических операций и их периодичностей – 80–87%; число ступеней (видов) ТО и кратность их периодичностей – 13–20%. Таким образом, главными факторами, определяющими эффективность системы ТО и ремонта, являются правильно определенные перечни (что делать) и периодичность (когда делать) профилактических операций, затем количество видов ТО и их кратность (как организовать выполнение совокупности профилактических операций).

Сложность при определении структуры системы ТО состоит в том, что ТО включает в себя 8–10 видов работ (смазочные, крепежные, регулировочные, диаг-

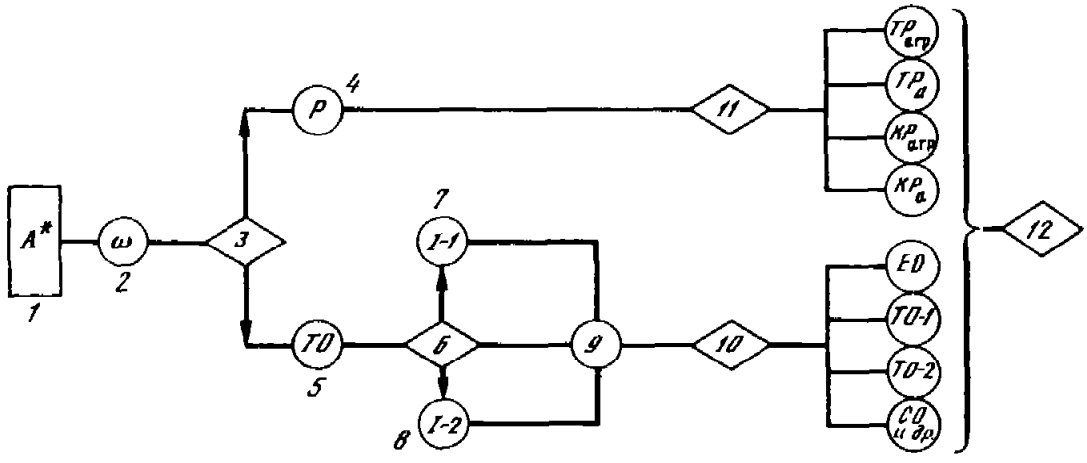


Рис. 7.2. Схема формирования структуры системы ТО и ремонта автомобилей

1 – работающий парк автомобилей; *2* – поток отказов, образующихся при работе автомобилей (500–700 наименований); *3* – разделение потока по видам стратегий обеспечения работоспособности; *4* – стратегия II – восстановление работоспособности – ремонт ($k = 300 \div 400$); *5* – I – поддержание работоспособности – техническое обслуживание ($s = 200 \div 300$); *6* – разделение ТО по тактике поддержания работоспособности; *7* – тактика I-1 – профилактика по наработке, *8* – I-2 – по техническому состоянию; *9* – поток профилактических операций со своими оптимальными периодичностями l_s; *10* – группировка операций ТО (виды обслуживания); *11* – группировка операций по видам ремонта; *12* – система ТО и Р: виды ТО и Р (текущий и капитальный ремонт агрегатов и автомобилей), нормативы, организация и технология

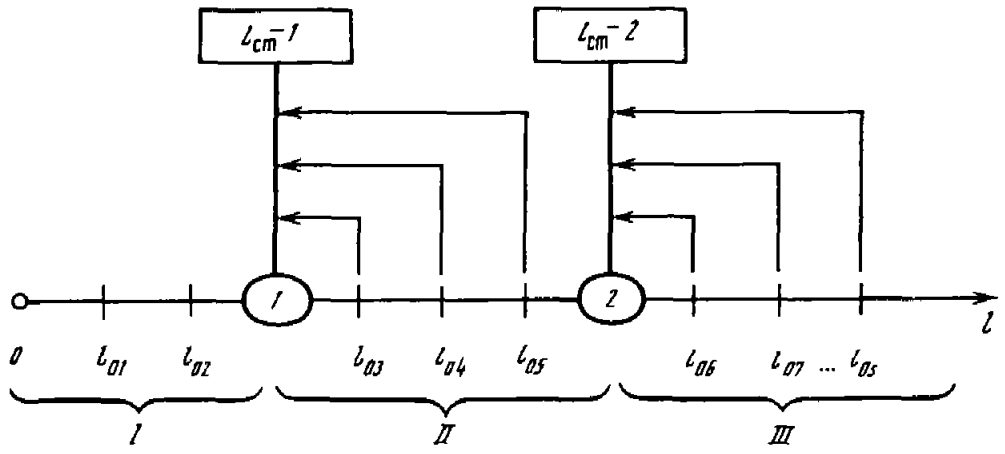


Рис. 7.3. Группировка по стержневым операциям

l – периодичность; стрелками показано совмещение выполнения соответствующей операции со стержневой

ностические и др.) и более 200–300 конкретных объектов обслуживания, т.е. агрегатов, механизмов, соединений, деталей, требующих предупредительных воздействий. Каждый узел, механизм, соединение, как отмечалось ранее, может иметь свою оптимальную периодичность ТО. Если следовать этим периодичностям, то автомобиль в целом практически ежедневно необходимо направлять на техническое обслуживание различных соединений, механизмов, агрегатов, что вызовет большие сложности с организацией работ и значительные потери рабочего времени, особенно на подготовительно-заключительных операциях. При этом объектом воздействий будет не автомобиль как транспортное средство, а его составные элементы.

Поэтому после выделения из всей совокупности воздействий тех, которые должны выполняться при ТО, и определения оптимальной периодичности каждой операции (см. гл. 5) производят группировку операций по видам ТО. Это дает возможность уменьшить число заездов автомобиля на ТО и время простоев на ТО и в ремонте. Однако надо иметь в виду, что группировка операций неизбежно связана с отклонением периодичности ТО данного вида от оптимальных периодичностей ТО отдельных операций.

При определении периодичности ТО группы операций ("групповой периодичности") применяют следующие методы.

Метод группировки по стержневым операциям ТО основан на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности $l_{ст}$ так называемых стержневых операций, которые обладают следующими признаками:

а) влияют на экологическую и дорожную безопасность автомобиля;

б) влияют на работоспособность, безотказность, экономичность автомобиля;

в) характеризуются большой трудоемкостью, требуют специальных оборудования и конструкции постов;

г) регулярно повторяются.

Примерами подобных стержневых операций или групп операций являются: проверка и регулирование тормозной системы (все признаки); проверка токсичности отработавших газов и соответствующая регулировка систем двигателя (все признаки); смена масла в картере двигателя (признаки в, г). Таким образом, по этому методу периодичность ТО стержневой операции $l_{ст}$ принимается за периодичность вида ТО или группы операций, например $(l_{ТО})_I = l_{ст}$ (рис. 7.3).

Из рис. 7.3, следует, что анализируемые по данному методу профилактические операции могут быть сведены в три группы:

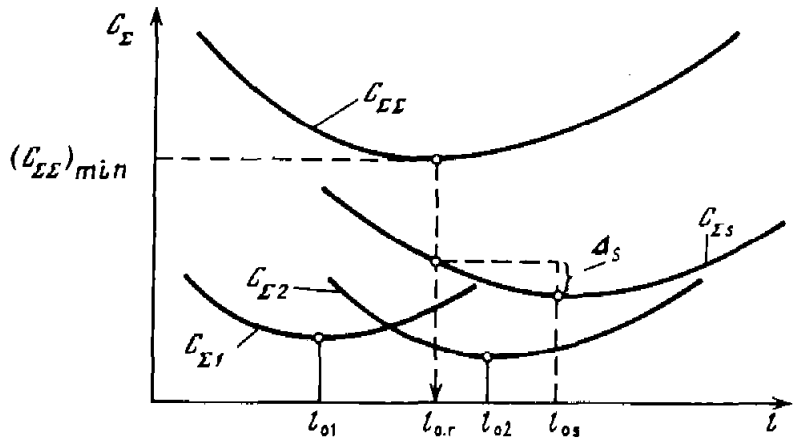


Рис. 7.4. Определение групповой периодичности ТО технико-экономическим методом
$l_{01} \neq l_{02} \neq l_{03} \neq ... \neq l_{0s}$ – оптимальные периодичности отдельных операций ТО

I: $l_{oi} < (l_{ст}\text{-}1)$ выполняются ежедневно (ЕО) или по потребности (при ТР), т.е. исключаются из состава профилактических.

II: $(l_{ст}\text{-}1) \leq l_{oi} < (l_{ст}\text{-}2)$ операции 3, 4, 5 выполняются одновременно с первой стержневой с периодичностью операции $l_{ст}$-1.

III: $l_{oi} \geq (l_{ст}\text{-}2)$ выполняются одновременно со второй стержневой операцией или выводятся из состава профилактических (переводятся в текущий или предупредительный ремонт).

Операции, оптимальная периодичность которых l_{oi} больше периодичности стержневой операции, выполняются с коэффициентом повторяемости

$$K_i = l_{ст} / l_{oi} = (l_{ТО})_1 / l_{oi}, \text{ где } 0 < K \leq 1. \quad (7.2)$$

Такие операции, как отмечалось, состоят из двух частей – контрольной (диагностической) и исполнительской. Причем контрольная часть производится каждый раз при направлении автомобиля на данный вид обслуживания, а исполнительская – по потребности в зависимости от его фактического технического состояния. В действующей системе ТО более 65–70% всех операций выполняются с коэффициентом повторяемости, зависящим от результатов контроля в пределах установленной периодичности.

При *технико-экономическом методе* определяют такую групповую периодичность $l_{o.r}$, которая соответствует минимальным суммарным затратам $C_{\Sigma\Sigma}$ на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам (рис. 7.4):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_s C_{Is} + \sum_s C_{IIs}, \quad (7.3)$$

т.е. оптимальная периодичность $l = l_{o.r}$ при $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$, где $C_{Is} \cdot C_{IIs}$ – удельные затраты на ТО и ремонт i-го объекта; s – число операций в группе (виде ТО). На рис. 7.4 Δ_s – это увеличение удельных затрат s-операции при ее выполнении в результате группировки, с групповой $l_{o.r}$, а не со свойственной ей оптимальной периодичностью l_{os}.

Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена в рассматриваемых пределах условиями безопасности, экологии или техническими критериями, то выбранная групповая периодичность должна удовлетворять требованиям $l_{o.r} \leq l_{oi}$; где i – номер операции с периодичностью, ограниченной требованиями безопасности движения или другими техническими критериями (например, прекращение функционирования механизма при $l_{o.r} > l_{oi}$).

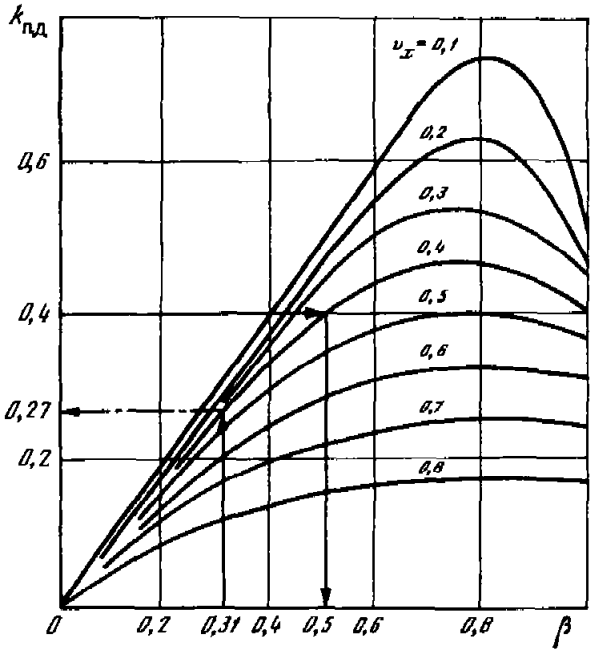


Рис. 7.5. Оценка рациональности профилактических воздействий при заданной периодичности

Используя *экономико-вероятностный метод*, можно определить целесообразность выполнения данной операции не с оптимальной для нее, а с заданной периодичностью стержневой операции. Воспользовавшись картой профилактической операции (см. рис. 5.9), определяют зону наработок, в которой удельные затраты при предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа. Если в этой зоне находится периодичность стержневой операции, то изменение периодичности для данной операции допустимо.

На рис. 7.5 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимое значение коэффициента относительных затрат на ТО и ремонт $k_{п.д}$, превышение которого при изменении периодичности нецелесообразно по экономическому критерию.

Например, объект имеет показатели: $k_{п} = d/c = 0{,}4$, $\bar{x} = 15{,}5$ тыс. км, $\upsilon_x = 0{,}4$ и оптимальную периодичность $l_0 = 12$ тыс. км. Определим целесообразность выполнения этой операции не с оптимальной для нее периодичностью $l_0 = 12$ тыс. км, а с периодичностью $l_{ТО} = 5{,}5$ тыс. км. При выполнении операции с заданной периодичностью коэффициент периодичности $\beta = l_{ТО}/\bar{x} = 5{,}5/15{,}5 = 0{,}31$. Для этого значения β и коэффициента вариации $\upsilon_x = 0{,}4$ предельное значение коэффициента $k_{п.д} = 0{,}27$ при фактическом значении $k_{п} = 0{,}4$. Так как $k_{п} > k_{п.д}$, то по экономическому критерию проведение данной операции по профилактической стратегии с периодичностью 5,5 тыс. км нерационально. Нижняя граница периодичности ТО, при которой данную операцию еще целесообразно проводить профилактически, составляет $l_{ТО} = \beta\bar{x} = 0{,}5 \cdot 15{,}5 \approx 7{,}8$ тыс. км. Таким образом определяется интервал периодичностей, внутри которого выполнение конкретной операции с групповой периодичностью по предупредительной стратегии целесообразно. Для рассматриваемого примера этот интервал составляет 7,8–12 тыс. км.

Если ряд объектов обслуживания имеет весьма близкие рациональные периодичности, то используется метод *естественной группировки*. Например, при обслуживании несамоконтрящихся крепежных соединений современных грузовых автомобилей обнаруживаются два пика необходимости возобновления их затяжки в интервалах 4–7 и 15–20 тыс. км. Достаточно близкую периодичность регулирования имеют тормозные и клапанные механизмы, углы установки колес. Возможны и другие методы группировки, например использование линейного программирования, статистических испытаний.

Таким образом, применяя соответствующие методы ТО, производят группировку операций по видам ТО. Ранее отмечалось, что увеличение числа ступеней (видов ТО) теоретически благоприятно сказывается на надежности и суммарных затратах на обеспечение работоспособности отдельных объектов, но одновременно увеличиваются затраты, связанные с организацией производственного процесса (подготовительно-заключительное время, планирование постановки на ТО и др.) ТО и ремонта автомобиля.

Таблица 7.1

Удельные затраты при различных стратегиях обеспечения работоспособности автомобилей, %

Стратегия	Число ступеней (видов) ТО	Организационные затраты, %		
		0	10	20
II-P	0	141	155	170
I-TO	1	91	100	109
	2	83	95	108
	3	81	96	111
	4	80	98	116
	5	80	104	120
	10	79	119	159

Примечание. Организационные затраты приведены в процентах от основных затрат.

В таблице 7.1 приведены данные по изменению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт группы операций в системах с различным числом видов ТО и организационными затратами. При учете организационных затрат (планирование, организация производства и др.) существует минимум суммарных затрат, соответствующий (без ежедневного обслуживания) двум-трем видам ТО. Характерно, что рост организационных затрат не только увеличивает общие затраты, но сдвигает, как и следовало ожидать, оптимум в область более простых структур системы ТО и ремонта.

Эти данные позволяют сделать следующие практические выводы.

1. Предупреждение отказов (профилактическая стратегия I), как правило, более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт (стратегия II).

2. Для современного автомобиля наиболее целесообразна система с двумя-тремя видами ТО, так как при такой структуре системы удельные затраты на ТО и ремонт с учетом организационных минимальны.

Это подтверждается многолетним опытом автомобильного транспорта России и других стран. В России наиболее распространенной в настоящее время является трехступенчатая система ТО: ЕО, ТО-1 и ТО-2 (с которым может совмещаться СО – сезонное обслуживание). В США, по данным обследования лучших по организации инженерно-технической службы предприятий, трехступенчатую систему (A, B, C) применяли 60% грузовых и 50% автобусных предприятий, двухступенчатую – 20 и 23%, четырехступенчатую – 15 и 18%, многоступенчатую – 5 и 9% АТП.

3. Для предприятий с недостаточно организованным ТО (невыполнение перечня, несоблюдение периодичностей) в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступенчатая система ТО (единое ТО) с последующим переходом к двум и трем ступеням.

4. Сокращение организационно-управленческих затрат на реализацию системы (применение ПЭВМ при учете и планировании, подготовки производства и др.) позволяет по экономическим критериям увеличить число видов ТО автомобиля, т.е. приблизиться к оптимальным периодичностям ТО отдельных операций.

5. В перспективе сначала для грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автобусов большой вместимости, а затем и для большинства коммерческих автомобилей возможна реализация индивидуальной системы и нормативов ТО и

ремонта для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

Основой такого индивидуального варианта системы будет служить:

- повышение надежности автомобилей и соответствующее увеличение периодичностей ТО;
- контроль за возрастной структурой парка;
- совершенствование системы помашинного учета и анализа надежности, затрат, доходов и расходов;
- бортовая система учета работы и диагностики технического состояния автомобиля.

7.3. СОДЕРЖАНИЕ И УРОВНИ РЕГЛАМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА

Техническая документация, излагающая принципы функционирования системы ТО и ремонта, обычно содержит в той или иной комбинации следующие материалы и рекомендации:

- принимаемые принципы (стратегия, тактика) обеспечение работоспособности и технического состояния;
- основные понятия и определения;
- виды и назначение ТО и ремонта;
- нормативы периодичности трудоемкости, ресурсов автомобилей и агрегатов, простоев на ТО и в ТР;
- типовые обобщенные перечни операций ТО, которые затем привязываются к конкретным моделям автомобилей и их модификациям;
- методы учета условий эксплуатации и корректирования нормативов,
- основные положения по организации ТО и ремонта автомобилей.

Задачей *ежедневного обслуживания* является: общий контроль, направленный на обеспечение безопасности движения; поддержание надлежащего внешнего вида автомобиля; заправка его топливом, маслом и охлаждающей жидкостью, а для некоторых видов подвижного состава – санитарная обработка кузова. ЕО выполняется после работы подвижного состава и перед выездом на линию.

Задачей *ТО-1* и *ТО-2* является снижение интенсивности изменения параметров технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля, выявление и предупреждение неисправностей и отказов, обеспечение экономичности работы, безопасности движения, защиты окружающей среды путем своевременного выполнения контрольных, смазочных, крепежных, регулировочных и других работ. Диагностические работы (процесс диагностирования) являются технологическим элементом ТО и ремонта автомобиля (контрольных операций) и дают информацию о его техническом состоянии при выполнении соответствующих работ. В зависимости от назначения, периодичности, перечня и места выполнения диагностические работы подразделяются на два вида: общее (Д-1) и поэлементное углубленное (Д-2) диагностирование.

ТО должно обеспечивать безотказную работу агрегатов, узлов и систем автомобиля в пределах установленных периодичностей по тем воздействиям, которые включены в перечень операций.

Задачей *сезонного обслуживания*, проводимого два раза в год, является подготовка подвижного состава к эксплуатации при изменении сезона (времени года). В качестве отдельно планируемого вида технического обслуживания СО проводится для подвижного состава, эксплуатируемого в очень холодном, холодном, жарком и сухом и очень жарком сухом климатических районах.

Нормативы трудоемкости СО составляют от трудоемкости ТО-2: 50% для очень холодного и очень жаркого и сухого климатических районов; 30% для холод-

Таблица 7.2

Рекомендуемые периодичности технического обслуживания, тыс. км

Автомобиль	Положение 1984 г.		ОНТП–91	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
Легковой	4	16	5	20
Автобус	3,5	14	5	20
Грузовой и автобус на базе грузового автомобиля	3	12	4	16
Прицеп и полуприцеп	3	12	4	16

Примечания: 1. ОНТП – отраслевые нормативы технологического проектирования. 2. Периодичности ТО могут уточняться по конкретному семейству и модели подвижного состава в заводской инструкции или сервисной книжке. 3. Допустимое отклонение от нормативов периодичностей технического обслуживания составляет ±10%.

ного и жаркого сухого районов; 20% для прочих районов. В остальных условиях СО совмещается с очередными ТО-2 с увеличением трудоемкости на 20%.

В действующей системе ТО и ремонта для технического обслуживания рекомендуется устанавливать расчетные периодичность (табл. 7.2), трудоемкость и простои (табл. 7.3).

Техническое обслуживание выполняется на самих автотранспортных предприятиях (комплексное АТП) или на специализированных автосервисных и ремонтных предприятиях: станциях технического обслуживания, ремонтных мастерских, базах централизованного технического обслуживания.

Ремонт в соответствии с характером и назначением работ подразделяется на капитальный и текущий.

Капитальный ремонт предназначен для регламентированного восстановления потерявших работоспособность автомобилей и агрегатов, обеспечения их ресурса до следующего капитального ремонта или списания не менее 80% от норм для новых автомобилей и агрегатов.

Капитальный ремонт агрегата предусматривает его полную разборку, дефектацию, восстановление или замену деталей с последующей сборкой, регулировкой и испытанием. Агрегат направляется в капитальный ремонт в случаях, когда базовая и основные детали нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата, а также когда работоспособность агрегата не может быть восстановлена путем проведения текущего ремонта.

Основные детали обеспечивают выполнение функциональных свойств агрегатов и определяют их эксплуатационную надежность. Поэтому восстановление основных деталей при капитальном ремонте должно обеспечивать уровень качества, близкий или равный качеству новых изделий.

К базовым или корпусным деталям относятся детали, составляющие основу агрегата и обеспечивающие правильное размещение, взаимное расположение и функционирование всех остальных деталей и агрегата в целом. Работоспособность и ремонтопригодность базовых деталей, как правило, определяют полный срок службы агрегата и условия его списания.

При капитальном ремонте должно обеспечиваться также восстановление до уровня новых изделий или близкого к нему: зазоров и натягов, взаимного расположения деталей (осей, плоскостей и т.п.), микро- и макрогеометрии рабочих поверхностей, структуры и твердости металла, форм и внешнего вида составных частей изделия. Капитальный ремонт производится преимущественно на специа-

Таблица 7.3

Примерные трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта*

Подвижной состав	ЕО	ТО-1	ТО-2	ТР, чел. · ч/ 1000 км	Продолжительность простоя на ТО и в ТР, смена/ 1000 км
	чел. · ч				
Легковой автомобиль класса					
малого (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, сухая масса автомобиля от 850 до 1150 кг)	0,30–0,40	2,3–2,6	9,2–10,2	2,8–3,1	0,3–0,4
среднего (от 1,8 до 3,5 л; от 1150 до 1500 кг)	0,35–0,50	2,5–2,9	10,5–11,7	3,0–3,2	0,3–0,4
Автобусы класса					
особо малого (длина до 5,0 м)	0,50	4,0	15,0	4,5	0,3–0,5
малого (6,0–7,5 м)	0,70	5,5	18,0	5,3–5,5	0,3–0,5
среднего (8,0–9,5 м)	0,80–0,95	5,8–6,6	24,0–25,8	6,5–6,9	0,3–0,5
большого (10,5–12,0 м)	1,00–1,15	7,5–7,9	31,5–32,7	6,8–7,0	0,5–0,55
Грузовой автомобиль общетранспортного назначения грузоподъемностью, т					
от 0,3 до 1,0	0,2	2,2	7,2	2,8	0,4–0,5
от 1,0 до 3,0	0,30–0,55	1,4–2,9	7,6–10,8	2,9–4,0	0,4–0,5
от 3,0 до 5,0	0,42–0,57	2,2–2,6	9,1–10,3	3,7–3,9	0,4–0,5
от 5,0 до 8,0	0,45–0,55	2,7–3,8	10,8–16,5	4,3–6,0	0,5–0,55
Прицеп одноосный грузоподъемностью до 3,0 т	0,1	0,4	2,1	0,4	0,1–0,15
двухосный грузоподъемностью до 8,0 т	0,2–0,3	0,8–1,0	4,4–5,5	1,2–1,4	0,1–0,15
двухосный грузоподъемностью 8,0 т и более	0,3–0,4	1,3–1,6	6,0–6,1	1,8–2,0	0,1–0,15
Полуприцеп грузоподъемностью 8,0 т и более	0,2–0,3	0,8–1,0	4,2–5,1	1,1–1,45	0,1–0,15

*Извлечение из Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

лизированных авторемонтных предприятиях, обслуживающих АТП и других владельцев автотранспортных средств. Направление подвижного состава и агрегатов на капитальный ремонт производится на основании результатов анализа их технического состояния с применением средств диагностики и учетом пробега, а также затрат на ТО и ремонт.

Для капитального ремонта регламентируются ресурс агрегата и автомобиля до первого и последующих капитальных ремонтов и продолжительность ремонта (в днях).

Текущий ремонт предназначен для устранения возникших отказов и неисправностей, а также для обеспечения нормативов ресурсов автомобилей и агрегатов до капитального ремонта. Характерными работами ТР являются: разборочные, сборочные, слесарные, сварочные, дефектовочные, окрасочные, замена деталей и агрегатов. При ТР агрегата допускается замена деталей, достигших предельного состояния, кроме базовых. У автомобиля при ТР могут заменяться отдельные детали, механизмы, агрегаты, требующие текущего или капитального ремонта.

ТР должен обеспечить безотказную работу отремонтированных агрегатов и узлов на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2. Для ТР могут регламентироваться удельная трудоемкость, т.е. трудоемкость, отнесенная к пробегу автомобиля (чел.·ч/1000 км), а также суммарные удельные простои в ТР и на ТО (смен/1000 км). Кроме того, специальными нормативами на хозяйственном уровне могут регламентироваться затраты на ТО (на вид или удельные, руб./1000 км) с поэлементной разбивкой, например на оплату труда рабочих, на запасные части и материалы.

Текущий ремонт может выполняться на АТП и специализированных сервисных и ремонтных предприятиях.

Из документов, регламентирующих систему и нормативы ТО и ремонта, наиболее известны для автомобильного транспорта Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденное на отраслевом уровне (Министерство автомобильного транспорта РСФСР), отраслевые нормативы технологического проектирования автотранспортных предприятий, заводские инструкции по эксплуатации и сервисные книжки для индивидуальных автомобилей.

Аналогичная документация применяется и на других видах транспорта. Например, на воздушном транспорте действует система регламентов технического обслуживания и ремонта воздушных судов, утверждаемая производителями и эксплуатационниками. Подробные правила технической эксплуатации, регламентирующие систему и нормативы технической эксплуатации, действуют на водном, морском и железнодорожном транспорте.

Большинство из 370 тыс. субъектов, осуществляющих коммерческую деятельность на автомобильном транспорте (60% – предприятия, 40% – физические лица), являются негосударственными собственниками и малыми предприятиями, которые владеют 77% автомобильного парка России, в том числе 73% грузового, 98% легкового и 55% автобусного.

Поэтому автомобильный транспорт, особенно вновь организованные, как правило, малые автотранспортные предприятия разных форм собственности, оказались в сложных условиях.

Владельцы всех транспортных средств обязаны обеспечить техническое состояние автомобилей в соответствии с государственными требованиями безопасности движения и экологической безопасности (Закон о безопасности дорожного движения, Устав автомобильного транспорта, Положение о лицензировании перевозочной, транспортно-экспедиционной и другой деятельности, связанной с осуществлением транспортного процесса, ремонтом и техническим обслуживанием транспортных средств на автомобильном транспорте в Российской Федерации). Однако этому препятствуют следующие обстоятельства.

Во-первых, автомобильный транспорт как отрасль во многом утратил механизмы влияния на качество и номенклатуру производимых автомобилей и материалов.

Во-вторых, большинство малых предприятий негосударственной собственности не имеет условий (базы оборудования, персонала) для поддержания работоспособности в требуемого технического состояния автомобилей.

В-третьих, эти предприятия как самостоятельные хозяйственные субъекты не имеют четко узаконенных обязательств применять на своем (или другом) предприятии систему ТО и ремонта, выполнять такой минимальный объем ТО и ремонта, который может обеспечить

необходимую работоспособность, экологическую и дорожную безопасность. Неконтролируемые условия и требования проведения ТО и ремонта фактически закреплены в Положении о лицензировании, в которых для получения лицензии "С" на проведение ТО и ремонта, наряду с другими данными (заявление, копия государственной регистрации и т.д.), требуются:

- данные о количестве постов для технического обслуживания и ремонта;
- данные о других основных фондах, обеспечивающих выполнение указанной в заявлении деятельности;
- копия документа, подтверждающего профессиональную пригодность руководителя предприятия, организации, учреждения, предпринимателя или лиц, уполномоченных ими для руководства лицензируемой деятельностью (диплома об окончании специального учебного заведения или документа, подтверждающего стаж работы по специальности не менее 5 лет).

Очевидно, этих данных, не связанных с программой работ, недостаточно, чтобы судить о возможности заявителя качественно выполнить определенный объем работ по ТО или ТР.

Создавшийся правовой, организационный и технологический вакуум привел к нерегулируемой и неконтролируемой эксплуатации автомобилей большинством малых предприятий и владельцев автомобилей. В результате в конце 90-х годов произошло существенное ухудшение технического состояния автомобильного парка, увеличилось число ДТП, вызванных неисправностью автомобилей, загрязнение окружающей среды. По данным НИИАТ, в ходе проведения в ряде регионов инструментальной проверки было выявлено, что свыше 30% автомобилей из более 105 тыс. проверенных имели неисправности и отказы, при которых их эксплуатация запрещена. Основные отказы и неисправности (всего 100%): тормозная система – 29%; рулевое управление – 20%; система освещения и сигнализации – 19%. Выявление причин ДТП на месте происшествия технически и методически подготовленными специалистами показало, что около 15% из них связано с неудовлетворительным техническим состоянием автомобилей (официальная статистика – 1,5–3%).

Проверка технического состояния автомобилей в Москве показала, что не соответствует экологическим требованиям 15–17% автомобилей больших и средних и более 40% малых автотранспортных предприятий.

Для улучшения создавшегося положения в течение переходного периода необходимо

- восстановление роли автомобильного транспорта в качестве отрасли при оценке действительных показателей качества и надежности автомобилей и допуске их к эксплуатации; до появления на внутреннем автомобильном рынке конкурентной среды эта роль может быть делегирована Министерству транспорта РФ;
- добровольная регламентация системы технического обслуживания и ремонта, основные положения и нормативы которой рекомендуется зафиксировать и применять, как минимум, на хозяйственном уровне (приказ, распоряжение и т.д.).

Так как большинство предприятий, особенно малых, не имеет возможности провести наблюдения и исследования, необходимые для разработки "своей" системы и соответствующих нормативов (см. рис. 7.1, 7.2), в качестве исходной базы могут быть рекомендованы и использованы с минимальной корректировкой, учитывающей изменение конструкции и специфику условий эксплуатации:

- рекомендации заводов-изготовителей;
- основные принципы, нормативы, структура системы и методы корректирования Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

В зависимости от традиций, хозяйственного уклада, состояния народного хозяйства и автомобильного транспорта в отечественной и зарубежной практике, смежных отраслях отмечаются следующие уровни регламентации системы ТО и ремонта автомобилей.

Федеральный, межотраслевой и отраслевой уровни; нормативы и требования системы являются *обязательными* для всех (или оговоренного большинства) организаций, независимо от ведомственного подчинения или вида собственности.

Таблица 7.4

Периодичность *l* и трудоемкость *t* ТО и ТР автобусов (I категория условий эксплуатации)

Автобус	ЕО	ТО-1		ТО-2		ТР
	t, чел.·ч	*l*, км	*t*, чел.·ч	*l*, км	*t*, чел.·ч	*t*, чел.·ч/ 1000 км
ЛАЗ-695-НГ	0,95	3500	6,6	14000	25,8	6,9
ЛиАЗ-677	1,00	3500	7,5	14000	31,5	6,8
ЛиАЗ-677Г	1,15	3500	7,9	14000	32,7	7,0
ЛиАЗ-5256	1,13	3600	5,8	14400	26,4	6,0
Икарус-250, -256	1,4	4000	10,0	16000	40,0	9,0
Икарус-260, -263	1,2	4000	9,5	16000	35,0	8,5
Икарус-415	1,3	5000	7,6	20000	23,7	8,5
Мерседес-Бенц-0325	1,0	10000	6,6	20000	26,1	6,0
Мерседес-Бенц-345	1,4	10000	8,4	20000	24,5	6,0
Икарус-280, -283	1,8	4000	13,5	20000	47,0	11,0
Икарус-435	1,6	5000	8,7	20000	31,1	11,0
Мерседес-Бенц-345G	1,6	10000	9,1	20000	29,5	9,0

Внутриотраслевой уровень, при котором объединения, холдинги, акционерные общества, крупные транспортные компании на основании имеющегося опыта и специфики эксплуатации применяют "свои режимы" ТО и ремонта при сохранении общих принципов планово-предупредительной системы и использовании базовых нормативов (см. табл. 7,2, 7.3). При этом для группы предприятий, входящих в данное объединение, рекомендации системы являются *обязательными*. Примерами являются крупные муниципальные или унитарные транспортные компании, имеющие в своем составе научно-исследовательские институты или группы специалистов: Государственная компания Мосгортранс (табл. 7.4), Мосавтотранс (Москва, Россия), автотранспортная компания почтовой службы США (US Postal Service), крупные лизинговые компании (Ryder, Hertz) и др.

Профессионально-общественный уровень, при котором разработку системы ТО и ремонта берет на себя общественная организация, ассоциация или объединение, а принципы и нормативы системы являются *рекомендательными* для транспортных предприятий и организаций. Характерный пример – разработка комитетом по техническому обслуживанию инженерного общества SAE США планово-предупредительной системы технического обслуживания (Preventive Maintenance and Inspection Procedures – PM), которая была рекомендована для армии и гражданских автотранспортных предприятий США. Затем подобная работа проводилась другими транспортными ассоциациями (АТА, США). При этом сочетаются методы научных исследований и наблюдений с масштабным обобщением опыта передовых (Maintenance Efficiency Award – ME) транспортных предприятий. Рекомендации, разработанные подобными методами, являются весьма авторитетными и используются (полностью или с корректированием) большинством автотранспортных предприятий, которые не имеют возможности провести широкомасштабные и дорогостоящие наблюдения и систематизацию необходимых для разработки или корректирования системы данных. В России эту работу могут проводить созданный в 1999 г. Российский автотранспортный союз (РАС), Российская ассоциация автомобильных дилеров при участии учебных и научно-исследовательских институтов, предприятий автомобильного транспорта и производителей транспортной техники.

7.4. ФИРМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА

Эти системы разрабатываются производителями автомобилей, ориентированы главным образом на владельцев индивидуальных (некоммерческих) автомобилей, фирменные сервисные предприятия (дилеров) и стимулируют проведение ТО и ремонта на этих предприятиях.

Фирменные системы ТО и ремонта основаны на планово-предупредительной стратегии (см. гл. 2) и информационно поддерживаются рядом документов.

1. *В руководствах по эксплуатации*, которыми располагают владельцы автомобилей, приводится минимум сведений:

- рекомендации проводить ТО на предприятиях технического обслуживания завода-изготовителя в соответствии с рекомендациями сервисных книжек;
- указания по выполнению минимального перечня операций между очередными обслуживаниями, которые включают проверку уровня масла и жидкостей, уход за шинами, замену ламп и плавких предохранителей, косметический уход за кузовом;
- перечень рекомендуемых топливно-смазочных материалов, эксплуатационных жидкостей и автопрепаратов;
- список ламп, применяемых на автомобилях.

Учитывая, что значительная часть владельцев автомобилей, даже в странах, имеющих традиционно развитую и доступную сервисную систему, обслуживают автомобили вне заводских сервисных предприятий, этих сведений явно недостаточно.

2. Структура системы ТО фиксируется в *сервисных книгах*, в которых указывается последовательность (план-график, цепочка) проведения ТО с определенной, как правило постоянной, периодичностью. Например, для семейства автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, "Вольво-400, -700, -900", "Мацда-626" такой периодичностью является 15 тыс. км, что соразмерно со среднегодовым пробегом индивидуальных легковых автомобилей в развитых странах. Такой план-график проведения ТО на автомобилях семейства "Вольво" "расписан" на 180 тыс. км, "Мацда" – на 180 тыс. км, ВАЗ – на 105 тыс. км.

Каждый очередной вид ТО (после 15, 30, 45 тыс. км пробега автомобиля и т.д.) имеет свой перечень операций, который на 47–76% совпадает с предыдущим (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Характеристики ступеней ТО автомобилей семейства ВАЗ-2110

Номер сервисного талона	Наработка, тыс. км		Число укрупненных операций		Нормативы трудоемкости, чел.-ч
	Всего	Между ТО	Всего	Совпадает с предыдущим обслуживанием, %	
2	15	15	24	–	2,62–3,06
3	30	15	37	62	5,36–6,33
4	45	15	27	78	4,47–4,91
5	60	15	37	70	6,36–7,43
6	75	15	25	76	3,75–3,90
7	90	15	38	47	7,20–8,27
8	105	15	24	Соответствует талону № 2	2,62–3,06

В перечнях содержатся традиционные для ТО виды работ: контрольно-диагностические, смазочные, крепежные, регулировочные и другие. В среднем около 60% операций практически одинаковы для всех ступеней ТО, до 30% – чередуются, как правило, через одно ТО (15, 45, 75 тыс. км и т.д.); остальные или являются специфическими только для данной ступени, или содержат рекомендации по принудительной замене ряда деталей и систем (свечи, кислородный датчик и др.) или их вскрытию и частичной разборке (генератор, стартер и др.).

Для автомобилей семейства "Мацда", предназначенных для эксплуатации в тяжелых условиях, периодичность ТО сокращается в 1,5 раза (10 тыс. км) и рекомендуется двухступенчатая система ТО (типа ТО-1, ТО-2) с кратностью 2 (10 и 20 тыс. км) и практически постоянным по этим видам ТО перечнем операций.

Для иностранных легковых автомобилей, собираемых в России, рекомендуется периодичность ТО 6 тыс. км.

3. Ряд заводов-изготовителей для сервисных предприятий издает *рекомендации по трудоемкости ТО и ремонта*: трудоемкость работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту ВАЗ-2110, -2111, -2112; справочник по нормативам стандартного времени для ТО и ремонта автомобилей "Вольво-300, -400, -700, -800, -900" (Volvo Standard Times Guide) и др.

Эти справочники и рекомендации в различных пропорциях и детализации содержат пооперационные нормативные трудоемкости следующих основных работ (на примере ВАЗ):

- смазочные, заправочные, моечно-уборочные и работы по обслуживанию (коды 01-09);
- контрольно-диагностические (коды 10–18);
- снятие и установка деталей (коды 20–28);
- устранение перекоса кузова (коды 30–35);
- разборочно-сборочные и механические (коды 40–49);
- изготовление деталей (коды 50–54);
- рихтовка и сварка кузова (коды 60–69);
- антикоррозионная и противошумная защита (коды 70–75);
- окраска (коды 80–93).

Эти материалы являются основанием (и оправданием) при нормировании стоимости выполнения услуг на сервисных предприятиях на ступени ТО (по сервисной книжке) и конкретной ремонтной операции. Оценок (или норм) суммарных затрат на текущий ремонт (на 1000 км, год, за срок службы) заводские рекомендации, как правило, не содержат, что затрудняет общую оценку надежности автомобиля и технологические расчеты ремонтных постов и участков сервисных предприятий.

Некоторые зарубежные фирмы в последние годы в технической документации и в рекламе приводят предельную годовую трудоемкость текущего ремонта своих автомобилей, связанную с определенным годовым пробегом.

Ряд производителей в своей рекламе и документации предусматривают корректирование трудоемкости ремонтных работ по мере увеличения наработки автомобиля с начала эксплуатации. Например, у ВАЗ увеличение трудоемкости ремонта при наработке 5–8 лет – до 10%, свыше 8 лет – до 20%.

Для организации учета и упрощения технологического проектирования операции шифруются, что является несомненным преимуществом заводской документации. Шифр включает номер детали или агрегата по каталогу и код работы. Например, операция "перестановка колес автомобиля по схеме" обозначается

3101011.08,

где цифры до точки – номер детали (колесо в сборе), после точки – код работы (ТО).

Для последующего анализа надежности автомобилей ряд заводов-изготовителей применяет цифровое кодирование причин и признаков отказов ("Вольво"), которое используется в сервисных предприятиях.

Преимуществами заводских рекомендаций являются их "привязка" к конкретным моделям автомобилей и их конструкции, наличие пооперационных нормативов трудоемкости, система информации и кодирования деталей и работ, оформление рекомендаций по ТО для владельцев автомобилей в виде сервисной книжки, содержащей полный перечень операций ТО, технологическое и информационное обеспечение фирменных предприятий.

К недостаткам относятся: некомплектность технической документации или ее недоступность для владельцев транспортных средств; отсутствие и слабый учет условий эксплуатации; как правило, завышенная трудоемкость, увеличивающая стоимость обслуживания и ремонта; отсутствие общих нормативов на текущий ремонт; сложность структуры системы, особенно для индивидуальных владельцев автомобилей. Поэтому, как правило, эти рекомендации используются сервисными предприятиями, прежде всего фирменными, и дилерами.

Что касается владельцев транспортных средств, то заводскими рекомендациями по ТО даже в странах с развитой сервисной системой они пользуются, главным образом, во время гарантийного пробега и в первые годы эксплуатации нового автомобиля.

4. Учитывая международный обмен автомобильной техникой (экспорт, импорт, лизинг, международные перевозки, туризм), большое значение и распространение приобретают обобщающие *нормативные и технологические материалы*, которые при их составлении автотранспортными и информационными компаниями приобретают функции рекомендуемых нормативов ТЭА.

Например, известная информационная компания "Оутодейт" (Autodate Ltd. Automotive Technical Publications and Databases) периодически издает сводные нормативы трудоемкости к применяемым системам ТО и ремонта по 40–45 производителям (маркам) 670–700 моделей легковых автомобилей.

Эта же компания издает справочно-информационные материалы по обслуживанию и ремонту агрегатов и систем автомобилей. Например, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, диагностика, испытание и регулирование двигателя, системы питания и зажигания, ремонт кузова, углы установки колес автомобиля и др.

7.5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НОРМАТИВОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ТО И РЕМОНТА

Нормативы, свойственные системам технического обслуживания и ремонта, необходимы для решения следующих задач ТЭА.

1. Расчет производственной программы (суточной, месячной, годовой и т.п.) работ ТО и ТР. Под производственной программой понимаются количество и трудоемкость воздействий по видам ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО), ТР, КР автомобилей и агрегатов, исчисляемых за год, месяц, смену. Производственная программа может определяться в целом по автотранспортному предприятию или группам автомобилей (по типам, моделям), а также зонам, участкам.

В основу расчета производственной программы положены нормативы трудоемкости, периодичности, ресурса автомобилей и агрегатов до капитального ремонта, простоя автомобилей в ТО и ремонте. Нормативы корректируются с учетом условий эксплуатации (см. гл. 8).

После установления нормативных значений периодичности ТО-1 (l_1), ТО-2 (l_2), ресурса автомобиля до капитального ремонта ($L_к$) и за цикл до списания ($L_ц$) определяют число КР и ТО на один автомобиль за цикл ($N_ц$) по формулам

$$N_{ц.к} = \frac{L_ц}{L_к}; \quad N_{ц2} = \frac{L_ц}{l_2} - N_{ц.к}; \quad N_{ц1} = \frac{L_ц}{l_1} - N_{ц2} - N_{ц.к}. \tag{7.4}$$

Далее рассчитывают число ТО и КР на один автомобиль $N_г$ за год по формуле

$$N_г = N_ц \eta_г,$$

где $\eta_г = L_г/L_к$ – коэффициент перехода от циклового $L_ц$ к среднегодовому $L_г$ пробегу.

Затем число ТО и КР рассчитывают на парк в целом.

При определении годового пробега используют данные по коэффициенту выпуска $\alpha_в$ и технической готовности $\alpha_т$, а также среднесуточному пробегу $l_{сс}$ (см. гл. 9):

$$L_г = 365 \alpha_в l_{сс}. \tag{7.5}$$

Годовая программа по видам воздействий на парк определяется произведением годовой программы на один автомобиль $N_г$ и инвентарного размера парка автомобилей данной марки $A_и$:

$$N_г^{\Sigma} = A_и N_г. \tag{7.6}$$

Программа работ, выражаемая трудоемкостью t^{Σ}, определяется

- для ТО произведением скорректированной разовой трудоемкости видов обслуживания $t_{ТО}(t_{ЕО}, t_1, t_2)$ и годовой программы числа воздействий $N_г^{\Sigma}$, т.е.

$$t_{ТО}^{\Sigma} = N_г^{\Sigma} t_{ТО}; \tag{7.7}$$

- для ТР – произведением скорректированного норматива удельной трудоемкости ТО ($t_{ТР}$) и годового пробега парка автомобилей

$$t_{ТР}^{\Sigma} = A_и L_г t_{ТР} / 1000; \tag{7.8}$$

- для ТО и ремонта по видам работ t_i^{Σ}, по цехам, производственным зонам t_j^{Σ} – произведением годовой трудоемкости соответствующих работ ТО или ТР t^{Σ} на коэффициент удельного веса вида работ $k_{р.i}$ или цеха, участка $k_{ц.j}$:

по виду работ (моечных, контрольных, регулировочных, разборочно-сборочных, сварочных и др.)

$$t_i^{\Sigma} = t^{\Sigma} k_{р.i}, \tag{7.9}$$

по цехам и участкам

$$t_j^{\Sigma} = t^{\Sigma} k_{ц.j}. \tag{7.10}$$

Значения $k_{р.i}$ и $k_{ц.j}$ приведены в нормативно-технологических документах, Положении о ТО и Р, а также в нормах технологического проектирования автотранспортных предприятий.

2. Планирование постановки автомобилей на обслуживание. При *календарном* планировании делением периодичности ТО на среднесуточный пробег $l_{сс}$ рассчитывается календарный день проведения очередного ТО автомобиля: $Д_{ТО}^{к} = l_{ТО} / l_{сс} + 1 = n_с + 1$.

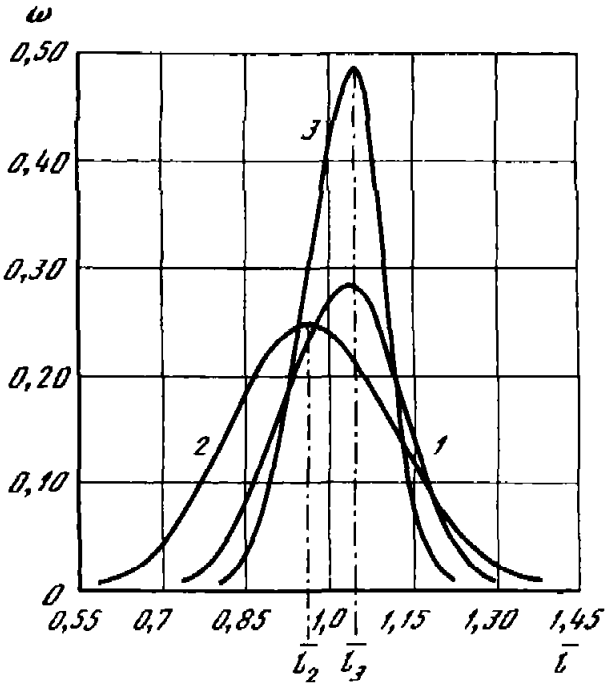


Рис. 7.6. Распределение фактической периодичности ТО при календарном способе планирования

1, 2 – коэффициент вариации сменного пробега $\upsilon_c = 0{,}30$, *3* – 0,15; *1, 3* – с учетом, *2* – без учета целодневных простоев

При планировании *по пробегу* суммируются фактические суточные пробеги автомобиля l_c с момента проведения предыдущего ТО. При приближении суммы Σl_c к периодичности ТО ($\Sigma l_c \rightarrow l_{TO}$) принимается решение о конкретной дате постановки автомобиля на обслуживание.

Календарный метод прост и применяется при достаточно стабильном режиме работы автомобилей на линии. Однако при большой неравномерности использования автомобилей (вариация l_c) или незапланированных случайных простоях между ТО с потерей рабочего времени (так называемые целодневные простои) он дает значительные отклонения нормативной и фактической периодичности ТО (рис. 7.6). Другой метод ("по пробегу"), особенно при использовании компьютерной техники, АСУ (см. гл. 18), позволяет более точно следовать нормативной периодичности ТО и оперативно корректировать загрузку зоны ТО.

3. Определение потребности в рабочей силе и ее распределении по цехам, участкам, постам в соответствии с программой и трудоемкостью работ. Знание трудоемкости работ позволяет определить технологически необходимую $P_т$ и штатную $P_ш$ численность производственных рабочих.

Технологически необходимая численность производственных рабочих определяется по годовой трудоемкости работ в зоне ТО или ТР (t_j^{Σ}) и нормированному фонду рабочего времени рабочего данной профессии ($Ф$): $P_т = t_j^{\Sigma} / Ф$.

Штатная численность производственных рабочих, учитывающая с помощью коэффициента штатности $\eta_ш$ отпуска, болезни и другие уважительные причины невыхода рабочих, определяется так: $P_ш = P_т / \eta_ш$.

4. Определение числа постов и размера площадей производственных участков. Число универсальных постов (рабочих мест) для выполнения ТО и ТР $П_у$ определяется соотношением годовой трудоемкости работ, выполняемых на данном посту (участке) t_j^{Σ}, и годовым фондом рабочего времени поста (участка) $Ф_п$:

$$П_у = \frac{t_j^{\Sigma}\varphi}{Ф_ц P_п} = \frac{t_j^{\Sigma}\varphi}{Д_{р.г} T_{см} c P_п \eta_п}, \qquad (7.11)$$

где $Д_{р.г}$ – число рабочих дней в году поста, участка; $T_{см}$ – продолжительность смены; c – число смен; $P_п$ – число рабочих на посту; φ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей $\varphi = (1 \div 1{,}4)$; $\eta_п$ – коэффициент использования рабочего времени поста, характеризующий уровень технологии и организации работ $\eta_п = 0{,}85 \div 0{,}95$.

Площади зон ТО и ТР определяются числом постов, коэффициентом плотности расстановки оборудования, учитывающим проезды и проходы, и площадью, занимаемой обслуживаемым автомобилем.

5. Расчет затрат на ТО и ремонт по предприятию, цехам, участкам, видам ТО и ремонта, агрегатам и системам автомобиля. Соответствующие затраты определяются произведением сметной стоимости работы (операции, вида ТО, ТР) и расчетной программы.

6. Разработка технологической документации (технологические, постовые, пооперационные карты и др.), основой которой являются перечни операций по группам или видам ТО и их трудоемкостей.

7. Оценка расчетных уровней работоспособности парков и влияния на них деятельности конкретных цехов и участков. Эта задача решается определением коэффициента технической готовности (см. гл. 9) и затрат на ТО и ремонт.

8. Сравнение автомобилей различных производителей путем сопоставления показателей пп. 3, 5, 7.

9. Управление качеством ТО и ремонта. Выполняется с использованием показателей пп. 1, 3, 5, 6, 7.

10. Контроль регулярности, полноты и качества проведения ТО и ремонта, в том числе и при их выполнении по контракту на других предприятиях. Регулярность проведения ТО определяется сопоставлением фактических и плановых (нормативных) периодичностей. Полнота выполнения рекомендуемых перечней операции оценивается

- наличием (или отсутствием) соответствующих операций, заявленных в рамках ТР;
- непосредственным пробным контролем фактического выполнения рекомендуемых при ТО операций (наблюдения, пробный осмотр);
- изменением уровня работоспособности автомобиля (п. 7).

11. Получение сертификата на право проведения ТО и ремонта на основе имеющейся документации на ТО и ремонт.

Подведем некоторые итоги изучения материалов по системам технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Независимо от форм собственности владельцам автотранспортных средств, специалистам ИТС необходимо знать, что обеспечить постоянную работоспособность, дорожную и экологическую безопасность, а также экономичность использования автомобилей можно при условии регулярного и качественного выполнения планово-предупредительной системы технического обслуживания.

Фирменные рекомендации по ТО и ремонту основаны на планово-предупредительных принципах. Структура ТО эквивалентна или двух-трехступенчатой системе, или системе с так называемым единым обслуживанием, но переменным по наработке перечнем операций, имеющим постоянное для всех ступеней ядро (до 60% объемов).

Одной из важных задач технической эксплуатации автомобилей как науки и области практической деятельности является восстановление и развитие надежно действующего механизма регулирования и управления работоспособностью растущего автомобильного парка на основе четко сформулированных и реализуемых принципов и гибких объективных нормативов планово-предупредительной системы.

Свидетельствами применения системы ТО и Р являются

для автотранспортных предприятий всех форм собственности:

- наличие утвержденных, как минимум, на хозяйственном уровне структуры и нормативов ТО и ремонта, применяемых на данном предприятии;
- отчетная документация, свидетельствующая о фактическом выполнении нормативов и рекомендаций системы;

для индивидуальных владельцев:

- сервисная книжка с отметкой о выполнении ТО на фирменных предприятиях и у дилеров;
- прочая отчетная документация о проведении ТО и ремонта на сервисных предприятиях;
- договор об абонементном обслуживании автомобилей на сервисном предприятии;
- тетрадь о выполнении работ владельцем своими силами.

Государственный технический осмотр, проводимый в основном один раз в год, способствует обеспечению технического состояния, экологической и дорожной безопасности парка и конкретных автомобилей, но не может заменить планово-предупредительной системы ТО и ремонта, качественное выполнение которой является важнейшей задачей и обязанностью владельцев автотранспортных средств.

Глава 8

УЧЕТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЕЙ

8.1. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

Условия эксплуатации, при которых используется автомобиль, влияют на режим работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния по схеме: режимы работы автомобиля и его элементов – интенсивность изменения параметров технического состояния – реализуемые показатели надежности и работоспособности – ресурсы деталей, агрегатов, автомобилей – периодичность и перечень операций ТО, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и материалов и т.д. В различных условиях эксплуатации реализуемые показатели надежности автомобилей за одинаковую наработку будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении нормативов ТЭА, потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы). Необходимо различать две группы условий (рис. 8.1).

Объективные и четко фиксируемые условия, которые однозначно действуют на надежность всех автомобилей и, следовательно, на нормативы технической эксплуатации. Они подразделяются на внешние и внутренние.

Внешние условия (см. рис. 8.1), например тип дороги (табл. 8.1), условия движения (рис. 8.2), климатические (рис. 8.3) и сезонные условия (табл. 8.2) и др.

Так, режимы работы грузового автомобиля при интенсивном городском движении изменяются по сравнению с движением по загородной дороге с одинаковым типом покрытия следующим образом:

скорость движения сокращается на 50–52%;

среднее число оборотов коленчатого вала на 1 км увеличивается до 130–136%;

число переключений передач возрастает в 3–3,5 раза;

удельная работа трения тормозных механизмов возрастает в 8–8,5 раза;

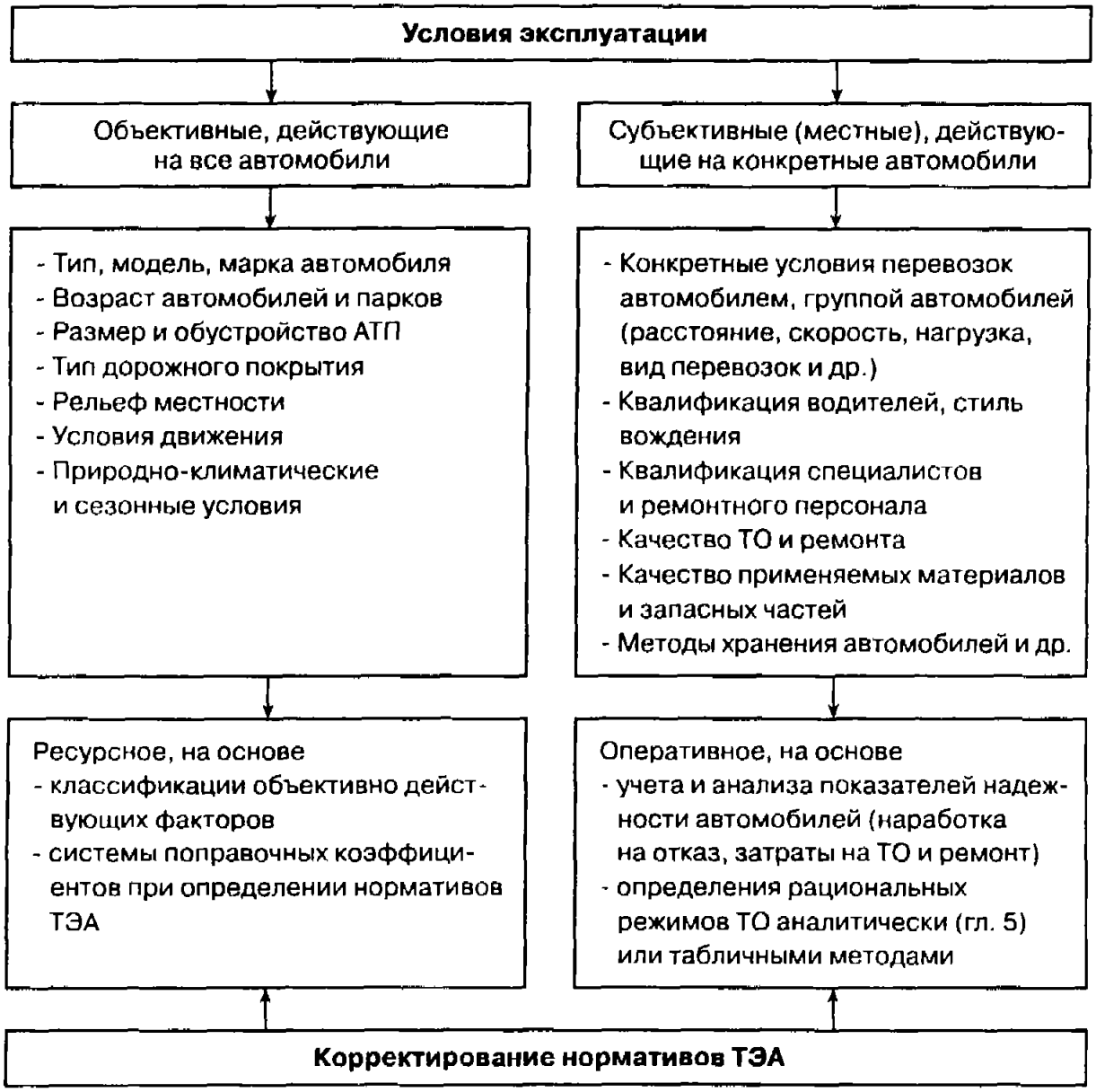


Рис. 8.1. Схема влияния условий эксплуатации на нормативы ТЭА

пробег при криволинейной траектории движения (при поворотах, перестроениях и т.д.) увеличивается в 3–3,6 раза.

Из рис. 8.2 следует, что стоимость цикла движения автопоезда в зависимости от колебания его скорости изменяется в несколько раз. Не случайно за рубежом контролю скорости движения автомобилей уделяется большое внимание.

Внутренние условия, например возраст, типы, марки, модели автомобилей, концентрация автомобилей на предприятии и др.

Местные, или субъективные, условия (см. рис. 8.1) по отношению к конкретному автомобилю или группе автомобилей на каждом предприятии. Например, квалификация персонала (табл. 8.3), расстояние перевозок и др.

По данным МАДИ, на затраты по ТО и ремонту маршрутных автобусов, работающих в условиях большого города, основное влияние оказывают средняя длина перегона (вес фактора 67–69%), использование пассажировместимости (24–28%) и плотность транспортного потока (4–6%). Диапазон вариации этих факторов даже в рамках одной транспортной системы составляет по разным маршрутам соответственно 4,6; 3,4; 6,6 раза.

Таблица 8.1

Влияние типа покрытия дороги на режим работы агрегатов автомобиля большой грузоподъемности

Параметр	Цементобетон, асфальтобетон	Битумоминеральные смеси	Щебень, гравий	Булыжник, грунт укрепленный	Естественный грунт
Коэффициент сопротивления качению	0,014	0,020	0,032	0,040	0,08
Среднетехническая скорость, км/ч	66	56	36	27	20
Среднее число оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км пути	2228	2561	2628	3185	4822
Среднеквадратическое отклонение угла поворота рулевого колеса, град	8	9,5	12	15	18
Число торможений на 1 км	0,24	0,25	0,34	0,42	0,9
Число переключений передач на 1 км	0,52	0,62	1,24	2,10	3,20
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км	68	128	214	352	625

Таблица 8.2

Средние значения показателей надежности городских автобусов большого класса по сезонам в умеренном климатическом районе, %

Параметр	Осень	Зима	Весна
Наработка на случай ремонта	97	81	94
Наработка на линейный отказ	88	77	88
Потери линейного времени по техническим причинам			
число случаев	114	128	115
ч	112	125	112

Примечание. Показатели для лета приняты за 100%.

Таблица 8.3

Влияние квалификации водителя на режим работы и надежность автобуса среднего класса

Квалификация водителя	Среднетехническая скорость движения, км/ч	Средняя частота вращения коленчатого вала, об/мин	Число торможений на 1 км	Суммарный путь торможения, % от общего пути	Количество отказов, %	Ресурс агрегатов, %
Высокая	35,3	1780	1,7	2,1	100	100
Средняя	33,6	2220	2,6	3,8	140	44–70

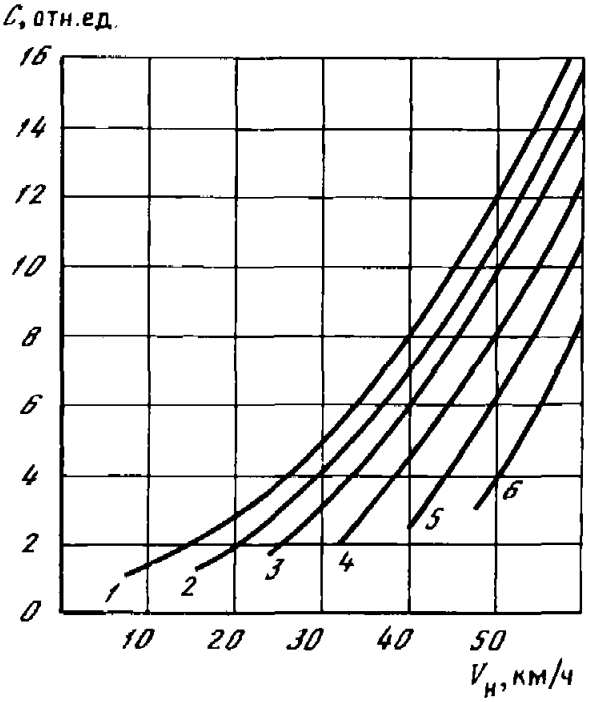


Рис. 8.2. Изменение относительной стоимости цикла движения автопоезда грузоподъемностью 16 т на дороге с усовершенствованным покрытием

1 – остановка; *2* – промежуточная скорость $V_п$ – 8, *3* – 16, *4* – 24, *5* – 32, *6* – 40 км/ч. Цикл $V_н - V_п - V_н$

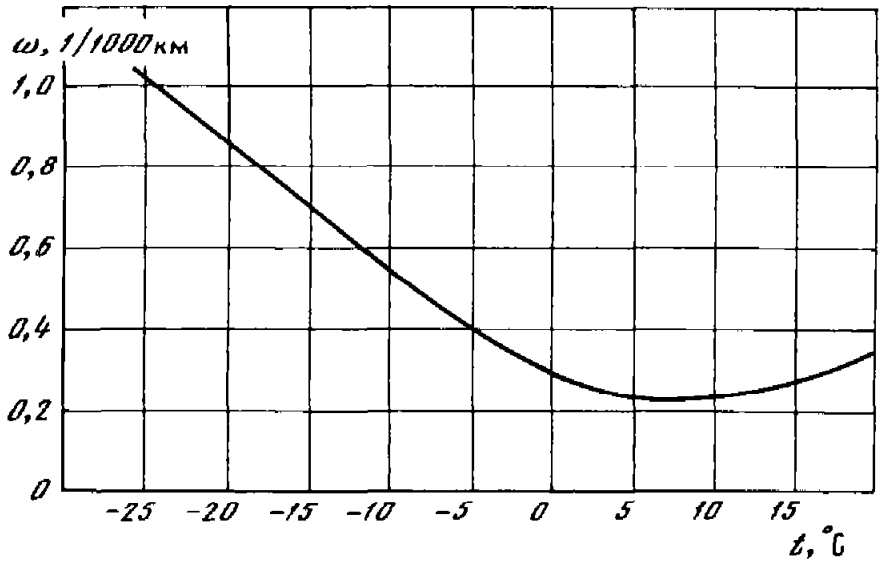


Рис. 8.3. Влияние температуры окружающего воздуха на параметр потока отказов автомобилей

Таблица 8.4

Влияние транспортных условий на надежность и производительность автомобилей, %

Параметр	Коэффициент использования			
	пробега β		грузоподъемности γ	
	0,7	0,9	0,8	1,0
Производительность	120	122	114	132
Число отказов и неисправностей	109	119	104	112
Число замен деталей и агрегатов	105	114	102	105

Примечание. Для β = 0,5 и γ = 0,7 значения параметров приняты за 100%.

Данные табл. 8.4 подчеркивают важность объективной оценки влияния условий эксплуатации на надежность и техническое состояние автомобилей. Более интенсивное использование автомобилей неминуемо увеличивает затраты ИТС на обеспечение их работоспособности, что должно быть учтено в расчетах с клиентурой и компенсировано ИТС подсистемой перевозок предприятия.

Источником такой компенсации является дополнительный доход, получаемый подсистемой перевозок. Таким образом, речь идет о взаимоотношениях двух подсистем автомобильного транспорта – коммерческой и технической эксплуатации (см. гл. 1 и 9), а в общем случае – о взаимоотношениях подсистемы ТЭА с клиентурой.

8.2. МЕТОДЫ УЧЕТА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Итак, автомобили и парки могут работать в различных условиях эксплуатации, которые влияют на показатели надежности и нормативы. Всю цепочку этого влияния от режимов работы автомобиля и агрегатов до показателей надежности и нормативов ТЭА, к сожалению, пока не удается описать чисто аналитически. Для этого используют статистические данные, результаты наблюдений, корреляционно-регрессионные зависимости, обобщают имеющийся опыт.

Очевидно, автомобили, работающие в более тяжелых условиях эксплуатации, потребуют для обеспечения работоспособности бóльших трудовых и материальных ресурсов, а затраты на ТО и ремонт автомобилей и себестоимость перевозок будут объективно выше. Это необходимо учитывать при планировании и нормировании процессов технической эксплуатации.

Учет условий эксплуатации осуществляется на основе закономерностей ТЭА девятого вида и достигается классификацией этих условий, идентификацией фактических условий эксплуатации конкретных групп автомобилей и корректированием нормативов ТО и ремонта.

Практически эти задачи решаются следующим образом.

1. Выявляются факторы, которые могут быть отнесены к объективным и местным, или субъективным.

Например, параметр потока отказов и неисправностей грузовых автомобилей большой грузоподъемности зависит от транспортных и дорожных условий следующим образом:

$$\omega = -0{,}68 + 0{,}4\beta + 12\gamma + 0{,}08K_{\text{пр}} - 7 \cdot 10^{-4} l + 16f + 12 \cdot 10^{-3} i + 19\Pi. \qquad (8.1)$$

При этом уровень влияния факторов, %, составляет:

тип покрытия (коэффициент сопротивления качению f) – 31 (29–33);

среднее значение уклона на маршруте i – 15 (12–18);

помехонасыщенность маршрута (отношение средних скоростей на конкретном маршруте к скорости на дороге первой технической категории вне города) Π – 20 (19–21);

коэффициент использования пробега β – 13 (12–14);

коэффициент использования грузоподъемности γ – 8 (6–10);

коэффициент использования прицепов $K_{\text{пр}}$ – 6 (5,5–7);

длина груженой ездки l – 7 (6–8).

В данном примере уровень влияния объективных условий, действующих на все автомобили, составляет 66–73%, а субъективных по отношению к конкретному автомобилю условий – 27–34%.

2. Объективные факторы систематизируются и группируются по степени и механизму влияния на надежность автомобилей и, как следствие, – на затраты по обеспечению их работоспособности.

На автомобильном транспорте России принято учитывать следующие объективно действующие факторы:

Таблица 8.5

Классификация условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	$У_1$	$У_2$	$У_3$
I	$Д_1$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$	–	–
II	$Д_1$–$Р_4$ $Д_2$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$ $Д_3$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$	$Д_1$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$ $Д_2$–$Р_1$	–
III	$Д_1$–$Р_5$ $Д_2$–$Р_5$ $Д_3$–$Р_4$, $Р_5$ $Д_4$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$	$Д_1$–$Р_5$ $Д_2$–$Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$ $Д_3$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$ $Д_4$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$	$Д_1$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$ $Д_2$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$ $Д_3$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$ $Д_4$–$Р_1$
IV	$Д_5$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$	$Д_5$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$	$Д_2$–$Р_5$ $Д_3$–$Р_4$, $Р_5$ $Д_4$–$Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$ $Д_5$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$
V		$Д_6$–$Р_1$, $Р_2$, $Р_3$, $Р_4$, $Р_5$	

а. Условия эксплуатации, характеризуемые дорожным покрытием Д, рельефом местности Р, условиями движения У (табл. 8.5).

Дорожные покрытия:

$Д_1$ – усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании);

$Д_2$ – усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанные вяжущими материалами, из холодного асфальтобетона);

$Д_3$ – переходные (щебенчатые и гравийные);

$Д_4$ – переходные (из грунтов и местных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники);

$Д_5$ – низкие (грунт, укрепленный или улучшенный добавками, лежневое и бревенчатое покрытие);

$Д_6$ – естественные грунтовые дороги, временные внутрикарьерные и отвальные дороги, подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

$Р_1$ – равниный (до 200 м);

$Р_2$ – слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);

$Р_3$ – холмистый (свыше 300 до 1000 м);

$Р_4$ – гористый (свыше 1000 до 2000 м);

$Р_5$ – горный (свыше 2000 м).

Условия движения: $У_1$ – за пределами городской зоны (более 50 км от города); $У_2$ – в малых городах (до 100 тыс. жителей); $У_3$ – в больших городах (более 100 тыс. жителей).

б. Тип (легковые, грузовые, автобусы), модификация и класс автомобиля (легковые – по рабочему объему двигателя, грузовые – по грузоподъемности, автобусы – по длине).

в. Природно-климатические условия в соответствии с их районированием (табл. 8.6) и выделением районов с высокой агрессивностью среды.

Таблица 8.6

Районирование территории России по природно-климатическим условиям

Административно-территориальная единица	Климатический район
Республика Саха (Якутия); Магаданская обл.	Очень холодный
Республики: Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Тува, Хакасия Края: Алтайский, Красноярский, Приморский, Хабаровский Области: Амурская, Архангельская, Иркутская, Камчатская, Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Сахалинская, Томская, Тюменская и Читинская	Холодный
Республики: Башкортостан, Удмуртская Области: Пермская, Свердловская, Курганская и Челябинская	Умеренно холодный
Республики: Северо-Осетинская, Адыгея, Дагестан, Ингушская, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкария, Чеченская Края: Краснодарский и Ставропольский Области: Калининградская и Ростовская	Умеренно теплый, умеренно теплый влажный, теплый влажный
Остальные регионы РФ	Умеренный

г. Возраст автомобилей в парке с выделением девяти групп наработок, отнесенный к нормативному ресурсу автомобиля до первого капитального ремонта $L_к$, т.е. первая возрастная группа с наработкой до 0,25 $L_к$, вторая – 0,25–0,50, третья – 0,50–0,75, четвертая – 0,75–1,0, пятая – 1,0–1,25, шестая – 1,25–1,50, седьмая – 1,50–1,75, восьмая – 1,75–2,0, девятая – свыше 2,00 $L_к$.

д. Концентрация автомобилей на предприятии (размер парка, его разнотипность и разномарочность).

3. Каждый учитываемый фактор имеет идентификационные признаки, которые позволяют выделять специфические группы автомобилей, работающих в данных условиях. Например, для условий эксплуатации таких групп пять (см. табл. 8.5), для природно-климатических условий России – тоже (см. табл. 8.6).

Кроме того, выделены районы с высокой агрессивностью среды: прибрежные районы Черного, Каспийского, Азовского, Балтийского, Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей (с шириной полосы до 5 км).

4. Вносятся коррективы в нормативы технической эксплуатации.

8.3. РЕСУРСНОЕ КОРРЕКТИРОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Главные задачи ресурсного корректирования (см. рис. 8.1):

- количественно учесть влияние объективно действующих идентифицированных факторов на нормативы ТЭА;
- оценить реальную потребность в ресурсах (персонал, оборудование, помещения, расход энергии, материалы и запасные части) с учетом условий эксплуатации;
- обеспечить сопоставимость трудоемкостей и затрат АТП на автомобили, работающие в разных условиях эксплуатации;
- иметь законное обоснование для контролирующих органов (налоговая и транспортная инспекция, прокуратура, местные администрации) при изменении себестоимости и тарифов.

При ресурсном корректировании в настоящее время признаны объективно действующими, т.е. идентифицированными, пять основных факторов (табл. 8.7).

Таблица 8.7

Ресурсное корректирование нормативов ТО и ремонта автомобилей

Вид корректирования	Варианты корректирования	Коэффициенты корректирования				
		Периодичность ТО	Трудоемкость		Ресурс до КР	Расход запасных частей
			ТО	ТР		
Условия эксплуатации K_I	Пять категорий	⊗ 0,6–1	1	⊗ 1–1,5	⊗ 0,6–1	⊗ 1–1,65
Модификация и условия работы автомобиля K_{II}	Восемь модификаций	1	⊗ 1–1,25	⊗ 1–1,25	⊗ 1–0,75	⊗ 1–1,3
Природно-климатические условия K_{III}	Семь климатических районов	⊗ 0,8–1	1	⊗ 0,9–1,3	⊗ 0,7–1,1	⊗ 0,8–1,4
Возраст автомобилей K_{IV}	Девять возрастных групп	1	1	⊗ 0,4–2,5	1	1
Размер парка и унификация автомобилей в парке K_V	Пять вариантов размера парка и три технологически совместимые группы	1	⊗ 0,8–1,3	⊗ 0,8–1,3	1	1
Результирующий коэффициент K_p	–	$K_I \cdot K_{III}$	$K_{II} \cdot K_V$	$K_I \cdot K_{II} \cdot K_{III} \times K_{IV} \cdot K_V$	$K_I \cdot K_{II} \cdot K_{III}$	$K_I \cdot K_{II} \cdot K_{III}$

Примечание. ⊗ – норматив подлежит корректированию.

Основной метод ресурсного корректирования – это изменение нормативов технической эксплуатации автомобилей с помощью коэффициентов корректирования для данных условий относительно эталонных.

Результирующий норматив для конкретных условий эксплуатации определяется по формуле

$$H_p = H_э \cdot K_I \cdot K_{II} \cdot K_{III} \cdot K_{IV} \cdot K_V = K_p H_э, \quad (8.2)$$

где K_I–K_V – коэффициенты корректирования (см. табл. 8.8 и приложение 7); K_p – результирующий коэффициент корректирования, который для периодичности ТО и ресурса имеет ограничения $K_p \geq 0{,}5$; $H_э$ – норматив для эталонных условий.

К эталонным условиям ($K_I = 1$) относится.

1. Первая категория условий эксплуатации:
   - дорога (Д) – асфальтобетонное и бетонное покрытие;
   - **рельеф** (Р) – равнинная, слабохолмистая и холмистая местность;
   - **условия движения** (У) – за пределами города.
2. Базовая модель автомобиля (K_{II}).
3. Умеренный климатический район, умеренная агрессивность среды (K_{III}).

Таблица 8.8

Коэффициент корректирования K_1 нормативов в зависимости от категории условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Норматив			
	Периодичность ТО	Удельная трудоемкость ТР	Ресурс до КР	Расход запасных частей
II	0,9	1,1	0,9	1,10
III	0,8	1,2	0,8	1,25
IV	0,7	1,4	0,7	1,40
V	0,6	1,5	0,6	1,65

Примечание. Для I категории условий эксплуатации все нормативы приняты за единицу.

4. Наработка с начала эксплуатации 50–75% от нормативного ресурса автомобиля до КР (K_{1V}).

5. Размер парка 200–300 автомобилей трех технологически совместимых групп, для которых применимы одинаковые посты, оборудование и квалификация персонала при проведении ТО и ТР (K_V).

При проектировании и реконструкции производственно-технической базы в основном применяются рассмотренная система нормативов и их ресурсное корректирование. В ресурсное корректирование вносятся следующие изменения и дополнения, конкретизированные в нормах технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП).

1. Так как проектируемая ПТБ может использоваться в течение 40 и более лет, то в расчете на повышение надежности, конструктивное совершенствование автомобилей, использование более эффективных технологий и организации ТО и ремонта применяются более жесткие проектные нормативы:

- расчетная периодичность ТО по разным типам автомобилей увеличивается на 15–30%;
- расчетные ресурсы до капитального режима также увеличиваются;
- расчетные трудоемкости, а также нормативы простоя автомобиля в ТО и ТР сокращаются в 1,3–1,8 раза.

2. Детализируют поправочные коэффициенты K_{II}, учитывающие модификацию подвижного состава (полноприводные автомобили, фургоны, автомобили-цистерны, полуприцепы и др.).

3. Детализируют группировку автомобилей по технологически совместимым группам (коэффициент K_V).

4. Учитывают при корректировании трудоемкости ТР условия хранения автомобилей. При этом трудоемкость ТР при открытом хранении увеличивается на 10%.

8.4. ОПЕРАТИВНОЕ КОРРЕКТИРОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Оперативное корректирование (см. рис. 8.1) проводится непосредственно на АТП силами ИТС после внедрения на предприятии исходных нормативов ТЭА и ресурсного корректирования.

Цели оперативного корректирования:

- учет специфических условий конкретного предприятия, группы автомобилей, маршрута (нагрузка, характер груза, маршруты движения, региональные требования и др.);

Таблица 8.9

Примерные условия корректирования перечня и периодичности выполнения работ ТО

$K_{\text{п}}$	Степень вариации		
	малая	средняя	большая
Менее 0,1	$0{,}10l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}15l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}2l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$
0,1–0,2	$0{,}15l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}20l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}4l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$
0,2–0,3	$0{,}25l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}30l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	–
0,3–0,4	$0{,}35l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	$0{,}50l_{\text{т}} < l < l_{\text{т}}$	–
0,4–0,5	$0{,}45l_{\text{т}} < l < 0{,}95l_{\text{т}}$	–	–
0,5–0,6	$0{,}55l_{\text{т}} < l < 0{,}90l_{\text{т}}$	–	–
0,6 и более	–	–	–

- повышение уровня технического состояния парка;
- более эффективное использование ресурсов ИТС (посты, оборудование, агрегаты, персонал).

Основным методом корректирования является совместный анализ фактически выполняемых на данном АТП операций ТО, диагностирования и возникающей при этом потребности в работах ТР, которые непосредственно связаны с режимами и качеством выполнения профилактических работ.

Исходными данными при оперативном корректировании, полученными из действующей на АТП системы учета и выборочных наблюдений за фактическим выполнением операций ТО и ремонта, являются:

- наработка на случай ТР $l_{\text{т}}$;
- фактический коэффициент повторяемости данной операции при ТО K;
- вариация наработки на случай ТР $\upsilon_{\text{т}}$;
- наличие в требованиях на ТР операций, входящих в состав ТО;
- разовые затраты на выполнение операций ТО d и ремонта c;
- периодичности видов ТО.

Рекомендуется применять расчетно-аналитический и табличный методы оперативного корректирования.

В первом случае рассмотренными в гл. 5 методами определяют периодичность конкретной операции ТО и относят ее к тому или иному виду ТО, принятому на АТП.

Во втором случае, который в табличной форме обобщает подобные расчеты для характерных исходных данных по $l_{\text{т}}$, $\upsilon_{\text{т}}$, коэффициенту относительных затрат, равному отношению затрат при выполнении ТО к затратам при выполнении ремонта по потребности, $K_{\text{п}} = d/c$, $l_{\text{ТО}}$, определяют интервал наработок $hl_{\text{т}} < l_{\text{ТО}} < h'l_{\text{т}}$ (табл. 8.9).

Если принятая на АТП периодичность укладывается в этот интервал, то соответствующую операцию ТР целесообразно проводить при ТО.

Например, средняя наработка на случай ТР составляет $l_{\text{т}}$ = 19 тыс. км, коэффициент вариации наработки $\upsilon_{\text{т}}$ = 0,6, а коэффициент относительных затрат $K_{\text{п}} = d/c$ = 0,25. Эту операцию экономически целесообразно проводить в интервале наработки от $0{,}3l_{\text{т}}$ до $1{,}0l_{\text{т}}$ (см. табл. 8.9), т.е. в интервале 5,7–19 тыс. км. Если в данном АТП приняты периодичности ТО-1 – 3 тыс. км, а ТО-2 – 12 тыс. км, то рассматриваемую операцию ТР можно включить в ТО-2 и нецелесообразно включать в ТО-1.

Таблица 8.10

Диапазоны значений коэффициентов вариации наработок на один случай текущего ремонта

Вид разрушений	Коэффициент вариации	Степень вариации
Износ трущихся пар (подшипники скольжения, поршневые кольца, гильзы цилиндров, фрикционные пары)	0,1–0,3	Малая
Усталостный излом при изгибе и кручении, износ подшипников скольжения. Поверхностное усталостное выкрашивание, разрушение зубчатых передач. Комплексное разрушение (сочетание износа, усталости, коррозии)	0,3–0,7	Средняя
Разрушение по причинам ослабления крепежных соединений. Отказы системы питания по причине засорения топливных жиклеров, форсунок, фильтров, магистралей. Отказы элементов электрооборудования по причине ослабления и коррозии токопроводящих контактов	0,7–0,9	Большая

При отсутствии данных по фактическим коэффициентам вариации наработки на случай ТР можно пользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 8.10.

Оперативное корректирование может применяться при конкретизации и уточнении классификации условий эксплуатации, например, маршрутных автобусов (см. гл. 23), а также при обосновании целесообразности и периодичности важных профилактических воздействий, которые не укладываются по трудоемкости в принятую на АТП структуру системы ТО. Это так называемый предупредительный ремонт (или замена), например замена по наработке кислородного датчика системы нейтрализации отработавших газов, тормозных накладок автомобилей, участвующих в междугородных и международных перевозках; свечей зажигания, ремня распределительного вала и др.

Глава 9

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

9.1. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ПАРКОВ

Автомобиль является сложным восстанавливаемым изделием и субъектом транспортного процесса, который может в определенные моменты времени находиться в одном из состояний: работать на линии, проходить ТО или ремонт, ожидать клиентуру и т.д. Вероятность перехода автомобиля из одного состояния в другое определяется по закономерностям марковского процесса с непрерывным временем (см. гл. 6).

При достаточно больших промежутках времени работы автомобиля или группы автомобилей эти вероятности, называемые в этом случае финальными, становятся достаточно стабильными (или близкими к стабильным) и характеризуют

Таблица 9.1

Важнейшие стационарные состояния автомобиля

Техническое состояние автомобиля	Местонахождение	Процесс	Продолжительность, дни (смены, часы)
Исправен	На линии – в эксплуатации	Перевозочный	$Д_э$
Исправен	В зоне хранения	Ожидание работы (выходные дни, отсутствие работы, персонала)	$Д_н$
Неисправен	В зоне ТО и ремонта	ТО, ремонт, ожидание ТО или ремонта	$Д_р$

среднее время нахождения автомобилей в определенном состоянии (табл. 9.1), а суммарная продолжительность этих состояний составляет цикл $Д_ц = Д_э + Д_н + Д_р$. Цикл может быть кратковременным (сутки, неделя, месяц) или длительным: от года ($Д_ц = Д_г$) до проведения капитального ремонта ($Д_ц = L_к$) или списания ($Д_ц = L_а$).

Стационарные показатели характеризуют:

- уровень работоспособности автомобиля или парка;
- взаимоотношения между инженерно-технической и перевозочной службами;
- эффективность работы инженерно-технической службы.

Основные показатели стационарного состояния автомобиля (парка):

$\alpha_в$ – *коэффициент выпуска*, определяющий долю календарного времени, в течение которого автомобиль (или парк) фактически осуществляет транспортную работу на линии:

$$\text{автомобиля } \alpha_в = \frac{Д_э}{Д_э + Д_р + Д_н} = \frac{Д_э}{Д_ц}, \tag{9.1}$$

$$\text{парка } \alpha_в = \frac{АД_э}{АД_э + АД_р + АД_н} = \frac{АД_э}{АД_ц}, \tag{9.2}$$

где $АД$ – число автомобилей, находящихся в зафиксированном состоянии определенное число дней (смен);

$\alpha_т$ – *коэффициент технической готовности* (КТГ), определяющий долю рабочего времени, в течение которого автомобиль (парк) исправен и может быть использован в транспортном процессе:

$$\text{автомобиля } \alpha_т = \frac{Д_э}{Д_э + Д_р}, \tag{9.3}$$

$$\text{парка } \alpha_т = \frac{АД_э}{АД_э + АД_р}; \tag{9.4}$$

$\alpha_н$ – *коэффициент нерабочих дней*, определяющий долю календарного времени, в течение которого исправный автомобиль (группа автомобилей) не используется в транспортном процессе по организационным причинам (выходные, отсутствие работы, персонала, забастовки, погодно-климатические условия):

$$\alpha_н = \frac{Д_н}{Д_ц}; \quad \alpha_н = \frac{АД_н}{АД_ц}. \tag{9.5}$$

Коэффициент технической готовности является одним из показателей, характеризующих работоспособность автомобиля и парков. Рассмотрим соотношение

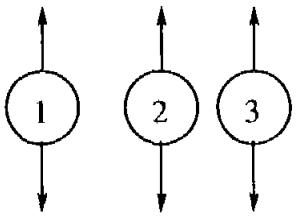
$$\frac{\alpha_в}{\alpha_т} = \frac{Д_э + Д_р}{Д_э + Д_р + Д_н} = \frac{Д_ц - Д_н}{Д_ц} = 1 - \frac{Д_н}{Д_ц} = 1 - \alpha_н,$$

откуда

$$\alpha_в = \alpha_т(1 - \alpha_н). \qquad (9.6)$$

Таким образом, коэффициент выпуска непосредственно зависит от коэффициента технической готовности и коэффициента нерабочих дней, а соотношение этих трех коэффициентов определяет вклад каждой из подсистем автомобильного транспорта в транспортный процесс и производительность автомобиля $W_а$ и парка W_A. Для грузовых перевозок

$$W_а = 365\,\alpha_т(1 - \alpha_н)q\gamma\beta\,l_{сс}\ \frac{т \cdot км}{год} \qquad (9.7)$$



$$\alpha_в = \alpha_т(1 - \alpha_н),$$

где 1 – потенциальная производительность автомобиля; 2 – вклад в транспортную работу ИТС посредством предоставления для перевозок технически исправных автомобилей; 3 – вклад службы перевозок и управления (наличие заказов, организация перевозочного процесса, работа с клиентурой, организация движения, режимы работы предприятия и др.); q – номинальная грузоподъемность; γ – коэффициент использования грузоподъемности; β – коэффициент использования пробега автомобиля; $l_{сс}$ – среднесуточный пробег.

Для парка автомобилей

$$W_А = A_и W_а \text{ т} \cdot \text{км/год},$$

где $A_и$ – инвентарное количество автомобилей в парке.

Рассмотрим связь коэффициента технической готовности с организацией технического обслуживания и ремонта. Если числитель и знаменатель в формуле (9.3) разделить на $Д_э$, получим

$$\alpha_т = \frac{1}{1 + Д_р / Д_э}.$$

Продолжительность эксплуатационного цикла в днях зависит от планируемого пробега или наработки за цикл $L_к$ и среднесуточного пробега $l_{сс}$: $Д_ц = L_к/l_{сс}$.

Простой на ТО и в ремонте за цикл $Д_р$ складывается из простоя в капитальном ремонте, если он производится, и простоя на ТО и ТР: $Д_р = Д_{КР} + Д_{ТР,ТО}$. Простой в капитальном ремонте обычно нормируется в календарных днях, а простой на ТО и в ТР – в виде удельной нормы $d_{ТР}$ в днях на 1000 км пробега. Таким образом, $Д_{ТР,ТО} = d_{ТР}L_К/1000$. Следует обратить внимание, что основная доля простоев (до 85–95%) приходится на текущий ремонт. Поэтому сокращение простоев в ремонте на АТП является для ИТС главным резервом увеличения $\alpha_В$ и $\alpha_Т$.

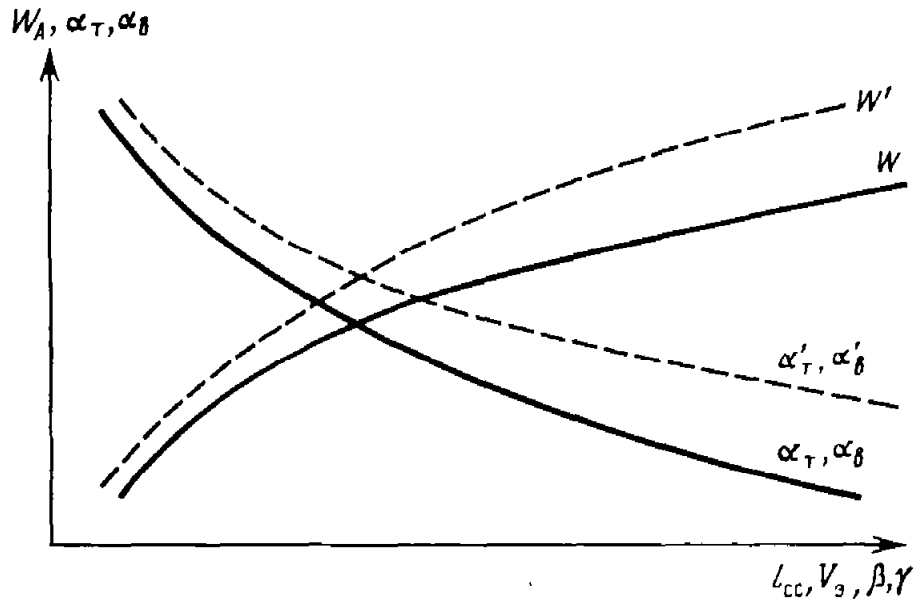


Рис. 9.1. Влияние интенсивности использования автомобилей на производительность и работоспособность

Продолжим анализ коэффициента технической готовности и рассмотрим следующее выражение:

$$\frac{Д_р}{Д_э} = \frac{Д_р l_{сс}}{L_к} = B_р l_{сс},$$

где $B_р = Д_р/L_к$ – удельные простои с потерей рабочего времени за цикл автомобиля во всех видах ТО и ремонта, дней/1000 км.

В этом случае

$$\alpha_т = \frac{1}{1 + B_р l_{сс}} = \frac{1}{1 + B_р T_н V_э}, \qquad (9.8)$$

где $V_э$ – эксплуатационная скорость, км/ч; $T_н$ – продолжительность рабочей смены (или времени наряда), ч.

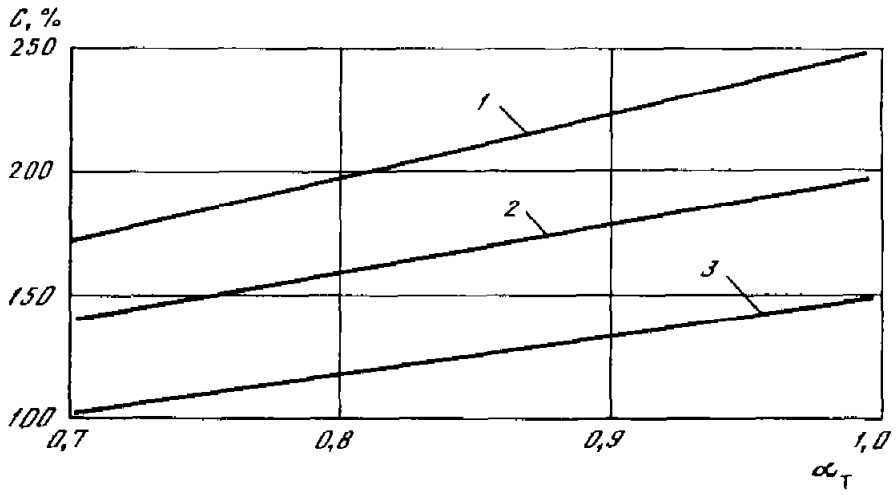


Рис. 9.2. Влияние коэффициента технической готовности и уровня линейной безотказности (*1–3*) на удельные затраты *C* городских пассажирских перевозок автобусом особо большой вместимости

1 – 100, *2* – 80, *3* – 60%

В формуле (9.8) $B_р$ определяет влияние ИТС на $\alpha_т$, а $l_{сс}$, $T_н$ и $\upsilon_э$ – интенсивности перевозочного процесса на коэффициент технической готовности, т.е. уровень работоспособности автомобиля и парка.

Из приводимых формул, рис. 9.1 и табл. 8.4 следует, что интенсификация использования автомобилей (рост $l_{сс}$, $V_э$, β, γ, $T_н$) увеличивает производительность W, но объективно сокращает КТГ и увеличивает нагрузку на ИТС. Таким образом, повышенные и обоснованные требования к уровню работоспособности автомобилей (например, увеличение необходимого коэффициента технической готовности и выпуска или уровня линейной безотказности) вызывают дополнительные затраты ИТС (рис. 9.2).

Поэтому при наличии спроса, определяющего возможность увеличения объема транспортной работы ΔW, следует:

- из ряда альтернативных (рост парка, изменение структуры и ТЭС автомобилей, увеличение КТГ, увеличение $V_э$, $l_{сс}$, $T_н$, сокращение числа нерабочих дней и др.) выбрать способ увеличения W;
- при принятии решения об увеличении уровня технической готовности, а также более интенсивного использования автомобилей (Δq, $\Delta V_э$, $\Delta\gamma$, $\Delta l_{сс}$, $\Delta\alpha_т$) предусмотреть из дополнительного дохода от перевозочного процесса компенсацию ИТС, объективно определяемую ростом затрат (трудоемкость, расход материалов и запасных частей, дополнительная потребность в площадях и др.).

9.2. СВЯЗЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Общий простой автомобиля с потерей рабочего времени за определенный период его работы складывается из n простоев в результате отказов различных агрегатов и систем. В этом случае средняя наработка на отказ, вызывающий простой автомобиля, $\bar{x}_{пр} = L_к / n$. Тогда при средней продолжительности одного простоя $\bar{t}_{пр}$ продолжительность простоя автомобиля за эксплуатационный цикл $Д_р = \bar{t}_{пр} n$, следовательно,

$$\frac{Д_р}{Д_э} = \frac{\bar{t}_{пр} n l_{сс}}{L_к} = \frac{\bar{t}_{пр} n l_{сс}}{\bar{x}_{пр} n} = \frac{\bar{t}_{пр} l_{сс}}{\bar{x}_{пр}},$$

откуда на основании выражения (9.8) следует

$$\alpha_т = \frac{1}{1 + l_{сс}\dfrac{\bar{t}_{пр}}{\bar{x}_{пр}}} = \frac{1}{1 + l_{сс} B_р} = \frac{1}{1 + l_{сс}\bar{t}_{пр}\omega_{пр}}, \qquad (9.9)$$

где $\omega_{пр}$ – параметр потока отказов, вызвавших простой автомобиля с потерей рабочего времени.

Из формулы (9.9) следует, что на $\alpha_т$ и $B_р$ влияют:

$\bar{t}_{пр}$ – средняя продолжительность простоя в рабочее время автомобиля (когда устраняется отказ или неисправность), характеризующая уровень технологии и организации производства, а также приспособленность автомобиля и его агрегатов к ТО и ремонту (или эксплуатационная технологичность);

$\bar{x}_{пр}$ – средняя наработка на отказ, определяющая надежность автомобиля, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта;

$l_{сс}$ – среднесуточный пробег, характеризующий условия и интенсивность эксплуатации автомобилей.

Кроме того, появляется возможность управления работоспособностью ав-

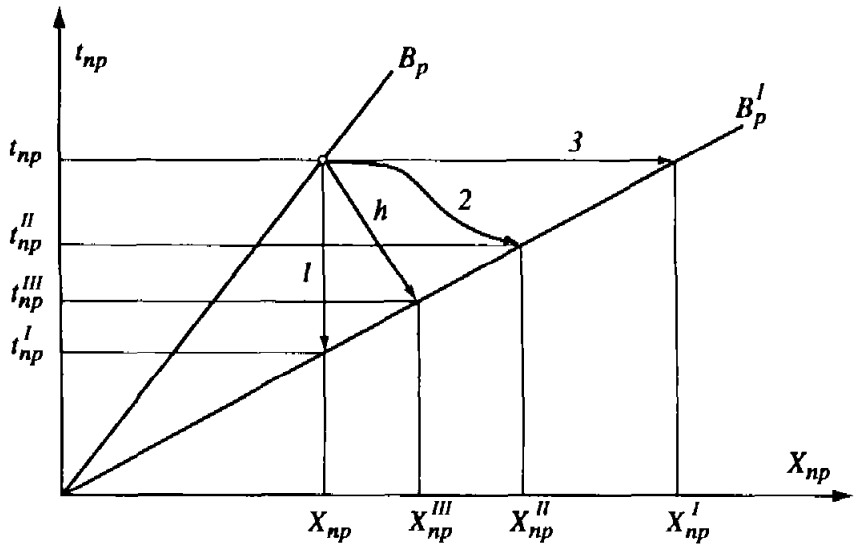


Рис. 9.3. Способы сокращения удельного простоя на ТО и в ремонте

томобилей на основе количественной оценки мероприятий, которые следует провести для обеспечения заданного уровня $\alpha_в$ и $\alpha_т$, т.е., в конечном итоге, работоспособности и производительности. Для достижения этого возможны два пути.

При решении *прямой задачи* изменение коэффициента технической готовности $\Delta\alpha_т$ диктуется необходимостью прироста объема перевозок и производительности автомобилей ΔW по схеме (без учета знаков): $\Delta W \rightarrow \Delta\alpha_в \rightarrow \Delta\alpha_т \rightarrow$ $\rightarrow \Delta B_р \rightarrow (\Delta x_{пр}, \Delta t_{пр})$.

Обратная задача рассматривает конкретные мероприятия, проводимые ИТС и влияющие на повышение показателей эффективности, например коэффициента технической готовности, на производительность автомобиля и объем перевозок, т.е.:

$(\Delta x_{пр}, \Delta t_{пр}) \rightarrow \Delta B_р \rightarrow \Delta\alpha_т \rightarrow \Delta\alpha_в \rightarrow \Delta W$.

Подобные мероприятия должны влиять на изменение (увеличение) наработки на случай простоя ($\bar{x}_{пр}$) и уменьшение продолжительности простоя ($\bar{t}_{пр}$), т.е. сокращение $B_р$.

Из рис. 9.3 видно, что удельный простой в ремонте определяется тангенсом угла наклона линии $B_р$ к оси абсцисс, а переход от исходного значения $B_р$ к необходимому $B'_р$ возможен:

- при сокращении средней продолжительности простоя в ремонте (*1*) – улучшение ПТБ, механизация, совершенствование технологии и организации;
- при увеличении средней наработки на случай ремонта (*3*) – повышение качества ТО и ремонта, "омоложение" парка и др.;
- многочисленными комбинациями этих способов (*2*).

Иными словами, $B'_р = \bar{t}_{пр} / \bar{x}'_{пр} = \bar{t}'_{пр} / \bar{x}_{пр} = \bar{t}''_{пр} / \bar{x}''_{пр}$, т.е. для ИТС появляются варианты решений.

При заданном изменении целевого показателя удельного простоя $B_р \rightarrow B'_р$ (см. рис. 9.3) необходимые изменения целевых показателей по средней наработке $\bar{x}_{пр}$ и продолжительности простоя $\bar{t}_{пр}$ определяются следующим образом.

- При изменении только $t_{пр}$ (траектория *1* на рис. 9.3 $\bar{x}_{пр}$ = const):

$$\bar{t}'_{пр} = \bar{t}_{пр} \cdot B'_р / B_р.$$

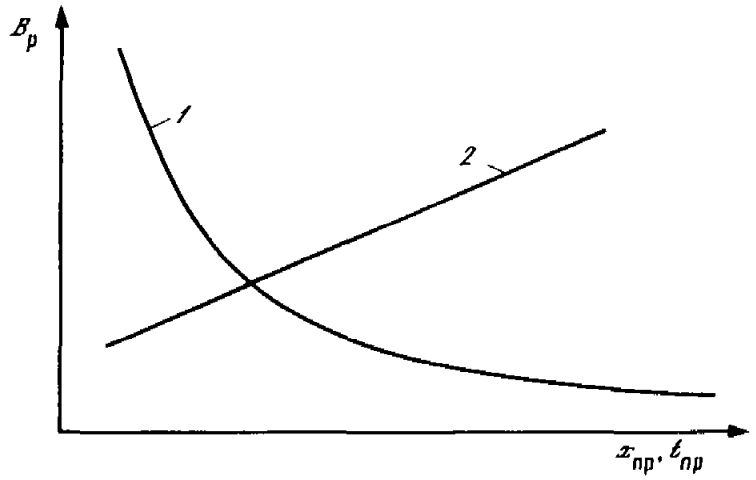


Рис. 9.4. Влияние наработки на случай простоя (*1*) и продолжительности простоя (*2*) на удельный простой на ТО и в ремонте $B_р$

• При изменении только $x_{пр}$ (траектория *3* на рис. 9.3 $\bar{t}_{пр}$ = const):

$\bar{x}'_{пр} = x_{пр} \cdot B_р / B'_р$.

• При кратчайшей траектории от $B_р$ к $B'_р$ (*h* на рис. 9.3):

$h = t_{пр} \cos\beta(1 - B'_р / B_р)$,

где $\operatorname{tg}\beta = B'_р = \bar{t}_{пр} / \bar{x}'_{пр} = t'_{пр} / \bar{x}_{пр} = \bar{t}''''_{пр} / \bar{x}''''_{пр}$.

Например, при $B_р$ = 0,3 дня/1000 км; $B'_р$ = 0,2 дня/1000 км;

$\bar{t}_{пр}$ = 0,45 дня и $\bar{x}_{пр}$ = 1,5 тыс. км;

$\bar{t}'_{пр}$ = 0,2/0,3–0,45 = 0,3 дня;

$\bar{x}'_{пр}$ = 0,3/0,2–1,5 = 2,25 тыс. км.

При кратчайшей траектории $\bar{t}''''_{пр}$ = 0,31 дня, $\bar{x}''''_{пр}$ = 1,55 тыс. км, $B'_р$ = 0,31/1,55 = = 0,2 дня/1000 км.

Рациональная траектория определяется соотношением затрат на необходимые изменения целевого показателя

$$З = \Delta ЦП(x, t)\Delta З(x, t), \tag{9.10}$$

где $\Delta ЦП(x, t)$ – необходимые изменения целевых показателей для $\bar{x}_{пр}$ и $\bar{t}_{пр}$, $\Delta З(x, t)$ – удельные затраты на изменение (увеличение или сокращение) целевых показателей.

Если в рассмотренном примере $\Delta З(x)$ составляет 1,2 тыс. р.е. при увеличении наработки на ремонт на 1 тыс. км, а $\Delta З(t)$ = 0,75 р.е. при сокращении простоя в ремонте на 0,1 смены, то затраты соответственно составят:

• при изменении только наработки

$З_1 = (\bar{x}'_{пр} - \bar{x}_{пр})\Delta З(x) = (2{,}25–1{,}5) \cdot 1{,}2 = 0{,}9$ тыс. р.е.;

• при изменении только продолжительности простоя

$З_2 = (\bar{t}_{пр} - \bar{t}'_{пр})\Delta З(t) = (0{,}45–0{,}3) \cdot 10 \cdot 0{,}75 = 1{,}125$ тыс. р.е.;

• при кратчайшей траектории

$З_h = (\bar{x}''''_{пр} - \bar{x}_{пр})\Delta З(x) + (\bar{t}_{пр} - \bar{t}''''_{пр})\Delta З(t) =$

$= (1{,}55–1{,}5) \cdot 1{,}2 + (0{,}45–0{,}31) \cdot 10 \cdot 0{,}75 = 1{,}11$ тыс. р.е.

Следовательно, в рассмотренном примере по экономическим критериям пред-

почтительным является вариант увеличения наработки на случай простоя автомобиля в ремонте, что характерно для складывающихся соотношений $\bar{t}_{пр}$ и $\bar{x}_{пр}$.

Поэтому, как правило, при небольшой начальной наработке $\bar{x}_{пр}$, т.е. низком уровне эксплуатационной надежности (рис. 9.4), наибольший эффект по сокращению удельного простоя и соответственно увеличению коэффициента технической готовности дает увеличение наработки, т.е. качества ТО и ремонта. Влияние на удельный простой продолжительности ремонта линейно, поэтому мероприятия по сокращению продолжительности ремонта, требующие, как правило, больших капиталовложений и времени для реализации, можно проводить на следующем этапе.

9.3. СТРУКТУРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Очевидно, общий удельный простой автомобиля $B_р$ складывается из удельных простоев, вызванных устранением отказов и неисправностей конкретных агрегатов и систем автомобиля, $B^{а}_{рi}$ или из простоев в цехах и участках предприятия $B^{ц}_{рj}$:

$$B_р = \sum_{i=1}^{n} B^{а}_{рi} = \sum_{j=1}^{m} B^{ц}_{рj}, \qquad (9.11)$$

где $B^{ц}_{рj}$ – фактический удельный простой по j-му цеху; $B^{а}_{рi}$ – то же по i-му агрегату; n – число агрегатов и систем автомобиля; m – число цехов и участков АТП.

Иными словами, при управлении техническим состоянием автомобилей важно знать, во-первых, какие элементы (агрегаты, системы) автомобиля имеют низкие показатели надежности и оказывают главное влияние на простои и КТГ, и во-вторых, на какие конкретные подразделения (цехи, участки) ИТС приходятся наибольшие простои автомобилей с потерей рабочего времени. Поэтому именно на критические по надежности агрегаты и системы автомобиля и соответствующие цехи и участки, обеспечивающие их работоспособность, необходимо воздействовать ИТС. Это можно сделать, если от обобщенных показателей автомобиля ($\bar{x}_{пр}$, $\bar{t}_{пр}$) перейти к *показателям конкретных подразделений* ($\bar{x}_{прj}$,$\bar{t}_{прj}$) или *элементов автомобиля* ($\bar{x}_{прi}$,$\bar{t}_{прi}$), оценивать их влияние на КТГ.

Средний простой автомобиля $\bar{t}_{пр}$ определяется как средневзвешенная простоя из-за агрегатов и систем $\bar{t}_{прi}$

$$\bar{t}_{пр} = \bar{t}_{пр1}\frac{n_1}{n} + \bar{t}_{пр2}\frac{n_2}{n} + \ldots + \bar{t}_{прn}\frac{n_n}{n} = \sum_{i=1}^{n} \bar{t}_{прi}\frac{n_i}{n},$$

где $\bar{t}_{прi}$ – средняя продолжительность простоя при ремонте i-го агрегата, узла, n_i – число простоев по причине отказа конкретных агрегатов и узлов автомобиля.

Отсюда, используя выражение $\bar{x}_{пр} = L_ц/n$, $\bar{x}_{прi} = L_ц/n_i$ и $n_i/n = \bar{x}_{пр}/\bar{x}_{прi}$, имеем

$$\bar{t}_{пр} = \sum_{i=1}^{n} \bar{t}_{прi}\frac{\bar{x}_{пр}}{\bar{x}_{прi}} = \bar{x}_{пр}\sum_{i=1}^{n}\frac{\bar{t}_{прi}}{\bar{x}_{прi}},$$

откуда

$$\frac{\bar{t}_{пр}}{\bar{x}_{прi}} = \sum_{i=1}^{n}\frac{t_{прi}}{\bar{x}_{прi}}. \qquad (9.12)$$

По аналогичной схеме анализируются простои по цехам и участкам предприятия. В результате

$$\alpha_{т} = \frac{1}{1 + l_{сс}\bar{t}_{пр} / \bar{x}_{пр}} = \frac{1}{1 + l_{сс}\sum_{i=1}^{n} (\bar{t}_{прi} / \bar{x}_{прi})} = \frac{1}{1 + l_{сс}\sum_{j=1}^{m} (\bar{t}_{прj} / \bar{x}_{прj})}. \quad (9.13)$$

Таким образом, поэлементный анализ позволяет связать простой и коэффициент технической готовности с конкретными показателями надежности автомобилей, т.е. с наработкой на случай простоя и продолжительностью простоя $\bar{x}_{прi}, \bar{x}_{прj}, \bar{t}_{прi}, \bar{t}_{прj}$. Этот анализ позволяет выявить цехи, участки, а также агрегаты и системы автомобиля, которые на данном АТП оказывают главное влияние на суммарный простой, трудоемкость и стоимость работ (см. формулу (9.13)) и, следовательно, на коэффициенты технической готовности, выпуска, производительность и себестоимость. Именно на этих объектах должно быть сосредоточено главное внимание ИТС при обосновании и принятии решений и их реализации. Этот анализ целесообразно проводить поэтапно.

I этап (блоки *1–4*, рис. 9.5) необходим для выявления источников возможного прироста объемов перевозок (увеличение парка, изменение его структуры и качественного состава, изменение показателей работы) и определения конкретных заданий для ИТС: сокращение простоев автомобилей во всех видах ремонта, повышение коэффициента технической готовности и др.

На II этапе (блок *5*, рис. 9.5) производят сравнение фактических показателей работы ИТС с целевыми нормативами, например $(\alpha_{т})_{н}$, определяемыми потребностями перевозочного процесса.

На III этапе (блоки *6–8*, рис. 9.5) производят укрупненный и поэлементный анализ простоев, позволяющий выявить агрегаты автомобиля (или цехи и участки), оказывающие наибольшее влияние на простой (формула (9.13)).

На IV этапе (блоки *9–10*, рис. 9.5), руководствуясь деревом систем ТЭА (см. гл. 1), определяют конкретные мероприятия ИТС, которые позволяют увеличить наработку на случай простоя или сократить продолжительность простоя автомобиля. Далее сравнивают затраты и эффективность этих мероприятий.

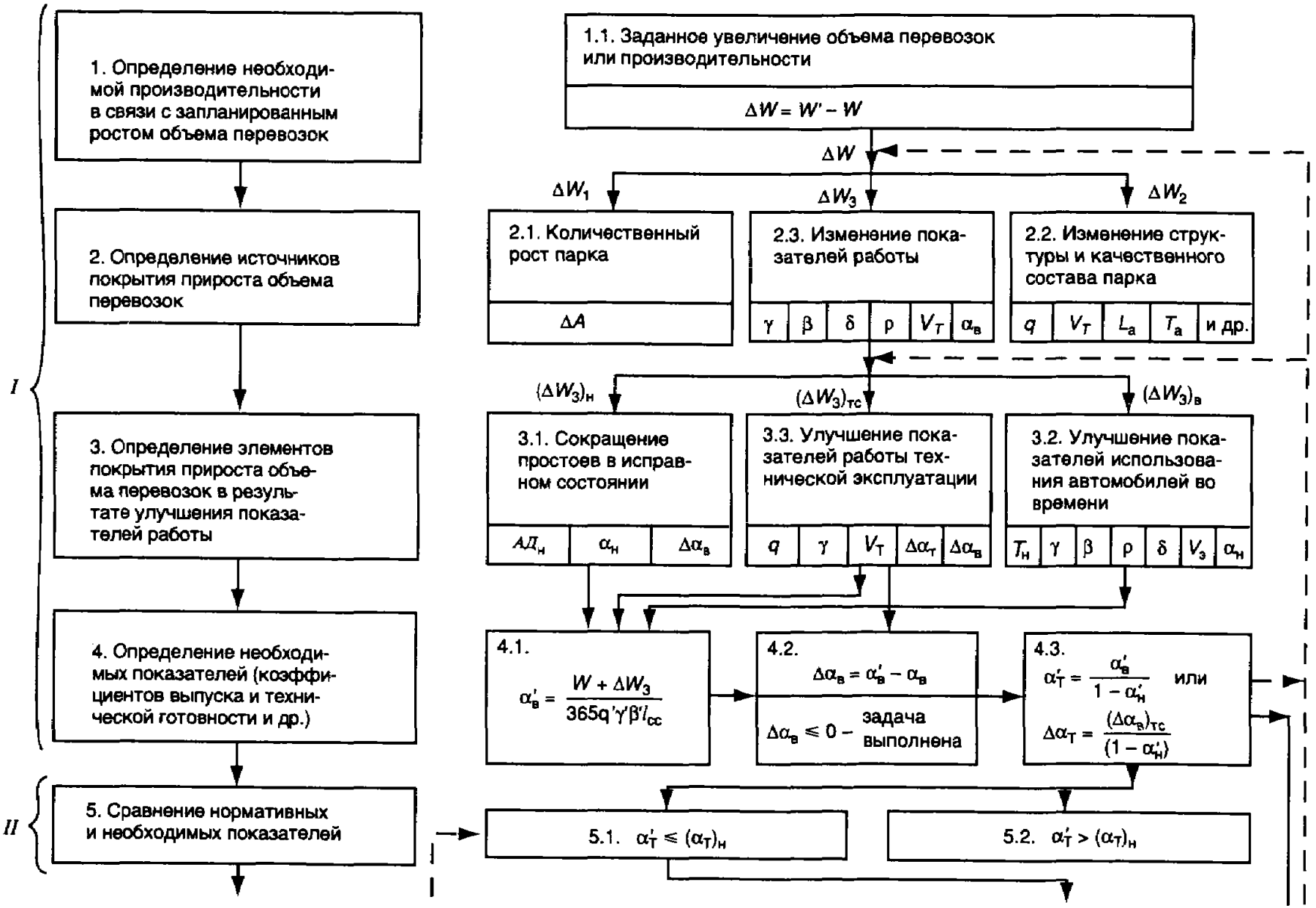
Поэлементный анализ позволяет определить и обоснованно поощрять цехи, участки, бригады, обеспечивающие улучшение показателей эффективности ИТС, а также разработать обобщающие показатели эффективности работы отдельных цехов и участков в виде: нормативов удельных простоев в ремонте по цехам и участкам (за смену, неделю, месяц), наработок на случай простоя в ТР; предельных затрат и трудоемкости.

Наконец, на V этапе (блоки *11–12*, рис. 9.5) осуществляют в контрольные сроки проверку фактической эффективности реализуемых мероприятий, т.е. достижение заданных целевых нормативов. Если целевые нормативы не достигнуты, то принимаются корректирующие решения.

Полученные данные обеспечивают системный многоуровневый анализ и управление ИТС (табл. 9.2), состоящий из назначения для каждого из шести уровней своих понятных для этого уровня и управляемых им целевых нормативов (ЦН). Достижение этих нормативов обеспечивает реализацию целей высшего уровня – ЦН^{I}, например получение прироста транспортной работы $(\Delta W_{т})_{ТС}$ или прибыли $(\Delta П_{э})_{ТС}$ в результате целевых мероприятий ИТС, т.е. в конечном итоге – реальное управление качеством работы.

Аналогичный подход применим и для других показателей, характеризующих эффективность технической эксплуатации (см. рис. 1.1).

Таким образом, системный анализ и управление ИТС позволяют:


I
1. Определение необходимой производительности в связи с запланированным ростом объема перевозок
2. Определение источников покрытия прироста объема перевозок
3. Определение элементов покрытия прироста объема перевозок в результате улучшения показателей работы
4. Определение необходимых показателей (коэффициентов выпуска и технической готовности и др.)
II
5. Сравнение нормативных и необходимых показателей
1.1. Заданное увеличение объема перевозок или производительности
ΔW = W' – W
ΔW
ΔW1
ΔW3
ΔW2
2.1. Количественный рост парка
ΔA
2.3. Изменение показателей работы
γ β δ ρ VT αв
2.2. Изменение структуры и качественного состава парка
q VT La Tа и др.
(ΔW3)н
(ΔW3)тс
(ΔW3)в
3.1. Сокращение простоев в исправном состоянии
АДн αн Δαв
3.3. Улучшение показателей работы технической эксплуатации
q γ VT Δαт Δαв
3.2. Улучшение показателей использования автомобилей во времени
Tн γ β ρ δ Vэ αн
4.1.
α'в = (W + ΔW3) / (365q'γ'β'lсс)
4.2.
Δαв = α'в – αв
Δαв ≤ 0 – задача выполнена
4.3.
α'т = α'в / (1 – α'н) или
Δαт = (Δαв)тс / (1 – α'н)
5.1. α'т ≤ (αт)н
5.2. α'т > (αт)н

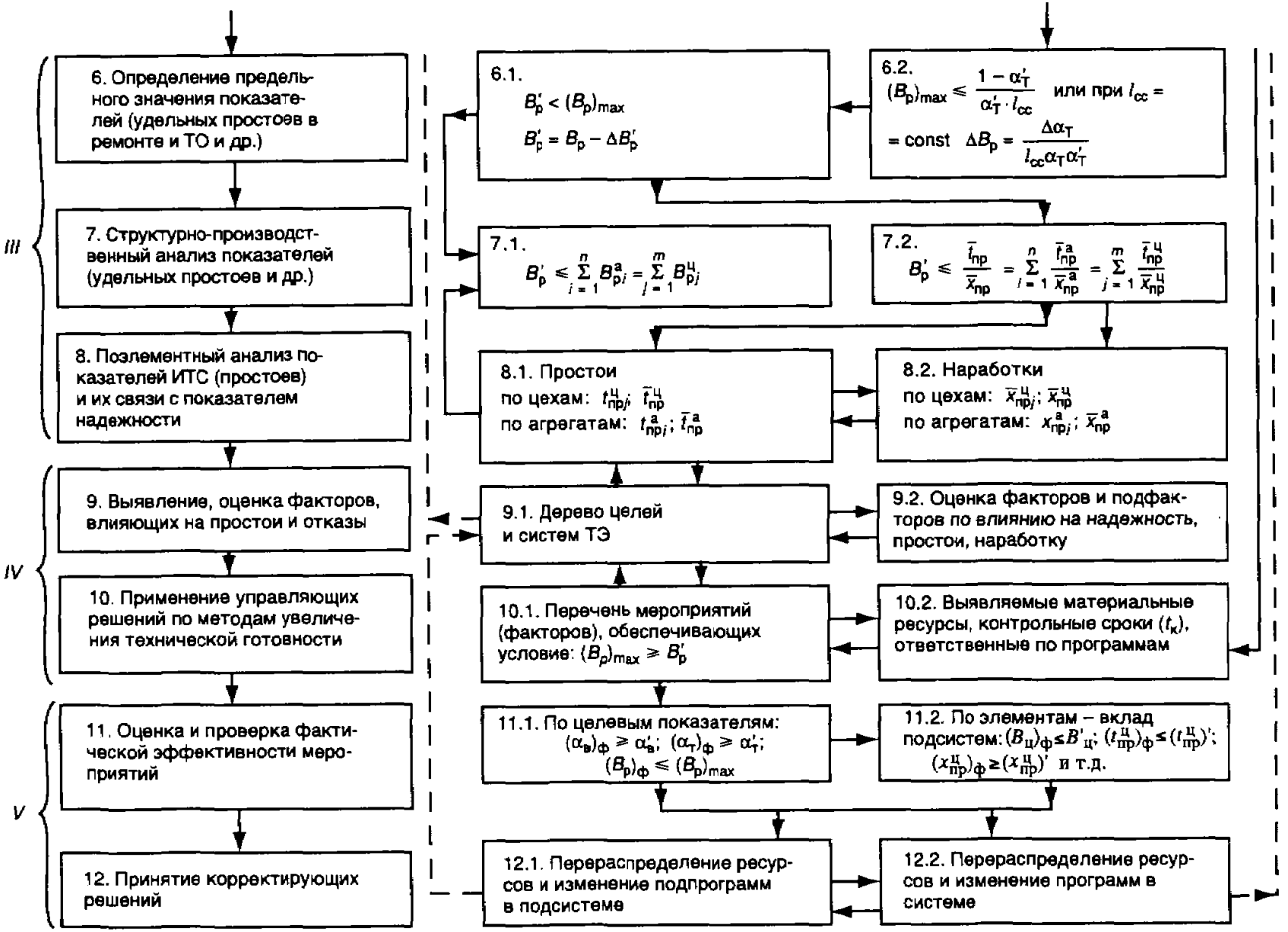


Рис. 9.5. Схема оценки эффективности технической эксплуатации по уровню работоспособности

Таблица 9.2

Целевые нормативы инженерно-технической службы

Уровень	Обозначение	Значение	Роль, функция
I	$ЦН^{I}_{ТС}$	$(\Delta W_з)_{ТС}$ $(\Delta П_з)_{ТС}$	Хозяйственные и экономические взаимоотношения с коммерческой службой. Определение доли прибыли, приходящейся на ИТС
II	$ЦН^{II}_{ТС}$	$\alpha_т$ – коэффициент технической готовности	Обобщающий показатель и индикатор работы ИТС по обеспечению работоспособности парка
III	$ЦН^{III}_{ТС}$	$(B_р)_{max}$ – максимально допустимый простой на ТО и в ремонте в целом	Организационно-технологический показатель качества работы ИТС в целом
IV	$ЦН^{IV}_{ТС}(\bar{t})$ $ЦН^{IV}_{ТС}(\bar{x})$	$\bar{t}_{пр}$ – продолжительность простоя на ТО и в Р автомобиля; $\bar{x}_{пр}$ – наработка на случай простоя	Структурные показатели качества работы ИТС в целом
V	$ЦН^{V}_{ТС}(\bar{t}_ц)$ $ЦН^{V}_{ТС}(\bar{x}_ц)$	$\bar{t}_{прj}$ – продолжительность простоя по цехам, участкам; $\bar{x}_{прj}$ – наработка на случай простоя по цехам, участкам	То же для конкретного цеха, участка ИТС. Является заданием (целевым нормативом) подразделения
VI	$ЦН^{VI}_{ТС}(\bar{t}_{аг})$ $ЦН^{VI}_{ТС}(\bar{x}_{аг})$	$\bar{t}_{прi}$ – продолжительность простоя из-за отказа агрегата, системы; $\bar{x}_{прi}$ – наработка на случай простоя из-за отказа агрегата, системы	Показатели вклада агрегатов, систем в формирование работоспособности автомобиля. Выбор подвижного состава, требования к промышленности

- *назначать конкретные значения целевого норматива для цеха, участка, зоны по продолжительности простоя и наработке на случай простоя;*
- *определять вклад каждого цеха, участка, зоны в управление уровнем работоспособности парка в рыночных условиях;*
- *оценивать эффективность работы каждого цеха, зоны, участка, а в конечном итоге и исполнителя, т.е. управлять качеством работы;*
- *более обоснованно выбирать автомобили с учетом надежности их составных элементов.*

9.4. ЦЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ КАК ПОДСИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Целью автомобильного транспорта как сектора транспортного комплекса страны является удовлетворение потребности экономики и населения страны в грузовых и пассажирских перевозках при минимальных затратах всех видов ресурсов. Эта генеральная цель обеспечивается в результате повышения показателей эффективности автомобильного транспорта (см. рис. 1.1): роста производительности транспорта и транспортных средств; сокращения себестоимости перевозок; повышения производительности труда персонала; обеспечения безопасности транспортного процесса.

В качестве подсистемы автомобильного транспорта техническая эксплуатация автомобиля должна, во-первых, способствовать реализации целей автомобильного транспорта, во-вторых, иметь управляемые показатели эффективности, связанные с показателями эффективности системы, т.е. автомобильного транспорта.

Эти показатели необходимы также для организации внутрихозяйственных отношений между службами инженерно-технической и коммерческой эксплуатации и между подразделениями (цехи, участки, бригады) ИТС.

Основными целями (и одновременно показателями эффективности) ТЭА являются: обеспечение необходимого уровня работоспособности парка для реализации транспортного процесса; сокращение затрат на обеспечение работоспособности (этот показатель влияет на себестоимость перевозок и конкурентоспособность); повышение производительности труда персонала, занятого ТО и ремонтом; сокращение отрицательного влияния автомобильного транспорта (связанного с техническим состоянием и обеспечением работоспособности) на население, обслуживающий персонал и окружающую среду.

Итак, важнейшие из показателей работоспособности $\alpha_т$ и надежности $x_{пр}$, $t_{пр}$ непосредственно влияют на производительность автомобилей (см. формулы (9.7), (9.9)).

Влияние ТЭА на себестоимость перевозок определяется непосредственно статьями расходов на ТО и ремонт, а также косвенным влиянием ТЭА на другие статьи себестоимости. Непосредственные затраты на ТО и ремонт, включая капитальный ремонт автомобилей, шин и накладные расходы ИТС, составляют около 22–26% себестоимости перевозок. Уровень организации и качества ТЭА (техническое обслуживание и ремонт) оказывает существенное влияние на ряд других статей себестоимости перевозок, в частности на затраты на топливно-смазочные и эксплуатационные материалы. В общей сложности 45–50% себестоимости перевозок прямо или косвенно зависит от качества и эффективности технической эксплуатации автомобилей.

Более 26% всего персонала автомобильного транспорта (а при учете времени, затрачиваемого водителями на участие в ТО и ремонте, – 36%) работают в ИТС комплексных АТП.

Производительность труда ремонтных рабочих оценивается выработкой и трудоемкостью. Выработка – это количество продукции, произведенной за единицу времени (час, смену, год) на одного рабочего. При оценке производительности по трудоемкости сравнивают за один и тот же период при неизменных нормах фактическую и нормативную выработку в нормо-часах или необходимое по нормам и фактическое количество рабочих для выполнения одинакового объема работ.

Например, для рабочего (бригады, участка) производительность труда представляет собой отношение фактической выработки к нормативной при условии качественного выполнения работ. Для АТП – это отношение фактического к нормативному количеству ремонтных рабочих при обеспечении установленных показателей эффективности ИТС.

При определении нормативного количества рабочих используют расчетные методы, а также укрупненные показатели. Простейшим показателем является число автомобилей определенного типа, грузоподъемности, вместимости, приходящихся на одного ремонтного рабочего. При определении производительности труда с учетом интенсивности использования автомобилей применяют другой укрупненный показатель: количество производственных рабочих на определенный пробег (например, 1 млн км) в эталонных условиях эксплуатации.

Применяя соответствующие коэффициенты корректирования, учитывающие условия эксплуатации (см. гл. 8), определяют необходимое количество ремонтных рабочих и сравнивают его с фактическим. В ряде случаев используют показатели,

связанные с выполненной транспортной работой, например количество тонн или тонно-километров, приходящихся на одного ремонтного рабочего в год.

От качества работы служб ТЭА зависит:

1) загрязнение окружающей среды автомобилями, особенно недостаточно удовлетворительного технического состояния, а также отходами, образующимися при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте автомобилей (в крупных городах, согласно данным МАДИ, это 20–24% доли всего автотранспортного комплекса);

2) безопасность транспортного процесса, количество дорожно-транспортных происшествий, вызванных технической неисправностью автомобилей (4–10%);

3) количество несчастных случаев и профессиональных заболеваний персонала ИТС.

* * *

Знание и понимание теоретических основ и закономерностей ТЭА позволяют специалисту не только количественно оценивать и нормировать уровни работоспособности автомобилей и парков и их влияние на транспортный процесс, но и целенаправленно управлять, используя программно-целевые методы, этими уровнями, определять вклад ТЭА в транспортный процесс.

При этом необходимо рассматривать две взаимосвязанные группы показателей: комплексные, или внешние, характеризующие работу ТЭА как подсистемы автомобильного транспорта; частные, или внутренние, определяющие эффективность работы отдельных подсистем собственно ИТС. С помощью комплексных показателей определяют направление совершенствования работы ИТС в целом, с тем чтобы соответствовать требованиям транспортного процесса; с помощью частных показателей выявляют подсистемы ИТС, улучшение работы которых окажется наиболее эффективным как для ИТС, так и для предприятия автомобильного транспорта.

Таким образом, закономерности технической эксплуатации автомобилей десятого вида позволяют системно управлять ею, т.е. формировать и нормировать внешние и внутренние цели, определять факторы, влияющие на их достижение, и вклад ТЭА в эффективность транспортного процесса, а также необходимые ресурсы для функционирования и развития технической эксплуатации автомобилей как подсистемы автомобильного транспорта.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ПЕРВОМУ РАЗДЕЛУ

1. Проведите сравнительный анализ методов определения периодичности технического обслуживания. Каковы их преимущества и недостатки?

2. К каким отрицательным результатам и почему приводит использование данных по средним производственным программам при определении пропускной способности средств обслуживания?

3. При решении каких практических задач может использоваться понятие ведущей функции параметра потока отказов? Какие данные на АТП необходимо собрать и как их обработать, чтобы определить ведущую функцию?

4. В чем преимущества и недостатки многоступенчатых (четыре и более) систем ТО? Каковы условия их рационального применения?

5. Предложите систему показателей эффективности работы участка по ремонту агрегатов, связанную с показателями эффективности технической эксплуатации автомобилей. Приведите обоснования.

6. Каково значение ресурсного корректирования нормативов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта в рыночных условиях?

7. Как соотносятся закономерности технической эксплуатации автомобилей? Проследите их связь с общими закономерностями, свойственными природе, обществу.

8. Перечислите и проанализируйте условия, определяющие преимущества предупредительной стратегии ТО перед "ожиданием" отказа.

9. Как влияет диагностирование на эффективность предупредительной стратегии ТО? Всегда ли диагностирование улучшает технико-экономические показатели системы ТО и ремонта?

10. Что является предметом, средствами и результатом инженерного труда?

11. Когда и где в нашей стране началось автодорожное образование? Назовите имена ученых, внесших серьезный вклад в его развитие.

12. Перечислите важнейшие функции инженера автотранспортных предприятий.

13. Каковы особенности производственной схемы деловой карьеры инженера? Назовите другие схемы.

14. В чем значение динамичности знаний инженера? Как она соотносится с другими требованиями к его подготовке?

Раздел второй

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 10

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

10.1. ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Данные по надежности автомобилей, систематизированные в виде соответствующих рекомендаций (система ТО и ремонта, виды ТО и ремонта, нормативы периодичности ТО и ресурса агрегатов, перечни операций ТО и ремонта и др.) определяют, что необходимо сделать для обеспечения работоспособности автомобилей (см. гл. 2, 5 и 7). Эти технические воздействия можно выполнить различными способами (последовательность, оборудование, персонал и т.д.), т.е. применяя соответствующую технологию, устанавливающую, как при техническом обслуживании и ремонте следует обеспечивать необходимый уровень технического состояния автомобилей.

В общем виде *технология* (от греч. téchnë – искусство, мастерство, умение + logos – понятие, учение, наука, сфера знаний) представляет собой совокупность знаний о способах и средствах изменения или обеспечения заданных состояния, формы, свойства или положения объекта воздействия.

Применительно к ТЭА цель технологии – обеспечить заданный уровень работоспособности автомобиля или парка наиболее эффективными способами.

Технологический процесс – это определенная совокупность воздействий, оказываемых планомерно и последовательно во времени и пространстве на конкретный объект. В технологических процессах ТО и ремонта определены объекты воздействия (автомобиль, агрегат, система, узел, деталь, соединение или материал), место, содержание, последовательность и результат проводимых воздействий, их трудоемкость, требования к оборудованию, квалификации персонала и условиям труда.

Совокупность технологических процессов представляет собой *производственный процесс* предприятия. Оптимизация технологических процессов позволяет применительно к конкретным условиям производства определить наилучшую последовательность выполнения работ, обеспечивая высокую производительность труда, максимальную сохранность деталей, экономически оправданный выбор средств механизации и диагностики.

Завершенная часть технологического процесса одним или несколькими исполнителями на одном рабочем месте называется *технологической операцией* (чаще – операцией).

Часть операции, характеризуемая неизменностью оборудования или инструмента, называется *переходом*.

Переходы технологического процесса могут быть расчленены на *движения* исполнителя. Совокупность этих движений представляет собой *технологический прием*.

Для выполнения технологических процессов необходимы технологическое оборудование, оснастка, инструмент.

Технологическое оборудование – это орудия производства ТО и ремонта автомобилей, используемые при выполнении работ от начала до окончания технологического процесса. Оборудование подразделяется на специализированное, изготавливаемое непосредственно для целей технической эксплуатации автомобилей (моечные машины, подъемники, диагностические приборы, смазочно-заправочные устройства и пр.), и общего назначения (металлорежущие и деревообрабатывающие станки, прессы, кран-балки и пр.).

По назначению технологическое оборудование подразделяется на подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, специализированное для ТО и специализированное для ТР.

Первая группа включает оборудование и устройства, обеспечивающие удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенным снизу и сбоку автомобиля. Сюда входят осмотровые канавы, эстакады, подъемники, опрокидыватели, гаражные домкраты.

Вторая группа включает оборудование для подъема и перемещения агрегатов, узлов и механизмов автомобиля. Это передвижные краны, электротельферы, кран-балки, грузовые тележки и конвейеры.

Третья группа – это оборудование, предназначенное для выполнения конкретных технологических операций ТО: уборочно-моечных, крепежных, смазочных, диагностических, регулировочных, заправочных.

Четвертая группа – оборудование, предназначенное для выполнения технологических операций ТР: разборочно-сборочных, слесарно-механических, электротехнических, кузовных, сварочных, медницких, шиномонтажных, вулканизационных и т.д.

Отдельные виды наиболее распространенного оборудования представлены в следующей главе, с видами работ, для которых это оборудование предназначается.

Технологическая оснастка – орудия и средства производства, добавляемые к технологическому оборудованию для выполнения определенной части технологического процесса.

10.2. АВТОМОБИЛЬ КАК ОБЪЕКТ ТРУДА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ. ВИДЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Автомобиль является сложным объектом труда. При проведении ТО и особенно ТР требуется выполнять многие виды работ: от уборочно-моечных до сварочных и окрасочных. Некоторые виды работ по технологии и мерам производственной безопасности несовместимы и должны выполняться на разных производственных участках. Для некоторых видов работ требуются узкопрофильные специалисты.

Места технологических воздействий при ТО и ремонте могут быть сбоку, снизу автомобиля, внутри салона и т.д. (рис. 10.1). Это выдвигает требования к расположению исполнителей, последовательности операций, которые необходимо выполнить при минимальном перемещении объекта. Взаимосвязь перечисленных и ряда других факторов характеризует совершенство технологического процесса.

Для поддержания автомобилей в работоспособном состоянии, их хранения, заправки эксплуатационными материалами существуют предприятия различной функциональной направленности.

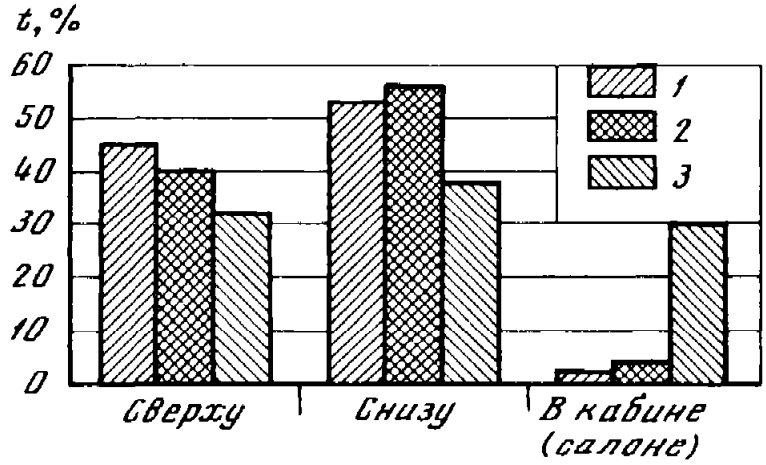


Рис. 10.1. Распределение работ по месту выполнения
1 – грузовые, *2* – легковые автомобили, *3* – автобусы; *t* – трудоемкость

Автотранспортные предприятия по своему назначению делятся на грузовые, пассажирские (автобусные и легковые), смешанные и специальные (скорой помощи, муниципального обслуживания и др.). Автомобили могут как принадлежать отдельному юридическому лицу, так и быть собственностью какого-либо ведомства, общества, подразделения государственной структуры регионального или местного уровня.

По форме организации производственной деятельности эти предприятия могут быть подразделены на следующие группы.

Комплексные АТП осуществляют перевозочный процесс, хранение, обслуживание и ремонт своего подвижного состава. Крупные комплексные предприятия, насчитывающие несколько сотен единиц подвижного состава, называются автокомбинатами. Они могут состоять из головного предприятия и нескольких филиалов, расположенных на других территориях – в районах обслуживания перевозками. Это способствует сокращению нулевых пробегов автомобилей. На головном предприятии для всего подвижного состава выполняют ТО-2, наиболее трудоемкие и сложные виды ТР. В филиалах проводится хранение подвижного состава, техническое обслуживание в объеме ЕО и ТО-1, несложный текущий ремонт.

Специализированные транспортные предприятия ("депо") выполняют только перевозочный процесс, а все виды ТО и ТР (иногда и хранение подвижного состава) проводят в других предприятиях на контрактной основе. К последней группе, как правило, относятся предприятия с небольшим числом автомобилей, где создание своей производственной базы нерационально, или при определенных формах лизинга.

Автообслуживающие предприятия могут представлять собой базы централизованного технического обслуживания (БЦТО), станции технического обслуживания, ремонтные мастерские, гаражи (стоянки), автозаправочные станции.

БЦТО предназначены для выполнения сложных видов ремонта и обслуживания на договорных условиях. В объем ремонтных работ может входить замена агрегатов, требующих капитального ремонта, на агрегаты из собственного оборотного фонда. Кроме того, на базах может быть организован ремонт отдельно доставляемых механизмов, узлов, агрегатов автомобилей.

СТО и автосервисы сориентированы в основном на обслуживание автомобилей индивидуальных владельцев, но могут предоставлять услуги для транспорта юридических владельцев. Доля услуг этого вида в последние годы значительно возрастает.

Гаражи (стоянки) являются предприятиями для хранения автомобилей. Наибо-

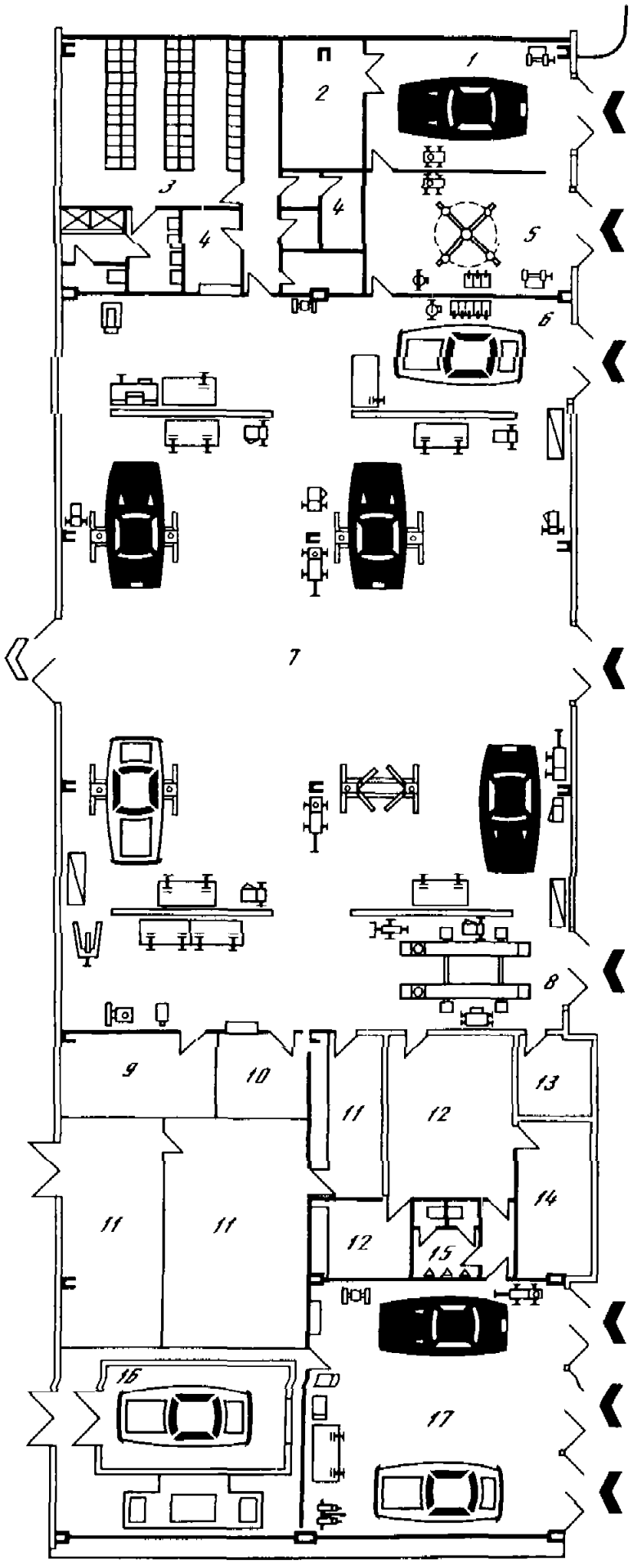


Рис. 10.2. Схема производственного корпуса предприятия для легковых автомобилей

1 – зона ЕО; *2* – очистные сооружения; *3* – бытовые, *4* – административные помещения; *5* – участок антикоррозийных покрытий; *6* – зона ТО-1, *7* – ТР, *8* – ТО-2; *9* – арматурный, *10* – шиномонтажный участок; *11* – складские помещения; *12* – участки ремонта агрегатов; *13* – производственно-технический отдел; *14* – слесарно-механический участок; *15* – санитарно-технические помещения производственной зоны; *16* – окрасочный, *17* – кузовной участок

лее широко они используются для хранения индивидуальных автомобилей. К этому типу предприятий относятся кемпинги и автогостиницы (мотели). Последние могут также выполнять отдельные операции по техническому обслуживанию или ремонту автомобилей.

АЗС являются предприятиями по снабжению автомобилей эксплуатационными материалами, преимущественно топливом, а также маслами, пластичными смазками, водой, охлаждающей жидкостью и др. В зависимости от мест расположения АЗС могут иметь в своей структуре мастерские по выполнению мелких типовых работ: замене масла, замене или ремонту шин, регулировке системы зажигания, питания и пр. АЗС могут быть специализированы по роду выдаваемого автомобильного топлива: бензина, дизельного топлива, сжатого и сжиженного газа и др. АЗС может быть установлена на территории АТП, что характерно для автобусных парков. Это позволяет сократить про-



Рис. 10.3. Линейный график производственного процесса

Координация времени работы автомобилей и подразделений АТП

стои автомобилей при заправке, снизить порожние пробеги, вести достоверный учет расхода топливно-смазочных материалов.

Авторемонтные предприятия предназначены для проведения капитального ремонта автомобилей в целом или их агрегатов. В настоящее время объемы заказов на ремонт в целом незначительны. Большее распространение получили специализированные ремонтные предприятия под конкретный агрегат, например двигатель, автоматическую коробку передач, шины.

Производственный процесс ТО и ТР на АТП связан с работой автомобиля на линии. Выполняется он в производственных зонах (цехах, участках), которые могут быть объединены в производственный корпус (рис. 10.2), и в общем виде может быть проиллюстрирован линейным графиком, показанным на рис. 10.3.

Глава 11

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТО И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА

Проведение ТО и ТР агрегатов, узлов и систем автомобиля связано с выполнением ряда специфических работ, различных по своему содержанию, применяемым технологиям и оборудованию, экологическим требованиям и безопасности труда. Так, например, моечные работы связаны с потреблением значительных объемов воды, подачей ее под давлением и с подогревом, с последующей очисткой от осадков и нефтепродуктов; сварочные, кузнечные, медницкие работы связаны с разогревом металла; аккумуляторные работы – с химическими растворами (электролитом).

11.1. УБОРОЧНО-МОЕЧНЫЕ РАБОТЫ

Предназначены для удаления загрязнений кузова, салона, узлов и агрегатов автомобилей, в том числе и для создания благоприятных условий при выполнении других работ ТО и ТР; поддержания требуемого санитарного состояния внутри кузова и салона автомобилей; защиты лакокрасочного покрытия от воздействия внешней среды; поддержания наружных поверхностей кузова в состоянии, отвечающем эстетическим требованиям.

Уборка салона и кузова автомобиля заключается в удалении загрязнений и мусора, протирке стекол, внутренних поверхностей и оборудования. Для уборки применяют щетки, обтирочный материал, пылесосы, в том числе моющие. Для повышения качества очистки и восстановления декоративных свойств поверхностей применяют специальные моющие и полирующие средства.

Сущность процесса *мойки* состоит в переводе твердых загрязнений в растворы и дисперсии и удалении их с поверхностей автомобилей и деталей вместе с моющим раствором. Мойку автомобилей производят холодной или теплой водой. В последнем случае разница температур воды (моющего раствора) и обрабатываемой поверхности не должна превышать 20 °С, чтобы предотвратить образование микротрещин лакокрасочного покрытия.

По трудоемкости удаления различают загрязнения слабосвязанные, среднесвязанные и прочносвязанные. Для удаления слабосвязанных загрязнений (пыль, песок, примеси глины) достаточно использовать воду без применения моющих и чистящих средств. Для удаления среднесвязанных (глинистых, соляных и маслянистых), а также прочносвязанных (масла, битум, смолы и др.) загрязнений требуется применение различных моющих и чистящих средств – шампуней или аэрозолей. Не следует применять для мойки автомобилей щелочные моющие средства, стиральные порошки и растворители. Моющие средства наносятся на поверхность кузова автомобилей при помощи пульверизаторов, моечных пистолетов или обтирочного материала, после чего производится споласкивание чистой водой. В водяной пленке, остающейся на поверхности кузова после применения моющих средств, можно наблюдать слабосвязанные пылевидные соединения. Частицы пыли после высыхания воды образуют на поверхности налет в виде беловатых пятен. Для предотвращения образования налета необходимо либо протирать поверхности, либо использовать эффективную *сушку*, удаляющую влагу струей холодного или теплого воздуха.

Под влиянием различных факторов внешней среды лакокрасочное покрытие кузова тускнеет, теряет эластичность, приобретает механические повреждения. Результат – образование микротрещин и сколов, обнажение металла, способствующее его коррозии. Для создания эффективного защитного слоя на поверхности кузова, уменьшающего агрессивное воздействие окружающей среды, производят *полирование* поверхности лакокрасочного покрытия и нанесение защитных покрытий на восковой основе. Кроме того, для восстановления декоративных свойств покрытий применяют полироли на абразивной основе.

В соответствии с требованиями органов санитарного надзора кузова санитарных автомобилей, автомобилей, перевозящих продукты питания, подвергаются *санитарной обработке*. Для этого на специальных постах производится мойка внутренних поверхностей кузова дезинфицирующим раствором.

Мойка днища, рамы и других поверхностей автомобилей, загрязненных, в основном, глинистыми, песчаными, органическими примесями, образующими прочную корку, обычно производится моечными установками высокого давления или струйными мойками. Мойка нижних поверхностей автомобиля в зимнее время предназначена для снижения коррозионной активности загрязнений на кузове из-за применения на дорогах соляных растворов.

Оборудование для уборочно-моечных работ. Уборочно-моечные работы, как правило, выполняются на специально оснащенных постах (линиях) с применением моечного оборудования или вручную. Выбор типа применяемого оборудования зависит от способа организации уборочно-моечных работ и типа подвижного состава (рис. 11.1).

Ручные моечные установки подразделяются на мойки низкого (до 4 атм) и высокого (более 4 атм) давления. В шланговые моечные установки вода подается

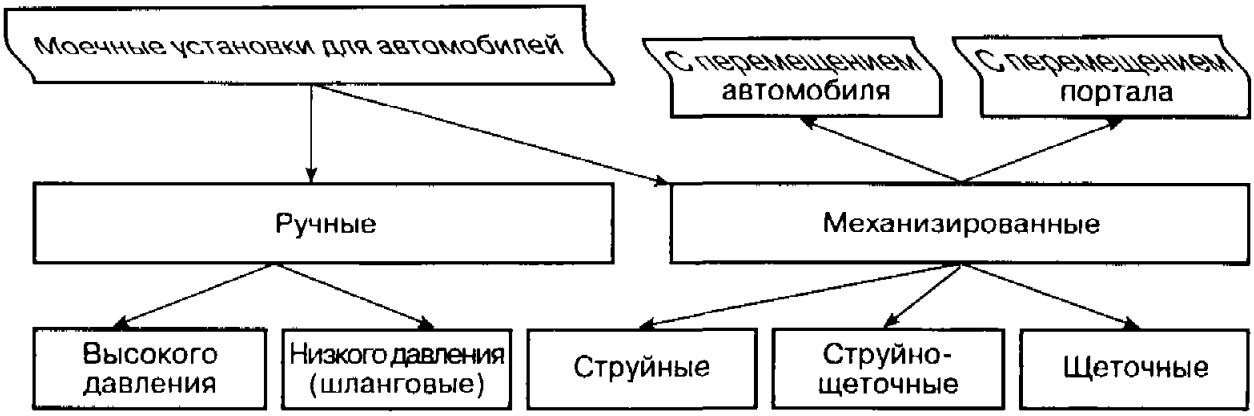


Рис. 11.1. Укрупненная классификация моечных установок для автомобилей

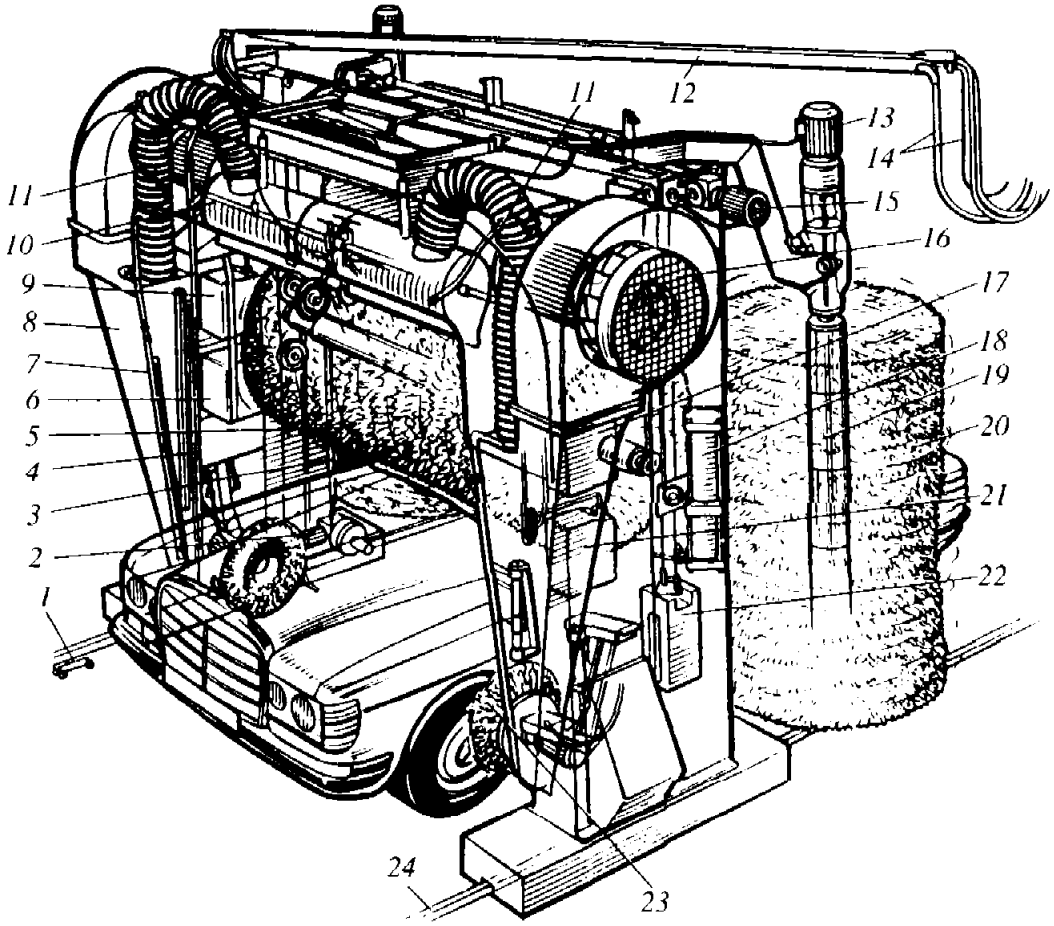


Рис. 11.2. Струйно-щеточная моечная установка для легковых автомобилей

1 – командоконтроллер; *2* – реверсивный электромотор привода роликов портала; *3, 4, 7* – трубопроводы с форсунками для разбрызгивания воды, моющего раствора и шампуня; *5* – горизонтальная ротационная щетка; *6* – бак с шампунем; *8* – место установки фирменного знака; *9* – бак с синтетическим моющим средством; *10* – поворот распылителя воздуха; *11* – форсунки подачи моющего раствора; *12* – поворотный кронштейн; *13, 15* – электромотор привода горизонтальной щетки; *14* – электропроводка; *16* – вентилятор для сушки автомобиля; *17* – бак с полиролью I; *18* – механизм изменения наклона форсунок; *19* – съемные секционные щетиноносители; *20* – левая ротационная щетка; *21* – бак с полиролью II; *22* – противовес горизонтальной щетки; *23* – устройства для мойки дисков колес; *24* – рельсовый путь

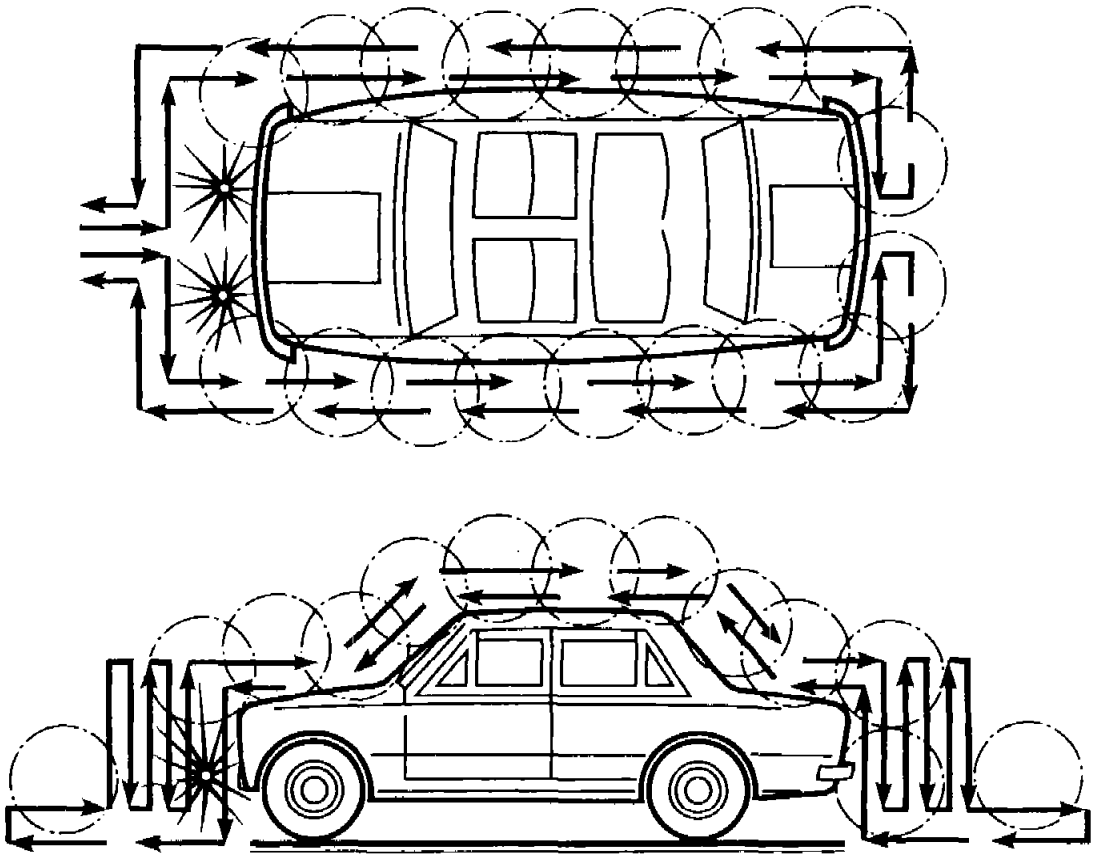


Рис. 11.3. Принцип работы струйно-щеточной мойки

либо непосредственно из системы оборотного водоснабжения, либо с использованием дополнительной насосной станции. Насосная станция смонтирована на тележке, где также расположены емкости с моющими и полировочными составами. При использовании моечных установок низкого давления без насосной станции необходимо механическое воздействие на загрязнения, например с помощью обтирочного материала. На установках высокого давления удаляют загрязнения за счет подачи под давлением струи воздуха и воды. Такие установки особенно эффективны при мойке днища автомобиля перед проведением антикоррозионной обработки.

Вода может быть нагрета с помощью теплообменника с горелкой до температуры 80 °С. При необходимости может подаваться моющий раствор. Установки высокого давления используются при санитарной обработке кузовов, мойке агрегатов и деталей, при уборке помещений. Давление водяной струи составляет 5–150 атм, паровой струи – до 230 атм. Расход воды в моечных установках высокого давления при подаче воды – 750–3000 л/ч, при подаче пара – 375–1400 л/ч.

Струйная моечная установка состоит из четырех механизмов, установленных попарно с обеих сторон моечного поста. При въезде на пост находится рамка предварительного смачивания, при выезде – рамка ополаскивания. Автомобиль перемещается своим ходом или на конвейере. Существуют также струйные моечные установки с подвижным порталом для мойки автомобиля снизу. Недостатком струйных моечных установок этого типа является большой расход воды и более низкое качество мойки.

Щеточные и струйно-щеточные моечные установки (рис. 11.2) более перспективны с точки зрения расхода воды и качества мойки.

Струйно-щеточные моечные установки с подвижным порталом (рис. 11.3) по сравнению с мойками с перемещением автомобилей имеют меньшую производительность. Они представляют собой П-образную рамку, перемещающуюся по

направляющим, расположенным вдоль моечного поста, и имеющую электрический привод. На портале смонтированы несколько вертикальных и одна или две горизонтальных ротационных щетки, устройство для подачи воды, моющего и полировочного растворов. Мойка автомобиля выполняется за один полный цикл (туда и обратно), сушка и нанесение полировочного покрытия – еще один полный цикл. Производительность таких моек составляет 20–40 авт./ч (здесь и далее авт./ч – автомобилей в час).

Стационарные щеточные моющие установки имеют производительность 60–90 авт./ч. В комплексе с моечной установкой для кузова автомобиля часто применяется струйно-щеточная мойка для дисков колес и мойки автомобиля снизу. Установка для сушки автомобилей часто монтируется непосредственно на портале мойки и представляет собой систему коллекторов, по которым осуществляется обдув автомобиля воздухом.

Для мойки агрегатов и деталей автомобиля используются специальные моечные машины, представляющие собой камеру, в которую загружают агрегаты и детали, требующие мойки. Очистка поверхностей деталей осуществляется щелочным моющим раствором в холодной или теплой воде. Раствор подается через форсунки, установленные на вращающемся коллекторе. В установке имеется бак для моечного раствора, электронагревательный элемент для подогрева воды. Время полного цикла мойки в моечном шкафу – 10–30 мин в зависимости от степени загрязнения деталей.

После мойки автомобилей вода поступает в систему оборотного водоснабжения, имеющую замкнутый цикл. Проходит многоступенчатая очистка, и вода вновь подается на мойку автомобилей. Добавление свежей воды в систему для компенсации естественной убыли (за счет испарения, утечек и др.) не должно превышать 10–15% объема использованной воды.

11.2. КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

Предназначены для определения и обеспечения соответствия автомобиля требованиям безопасности движения и воздействия на окружающую среду, для оценки технического состояния агрегатов, узлов без их разборки. Эти работы являются составной частью процесса технического обслуживания и ремонта (табл. 11.1).

Диагностирование какого-либо агрегата (системы) проводится специальными стендами, приспособлениями, приборами. Принцип их действия зависит от характера диагностических признаков, которые присущи объекту контроля (табл. 11.2).

Таблица 11.1

Доля контрольно-диагностических и регулировочных работ в объемах ТО и ТР, %

Работы	ТО-1	ТО-2	ТР (постовые)
Контрольно-диагностические	5–16	5–12	1,5–2,5
Регулировочные	9–12	7–19	1–4,5

Различают *встроенное диагностирование*, когда информация выводится на приборную панель автомобиля, например момент износа тормозных накладок до предельного состояния; *экспресс-диагностирование*, когда за минимальный промежуток времени, обычно в автоматическом режиме, определяется одно из значений технического состояния (исправен–неисправен) без выдачи информации о конкретной причине неисправности, например контроль давления воздуха в шине по ее деформации; *поэлементное диагностирование*, когда

Таблица 11.2

Основные способы и средства диагностирования

Признаки, определяющие техническое состояние автомобиля	Принцип диагностирования	Приборное обеспечение
Температура охлаждающей жидкости, масел, узлов трения, агрегатов	Измерение температуры	Термометры, термопары, терморезисторы
Зазоры, люфты, свободные и рабочие ходы, установочные углы	Измерение линейных или угловых перемещений, геометрических параметров	Щупы, индикаторы, люфтомеры, линейки, отвесы, оптические или жидкостные уровни
Частота, амплитуда звука, вибрация	Измерение колебательных процессов	Стробоскопы, виброакустическая аппаратура, стетоскопы
Компрессия, разряжение, объем газов	Измерение давления, разряжения, количества проходящих газов	Компрессометры, компрессографы, расходомеры газов и воздуха, вакуумметры
Давление воздуха, масла, топлива	Измерение давления	Манометры воздушные, жидкостные
Компоненты моторного и трансмиссионного масел	Исследование состава масел	Спектрографы, микрофотометры
Состав продуктов отработавших газов	Исследование состава отработавших газов	Газоанализаторы многокомпонентные
Тормозной путь	Измерение тормозной силы на колесах, усилия на тормозной педали, замедления автомобиля	Стенды для контроля тормозных качеств, педалемеры, деселерометры
Направленность и сила света светового пучка	Измерение силы света и направленности светового пучка	Экраны с разметкой, фотометры
Значение электрических сигналов	Измерение параметров работы электроприборов	Электронные газоразрядные трубки, стробоскопы, мотор-тестеры, электронные индикаторы, стрелочные приборы
Расход топлива, мощность	Измерение количества топлива, колесной мощности автомобиля, крутящего момента двигателя	Расходомеры топлива, стенды для измерения тяговых характеристик
Сопротивление в трансмиссии, ступицах колес, усилие на рулевом колесе	Измерение силы сопротивления вращению	Стенды с беговыми барабанами, динамометры

диагностический прибор подсоединяется к каждому контролируемому агрегату (системе) и проверяются все его параметры. На современных автомобилях получило распространение *электронное сканирование* (опрос) специальных датчиков, регистрирующих параметры процессов, происходящих при работе автомобиля.

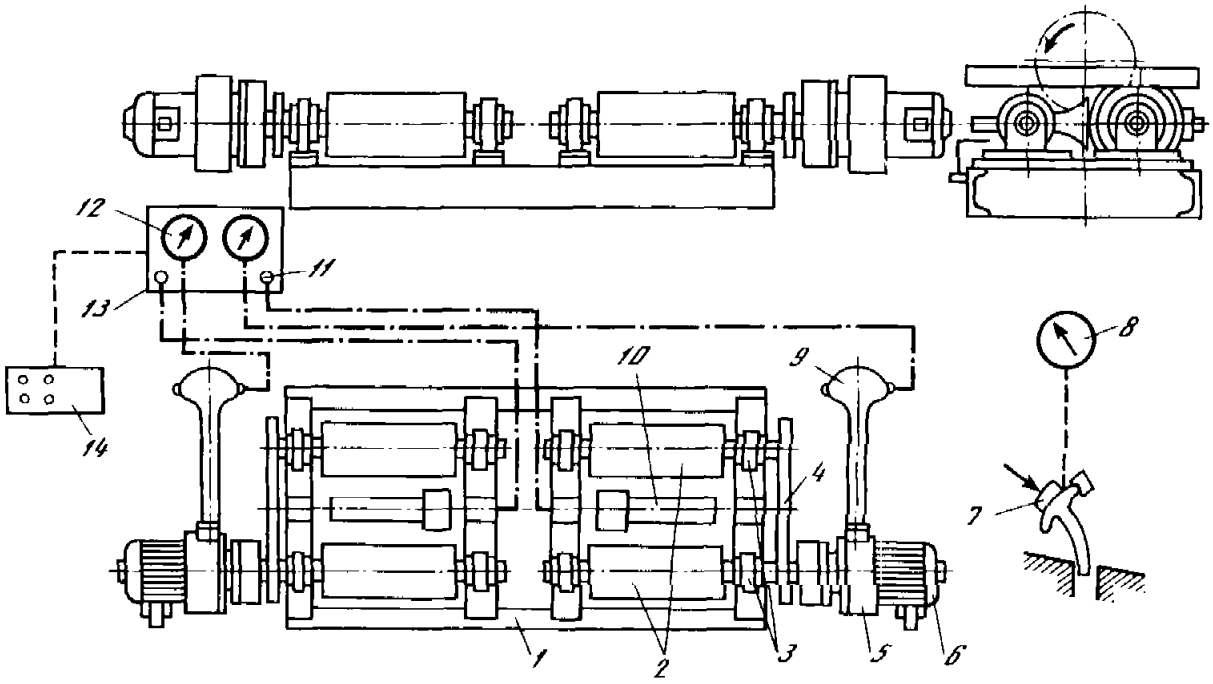


Рис. 11.4. Схема роликового тормозного стенда силового типа

1 – рама; *2* – ролики; *3* – подшипники; *4* – цепная передача; *5* – редуктор; *6* – электродвигатель; *7* – датчик усилия на педали; *8* – измеритель усилия на педали; *9* – датчик тормозной силы; *10* – промежуточный ролик; *11* – указатель блокировки колеса; *12* – измерители тормозных сил; *13* – пульт управления; *14* – блок дистанционного управления

Регулировочные работы, как правило, являются заключительным этапом процесса диагностирования. Они предназначены для восстановления работоспособности систем и узлов автомобиля без замены составных деталей. Регулировочными узлами в конструкции автомобиля могут быть эксцентрики в тормозных барабанах, натяжные устройства приводных ремней, поворотные устройства прерывателей-распределителей, нормали, которыми перекрывают сечения для прохода газов, жидкостей и т.д.

Основные характеристики автомобиля, обеспечивающие его экономичность, экологическую и дорожную безопасность (расход топлива, выбросы вредных газов, износ шин, тормозной путь), в большинстве случаев зависят от своевременности и качества выполнения диагностических и регулировочных работ.

Оборудование для диагностических работ. Это оборудование используется для механизации и автоматизации проверки технического состояния автомобиля и основных его узлов, обеспечения достоверности и качества выполнения контрольно-диагностических работ.

Для проверки *эффективности тормозов* наибольшее распространение получили роликовые стенды силового типа. Принцип действия этих стендов основан на измерении тормозной силы, развиваемой на каждом колесе, при принудительном вращении заторможенных колес от роликов стенда (рис. 11.4, 11.5). Данные стенды состоят из двух пар роликов 2, соединенных цепной передачей *4*, пульта управления *13*, блока дистанционного управления *14* и, возможно, печатающего устройства.

Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ней жестким валом электродвигателя *6* мощностью от 4 до 10 кВт с встроенным редуктором (мотор-редуктором). Вследствие использования редукторов планетарного типа, имеющих высокие передаточные отношения, обеспечивается невысокая скорость вращения роликов при испытаниях, соответствующая скорости автомобиля от 2 до 6 км/ч. Стенд имеет систему сигнализации блокировки колес: при блокировании

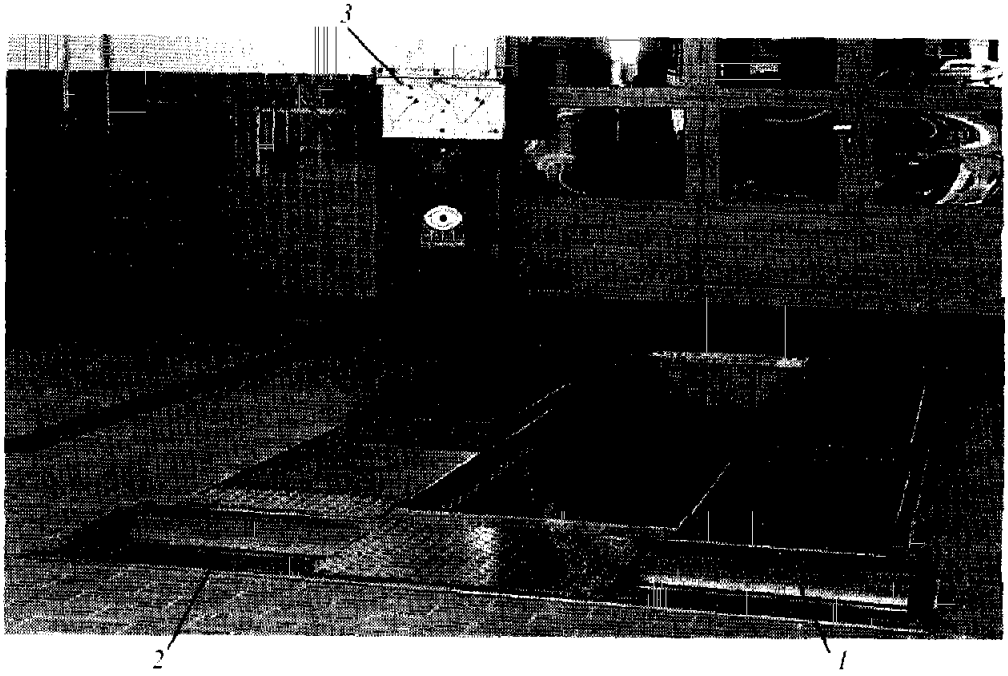


Рис. 11.5. Роликовый тормозной стенд силового типа

1 – тормозные барабаны; *2* – следящий ролик; *3* – блок контрольно-измерительных приборов

колеса происходит уменьшение скорости вращения промежуточного ролика *10*, в то время как скорость вращения ведущих роликов остается прежней; уменьшение скорости вращения промежуточного ролика на 20–40% приводит к срабатыванию системы сигнализации. Стенд укомплектован датчиком усилия на тормозной педали *7* и обеспечивает возможность определения максимальной тормозной силы и времени срабатывания тормозного привода.

Методика диагностирования тормозов на стенде силового типа заключается в следующем (см. рис. 11.4). Автомобиль устанавливается колесами одной оси на ролики стенда *2*. Включают электродвигатель *6* стенда, после чего оператор нажимает на тормозную педаль в режиме экстренного торможения. На колесе автомобиля создается тормозной момент, который вследствие сцепления колеса с роликами тормозного стенда передается на ведущие ролики *2* и от них через жесткий вал на балансирно установленный мотор-редуктор *5*.

Под воздействием тормозного момента балансирный мотор-редуктор *5* поворачивается относительно вала на некоторый угол и воздействует на специальный датчик *9* (гидравлический, пьезоэлектрический и др.), который воспринимает усилие, преобразует его и передает на измерительное устройство *12*. Измерительный сигнал выдается на устройство отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация, графопостроитель), на котором фиксируется тормозное усилие.

Диагностирование на данных стендах может осуществляться в управляемом (ручном) и автоматическом режимах. При автоматическом режиме при въезде автомобиля колесами на ролики стенда после определенного времени задержки автоматически включается привод роликов. После достижения пределов проскальзывания одного из колес автоматически отключается привод стенда. Максимальная производительность силовых стендов при работе в автоматическом режиме – 20 авт./ч, в неавтоматическом режиме – 10 авт./ч.

Основным недостатком стендов данного типа является ограничение измеряемой тормозной силы силой сцепления колеса с роликом, поэтому на роликах стенда нанесена насечка или специальное покрытие, обеспечивающее стабильность сцепления колес с роликами.

Из средств технического диагностирования *тяговых качеств автомобиля* наибольшее распространение получили стенды силового типа, позволяющие, кроме оценки мощностных показателей, создавать постоянный нагрузочный режим, необходимый для определения показателей топливной экономичности автомобиля.

Тяговый стенд состоит из двух барабанов (двух пар роликов), из которых один соединен с нагрузочным устройством, а другой является поддерживающим блока контрольно-измерительных приборов и вентилятора для охлаждения двигателя. В качестве нагрузочного устройства применяется гидравлический или индукторный тормоз.

Стенд тяговых качеств обеспечивает измерение скорости, силы тяги на ведущих колесах, параметров разгона и выбега, а в комплекте с расходомером – расхода топлива на различных нагрузочных и скоростных режимах и проведение соответствующих регулировок.

Методика диагностирования автомобиля на стенде тяговых качеств силового типа следующая. Автомобиль устанавливают на барабаны стенда колесами ведущей оси (трехосные автомобили устанавливаются колесами средней оси, а для колес задней оси в конструкции таких стендов предусматриваются специальные поддерживающие ролики). Оператор в кабине выводит автомобиль на заданный скоростной режим, после этого оператор у стенда увеличивает нагрузку на ведущем барабане, а оператор в кабине автомобиля поддерживает заданную скорость увеличением подачи топлива. При достижении максимального развиваемого тягового усилия на ведущих колесах дальнейшее увеличение нагрузки на стенде приводит к падению скорости, что является признаком, по которому определяется максимальная сила тяги на ведущих колесах.

Для оценки показателей топливной экономичности автомобиля с помощью стенда тяговых качеств имитируются режимы движения, отражающие различные условия эксплуатации (заданные скорости движения автомобиля на прямой передаче и заданная нагрузка на барабаны стенда), а расход топлива определяется с помощью расходомера.

Для определения *токсичности отработавших газов автомобилей с бензиновыми двигателями* применяются газоанализаторы, которые могут измерять содержание CO, CO_2, NO_x, O_2 и C_xH_y, а также контролировать состав топливно-воздушной смеси, частоту вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и тепловой режим.

Действие большинства газоанализаторов основано на поглощении газовыми компонентами инфракрасных лучей с различной длиной волны. Принципиальная схема такого газоанализатора приведена на рис. 11.6. Определение содержания CO в отработавших газах происходит следующим образом: исследуемый газ, пройдя через фильтры *2–4* и насос *5*, поступает в рабочую камеру, включающую измерительную кювету *6* и мембранный конденсатор *12*, и удаляется в атмосферу. Сравнительные камеры, состоящие из сравнительной кюветы *10* и инфракрасного лучеприемника *11*, заполнены азотом и герметично закрыты. В каждой схеме измерения излучение от двух накаленных спиралей, сфокусированное параболическими зеркалами *7*, через обтюраторы 9 направляется соответственно в сравнительную и рабочую камеры. В сравнительных камерах поглощения инфракрасного излучения не происходит, в рабочих камерах продуваемые отработавшие газы поглощают из спектра лучи соответствующей длины волны. Сравнение интенсивности двух потоков излучения позволяет определить содержание CO. Аналогично происходит определение содержания в отработавших газах C_xH_y и CO_2.

Инфракрасные анализаторы чувствительны к изменению параметров среды, поэтому газ фильтруют, удаляют из него конденсат и подают насосом с постоянной скоростью. Метрологические характеристики данных газоанализаторов обеспе-

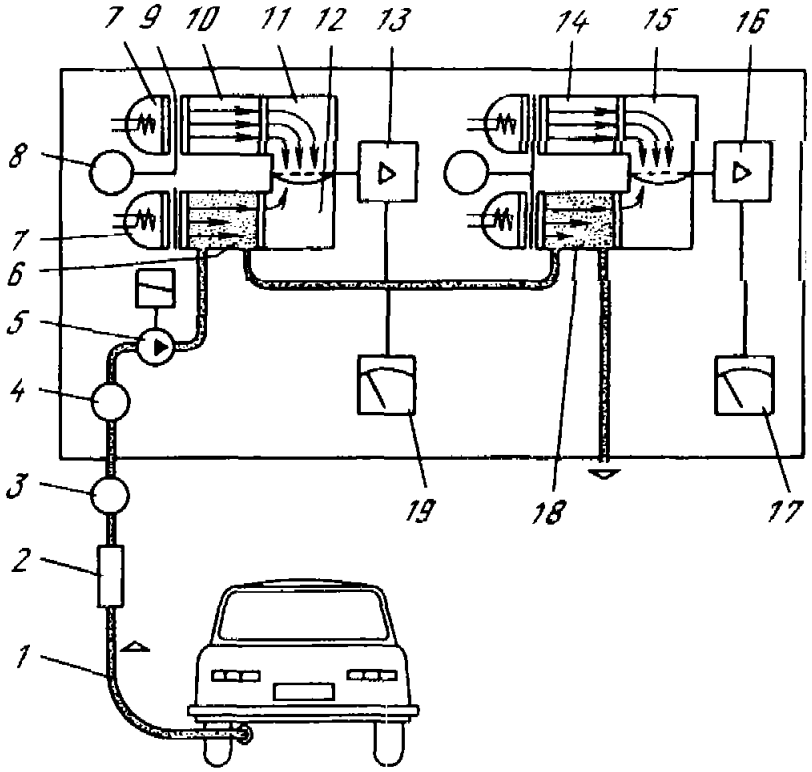


Рис. 11.6. Принципиальная схема газоанализатора

1 – зонд; *2–4* – фильтры; *5* – насос; *6* – измерительная кювета CO; *7* – инфракрасный излучатель; *8* – синхронный двигатель; *9* – обтюратор; *10* – сравнительная кювета CO; *11* – инфракрасный лучеприемник CO; *12* – мембранный конденсатор; *13, 16* – усилители; *14* – сравнительная кювета C_xH_y; *15* – инфракрасный лучеприемник C_xH_y; *17, 19* – индикаторы; *18* – измерительная кювета C_xH_y

чены при температуре окружающей среды 5–40 °С и относительной влажности воздуха до 80%.

Проверка *дизелей* проводится по уровню дымности отработавших газов. Оценивается дымомерами, работающими по принципу поглощения светового потока, проходящего через отработавшие газы.

Для проверки *системы зажигания* применяются мотор-тестеры, которые подразделяются

- по типу – на переносные и стационарные;
- по способу питания – на питающиеся от аккумуляторной батареи автомобиля и от внешней сети;
- по способу индикации – на аналоговые, цифровые, комбинированные, а также с отображением на экранах осциллографов и дисплеев.

В ряде случаев мотор-тестеры дополнительно комплектуются вакуумметрами, газоанализаторами и другими измерительными блоками. Мотор-тестером можно проверить: состояние конденсатора, первичной обмотки катушки зажигания, контактов прерывателя, вторичной обмотки катушки зажигания и высоковольтных проводов, пробивное напряжение на свечах зажигания и т.д.

При диагностировании *системы освещения* наиболее ответственной является проверка направленности и силы света светового пучка фар. Проверка установки фар производится с использованием оптической камеры (рис. 11.7) по смещению светового пятна на экране прибора, а силы света – при помощи фотометра. Проверка направленности светового пучка и силы света осуществляется в режиме ближнего и дальнего света.

Приборы диагностирования систем питания для автомобилей с карбюраторными и дизельными двигателями различны.

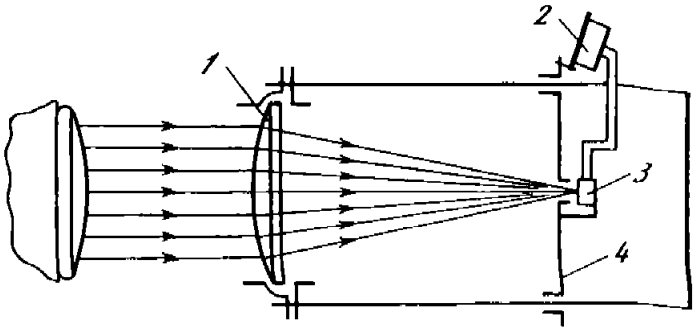


Рис. 11.7. Оптическая схема прибора для контроля фар
1 – линза; *2* – индикатор силы света; *3* – фотоэлемент; *4* – экран

Для проверки *системы питания карбюраторного двигателя* применяются установки для проверки карбюратора, которые имитируют условия работы двигателя, и приборы для проверки бензонасоса на подачу, максимальное давление и плотность прилегания клапанов. Система питания бензинового ДВС, оборудованная инжекторами, требует периодической проверки давления в системе подачи бензина и ультразвуковой очистки инжекторов моющим раствором (рис. 11.8).

Проверка *системы питания дизеля* проводится с помощью специальных дизель-тестеров, которые обеспечивают определение частоты вращения коленчатого вала, кулачкового вала топливного насоса, регулятора частоты вращения (начальной и конечной), характеристики впрыскивания топлива (при наличии осциллографа – визуально). Для регулирования параметров работы топливных насосов высокого давления (ТНВД) используются стационарные стенды (рис. 11.9).

Для *контроля расхода* топлива наибольшее распространение получили расходомеры следующих типов: объемные, весовые, тахометрические (рис. 11.10) и массовые (ротаметрические). Первый и второй типы представляют собой расходомеры дискретного действия (для определения расхода топлива необходимо израсходовать порцию топлива на интервале пробега или времени). Третий и четвертый типы расходомеров – приборы непрерывного действия, показывающие в каждый момент времени мгновенный расход топлива и определяющие суммарный расход. К основным преимуществам расходомеров такого типа относятся возможность их установки непосредственно на автомобиле и использования как при стендовых испытаниях для оценки показателей топливной экономичности на различных режимах, в том числе и на холостом ходу, так и при работе автомобиля на линии для диагностирования его технического состояния, аттестации навыков водителя, и обучения его экономичным методам вождения и определения маршрутных норм линейного расхода топлива.

Состояние *цилиндропоршневой группы и клапанного механизма* проверяют по давлению в цилиндре в конце такта сжатия. Измерение производят в каждом из цилиндров с помощью компрессометра со шкалой для карбюраторных двигателей до 1 МПа, а дизелей – до 6 МПа или компрессографа. Давление в конце такта сжатия (компрессию) проверяют после предварительного прогрева двигателя до 70–80 °С, при вывернутых свечах, полностью открытых дроссельной и воздушной заслонках. Установив резиновый наконечник компрессометра в отверстие свечи, провертывают стартером коленчатый вал двигателя и считывают показания прибора. Компрессию в дизеле замеряют также поочередно в каждом цилиндре. Компрессометр устанавливают вместо форсунки проверяемого цилиндра.

Состояние цилиндропоршневой группы и клапанного механизма можно проверить, измеряя утечку сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры (рис. 11.11). Сравнительно быстро и просто определяют наличие в любом из них следующих

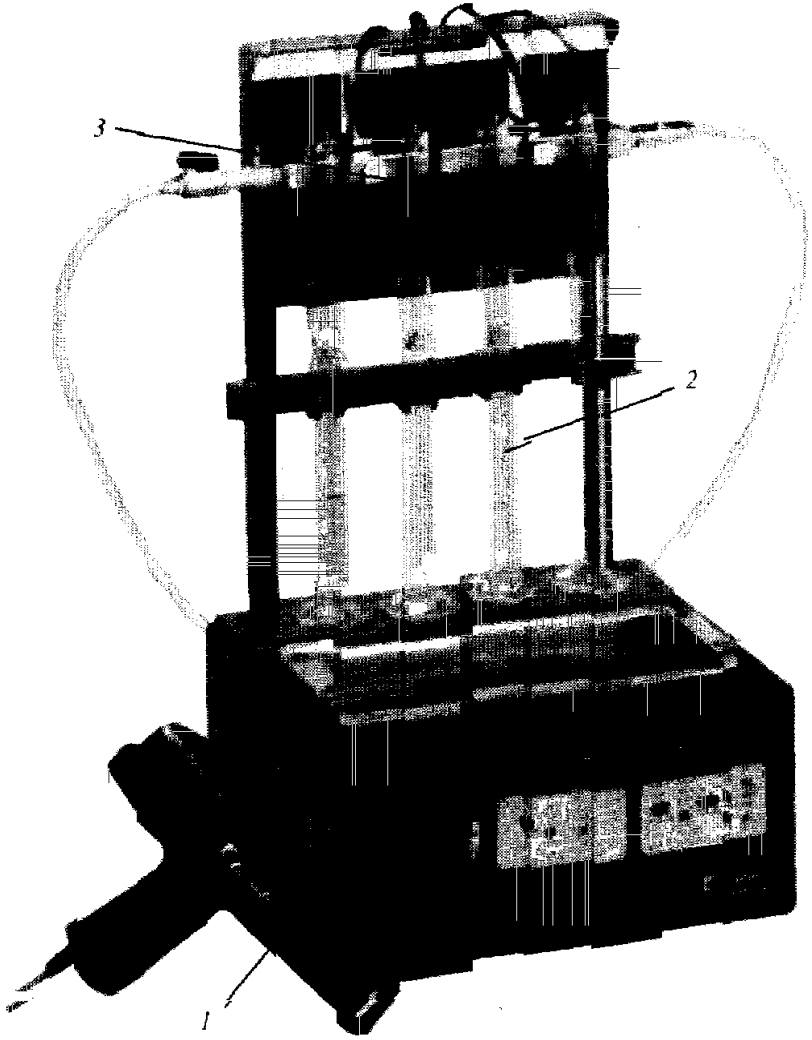


Рис. 11.8. Стенд для проверки и очистки инжекторов
1 – стробоскоп; *2* – контрольные рейки; *3* – места установки инжекторов

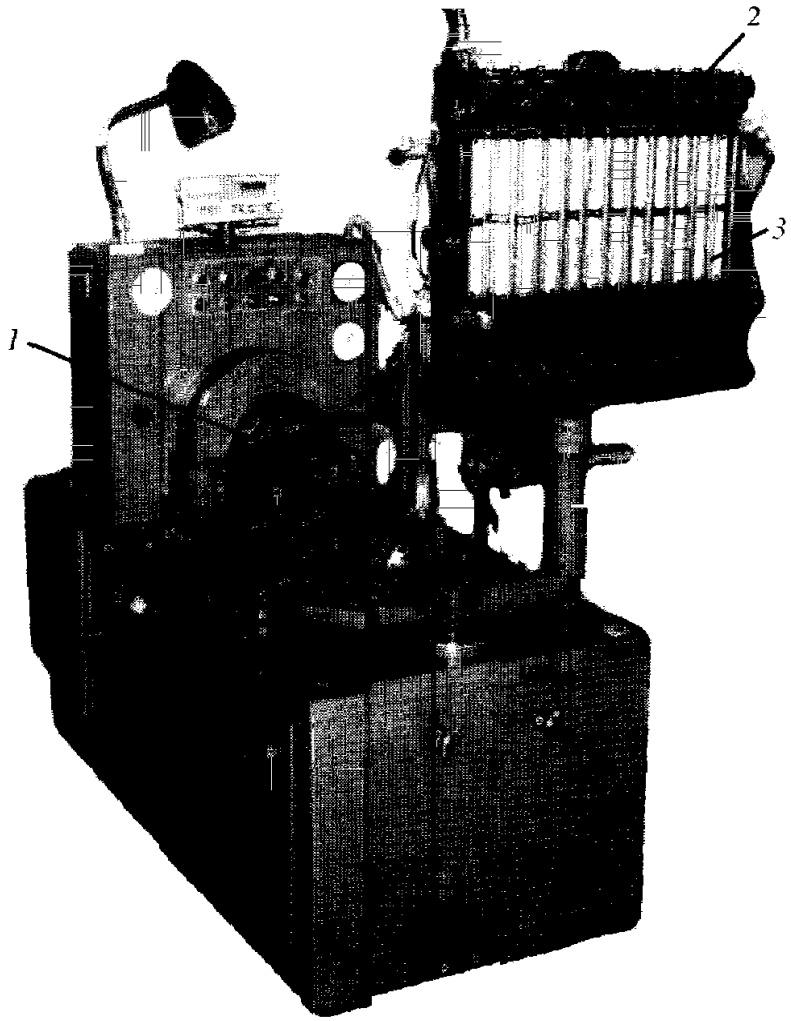


Рис. 11.9. Стенд для проверки и регулировки топливного насоса высокого давления
1 – место крепления ТНВД; *2* – места установки форсунок; *3* – контрольные колбы

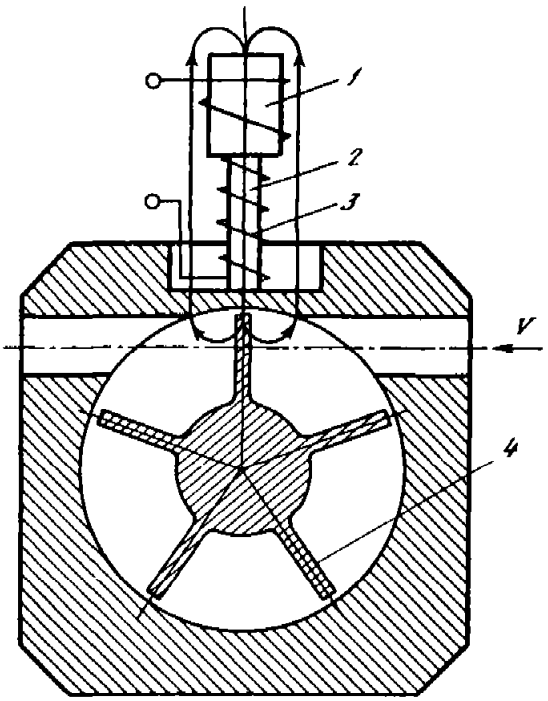


Рис. 11.10. Схема турбинно-тахометрического датчика расхода топлива

1 – магнит; *2* – магнитопровод; *3* – индукционная катушка; *4* – магнитопроводящие лопасти крыльчатки

характерных дефектов: износ цилиндров, износ поршневых колец, негерметичность и прогорание клапанов, задиры по длине цилиндра, поломка пружин и зависание клапанов, поломка и "залегание" поршневых колец, прогорание внутренней части прокладки головки блока.

Для определения технического состояния воздух подается в цилиндр прогретого двигателя через редуктор *3* прибора и штуцер *10*, вставленный в отверстие для свечи и присоединенный с помощью шланга и муфты *9* к прибору. Наличие в проверяемом цилиндре одного или нескольких из указанных выше дефектов вызовет уменьшение давления между цилиндром и соплом *4*, которое фиксируется манометром *5*. Оценка состояния цилиндров, поршневых колец и клапанов производится по показаниям манометра.

Исправность *рулевого управления* в целом проверяют *люфтомером*, закрепляемым на ободе рулевого колеса. При фиксированном усилии определяют величину люфта, который характеризует суммарные зазоры в механизме и приводе. Проверяется также наличие износа в сочлененных соединениях. Передние колеса автомобиля устанавливают на две площадки (рис. 11.12), которые под действием гидропривода попеременно, с частотой примерно 1 Гц, перемещаются в разные стороны, создавая на колесах имитацию движения по неровностям дороги. Сочлененные узлы: шаровые опоры, шкворневые соединения, шарниры рулевых тяг, узел посадки сошки руля и др. – визуально проверяются на недопустимые перемещения, стуки, скрипы. Выявляются места подтекания масел.

При обслуживании рулевых систем, снабженных гидроусилителем, дополнительно с помощью специальной аппаратуры проверяют производительность и давление гидравлического насоса.

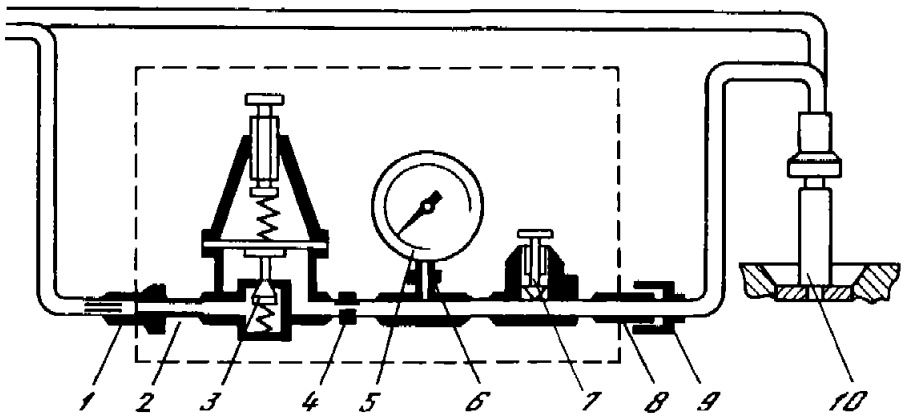


Рис. 11.11. Принципиальная схема прибора для проверки герметичности надпоршневого пространства цилиндров двигателя

1 – быстросъемная муфта; *2* – входной штуцер; *3* – редуктор; *4* – калиброванное сопло; *5* – манометр; *6* – демпфер стрелки манометра; *7* – регулировочный винт; *8* – выходной штуцер; *9* – соединительная муфта; *10* – присоединительный штуцер

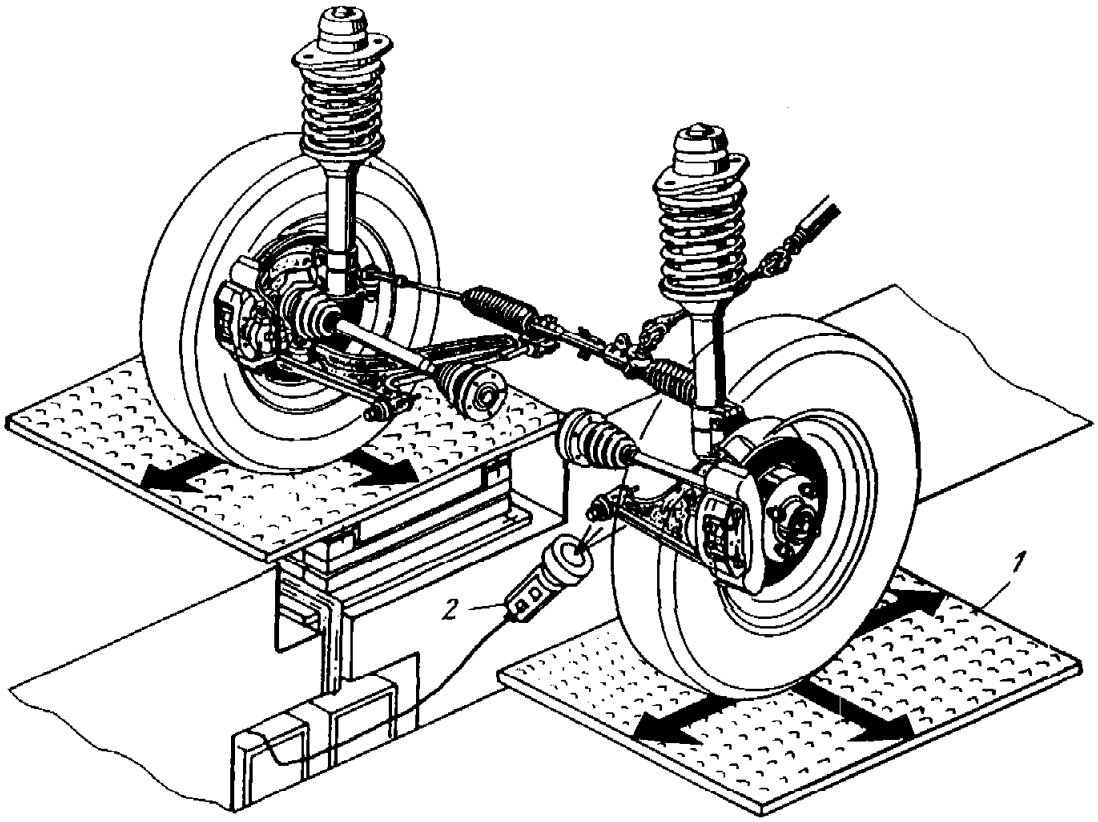


Рис. 11.12. Стенд для контроля состояния сочлененных узлов подвески
1 – площадка, *2* – лампа

Для *балансировки колес* в основном применяют стационарные стенды, требующие снятия колеса с автомобиля и обеспечивающие совместную статическую и динамическую балансировку. Колесо закрепляют на валу стенда и раскручивают в зависимости от конструкции стенда вручную или электродвигателем. От несбалансированных масс возникает знакопеременный изгибающий момент, в результате чего вал стенда совершает колебания (рис. 11.13). Если вал закреплен жестко, в опорах возникают напряжения, регистрируемые специальными датчиками. Сигналы обрабатываются и выводятся на пульт (информационное табло) или на монитор.

Для легковых автомобилей иногда применяют передвижные (подкатные) приспособления, позволяющие проводить балансировку колеса непосредственно на автомобиле, но, как правило, вначале статическую, затем, что сложно технологически, динамическую. Трудоемкость операций большая. Для качественной работы на них требуется большой практический опыт. Стоимость этих стендов по сравнению со стационарными меньшая.

Амортизаторы проверяются на вибрационных стендах, в большинстве случаев представляющих собой специальные площадки под каждое колесо оси автомобиля. С помощью электродвигателя эти площадки

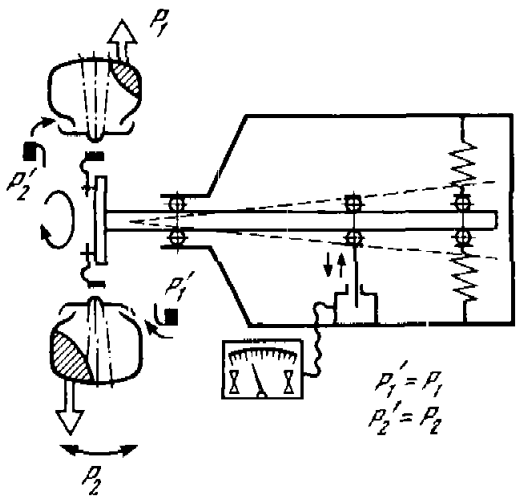


Рис. 11.13. Принципиальная схема работы стационарного балансировочного стенда
P_1, P_2 – несбалансированные массы шины ($P_1 \neq P_2$);
P_1', P_2' – массы балансировочных грузиков

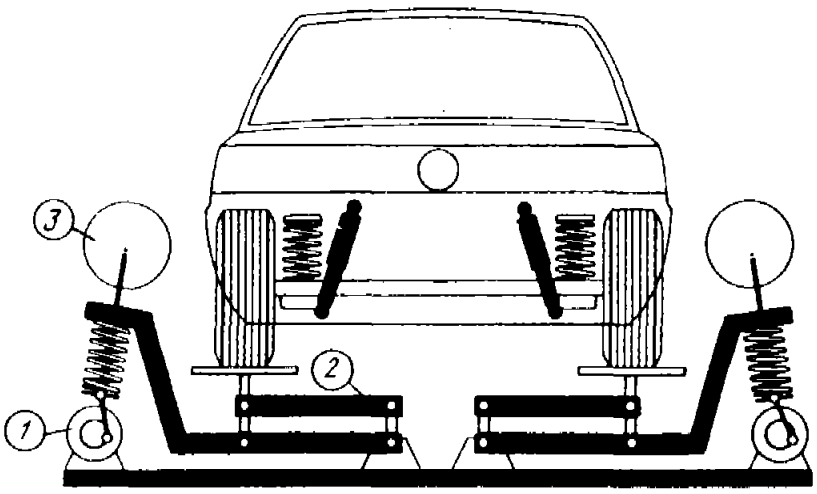


Рис. 11.14. Диагностирование амортизаторов по вынужденным колебаниям
1 – механизмы, создающие вибрацию; *2* – подвижные площадки; *3* – самописцы

начинают вибрировать с высокой частотой (рис. 11.14). По амплитуде коле возникающих в подрессоренных узлах, определяется работоспособность а заторов.

Наиболее обширная номенклатура стендов (приборов) – для контрол установки колес.

Проездные площадочные или реечные стенды для проверки *углов уст колес* (рис. 11.15) предназначены для экспресс-диагностирования геометри положения автомобильного колеса по наличию или отсутствию в пятне ко боковой силы. Когда углы установки колес не соответствуют нормам, то контакта шины возникает боковая сила, которая воздействует на площадку и смещает ее в поперечном направлении. Смещение регистрируется измер ным устройством. Какой конкретно угол требует регулировки, данные сте указывают. При необходимости дальнейшее обслуживание автомобиля выпо на стендах, работающих в статическом режиме.

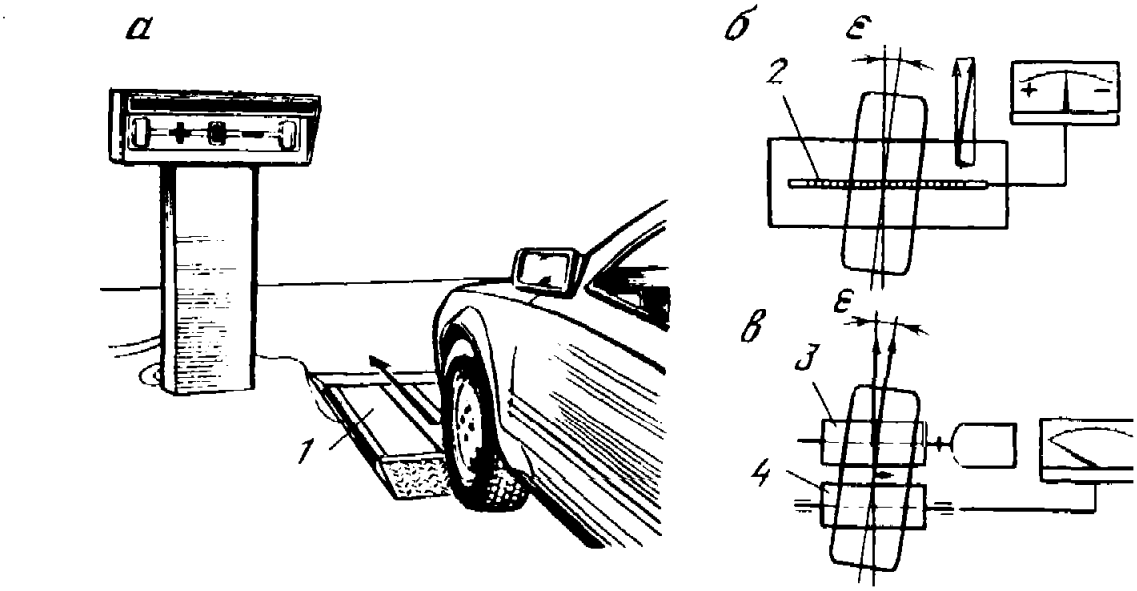


Рис. 11.15. Экспресс-контроль положения колес (в динамическом режиме)
а – проездной площадочный стенд; *б* – схема проездного реечного стенда; *в* – стенд с б барабанами; *1, 2, 4* – соответственно, площадка, рейка, барабан, имеющие свободу поперечн мещения; *3* – барабан ведущий; ε – угол схождения колеса

Площадочные стенды устанавливают под одну колею автомобиля, реечные – под две. Автомобиль должен двигаться со скоростью примерно 5 км/ч.

Стенды с беговыми барабанами (рис. 11.15,*в*) предназначены для *измерения боковых сил* при контакте управляемых колес автомобиля с поверхностью барабанов. При вращении колес с помощью рулевого колеса добиваются равенства боковых сил на обоих колесах, фиксируют эту величину. Если показания не соответствуют норме, регулируют схождение. Стенды этого типа в основном предназначены для автомобилей, у которых регулируется только схождение. Стенды металлоемкие и дорогостоящие, использование их целесообразно только на крупных АТП. В случае если требуемого результата достичь не удалось, дальнейшее обслуживание автомобиля выполняют на стендах, работающих в статическом режиме.

Стенды (приборы) *для контроля углов установки колес в статическом режиме* позволяют измерять углы продольного и поперечного наклонов оси поворота колеса (шкворня), развала, соотношения углов поворотов, схождения. Эти стенды компактны, удобны и получили наибольшее распространение. Их функциональные возможности примерно одинаковы. Отличаются они в основном конструкцией измерительной системы, точностью, стоимостью. Измерительный прибор или его элемент крепят на автомобильное колесо перпендикулярно плоскости его вращения.

Наиболее просты конструкции, работающие на принципе проецируемого (рис. 11.16, *а*) или отраженного (рис. 11.16, *б*) луча.

В первом случае на автомобильное колесо крепят проектор, посылающий на экран лазерный или узкий световой луч (см. рис. 11.16, *а*). Изменяя в определенной последовательности положение прибора и колес, по соответствующим шкалам поочередно считывают углы установки колес, а также геометрию базы автомобиля. Стенды недорогие, точность измерения удовлетворительная. Основной недостаток – трудоемкость измерения значительно бо́льшая, чем на других стендах.

Во втором случае на колесо (см. рис. 11.16, *б*) крепят трехгранный зеркальный (в некоторых конструкциях плоский) отражатель *3*. На зеркало посылают лазерный, иногда световой, луч с визирным символом. При фиксированных поворотах

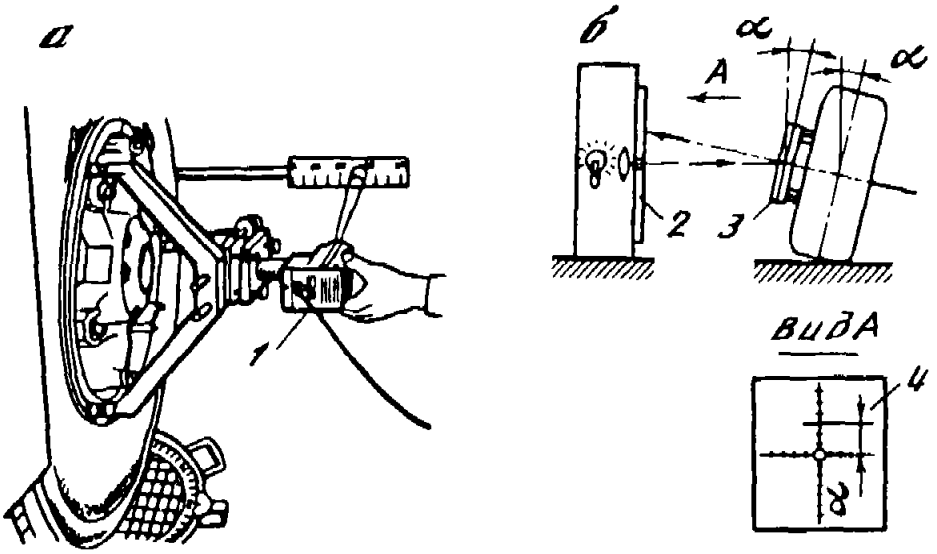


Рис. 11.16. Измерение углов установки колес по проецируемому (*а*) и отраженному (*б*) лучу

1 – проектор светового или лазерного луча; *2* – источник светового или лазерного луча с измерительной шкалой; *3* – зеркальный отражатель; *4* – шкала; α – угол развала колеса

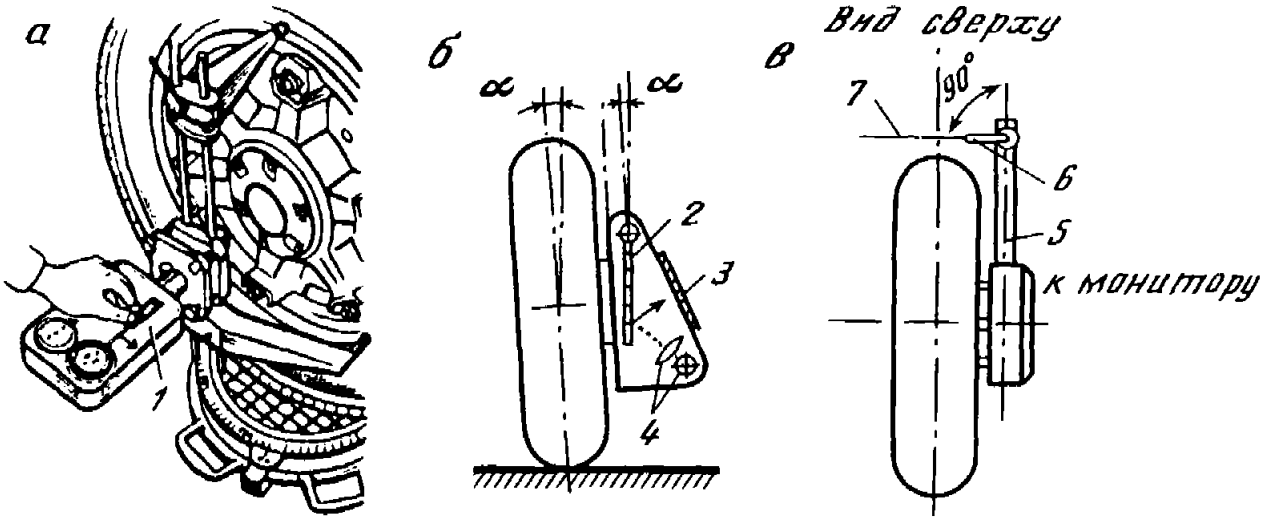


Рис. 11.17. Средства измерения углов установки колес

а – с уровнем горизонта; *б* – с зеркальным отвесом; *в* – с датчиком угловых перемещений; *1* – жидкостной уровень; *2* – зеркальная рамка-отвес; *3* – корпус со шкалой; *4* – источник светового луча; *5* – выносная штанга; *6* – датчик угловых перемещений; *7* – упругая нить

колеса по положению пятна лазера или визира на соответствующих шкалах *4* поочередно считывают углы установки колеса. Стенды данного типа недорогие, имеют высокую точность измерения, наиболее долговечны, трудоемкость измерения умеренная. Юстировку стенда может освоить работник поста. Стенды требуют стационарной установки на специализированном посту.

В большинстве измерительных систем использован принцип действия уровня (или отвеса). Отклонение плоскости колеса относительно горизонта или вертикали считывается визуально или фиксируется специальными датчиками с выдачей информации на табло световой панели или монитор. Иногда измеренные параметры выводятся на печать в сопоставлении с нормативными значениями.

Прибор, снабженный жидкостными уровнями, после закрепления на колесе выставляют "в горизонт" (рис. 11.17, *а*). Поворачивая колеса вправо и влево на фиксированный угол, определяют, какой наклон зафиксировали уровни. Конструкциями такого типа можно измерить только углы развала и наклона шкворня.

Приборы, использующие принцип отвеса, могут быть лучевые (рис. 11.17, *б*) или, что чаще, электронные (рис. 11.17, *в*). Последние обычно называют компьютерными, хотя компьютер используется только для обработки электрического сигнала и выдачи информации.

В корпусе прибора (см. рис. 11.17, *б*) находится излучатель *4*, проецирующий световой луч на шарнирно закрепленный и поэтому всегда вертикально располагаемый зеркальный отражатель – "отвес" *2*. Отраженный луч попадает на шкалу *3*. Его положение меняется при изменении положения корпуса прибора (автомобильного колеса) относительно вертикали. Так считывают углы развала или продольного наклона. Для измерения угла схождения прибор снабжен выносными штангами. С каждой из штанг перпендикулярно ее продольной плоскости проецируется луч на шкалу другой штанги. По положению луча на шкале считывается величина схождения. Эти приборы недорогие, но малоинформативные, особенно при измерении углов развала и наклона оси поворотов. Работать с ними удобнее вдвоем.

Компьютерные приборы в основном действуют по принципу отвеса, аналогично схеме на рис. 11.17, *б*. Отвес с корпусом соединен через датчик угловых перемещений, который регистрирует угловые перемещения корпуса прибора. Так измеряют углы развала и наклона оси поворотов. Для измерения углов схождения

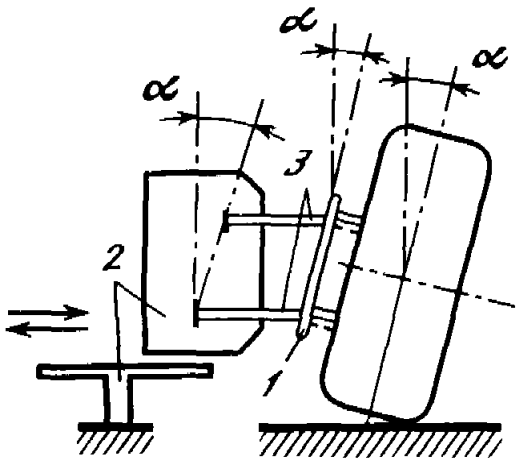


Рис. 11.18. Контактный способ измерения углов установки колес

1 – диск, устанавливаемый на колесо; *2* – измерительная головка с направляющими; *3* – контактные измерительные стержни

корпус прибора (см. рис. 11.17, *в*) снабжен выносными штангами *5*, на концах которых также расположены датчики угловых перемещений *6*, например потенциометры с рукоятками. Эти рукоятки соединяют упругой нитью *7*, которая обеспечивает их постоянное положение, параллельное передней оси автомобиля. При углах 90° между нитью и продольной плоскостью каждого удлинителя угол схождения колес считывается как 0°.

Электрический сигнал датчиков обрабатывается электронной системой по примерно общей схеме и выдается на монитор. Точность и надежность измерений стенда в целом зависят только от датчиков. По конструкции они могут быть различными. Рассмотренный принцип "отвеса" – наиболее простой.

Компьютерные стенды более поздних конструкций определение положения колеса проводят с помощью лазерного или инфракрасного луча с выводом информации на монитор. Наличие монитора и электронной памяти позволяет иметь обширную базу данных по конструкциям автомобилей различных марок, их нормативной базе, что ценно для начинающего диагноста, или при разнообразии марок обслуживаемых автомобилей. Основным недостатком этих устройств является высокая стоимость и подверженность датчиков сбоям от ударных воздействий, которыми, как правило, сопровождается процесс регулировки углов установки колес. Юстировку приборов может проводить только специалист с применением эталонных стоек.

Геометрия положения колеса также может быть определена контактным способом на стационарном стенде (рис. 11.18). На автомобильное колесо параллельно плоскости его вращения крепят металлический диск *1*. К нему по направляющим подводят измерительную головку *2* с подвижными стержнями *3*. Глубина, на которую утапливаются стержни (см. рис. 11.18), фиксируется датчиками и переводится в значение угла развала. Для измерения угла схождения головку *2* поворачивают относительно ее оси на 90°. Этот тип стендов технологически удобен для диагностирования положения колес грузовых автомобилей, автобусов.

Для контроля только угла схождения применяют специальную измерительную линейку, которая универсальна и пригодна для всех автомобилей. Ее применение оправдано только при отсутствии другого оборудования, так как точность измерения примерно в 2–4 раза ниже, чем у стационарных стендов, что недостаточно для современных автомобилей.

Совмещая (комбинируя) определенные методы и оборудование, можно проводить *общее диагностирование автомобиля* в следующих случаях:

- при плановых ТО (это контроль узлов и систем, обеспечивающих дорожную и экологическую безопасность, проверка мощностных характеристик, расхода топлива и пр.);
- при государственных технических осмотрах (это в основном контроль узлов и систем, обеспечивающих дорожную и экологическую безопасность).

11.3. КРЕПЕЖНЫЕ РАБОТЫ

Предназначены для обеспечения нормального состояния (затяжки) резьбовых соединений. В объеме ТО в зависимости от вида ТО и типа подвижного состава эти работы составляют 25–30%. Так, у автомобиля КамАЗ 3,5 тыс. резьбовых соединений. При ТО-1 необходимо проверить и, если требуется, подтянуть несколько десятков соединений. При ТО-2 это количество значительно возрастает. При текущем ремонте большинство сборочно-разборочных операций связано с крепежными работами. Поэтому применение правильных приемов по обслуживанию резьбовых соединений повышает эксплуатационную надежность автомобиля в целом, облегчает труд рабочих, значительно снижает трудоемкость этих работ при вторичном их выполнении.

Резьбовые соединения обеспечивают сборку узлов как посредством резьбы, находящейся непосредственно на детали (свеча зажигания, шаровые пальцы шарниров рулевого привода, регулировочные винты в механизме газораспределения), так и при помощи крепежных деталей – болтов, шпилек, гаек специального и общего назначения. Специальные применяют в ответственных узлах (шатунные болты, шпильки крепления головки цилиндров) или там, где без них технология сборки–разборки усложнится (например, квадратные гайки, устанавливаемые в пазы, где они удерживаются от прокручивания). Ответственные крепежные соединения имеют мелкий шаг резьбы и защитное покрытие.

Неисправности резьбовых соединений – это ослабление предварительной затяжки, повреждения и срыв резьбы. Ослабление резьбовых соединений и их самоотворачивание нарушают регулировку и приводят к ухудшению эксплуатационных свойств автомобиля, к потере герметичности уплотнений, к возрастанию динамических нагрузок на детали и к их поломкам. Самоотворачивание происходит в основном из-за вибраций, в результате чего снижается сила трения в самой резьбе и на контактном торце гайки или головки болта. Быстрому ослаблению крепления подвержены стартер, генератор, топливный насос, карданный вал. Вероятность самоотворачивания резко возрастет, если перед сборкой резьба была повреждена. Прилагаемое при затяжке усилие в этом случае приходилось в основном на трение в самой резьбе. Подтягивание резьбового соединения без необходимости нарушает его стабильность и снижает величину первоначального натяга. Крепежные детали, использовавшиеся 10–15 раз, сохраняют предварительную затяжку в 2–4 раза хуже, чем новые.

При невыполнении требуемых объемов крепежных работ при ТО-2, например у двигателя, к 80–100 тыс. км его пробега ослабевает затяжка почти 15% резьбовых соединений.

Срыв резьбы при ремонтах является также распространенным дефектом. Основная причина этого – затяжка соединений с усилиями, значительно превышающими нормативные.

Замятую резьбу можно восстановить специальным режущим инструментом (плашками, метчиками). Оборвавшуюся часть болта или шпильки из резьбового отверстия удаляют сверлом меньшего диаметра.

Сборка резьбовых соединений состоит в создании в них определенной предварительной затяжки с помощью ключей или гайковертов. Существует несколько методов контроля момента усилия затяжки. Наиболее распространенный из них – при помощи тарированных динамометрических ключей (рукояток). В инструкциях заводов-изготовителей, в технологических картах указаны моменты затяжки для наиболее ответственных узлов.

Превышение момента затяжки может повредить (сорвать) резьбу или вызвать текучесть материала стержня болта (шпильки) и ослабление затяжки. При применении динамометрических ключей надо иметь в виду, что указываемая на них

величина затяжки также учитывает силу трения в резьбовом соединении, которая существенно зависит от состояния резьбы (ее загрязненности, смятия).

Обслуживание резьбовых соединений требует соблюдения ряда условий. Длина ввертываемой части болта для стальной детали должна быть от одного до двух диаметров резьбы. Увеличивать глубину ввертывания бесполезно, так как основную нагрузку воспринимают только несколько витков резьбы, расположенных у входной поверхности детали. Длинные болты сложнее отворачивать, особенно при их коррозии. При наворачивании гайки болт выбирают по длине таким, чтобы он выступал из гайки не более чем на два-три витка резьбы. Перед сборкой резьба должна быть очищена, проверена и смазана.

Особой осторожности требуют детали резьбового соединения, изготовленные из разных металлов, например свеча зажигания и алюминиевая головка блока цилиндров, так как резьба на более мягком металле может быть повреждена.

Соединения, обеспечивающие герметичность топливо-, воздухо-, водо- и маслопроводов, затягиваются плавно. Последние 60–90° поворота детали надо делать без рывков, за один прием. Надежность этих соединений проверяется визуально или на слух. Подтяжка без необходимости может вызвать потерю герметичности.

Если узел имеет уплотнительные прокладки и собирается из разукомплектованных крепежных деталей, то вначале узел следует обжать с моментом, в 1,1 раза большим предусмотренного по техническим условиям, затем ослабить гайки (болты) и повторно затянуть их с требуемым моментом. В противном случае неравномерность затяжки может достигнуть 25%.

Защита резьбы. Продолжительность простоя автомобилей в обслуживании или ремонте, трудоемкость работ очень часто увеличиваются из-за сложности разборки корродированного резьбового соединения. При этом могут возникнуть поломки. Для предотвращения этого перед каждой сборкой резьба должна быть очищена и смазана маслом. Наилучший эффект дает применение противокоррозионных средств на масляной основе. В дальнейшем разборка этого узла будет значительно облегчена.

Заржавевшее резьбовое соединение следует очистить металлической щеткой, смочить специальными проникающими жидкостями, можно тормозной. Эффективно также применение какого-либо жидкого преобразователя ржавчины или, в крайней случае, уксусной кислоты. Но в последнем случае детали резьбового соединения необходимо затем промыть водой и смазать.

Механизация крепежных работ и применяемое оборудование. Крепежные работы, выполняемые вручную, трудоемки, монотонны, а в ряде случаев травмоопасны. Например, чтобы снять поддон картера двигателя КамАЗ-740, необходимо отвернуть 22 болта и 6 гаек М8, произведя почти 300 оборотов гаечным ключом и затратив более 15 мин. Трудоемкость этой операции с использованием простейших средств механизации сокращается в 3–4 раза. Некоторые виды работ, как, например затяжка (отворачивание) гаек стремянок рессор, требуют весьма больших усилий.

В качестве ручного инструмента используют комплекты (наборы) гаечных и специальных ключей. В зависимости от организации работ комплекты хранятся в стационарных настенных и напольных шкафах, переносном контейнере или передвижной тележке. В последнем случае тележка одновременно является и миниверстаком. Комплекты инструмента могут быть универсальными или подобранными под какой-то вид выполняемых работ, например электротехнических или карбюраторных.

Для сокращения доли ручных работ применяют пневмо- или электрогайковерты с различными видами насадок при работе с гайками (болтами) или винтами. Гайковерты обычно используются при работе с крепежными соедине-

ниями, имеющими большие моменты затяжки, например с гайками колес, рессор и стремянок. Гайковерты выполняются переносными или передвижными для удобства их транспортирования к автомобилю, имеют электрический привод. Их действие основано на использовании энергии маховика, приводимого в движение электродвигателем. Между захватом для гайки (торцовым ключом) и маховиком на ведомом валу устанавливается кулачковая муфта с пружиной и рычагом управления. Гайковерты, имеющие такой принцип действия, называются инерционно-ударными. На ряде гайковертов предусмотрена возможность регулирования момента затяжки гаек.

11.4. СМАЗОЧНО-ЗАПРАВОЧНЫЕ РАБОТЫ

Предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сопротивления в узлах трения, а также для обеспечения нормального функционирования систем, содержащих технические жидкости, смазки. Эти работы составляют значительный объем ТО-1 (16–26%) и ТО-2 (9–18%).

Смазочно-заправочные работы состоят в замене или пополнении агрегатов (узлов) маслами, топливом, техническими жидкостями, замене фильтров. Качество этих работ относится к числу значимых факторов, влияющих на ресурс узлов. Так, например, у большинства конструкций шаровых опор легковых автомобилей запаса "заводской" смазки хватает на весь период эксплуатации. Однако в тех опорах, где есть отверстие для масленки и смазка производится в режиме ТО-2, ресурс повышается на 20–30%. Объясняется это тем, что несмотря на защитный резиновый чехол внутрь опоры может проникать вода с грязью (абразивом). Вновь поступающая смазка очищает трущиеся поверхности. Эксплуатация двигателя с уровнем масла ниже допустимого приводит к полному падению давления в системе смазки и выходу из строя вкладышей коленчатого вала. Снижение уровня тормозной жидкости приводит к попаданию воздуха в систему и ее отказу.

Основным технологическим документом, определяющим содержание смазочных работ, является химмотологическая карта, в которой указывают места и число точек смазки, периодичность смазки, марку масел, их заправочные объемы.

Составной частью заправочных работ являются промывочные. При промывке вымываются продукты износа, что обеспечивает лучшие условия работы деталей и вновь заливаемых жидкостей. Замена, например, всего объема тормозной жидкости в системе (1 раз в год), что приравнивается к промывочным работам, увеличивает долговечность резиновых уплотнительных манжет в 1,5–2,5 раза.

Таблица 11.3

Значения и единицы измерения давления воздуха в шине

бар (bar)	кПа (кРа)	МПа (MPa)	Индекс (PSI)
2,1	210	0,21	30
2,4	240	0,24	35
...	...	...	...
6,6	660	0,66	95
6,9	690	0,69	100 и т.д.

Примечание. PSI – значение давления размерностью фунт на дюйм в квадрате (1 PSI = 6,895 кПа).

Косвенно к заправочным работам относится подкачка шин. Накачивание шины грузового автомобиля в стационарных условиях должно проводиться в специальном металлическом ограждении, способном защитить обслуживающий персонал от ударов съемными деталями обода в случае их самопроизвольного демонтажа. В дорожных условиях при накачивании шина должна лежать замковым устройством к земле.

Норму давления для конкретной модели правильнее всего определить по надписи на боковине шины; на ней может быть указано давление в различных

единицах (табл. 11.3) и дано несколько разных его значений в зависимости от нагрузки на шину. При незнании фактической нагрузки лучше ориентироваться на максимальные значения. Если на шине нет обозначения давления, надо руководствоваться каталогами, проспектами завода–изготовителя шины (но не автомобиля), в которых приводятся рекомендуемые нормы по каждой конкретной модели.

Оборудование для смазочно-заправочных работ подразделяется на стационарное и передвижное. Подачу масла (жидкостей) обеспечивают нагнетательные устройства, приводимые в действие электроэнергией или сжатым воздухом. Некоторые модели оборудования имеют ручной привод.

На специализированных постах по смазке и заправке (дозаправке) автомобилей целесообразно применение стационарных универсальных механизированных установок. В большинстве случаев они имеют панель, содержащую несколько барабанов с самонаматывающимися шлангами и раздаточными наконечниками (кранами) для моторного и трансмиссионного масел, пластической смазки, воды, сжатого воздуха. Масла и смазки поступают в раздаточные шланги с помощью пневматических насосов, установленных в резервуарах – стандартных бочках, в которых масла и смазки доставляют на АТП. При подаче жидких масел обеспечивается давление до 0,8 МПа, при подаче пластической смазки – 25–40 МПа. Необходимость столь высокого давления вызвана тем, что при несистематической смазке узлов трения, например шкворневого соединения, продукты износа забивают подводящие каналы. В некоторых случаях приходится применять ручные "пробойники" – приспособления, давление в которых создается парой: цилиндр с резьбовым каналом, заполняемым смазкой, и вворачиваемый в него резьбовой шток. Кроме настенного варианта, установка может быть напольного или потолочного расположения. Некоторые модели имеют счетчики расхода масел. Есть отдельные установки для одного конкретного вида смазки. Для моторного масла бывают модели, позволяющие его разогревать. Для пластических смазок выпускают нагнетатели, имеющие индивидуальный привод. Основные отличия разных моделей установок одного назначения состоят в конструкции подающих насосов и резервуаров для масла (смазки).

Для заправки, прокачки или замены рабочей жидкости привода гидравлических тормозов выпускаются приспособления, представляющие собой бак на несколько литров, из которого тормозная жидкость под действием сжатого воздуха (0,3 МПа) через раздаточный шланг и резьбовой штуцер подается в главный тормозной цилиндр. С таким приспособлением замену тормозной жидкости или прокачку системы может проводить один исполнитель. Некоторые приспособления этого типа позволяют проверять качество тормозной жидкости.

Для нанесения жидких противокоррозионных покрытий на нижние поверхности и оперение автомобиля, в полости коробчатого типа выпускаются установки, распыляющие (с давлением 0,5–1,0 МПа) противокоррозионные эмульсии (с воздухом). Вязкость покрытия 70–150 мм^2/с.

11.5. РАЗБОРОЧНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Являются одними из основных при текущем ремонте автомобиля, его узлов и агрегатов. Выполняются на постах (снятие–установка, частично ремонт); их трудоемкость составляет примерно 80% трудоемкости постовых работ, и на производственных участках, где разборка–сборка составляет 28–37% трудоемкости ремонтных работ.

На постах снятие–установка агрегатов производится с применением различных средств механизации. При больших производственных программах целесообразно создавать специализированный пост замены агрегатов. Он включает подъем-

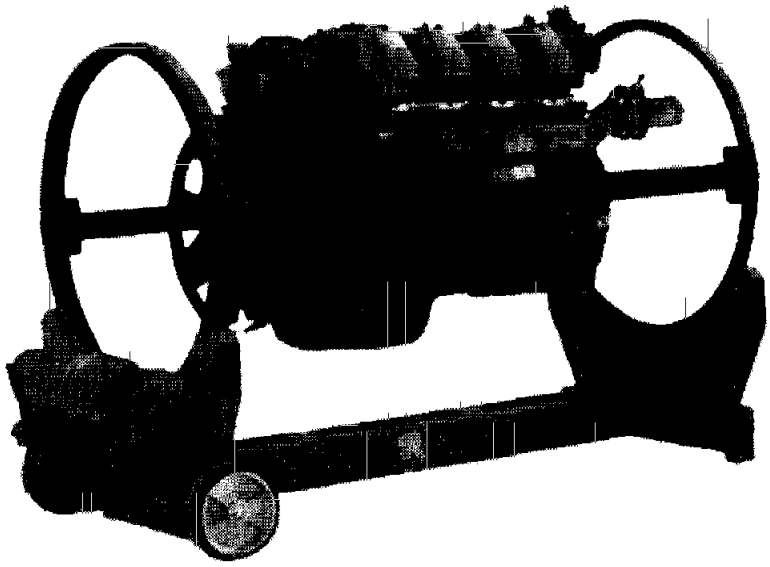


Рис. 11.19. Стенд для разборки–сборки двигателей

ник (стационарный, напольный или передвижной канавный) с комплектом приспособлений для замены переднего и заднего мостов, коробки передач, редуктора, рессор, межосевого дифференциала, приспособление для слива масел из агрегатов трансмиссии, тележку для снятия и установки колес, гайковерты для гаек колес, гаек рессор, комплект инструмента, подставки под вывешенный автомобиль и др.

На производственных участках для установки ремонтируемых агрегатов, закрепления их и облегчения к ним доступа применяют различные установки, стенды и приспособления. Они подразделяются на универсальные (для агрегатов различных наименований) и специализированные (для конкретных агрегатов, а иногда и конкретных марок автомобилей). Наибольшее распространение получили стенды для ремонта двигателей (рис. 11.19), мостов (редукторов) автомобилей, разборки–сборки рессор, подвесок легкового автомобиля.

Разборку и сборку элементов конструкции, имеющих соединения, выполненные с натягом, осуществляют с помощью специальных приспособлений – съемников, ручных, гидравлических и электрогидравлических прессов, позволяющих проводить эти работы без повреждений сопрягаемых деталей.

Для *демонтажно-монтажных работ с автомобильными колесами* (шинами) выпускаются специальные стенды. Ассортимент их моделей, особенно для легковых шин, большой, но принципиальных различий немного. Это тип привода (электро- или пневмо-) и способ крепления колеса (механический или пневматический). Основное отличие состоит в количестве технологических мест (два или одно), куда надо устанавливать колесо для отжатия бортов и демонтажа шины с диска.

На стендах первого типа (рис. 11.20, *а*), колесо для демонтажа шины надо поэтапно устанавливать в две позиции. Для отжатия бортов колесо устанавливают вертикально одной стороной, затем другой. Исполнитель должен проворачивать колесо руками и, минимум, 5 раз наклоняться. На шинах с тугой посадкой бортов число таких действий возрастает. Затем колесо надо установить на крепежный фланец для демонтажа шины с диска. При монтаже шины на диск, имеющий осевое биение, повышается вероятность повреждения боковин. Профессионализм исполнителей такой операции должен быть высоким. Данные стенды компактны, про-

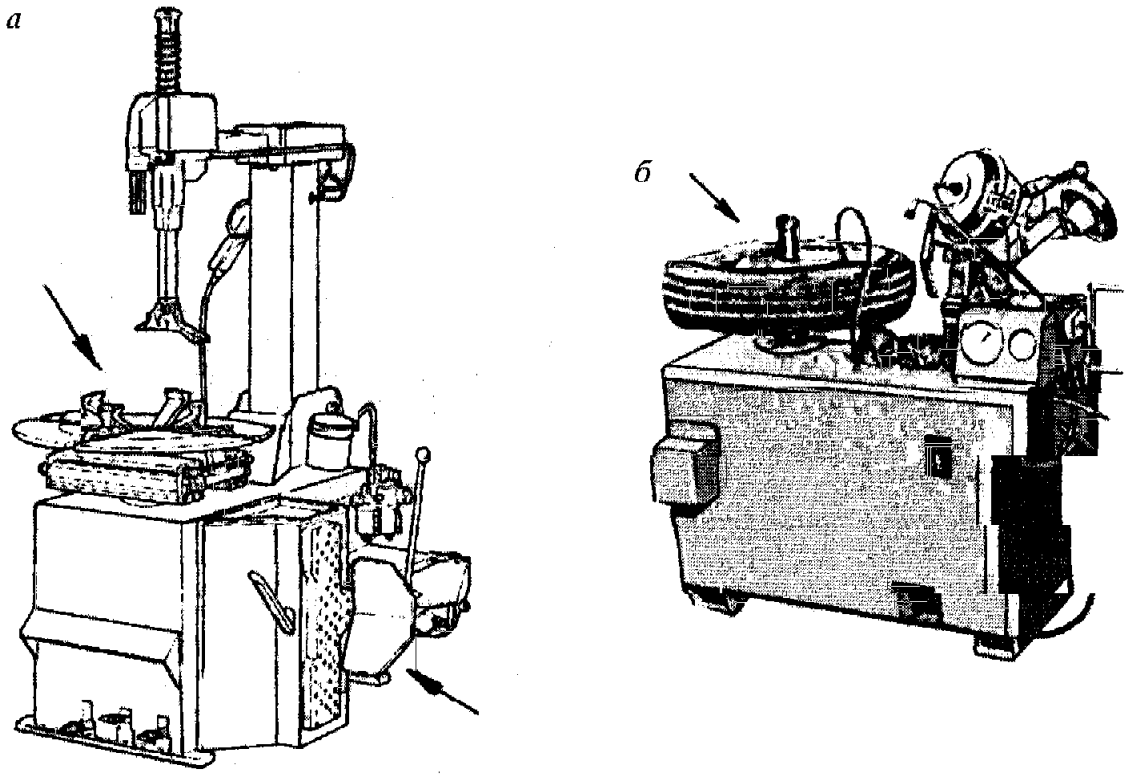


Рис. 11.20. Типы стендов для демонтажа шин легковых автомобилей

а – с последовательным выполнением работ на двух технологических местах; *б* – на одном технологическом месте; стрелками показаны места установки шины

сты конструктивно, имеют небольшую стоимость. Но на предприятиях с большой производственной программой персонал быстрее утомляется физически.

На стендах второго типа (рис. 11.20, *б*) демонтаж, как правило, производится с одной позиции. Они более технологичны в работе, но дороже и сложнее конструктивно. Бывают случаи, когда для отжатия бортов, если ранее не применялись смазывающие гели, усилия обкаточных роликов недостаточно. Приходится применять нестандартные "подручные средства".

Конструкция современных стендов для колес грузовых автомобилей по принципу действия аналогична стенду на рис. 11.20, *б*, но колесо располагается вертикально, его подъем и опускание механизированы.

Составным элементом разборочно-сборочных работ, как и ряда других, являются вспомогательные *подъемно-транспортные работы*; они сокращают трудоемкость и облегчают условия труда. При их выполнении используется специальное оборудование (рис. 11.21).

Специальные подъемники (рис. 11.22) устанавливают на подготовленный фундамент, крепят анкерными болтами. Для длиннобазовых автомобилей получили распространение комплекты подъемных стоек, что позволяет организовать рабочие посты практически в любом помещении с ровным полом. Управление стойками осуществляется с одного передвижного пульта, что позволяет синхронизировать их работу. Перед проведением монтажа подъемников следует выполнить расчеты по прочности и грузоподъемности строительных конструкций и фундамента.

Для легковых автомобилей чаще всего используют двухстоечные подъемники (рис. 11.23). Их привод может осуществляться от одного или двух электродвигате-

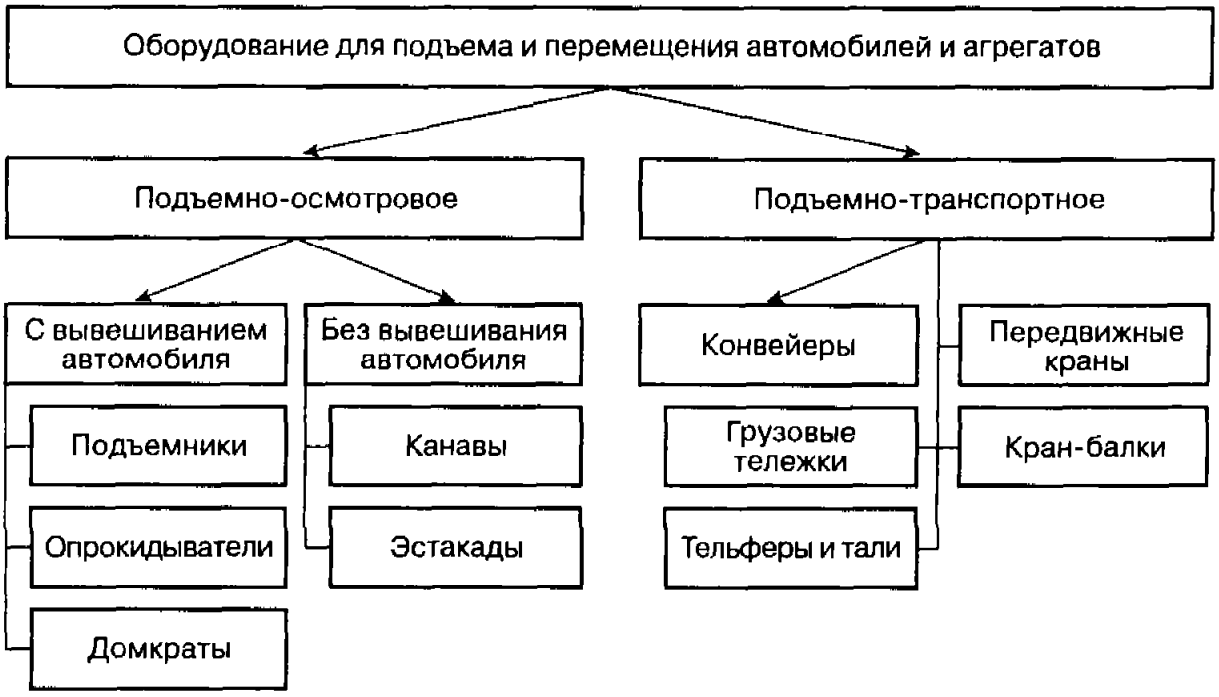


Рис. 11.21. Классификация подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

лей (по одному на каждую стойку). В первом случае между стойками имеется цепная или карданная передача, закрытая кожухом, что создает некоторые неудобства при въезде на подъемник. При вытягивании цепи или ослаблении натяжения возможен ее выход из зацепления и прекращение работы одной стойки подъемника.

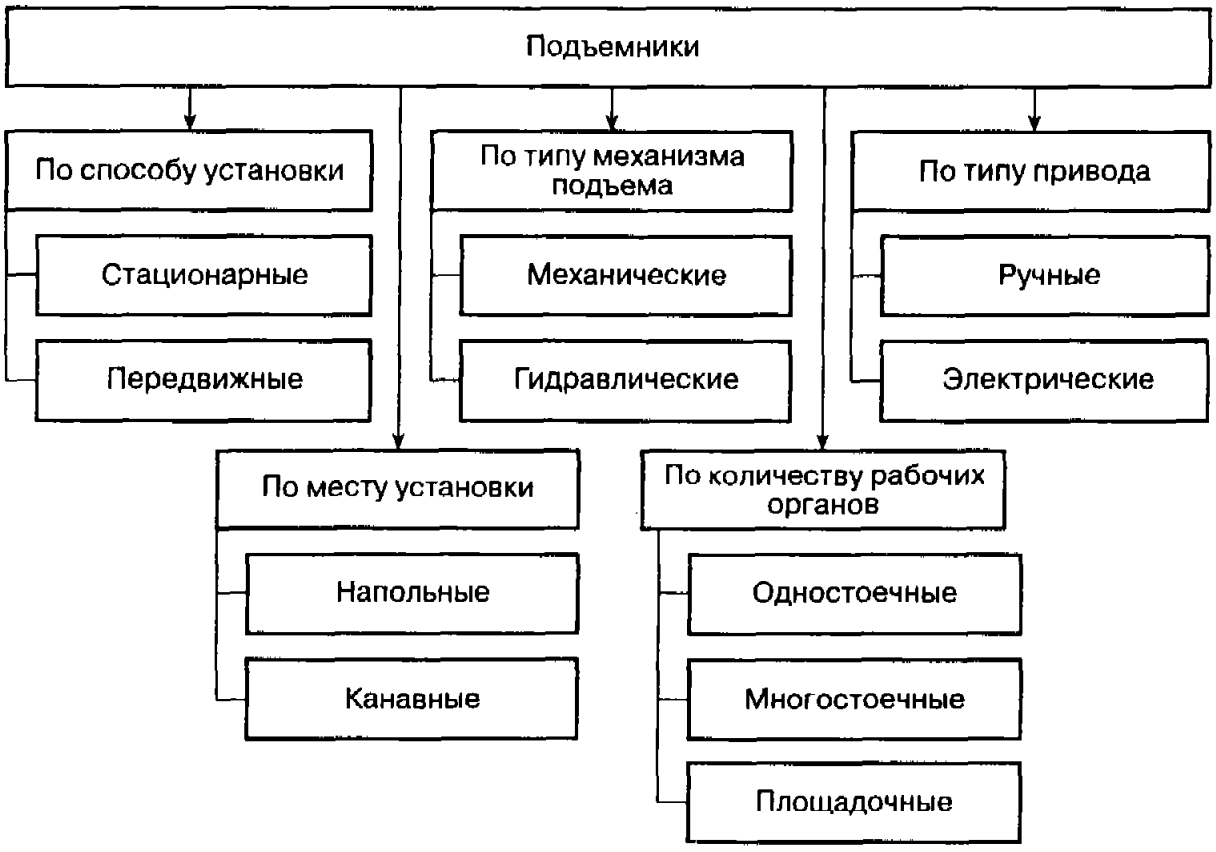


Рис. 11.22. Классификация подъемников

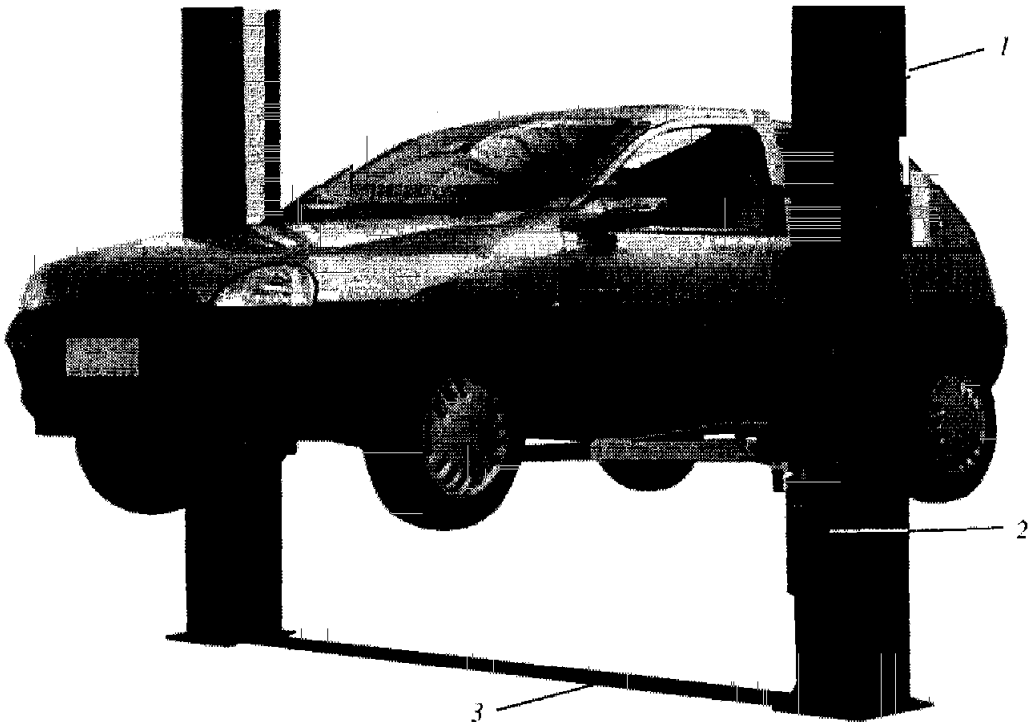


Рис. 11.23. Подъемник электромеханический двухстоечный
1 – стойки; *2* – электродвигатель; *3* – кожух цепной или карданной передачи

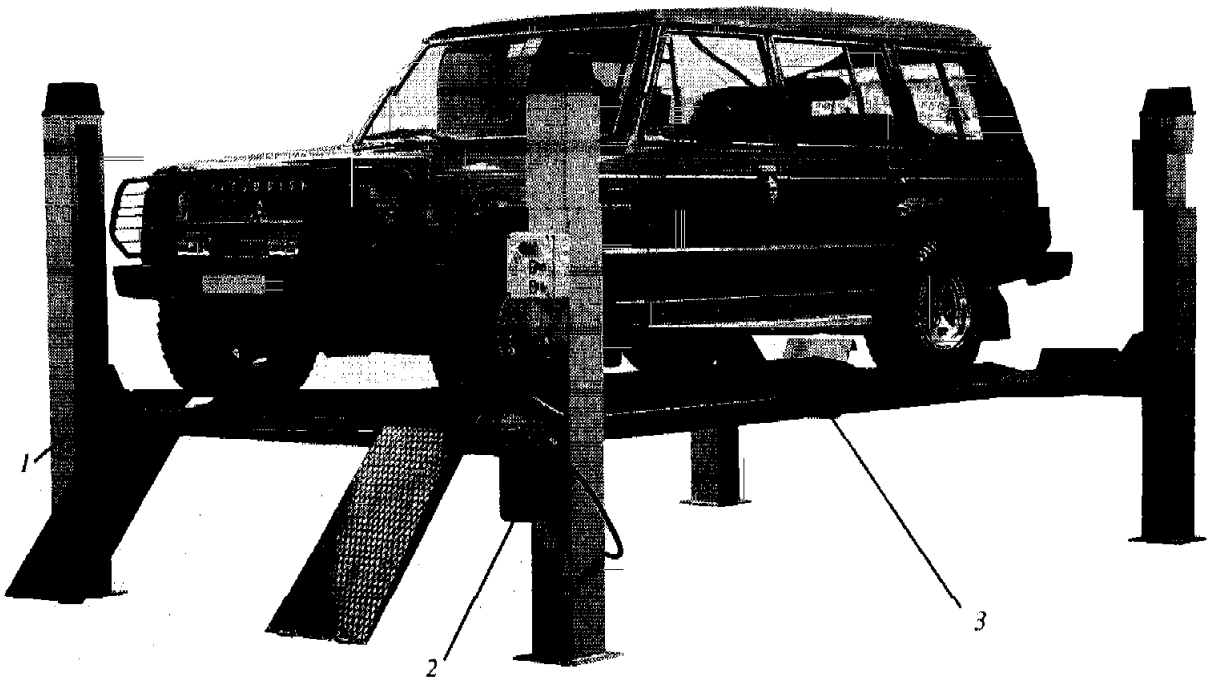


Рис. 11.24. Подъемник электромеханический четырехстоечный площадочный
1 – стойки; *2* – электродвигатель; *3* – подъемная площадка

Четырехстоечные подъемники (рис. 11.24) для легковых автомобилей в основном используются для выполнения работ по регулировке углов установки управляемых колес, для грузовых автомобилей – при проведении всех видов работ.

Работа электрогидравлического подъемника основана на подаче масла из насосной станции в цилиндр под плунжер. Опускание плунжера происходит под действием веса автомобиля, скорость опускания регулируется перепускным клапаном. Площадочные подъемники могут быть напольными в ножничном исполнении (рис. 11.25).

Канавные гидравлические подъемники бывают с ручным или электрическим приводом. Передвижной канавный гидравлический подъемник представляет собой гидравлический цилиндр (с приводом), смонтированный на основании, которое опирается на поперечные балки рамы тележки (рис. 11.26). Тележка устанавливается в направляющие в продольных стенках канавы. Подъемник может передвигаться как вдоль, так и поперек канавы. В зависимости от специализации работ, выполняемых на посту с гидравлическим канавным подъемником, на его плунжер устанавливают подхват под раму, мост или приспособление для удержания агрегатов автомобиля.

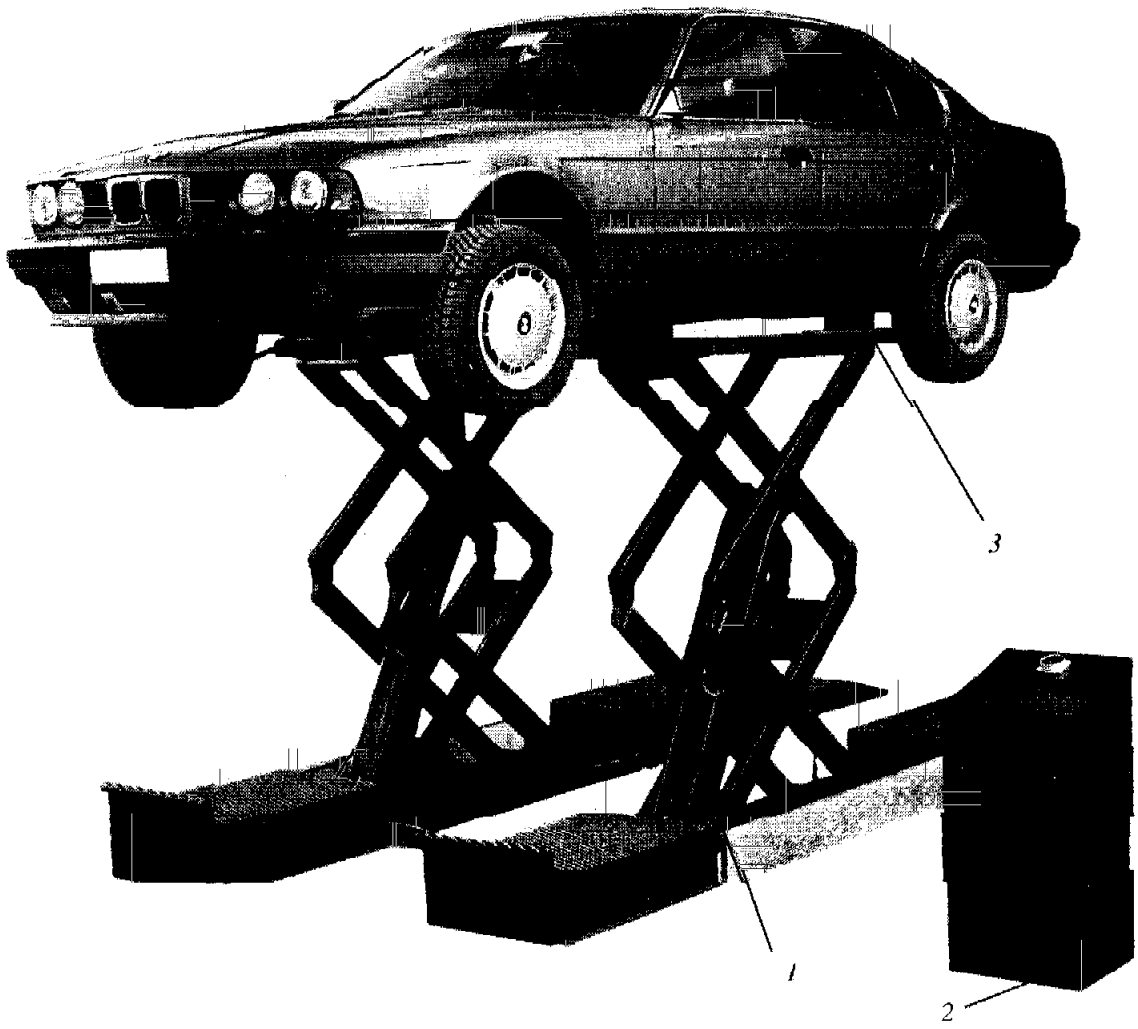


Рис. 11.25. Подъемник гидравлический в ножничном исполнении
1 – механизм подъема гидравлический; *2* – станция управления; *3* – упоры

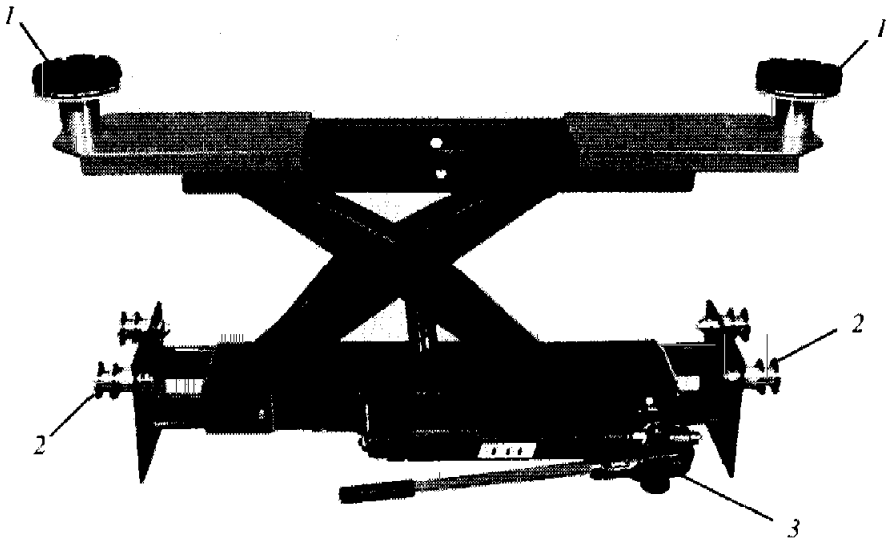


Рис. 11.26. Подъемник-траверса гидравлический

1 – упоры; *2* – ролики для перемещения по направляющим стационарного подъемника (или канавы); *3* – механизм подъема

Опрокидыватели предназначены для обеспечения доступа к автомобилю снизу. Максимальный угол наклона автомобиля при использовании опрокидывателей – 90°. Опрокидыватели обычно используются при проведении антикоррозионной обработки, а также при проведении сварочных, кузовных и окрасочных работ.

Для вывешивания колеса или оси автомобиля на ровной площадке, в случаях когда нет необходимости поднимать автомобиль целиком, применяют передвижные (переносные) домкраты с гидравлическим (рис. 11.27, *а*) или пневматическим (рис. 11.27, *б*) приводом. Применение домкратов позволяет проводить часть работ на напольных постах без подъемников, не занимая основного технологического пространства. Грузоподъемность гаражных домкратов изменяется в пределах 1,6–12,5 т, высота подъема 430–700 мм.

Канавы и эстакады относятся к подъемно-транспортному оборудованию (рис. 11.28) и составляют подгруппу подъемно-осмотрового оборудования. На них возможно проведение работ снизу и сбоку автомобиля (рис. 11.29). Длина канавы должна быть больше длины автомобиля на 0,5–0,8 м. Глубина для легковых автомобилей – 1,4–1,5 м, для грузовых и автобусов – 1,2–1,3 м.

Вход в канаву должен располагаться за пределами рабочей зоны. Для безопасного заезда автомобилей канавы обрамляются направляющими ребордами сбоку высотой не более 15 см и отбойником со стороны заезда, в конце тупиковой канавы со стороны открытой траншеи помещают упоры.

Узкие канавы выполняются шириной не более 0,9 м при железобетонных ребордах и не более 1,1 м – при металлических. Глубина боковых канав – 0,8–0,9 м, ширина не менее 0,6 м. Параллельные узкие канавы соединяются открытой траншеей или тоннелем шириной 1–2 м и глубиной до 2 м. Траншеи ограждают перилами высотой не менее 0,9 м, а через канавы со стороны траншеи устанавливают переходные мостики. Траншеи (тоннели) должны иметь не менее одного выхода на 2–3 канавы.

Широкие канавы больше габаритов обслуживаемого автомобиля на 1,0–1,2 м. Для работы сбоку предусматриваются съемные трапы. В нишах стен канав устанавливаются светильники. Канавы оборудуются системами вытяжной или приточной вентиляции. Последняя используется также для обогрева.

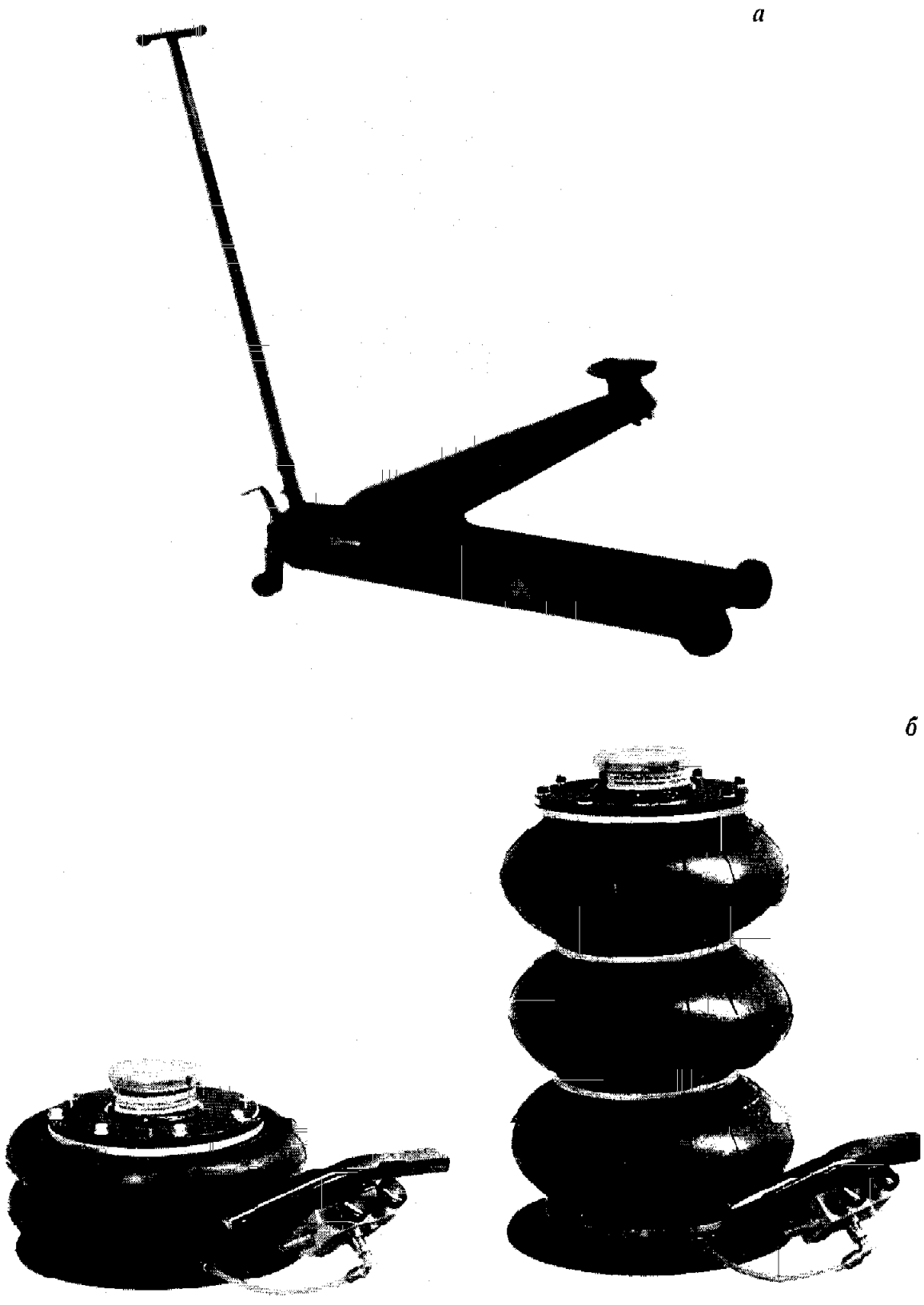


Рис. 11.27. Передвижные домкраты
а – с гидравлическим, *б* – с пневматическим приводом (домкрат-подушка)

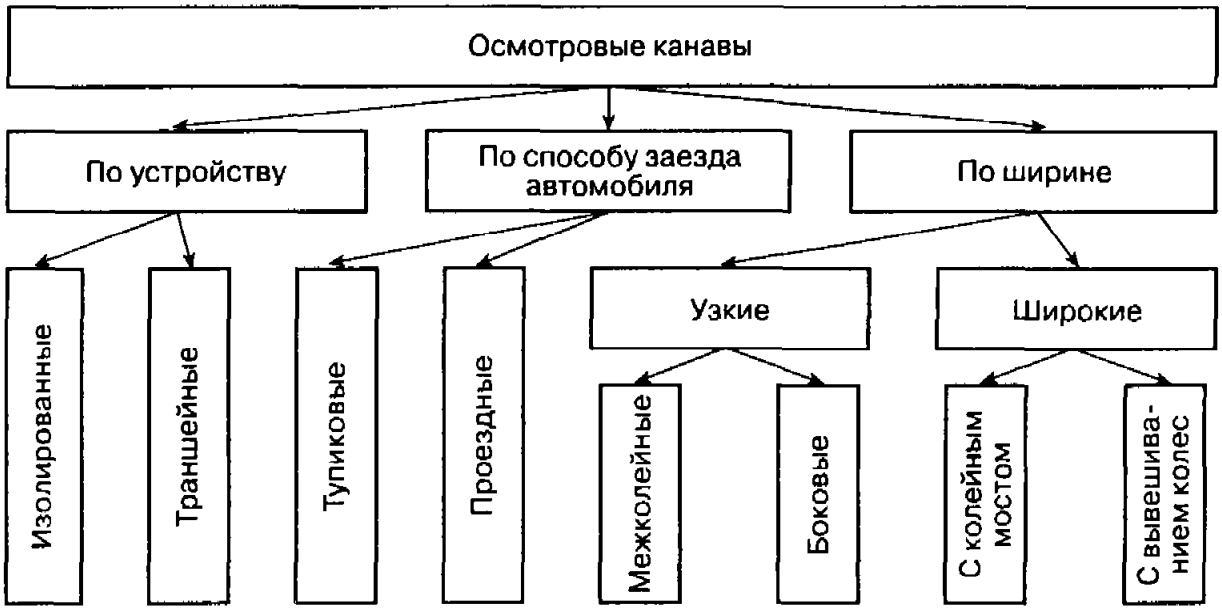


Рис. 11.28. Классификация осмотровых канав

Эстакады представляют собой колейный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7–1,4 м, с рампами, имеющими уклон 20–25°. Под эстакадой может быть выполнена неглубокая осмотровая канава для одновременного проведения работ снизу автомобиля. Эстакады подразделяются на тупиковые и проездные, стационарные и передвижные.

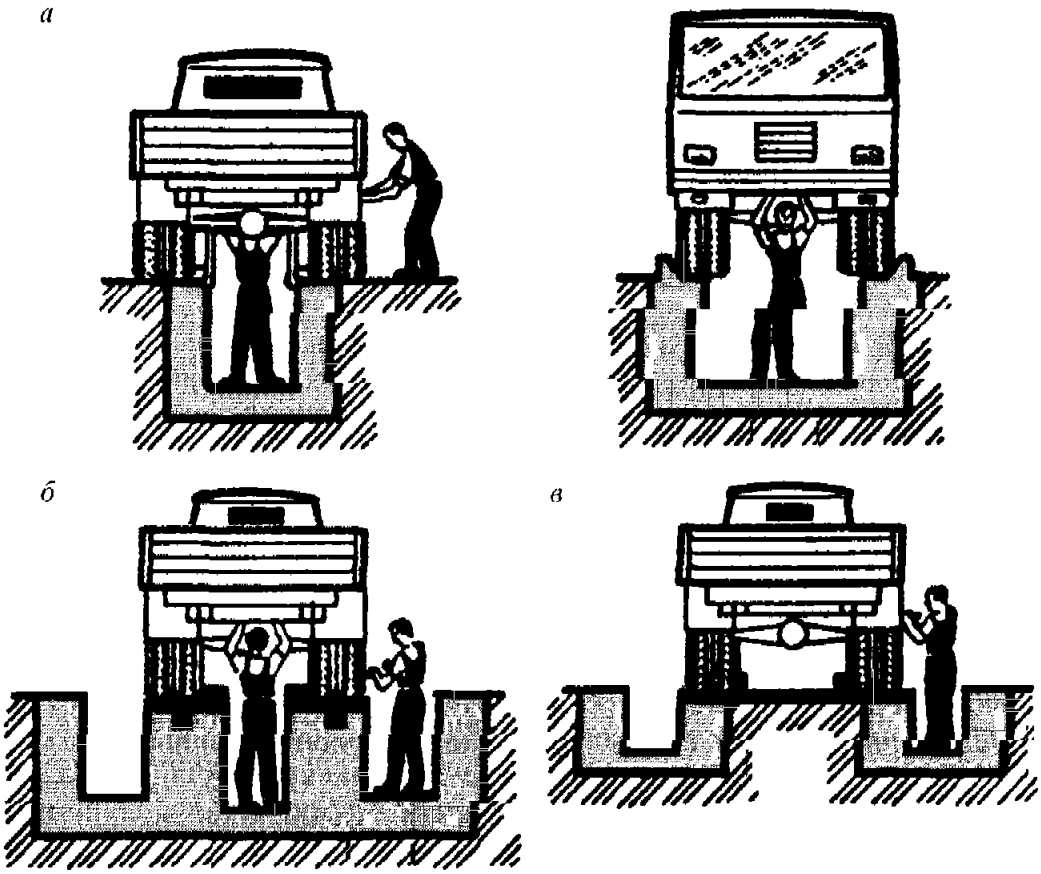


Рис. 11.29. Осмотровые канавы

а – узкая межколейная, *б* – широкая, *в* – боковая

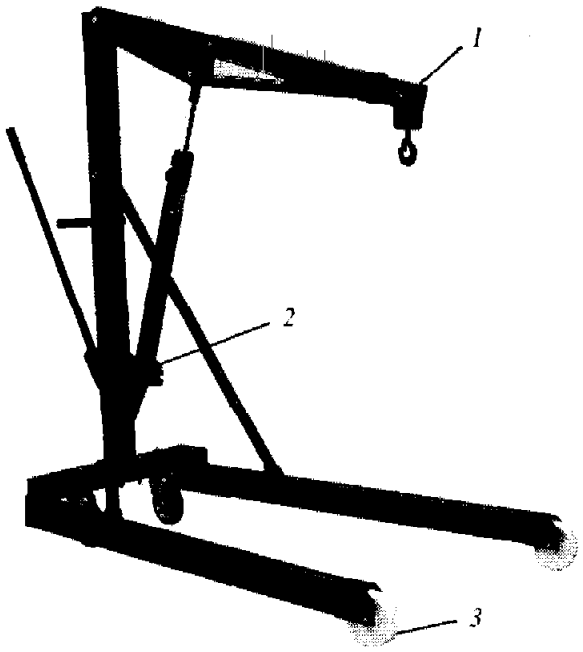


Рис. 11.30. Гидравлический кран-стрела
1 – стрела подъема выносная; *2* – механизм подъема; *3* – ролики для перемещения

Конвейеры предназначены для передвижения автомобилей на поточных линиях периодического и непрерывного действия. По способу передачи движения автомобилю конвейеры подразделяются на толкающие, несущие и тянущие.

Для перемещения крупных узлов и агрегатов автомобиля на предприятиях используются тельферы, кран-балки и электрокары. Тельферы и кран-балки имеют электропривод от сети переменного тока, электрокары имеют автономные источники питания постоянного тока (аккумуляторы). Грузоподъемность электротельферов составляет 0,25–1,0 т, кран-балок – 1,0–3,0 т.

Для этих целей могут использоваться передвижные краны с гидравлическим приводом рабочей стрелы (рис. 11.30), грузоподъемность которых составляет при минимальном вылете стрелы – 1,0–2,5 т, при максимальном – 0,2–0,8 т.

11.6. СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Включают механическую обработку деталей после наплавки или сварки, растачивание тормозных барабанов, изготовление и растачивание втулок для восстановления гнезд подшипников, протачивание рабочей поверхности нажимных дисков сцепления, фрезерование поврежденных плоскостей, срезание резьбовых соединений (не поддающихся отворачиванию) приспособлениями с высокооборотными абразивными кругами, что характерно для деталей ходовой части и системы выпуска газов, изготовление крепежных деталей (болтов, гаек, шпилек, шайб) и т.п.

В общей трудоемкости ТР трудоемкость слесарно-механических работ составляет 4–12%. Меньшая доля этих работ – на предприятиях автосервиса или АТП, где предпочтение отдается не ремонту отказавшего узла, а замене его на новый.

Значительное число отказов автомобиля приходится на долю механических разрушений и износов. В условиях АТП такие детали восстанавливают сваркой или слесарно-механической обработкой. В первом случае поврежденные детали заваривают газовой или электродуговой сваркой, а затем подвергают слесарной обработке. Характерными примерами являются заварка трещин в головках блока цилиндров, трещин различных кронштейнов. Во втором случае используют так называемый метод ремонтных размеров. Изношенную шейку вала обрабатывают под размер, меньший номинального и соответствующий ремонтному размеру сопряженной детали. Таким способом восстанавливают опорные шейки валов, тарелки клапанов газораспределения, различные валики и ряд других деталей. Часто используют и способ установки дополнительной детали. Например, при износе шейки ведущего вала коробки передач ее механически обрабатывают под меньший размер и напрессовывают ремонтную втулку, изготовленную на токарном станке из того же материала, что и вал. Наружный диаметр втулки после ее напрессовки обрабатывают под исходный размер шейки вала.

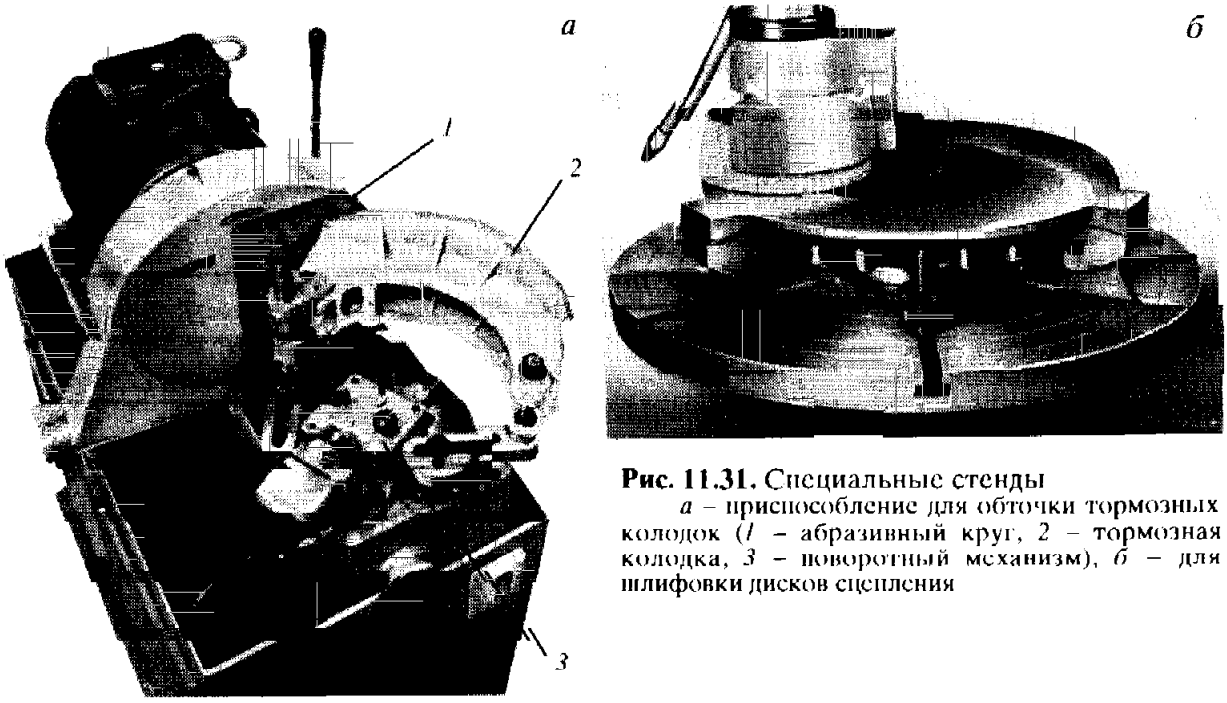


Рис. 11.31. Специальные стенды
а – приспособление для обточки тормозных колодок (*1* – абразивный круг, *2* – тормозная колодка, *3* – поворотный механизм), *б* – для шлифовки дисков сцепления

При износе резьбы под свечу зажигания отверстие в головке блока цилиндров рассверливают и нарезают резьбу большого размера. Затем в отверстие ввертывают резьбовую втулку, внутренняя резьба которой соответствует резьбе свечи.

Выполняют перечисленные работы на слесарно-механическом участке с помощью токарно-винторезных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных и других металлообрабатывающих станков, а также вручную на слесарных верстаках. Существуют стенды специального назначения, например, для обточки тормозных колодок (рис. 11.31, *а*), шлифовки поверхностей нажимных дисков сцепления (рис. 11.31, *б*) и пр.

11.7. ТЕПЛОВЫЕ РАБОТЫ

Связаны с нагревом ремонтируемых и изготавливаемых элементов конструкций и включают кузнечные, медницкие, сварочные работы.

Кузнечные работы состоят в изготовлении различного вида стремянок, скоб, хомутов, кронштейнов, в пластической обработке металлических деталей. Их объем – примерно 2–3% объема работ по ТР. Основная доля связана с ремонтом рессор – заменой сломанных листов, рихтовкой (восстановление первоначальной формы) просевших. При большом объеме таких работ целесообразно использовать механизированные установки. Рихтовка на них проводится протяжкой рессорного листа через вальцовочные валики.

Медницкие работы составляют незначительную по объему (до 0,5%), но ответственную часть работ по текущему ремонту. Предназначены для восстановления герметичности деталей, изготовленных из цветных металлов. Например, пайка радиаторов, поплавков карбюраторов, латунных трубопроводов и т.д.

Сварочные работы предназначены для ликвидации трещин, разрывов, поломок, а также прикрепления различных кронштейнов, уголков и т.д. На АТП применяют как электродуговую, так и газовую сварку. Электросваркой ремонтируют массивные детали (раму, кузов самосвала), газовой – как правило – тонкостенные

детали. Сварочные работы, без учета работ по ремонту кузовов легковых автомобилей, кабин грузовых, составляют 1,0–1,5% объема текущего ремонта.

Сварочные работы являются основной составляющей жестяницких работ при ремонте кузовов легковых автомобилей.

11.8. КУЗОВНЫЕ РАБОТЫ

Основные неисправности кабин и оперения – это перекосы, вмятины, разрывы, ослабления болтовых и заклепочных (рама) соединений, разрушения лакокрасочного покрытия.

Коррозионное разрушение всегда сопровождает эксплуатацию кузовов легковых автомобилей. Долговечность деталей кузовов обусловлена двумя взаимосвязанными факторами: наработкой (пробегом) и календарным сроком службы. По долговечности детали кузова можно разделить на две группы: первая – передние и задние крылья, нижние части арок задних колес, детали передка; вторая – передние и задние панели, детали пола багажника и салона, лонжероны. Различие в сроках службы указанных групп составляет примерно 3–4 года.

Разрушение деталей первой группы не вызывает изменения прочностных и геометрических характеристик кузова. К моменту разрушения деталей второй группы снижается жесткость и накапливаются усталостные напряжения в наиболее нагруженных деталях, например в лонжеронах, местах крепления агрегатов, особенно мостов и т.д.

Практика показывает, что любую деталь первой группы менять полностью нецелесообразно, так как места сварки к моменту разрушения деталей второй группы будут также разрушены. Коррозионное разрушение деталей первой группы, как правило, носит местный характер – повреждены небольшие зоны.

Ремонт повреждений кузовов автобусов и легковых автомобилей составляет примерно 7–9% объема ТР, кабин грузовых – примерно 2,5% объема ТР. Кузовные работы состоят из жестяницких работ, заключающихся в ремонте металлических элементов кузовов (кабин), и окрасочных – в нанесении лакокрасочных покрытий.

Жестяницкие работы обычно включают удаление продуктов коррозии, сварку, правку и выравнивание поверхности, постановку дополнительных деталей.

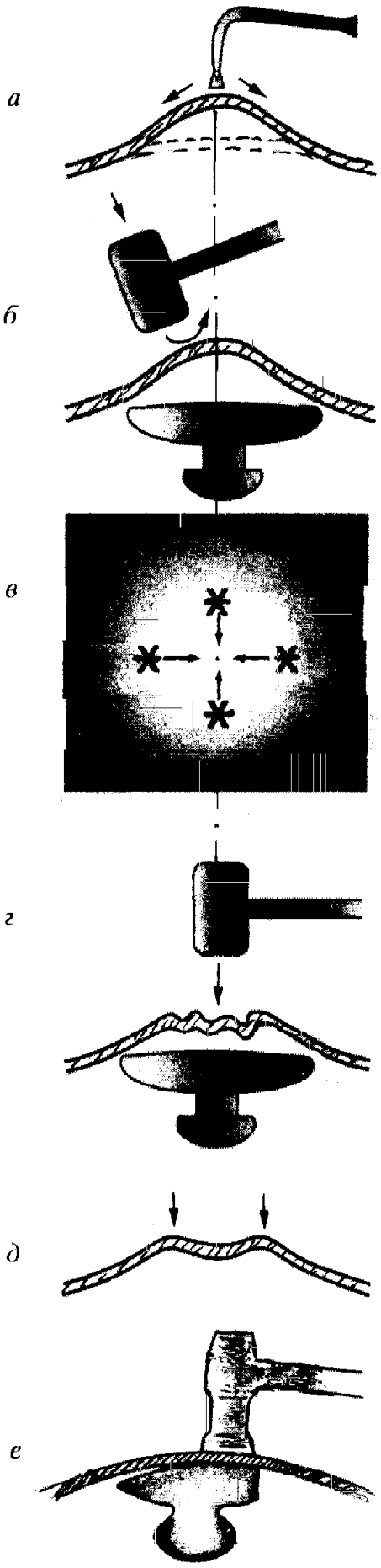
Продукты коррозии удаляют металлическими щетками, растворителями ржавчины. Сварку применяют газовую, ручную и полуавтоматическую электродуговую, контактную. В отдельных случаях применяют пайку твердыми припоями.

Трещины заваривают металлом электрода, а пробоины и разрывы – наложением заплат. Детали кабин и заплаты приваривают внахлестку, с перекрытием краев на 20–24 мм. Сварные швы проковывают пневматическим или ручным рихтовочным молотком сразу после сварки в горячем состоянии. Длинные трещины и большие заплаты во избежание коробления участка заваривают не сплошными швами, а отдельными участками.

Вмятины устраняют правкой в холодном состоянии или с предварительным подогревом поврежденного места до 600–650 °С.

Растянутый металл необходимо обжать, чтобы не образовывались складки. Этапы процесса горячего обжатия примерно следующие (рис. 11.32). При большой площади растяжения первоначально разогревают центральный участок диаметром 2–3 см до вишнево-красного цвета (рис. 11.32, *а*). Затем, совершая концентрические движения горелкой, расширяют зону нагрева. Несколькими скользящими ударами молотка к центру выпуклости собирают "лишний" металл (рис. 11.32, *б*, *в*). Заключительный прямой удар наносят в центр, чтобы сплющить металл (рис. 11.32, *г*). Если остались выпуклости меньшего размера (рис. 11.32, *д*), с каждой из них поступают аналогичным образом, но уменьшая зону разогрева. Окончательной опера-

Рис. 11. 32. Технология горячего обжатия растянутого участка



цией является выравнивание поверхности под заданный профиль легкими прямыми ударами (рис. 11.32, *е*).

Вместо горелки технологичнее применять сварочный аппарат с функцией теплового разогрева. Угольный электрод прижимают к очищенной поверхности металла в центре повреждения, затем его сдвигают по спирали.

Качество работы проверяют напильником с круглыми насечками, слегка зачищая выправленное место. Если остаются неровности более 1,5–2,0 мм, рихтовку повторяют.

Сильно вдавленные или порванные участки, например, на крыльях автомобилей восстановить правкой, как правило, не удается. В этом случае часть растянутого металла вырезают, а кромки выравнивают и сваривают. Небольшие вмятины, дефекты рихтовки, сварочные швы и другие неровности выравнивают специальными заполнителями: термопластическими массами, эпоксидными составами, мягкими припоями и т.д.

Для восстановления местных разрушений, не поддающихся сварке или правке, применяют так называемый панельный метод ремонта. Поврежденный участок удаляют. На это место приваривают аналогичную ремонтную деталь (панель), поставляемую в номенклатуре запасных частей или вырезанную из утильного кузова другого автомобиля.

Восстановление кузовов, поврежденных при аварии, состоит в основном в вытяжке деформированных участков. Для вытяжки применяют стенды (рис. 11.33), позволяющие направить вектор усилия в необходимую сторону. Затем проводят контроль геометрических параметров базовых точек кузова (рис. 11.34). Специальными приспособлениями с ручным и механизированным приводами выполняют работы по вытяжке отдельных деформированных частей кузова (рис. 11.35). При этом скобы крепятся по самым глубоким точкам деформируемой поверхности кузова, а после вытяжки – удаляются.

Для ручной обработки металла применяют рихтовочные молотки (текстолитовые или металлические, на которые можно надеть резиновые наконечники) и поддержки – наковальни различной формы под профиль

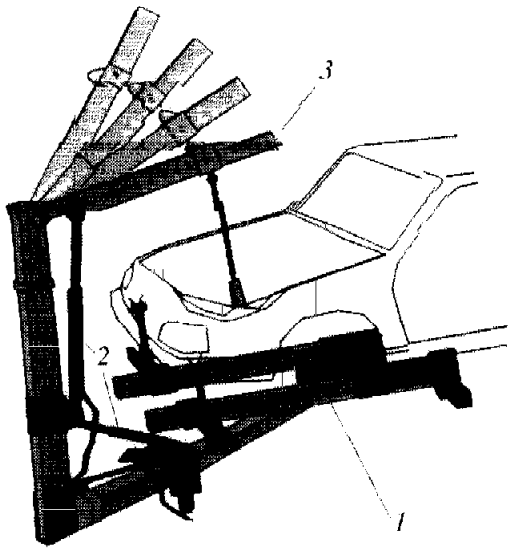
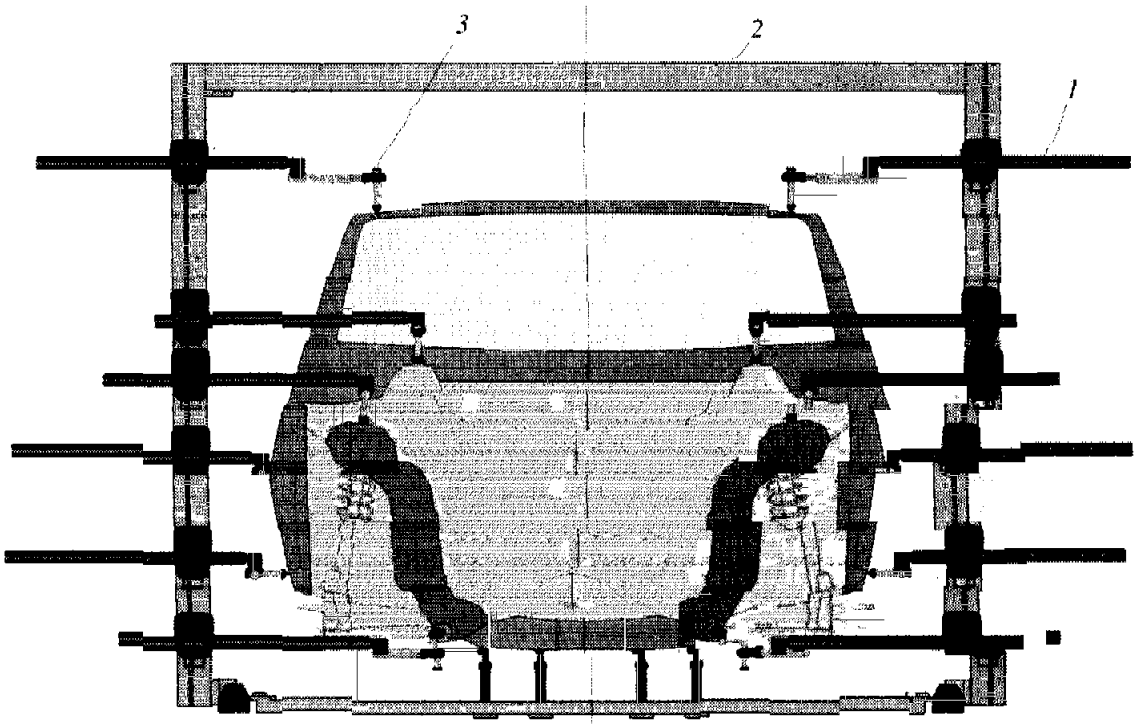


Рис. 11.33. Стенд для правки кузовов
1 – установочная рама, *2* – силовой механизм, *3* – нагрузочная стрела

Рис. 11.34. Измерительная система контроля геометрических параметров кузова легкового автомобиля
1 – измерительная рейка, *2* – координатная рама, *3* – измерительная головка



поврежденного участка. Поверхность молотка или поддержки бывает рифленой – для уменьшения растяжения обрабатываемого металла. Сталь для рихтовочных молотков должна быть не тверже марки 40 или 45.

Приемы ремонта металлических кузовов грузовых автомобилей аналогичны приемам ремонта кабин и оперения. Значительно бóльшая толщина металла облегчает сварочные работы, но затрудняет правку.

Окрасочные работы предназначены для создания на автомобиле защитно-декоративных лакокрасочных покрытий. Эти работы относятся к текущему ремонту и составляют примерно 5% его объема для грузовых автомобилей и 8% для автобусов и легковых автомобилей.

Технологический процесс окраски автомобилей состоит из нескольких последовательных этапов.

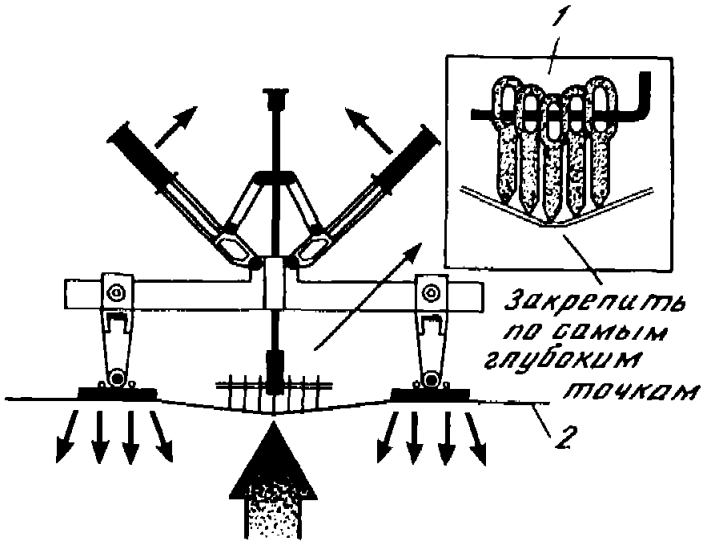


Рис. 11.35. *Приспособление для вытяжки небольших вмятин вручную*
1 – скобы, прикрепляемые контактной сваркой; *2* – поверхность автомобиля

Подготовка металлической поверхности заключается в очистке ее от ржавчины и старой краски. Выполняют это механическим способом или с помощью химических препаратов.

Лакокрасочное покрытие создается последовательным нанесением на подготовленную металлическую поверхность нескольких слоев: шпатлевки для выравнивания неровностей металла, грунтовки для создания высокой адгезии (иногда грунт наносят также перед шпатлевкой) окрасочного слоя, как правило эмали (базовый пигмент в растворителе). Сохранность декоративных свойств покрытий – примерно 3 года, защитных – до 3 лет в тропиках и 5 лет в умеренном климате. Грунтовку и эмали в условиях АТП наносят краскораспылителями. Наибольшее распространение получило распыление под давлением воздуха 0,3–0,7 МПа. Для качественного распыления краска должна быть малой вязкости, что достигается увеличением доли объема растворителя. При высыхании эмали растворитель улетучивается, оставляя между частицами пигмента поры, что снижает декоративные и особенно защитные свойства покрытия.

Одним из прогрессивных способов окраски является нанесение эмалей с низким содержанием растворителя, но нагретых до 50–70 °С. При этом можно снизить давление воздуха до 0,15 МПа, на 25% уменьшить расход краски, которую можно наносить более толстым слоем без потеков. Покрытия обладают высоким блеском, большей плотностью. Сложностью распространения такого способа окраски является требование противопожарной защиты производить разогрев эмали вне окрасочной камеры.

В настоящее время созданы новые конструкции пульверизаторов, их сопел, позволяющие применять менее вязкие эмали при пониженном рабочем давлении воздуха (рис. 11.36).

Существует способ безвоздушной окраски, при котором краску подают к распылителю под давлением 10–30 МПа, создаваемым плунжерным насосом, и продавливают через отверстие сопла диаметром 0,17–1,00 мм. Этот способ значительно повышает производительность труда и используется при окраске больших площадей. При этом можно применять высоковязкие краски без разбавления. Образование окрасочного тумана сведено к минимуму. Требуемую толщину слоя покрытия получают, как правило, за один проход краскораспылителя. Декоративные качества покрытия по сравнению с другими способами несколько хуже.

Основным условием качественного выполнения окрасочных работ является соблюдение температурного и временно́го режима сушки каждого слоя покрытия.

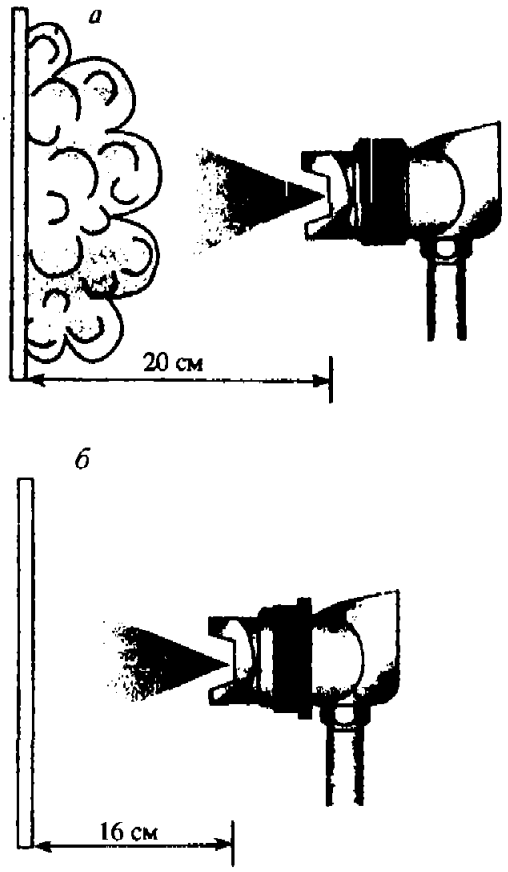


Рис. 11.36. Факел распыла пульверизаторов высокого (*а*) и низкого (*б*) давления

Если на слой, например, грунтовки, не просохшей на всю глубину, нанести эмаль, то сцепление грунта с поверхностью ослабеет, а на эмали образуется шагреневый налет.

В эксплуатации наряду с окраской автомобиля часто приходится подкрашивать отдельные его участки. В каждом случае подбирается колер.

Для этих целей существуют специальные приборы – спектрофотометры, проводящие анализ спектра отраженного светового луча от поверхности, для которой подбирается эмаль. Этот способ применяется для простых эмалей, не содержащих большую палитру цветов. Характер освещения – дневной свет или лампа накаливания, угол падения света и его яркость – могут повлиять на оценку монохроматических составляющих отраженного луча. Стоимость этих приборов высокая.

Наибольшее распространение получил способ визуального подбора.

Эмали "простых" цветов выпускают заводы. Эмали сложных цветов подготавливают на окрасочных участках смешиванием красок-пигментов базовых цветов (рис. 11.37). По специальным цветовым таблицам, содержащим сотни цветов и их оттенков, подбирают желаемый колер. Каждый из них имеет своей идентификационный номер. Затем, использовав рецепт, записанный на микрофише или в памяти компьютера, с помощью электронных весов высокой точности отмеряют и смешивают миксером выбранные компоненты (пигменты и растворитель).

Полученной эмалью окрашивают пробную пластину, сушат и оценивают полученный колер в свете специальных ламп, спектральная характеристика которых имитирует освещение в различных условиях.

Если колер имеет некоторое несоответствие исходным требованиям, то его "подгоняют" с помощью цветовых таблиц, показывающих изменение цветового направления оттенка при добавлении различных пигментов.

При отсутствии таких таблиц пользуются таблицей с цветовым кругом. Три его основных цвета – синий, желтый, красный – позволяют получить остальные. Их смешивание с ахроматическими цветами (коричневым, белым, черным) позволяет менять сочность и тон подбираемой эмали.

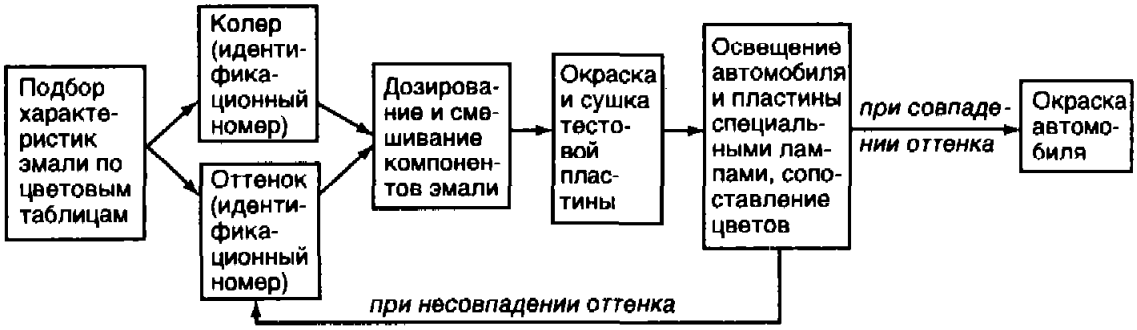


Рис. 11.37. Подбор цвета эмали для окрашивания отдельных элементов кузова автомобиля

Глава 12

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

12.1. ЦИЛИНДРОПОРШНЕВАЯ ГРУППА И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ДВИГАТЕЛЯ

Отказы и неисправности. При эксплуатации двигателя в цилиндропоршневой группе (ЦПГ), кривошипно-шатунном механизме (КШМ), газораспределительном механизме (ГРМ), вспомогательных узлах и агрегатах появляются дефекты, которые могут быть вызваны как естественным и ускоренным износом деталей, так и внезапным появлением дефектов, потерей работоспособности деталей. Практика эксплуатации отечественных легковых автомобилей показывает, что примерно 20% всех отказов приходится на двигатель и его системы.

К основным *отказам и неисправностям КШМ* относят: износ, заклинивание, разрушение вкладышей; деформацию постелей в блоке; деформацию коленчатого вала; деформацию, износ отверстий нижней головки шатуна; обрыв шатуна или шатунных болтов; износ втулки верхней головки шатуна; износ подшипников балансирных валов; заклинивание, разрушение подшипников балансирных валов.

Для *ЦПГ* характерны появление разрушений перемычек, трещин в поршне; прогорание днища поршня; износ поршней, колец, цилиндров, поршневых пальцев; разрушение поршневых колец; деформация юбки поршня, задиры на юбке и поверхности цилиндра, возникновение пробоин, трещин в цилиндре или блоке; коробление плоскостей блока; выпадение фиксаторов поршневого пальца в поршне.

Основными признаками неисправности КШМ и ЦПГ являются: падение компрессии в цилиндрах, появление посторонних шумов и стуков при работе двигателя; появление из маслозаливной горловины голубоватого дыма с резким запахом; увеличение расхода масла, разжижение моторного масла.

Существенный перечень отказов и неисправностей имеет *ГРМ*: износ седла, клапана и направляющих втулок; разрушение, прогар клапанов; разрушение пружин; износ подшипников распределительного вала; перегрев и разрушение подшипников распределительного вала; износ кулачков распределительного вала и толкателей; износ коромысел и их осей; разрушение седла клапана; заклинивание гидротолкателей; износ цепи (ремня) и звездочек (шкивов) привода распределительного вала; разрушение зубьев звездочек; заклинивание гидронатяжителя; износ плунжера натяжителя цепи; прогар головки блока цилиндров; трещина, пробоина в головке блока; коробление головки блока.

Признаками неисправности ГРМ являются стуки, вспышки в карбюраторе и хлопки в глушителе.

Общим признаком неисправностей КШМ, ЦПГ и ГРМ является повышение расхода топлива и снижения мощности двигателя.

К основным отказам и неисправностям *вспомогательных узлов и агрегатов* следует отнести: износ шестерен, корпуса маслонасоса; заклинивание маслонасоса; негерметичность, заклинивание редукционного клапана; разрушение, негерметичность маслоприемника; негерметичность насоса охлаждающей жидкости; разрушение уплотнения и подшипника насоса охлаждающей жидкости; износ, разрушение подшипников и уплотнений турбокомпрессора.

Техническое обслуживание. Для предотвращения отказов и неисправностей двигателя на автотранспортных предприятиях выполняется комплекс профилак-

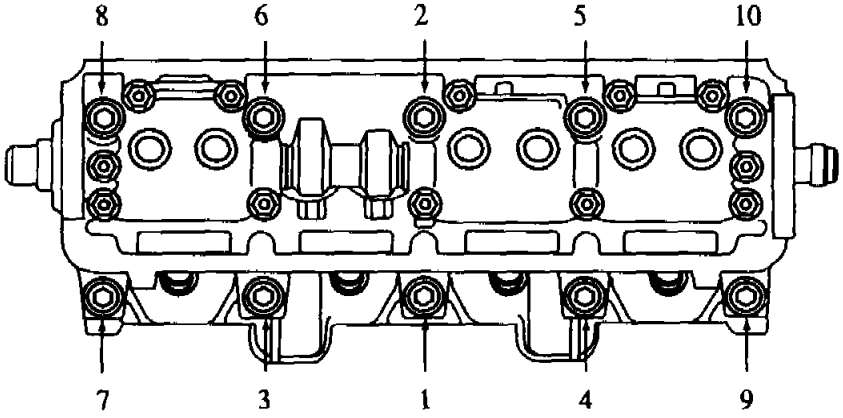


Рис. 12.1. Порядок затягивания болтов крепления головки цилиндров

тических мероприятий, включающих диагностику; ЕО двигателя; ТО-1, ТО-2, СО. Для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, с этой же целью выполняется перечень операций, регламентированных талонами сервисной книжки.

Большое значение при выполнении ТО отводится крепежным и контрольно-регулировочным работам.

Подтяжка гаек и болтов крепления головок цилиндров выполняется динамометрическим ключом с моментом затяжки, предписанным инструкцией по эксплуатации. Данная операция необходима для предотвращения пропуска газов и охлаждающей жидкости через прокладку головки цилиндров и выполняется по схеме, показанной на рис. 12.1. Болты затягивают равномерно и последовательно от середины, как правило, в два приема.

Предварительный натяг зависит от коэффициентов теплового расширения металлов головки цилиндров и шпилек. Поэтому болты и гайки крепления чугунной головки подтягивают на прогретом двигателе, а из алюминиевого сплава – на холодном.

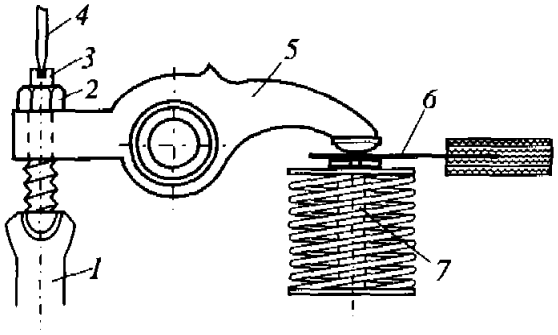
На V-образных двигателях перед затяжкой гаек крепления головок цилиндров сливают охлаждающую жидкость и ослабляют гайки крепления впускного трубопровода. После затяжки гаек крепления головок цилиндров затягивают гайки впускного трубопровода и регулируют тепловые зазоры клапанов.

По некоторым технологиям затяжка может выполняться в три приема и более с нарастающим усилием. Затем запускают двигатель на 10–15 мин и проводят окончательную затяжку с нормируемым усилием (иногда рекомендуется доворот гаек крепления на заданный угол).

Затяжку гаек крепления поддона картера во избежание его деформации также проводят в поочередном подтягивании диаметрально противоположных гаек.

Регулировка зазоров привода клапанов в механизме газораспределения (без гидротолкателей) выполняется на холодном двигателе при полностью закрытых клапанах. Перед началом регулировки поршень первого цилиндра подводится в положение верхней мертвой точки (ВМТ) при такте сжатия, что можно контролировать по закрытию обоих клапанов первого цилиндра. Зазор, как правило, измеряют плоским щупом (возможно использование приспособления с индикаторной головкой часового типа).

Пластина щупа, толщина которой равна требуемому зазору, должна проходить в зазор при легком нажатии. У большинства двигателей классической компоновки щуп требуемой толщины, например 0,15 мм, должен вставляться в зазор и вытягивается из него с усилием 2–3 кгс (19,6–29,4 Н) (при этом ощущается легкое "прикусывание" щупа).



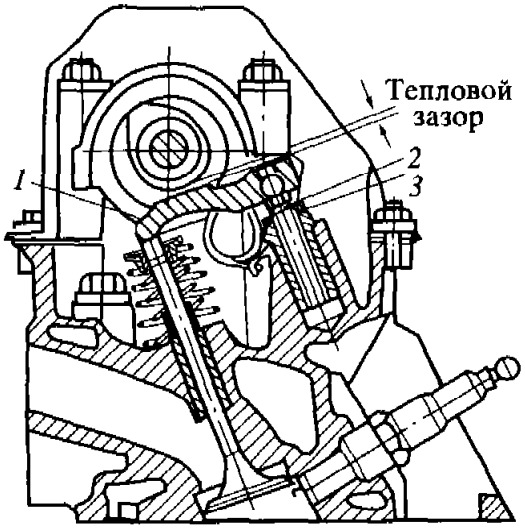


Рис. 12.2. Регулировка зазоров в газораспределительном механизме с нижним расположением распределительного вала

1 – штанга; *2* – контргайка; *3* – регулировочный винт; *4* – отвертка; *5* – коромысло; *6* – щуп; *7* – клапан

Рис. 12.3. Регулировка тепловых зазоров газораспределительного механизма автомобиля ВАЗ классической компоновки

1 – коромысло; *2* – регулировочный винт; *3* – контргайка

Принцип регулировки зазоров клапанного механизма различен. Например, у двигателей семейства ЗМЗ, ЗиЛ, КамАЗ (рис. 12.2) и других он состоит в установлении по щупу *6* необходимого зазора путем вращения отверткой *4* регулировочного винта *3*, контргайку *2* которого следует несколько отпустить перед регулировкой. После регулировки, удерживая винт *3* отверткой *4*, затягивают рожковым ключом контргайку *2*, проверяют зазор. Если зазор при затяжке контргайки изменился, регулировку повторяют. Регулировку зазоров других клапанов выполняют аналогично.

У двигателей ряда автомобилей, например ВАЗ классической компоновки (рис. 12.3), регулировку зазоров между кулачками распределительного вала и коромыслом *1* выполняют вращением регулировочного винта *2* с последующим фиксированием контргайкой *3*.

Для переднеприводных моделей ВАЗ такая регулировка выполняется подбором толщины регулировочных шайб, устанавливаемых между кулачками распределительного вала и цилиндрическим толкателем. Технология следующая:

1) вывернуть свечи зажигания;

2) повернуть коленчатый вал до совмещения установочных меток на шкиве и задней крышке зубчатого ремня (рис. 12.4, *а*), а затем довернуть его еще на 40–50° (2,5–3 зуба на шкиве распределительного вала), при этом в первом цилиндре будет такт рабочего хода;

3) проверить набором щупов зазоры у первого и третьего кулачков распределительного вала (рис. 12.4, *б*) (номера кулачков необходимо считать по порядку от шкива распределительного вала;

4) если зазор отличается от нормы, то необходимо развернуть толкатель прорезью к себе (прорези находятся в верхней части толкателя) и утопить толкатель *3* упором *4* (рис. 12, *в*), вставив его между тыльной частью кулачка распределительного вала и регулировочной шайбой *2*;

5) зафиксировать толкатель в нижнем положении приспособлением *5*, установив его между краем толкателя и распределительным валом (рис. 12.4, *г*);

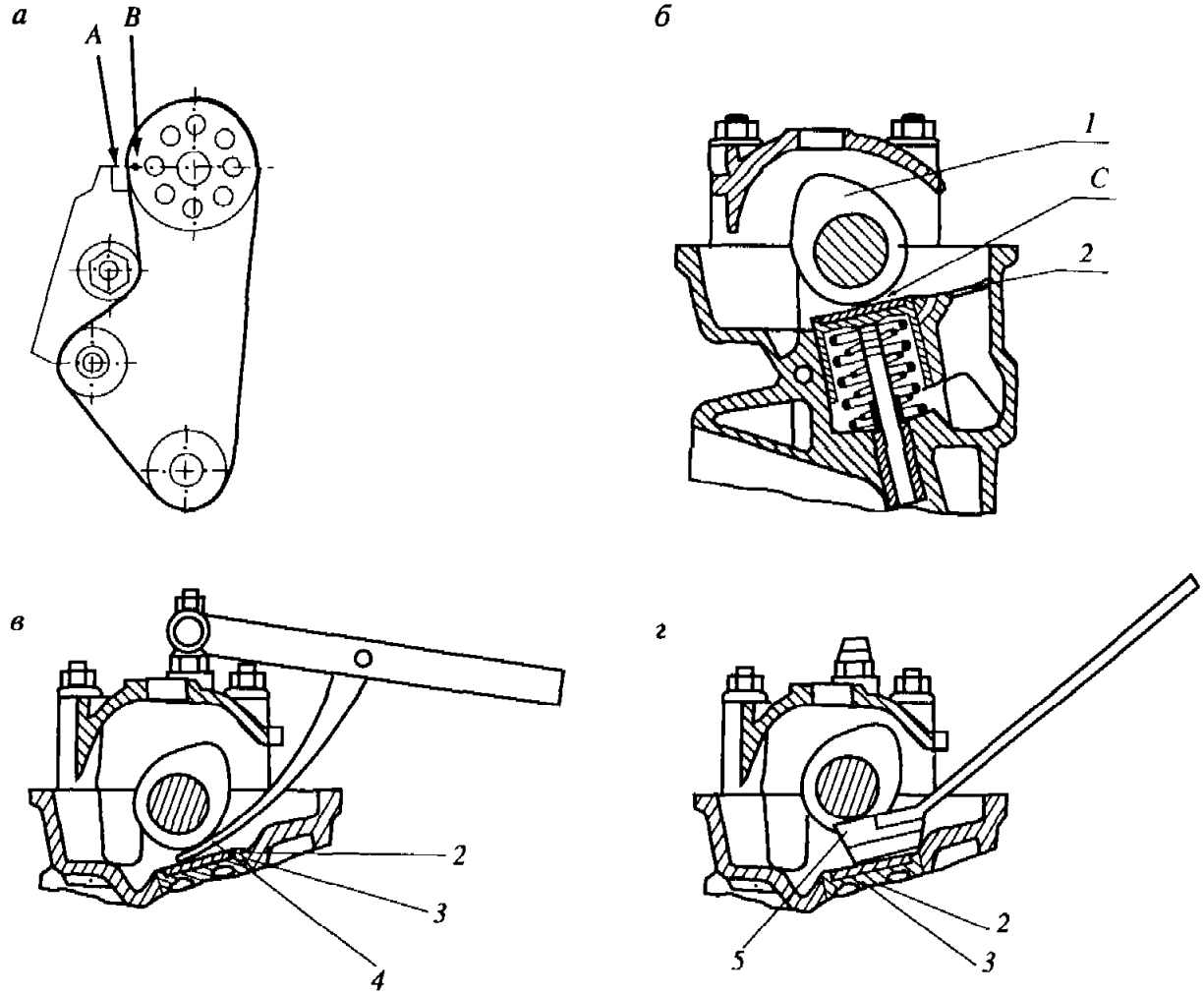


Рис. 12.4. Последовательность регулировки тепловых зазоров газораспределительного механизма переднеприводных автомобилей ВАЗ

а – совмещение меток, *б* – проверка зазора, *в* – утапливание толкателя, *г* – фиксация толкателя в нижнем положении; *A* – метка на задней крышке; *B* – на шкиве распредвала; *C* – регулируемый зазор; *1* – кулачок, *2* – регулировочная шайба, *3* – толкатель, *4* – упор, *5* – приспособление

6) удалить из толкателя регулировочную шайбу узкими губками пинцета и микрометром измерить ее толщину;

7) определить толщину новой шайбы по формуле

$$H = B + (A - C), \qquad (12.1)$$

где H – толщина новой, B – снятой шайбы, A – замеренный, C – номинальный зазор;

(*Пример*. Допустим, $A = 0{,}26$ мм, $B = 3{,}75$ мм, $C = 0{,}2$ мм (для впускного клапана), тогда $H = 3{,}75 + (0{,}26 - 0{,}2) = 3{,}81$ мм.

В пределах допуска на зазор ±0,05 мм принимаем толщину новой шайбы, равную 3,8 мм).

8) установить в толкатель новую регулировочную шайбу и убрать фиксирующее приспособление; еще раз проверить зазор; зазор считается отрегулированным, если щуп толщиной 0,2 мм для впускного или 0,35 мм для выпускного клапана входит с легким защемлением;

9) повернуть коленчатый вал на пол-оборота, что соответствует (по метке на шкиве) повороту распределительного вала на 90°, затем можно регулировать зазоры у других клапанов, с учетом очередности, указанной в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию автомобиля.

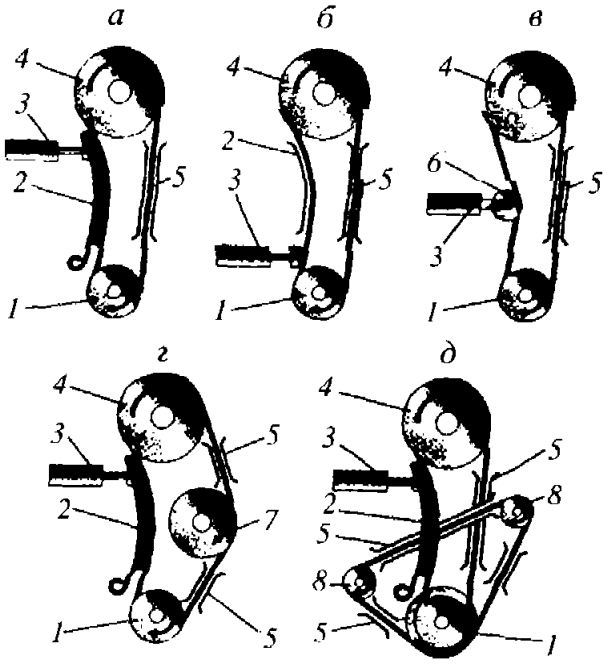
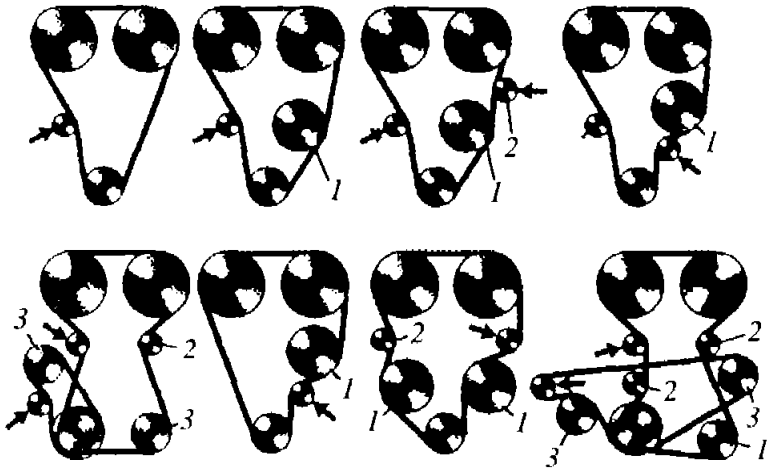


Рис. 12.5. Схемы привода распределительного вала роликовой цепью

а – натяжение цепи с помощью башмака, *б* – непосредственно натяжителем, *в* – с помощью звездочки натяжителя; *г* – вариант с приводом промежуточного (вспомогательного) вала; *д* – вариант с балансирными валами; *1* – звездочка коленчатого вала; *2* – башмак; *3* – натяжитель; *4* – звездочка распределительного вала; *5* – направляющие (успокоители); *6* – звездочка натяжителя; *7* – звездочка вспомогательного, *8* – балансирного вала

Рис. 12.6. Основные схемы ременного привода распределительного механизма с двумя верхними валами

1 – шкив привода вспомогательных агрегатов; *2* – паразитный ролик, *3* – шкив балансирного вала



Появление в конструкции ГРМ гидротолкателей позволяет автоматически выбирать зазор в приводе клапана. Однако гидротолкатели очень чувствительны к качеству масла и степени его очистки. Коксование масла, частицы износившихся и разрушившихся деталей способствуют заклиниванию гидротолкателей. В таком случае возникают ударные нагрузки, на которые механизм не рассчитан. Они быстро приводят к поломкам, или к таким износам деталей (толкатели, кулачки распределительного вала), при которых их дальнейшая эксплуатация невозможна.

Двигатели современных конструкций в качестве привода распределительного вала (валов) ГРМ имеют роликовые цепи или зубчатые ремни (рис. 12.5, 12.6).

Наиболее распространен следующий вариант натяжения роликовой приводной цепи: ослабить фиксирующую гайку стержня натяжителя или стопорного винта и провернуть коленчатый вал на 3–4 оборота в направлении его вращения. Натяжное устройство при этом переместится на величину прогиба и автоматически установится необходимое натяжение цепи. Затем необходимо затянуть фиксирующую гайку стержня натяжителя или стопорный винт.

Некоторые конструкции двигателей имеют автоматические натяжители. Гидромеханические натяжители обеспечивают натяжение цепи за счет усилия пружины и подачи масла под давлением под плунжер. Обратному ходу плунжера препятствует механический стопор. Гидравлические натяжители работают посредством

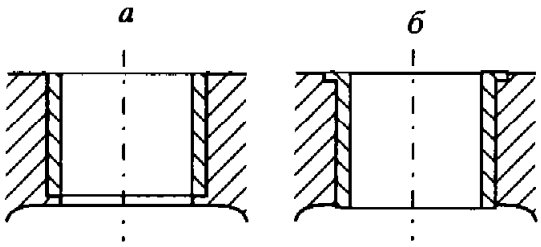


Рис. 12.7. Основные схемы установки сухих гильз
а – в упор; *б* – с буртом

подачи масла под плунжер. Есть конструкции без обратного клапана, однако в подавляющем большинстве случаев обратному ходу плунжера натяжителя препятствует масляный клин, образующийся за счет работы обратного клапана. Использование автоматических натяжителей позволяет увеличивать ресурс привода и облегчить обслуживание двигателя.

Большее распространение в качестве привода ГРМ получают зубчатые прорезиненные кордовые ремни. Их масса меньше массы роликовой цепи. Использование таких ремней снижает шум, несколько упрощает конструкцию двигателя. Однако ремень уступает роликовой цепи в надежности, кроме того, в случае негерметичности сальников коленчатого или распределительного вала масло, попадая на ремень, снижает его ресурс. На ресурс ремней также влияют правильность расположения шкивов (нахождение в одной плоскости вращения).

Непосредственно на ремень или упаковку наносится маркировка, которая обозначает шаг, профиль или количество зубьев, ширину ремня. Некоторые зарубежные производители применяют собственную систему маркировки или указывают только номер ремня по своему каталогу. В этом случае на упаковке перечислены марки и модели автомобилей, для которых подходит данный ремень.

Замена ремня должна производиться строго по регламенту, установленному заводом–изготовителем автомобиля, поскольку разрыв ремня и срыв его зубьев приводит к поломке двигателя (удару поршня о клапаны ГРМ). У подавляющего большинства двигателей ремни натягиваются смещением или поворотом специального натяжного ролика (см. на рис. 12.6 ролик со стрелкой). Натяжение ремня ГРМ наиболее просто контролируется нажатием рукой на его длинную ветвь. При усилии 2,5–4 кгс (24,5–39,2 Н) ремень должен заметно прогибаться (на 5–20 мм у разных двигателей), но не иметь явного люфта. Натяжение ремня ГРМ считается в норме у автомобилей ВАЗ, если ремень закручивается на 90° под усилием 1,5–2 кгс (14,7–19,6 Н) в средней части его ветви между зубчатыми шкивами распределительного и коленчатого валов.

На последних многоклапанных двигателях применяются автоматические гидромеханические натяжители ремня, и поэтому нет необходимости в проведении данной операции при ТО.

Несмотря на то что зубчатые ремни (без гидромеханического натяжителя) не требуют частой регулировки натяжения, в эксплуатации встречаются неисправности, связанные с ослаблением (растяжением) ремня, вплоть до "перескакивания" ремня на шкиве, поэтому постоянно подтянутый ремень имеет повышенный ресурс.

Текущий ремонт. Если нет повреждений коленчатого вала и блока цилиндров, то ТР заключается в снятии шкивов и передней крышки блока цилиндров, демонтаже головки блока, поддона картера двигателя, поршней с шатунами, замене или расточке гильз блока цилиндров.

Большинство работ по ТР осуществляют на снятом двигателе, поскольку так проще и удобнее.

Замена цилиндропоршневой группы обусловлена износом рабочей поверхности более допустимого предела, появлением задиров, сколов, трещин на зеркале цилиндров, износом верхнего и нижнего посадочных поясков гильзы, которые требуют замены или ремонта.

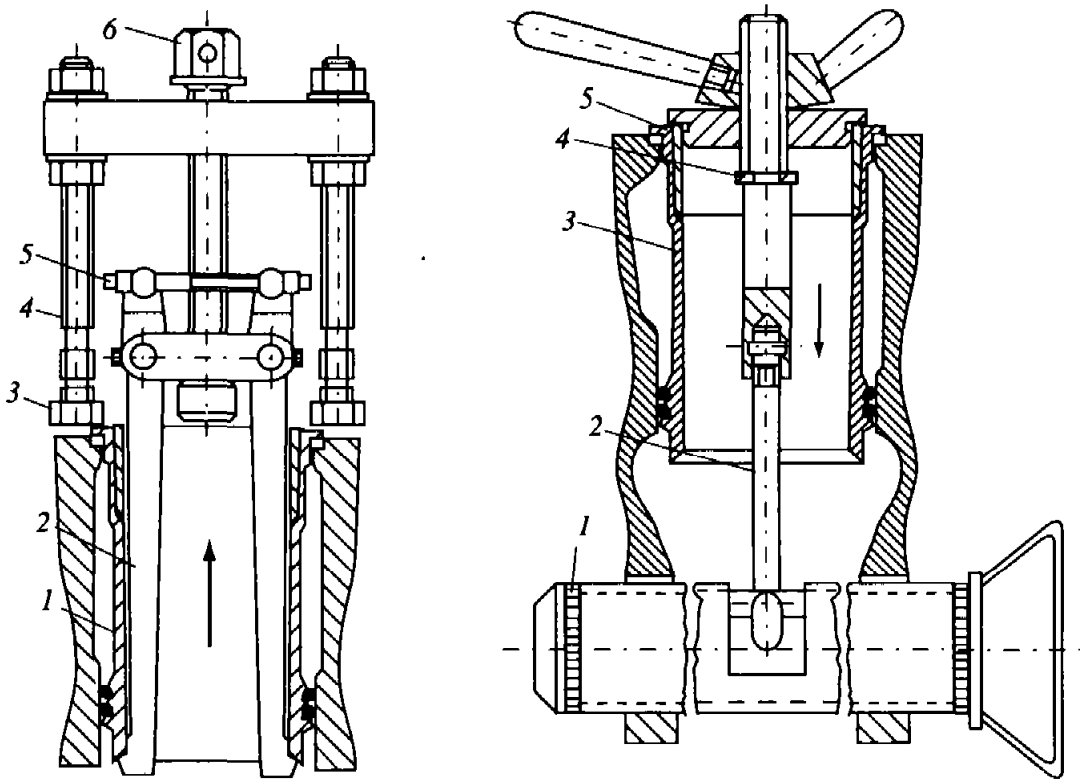


Рис. 12.8. Комбинированный съемник для выпрессовки гильзы из блока цилиндров
1 – гильза, *2* – лапки, *3* – гайка, *4* – шпилька, *5* – болт, *6* – винт

Рис. 12.9. Приспособление для запрессовки гильзы в блок цилиндров
1 – скалка; *2* – захват; *3* – гильза; *4* – упорное кольцо; *5* – оправка

Величину износа цилиндров и гильз определяют индикаторным нутромером в двух взаимно перпендикулярных направлениях и в трех поясах. Одно направление устанавливают параллельно оси коленчатого вала. Первый пояс располагается на расстоянии 5–10 мм от верхней полости блока, второй – в средней части цилиндра и третий – на расстоянии 15–20 мм от нижней кромки цилиндра. В зависимости от величины износа назначают вид ремонта – растачивание до следующего ремонтного размера (для двигателей ВАЗ их пять – *A*, *B*, *C*, *D*, *E*), который больше предыдущего на 0,01 мм (ВАЗ), или запрессовку ремонтных гильз.

Цилиндры или вставные гильзы обрабатывают до ремонтных размеров на расточных станках стационарного или переносного типа. После растачивания цилиндр или гильзу подвергают хонингованию. Независимо от способа окончательной обработки цилиндров (гильз) их внутренний диаметр должен иметь один и тот же ремонтный размер для данного двигателя.

Цилиндры можно восстанавливать запрессовкой ремонтных гильз, если их износ превышает последний ремонтный размер или на стенках образовались глубокие риски и задиры. Для этого цилиндры обрабатывают под ремонтную гильзу, толщина которой должна быть не менее 3–4 мм. Перед запрессовкой ремонтной гильзы в верхней части цилиндра выполняют кольцевую выточку под буртик гильзы (рис. 12.7).

Ремонтные гильзы запрессовывают с натягом 0,05–0,10 мм на гидравлическом прессе, опрессовывают и обрабатывают (растачивают и хонингуют) до нормального размера.

Вставные "мокрые" гильзы выпрессовывают и запрессовывают с помощью специальных приспособлений (рис. 12.8, 12.9). При запрессовке на гильзу надевают резиновые уплотнительные кольца, предварительно смазанные жидким мылом, чтобы предотвратить нарушение их посадки в канавке.

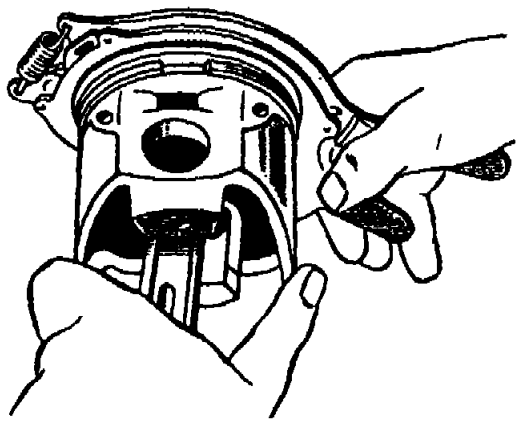
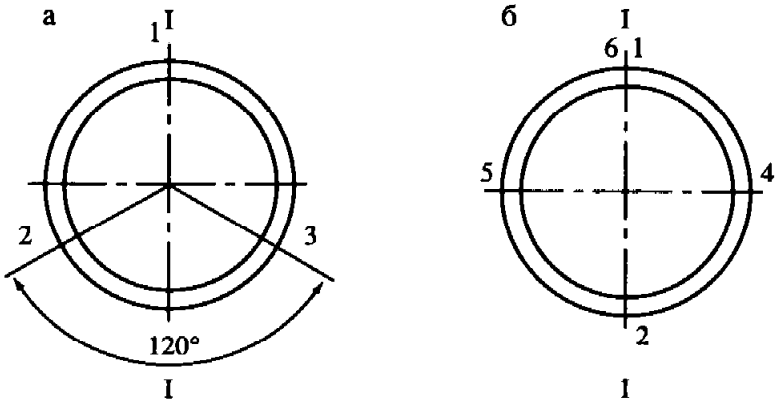


Рис. 12.10. Приспособление для снятия поршневых колец с поршня

Рис. 12.11. Рекомендуемое расположение замков поршневых колец на поршне

а – с коробчатым, *б* – с наборным маслосъемным кольцом; *I–I* – плоскость вращения кривошипа; *1* – замок верхнего компрессионного, *2* – среднего, *3* – коробчатого маслосъемного кольца; *4*, *5* – замки дисков; *6* – стык двухфункционального расширителя



Перед запрессовкой гильз следует проверить состояние посадочных отверстий под них в блоке цилиндров. Если они сильно подверглись коррозии или имеют раковины, необходимо отремонтировать их нанесением слоя эпоксидной смолы, смешанной с чугунным наполнителем (опилками), который после застывания зачистить заподлицо. Края верхней части блока должны быть зачищены шлифовальной шкуркой для предотвращения повреждений уплотнительных колец в процессе запрессовки.

Для *замены изношенных поршней* подбирают комплекты поршней с поршневыми пальцами и со стопорными и поршневыми кольцами. Снятие, а также установку поршневых колец выполняют специальным съемником (рис. 12.10). При установке надо следить за взаимным расположением замков колец. Если в комплекте колец применяются коробчатые маслосъемные кольца, то замки комплекта колец должны быть смещены друг относительно друга на 120°. Если используются наборные маслосъемные кольца, то часто рекомендуется разворот замков компрессионных колец на 180°, а дисков наборного маслосъемного кольца – на 90° относительно компрессионных и на 180° между собой. При этом стык расширителя маслосъемного кольца совпадает по направлению с замком одного из компрессионных колец комплекта (рис. 12.11).

Для обеспечения требуемого зазора между юбкой поршня и гильзой цилиндра поршни сортируют на размерные группы (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*). Правильно подобранный поршень должен медленно скользить вниз по зеркалу цилиндра под действием собственного веса. У большинства новых двигателей для их нормальной работы зазор между поршнем и цилиндром должен быть примерно 0,025–0,045 мм. Предельный зазор – не более 0,20 мм.

Наряду с подбором поршней к гильзам цилиндров по диаметру их подбирают также и по массе, для чего на заводе-изготовителе их сортируют и наносят маркировку на днище поршня с помощью клейма или краской. Поршни, устанавливаемые в гильзы цилиндров двигателя, должны быть одной массовой группы

и помечены порядковыми номерами гильз цилиндров, к которым они подобраны. При изготовлении на заводе строго выдерживается масса поршней с предельным отклонением ±5 г. Буквенная маркировка групп наносится на поверхности днища поршня.

Перед установкой поршневых колец необходимо их подобрать по канавке поршня и по цилиндру. Зазор в канавке у новых колец и поршней составляет примерно 0,06–0,08 мм для верхнего кольца (у дизелей 0,08–0,10 мм), 0,04–0,07 мм – для среднего и 0,03–0,05 мм – для маслосъемного. Данные зазоры можно контролировать визуально по свободному вращению всех колец в канавках поршня при отсутствии явного торцевого люфта. Более точно зазор измеряется щупом или определяется по разнице ширины канавки, измеренной калибром, и высоты кольца, измеренной микрометром. При недостаточном зазоре торцевые поверхности кольца следует притереть абразивной пастой зернистостью 15–20 мкм на притирочной плите. Съем металла должен быть не более 0,02 мм с каждой стороны (чтобы не перекосить торцы).

Зазор в замке поршневого кольца при установке в цилиндр должен составлять 0,3–0,6 мм в зависимости от модели автомобиля. Установка колец с уменьшенным зазором в замке крайне опасна, поскольку при нагреве кольцо в цилиндре начинает "клинить", что приводит к задирам поверхности цилиндра, скалыванию поверхности кольца и заклиниванию поршня.

Если зазор в замке меньше рекомендованного, его следует подогнать. Для этого используют специальные приспособления с алмазным диском, обеспечивающим точность обработки и параллельность сторон замка. При отсутствии приспособления зазор в замке подгоняется надфилем.

Перед сборкой изношенные втулки верхней головки шатуна заменяют новыми, реже развертывают под ремонтный размер поршневого пальца. Отверстия нижней головки шатуна под вкладыш растачивают и шлифуют вместе с крышкой шатуна. Изгиб и скручивание шатуна устраняют правкой на специальных приспособлениях, с одновременным контролем расстояния между центрами его головок.

Подбор поршневых пальцев, поршней и втулок верхних головок шатунов производится по одноименным размерным группам. Каждая группа имеет свое цветовое обозначение. У поршней краску наносят на нижнюю поверхность одной из бобышек, у поршневых пальцев – на внутреннюю поверхность с одного конца, на шатуне – у верхней головки.

Поршневой палец, смазанный маслом для двигателя, должен плотно входить во втулку под усилием большого пальца правой руки. Поршневые пальцы к шатунам рекомендуется подбирать при температуре воздуха в помещении (20±3) °С.

Поршневой палец, подобранный к поршню и шатуну, смазывают рекомендуемым для данного двигателя моторным маслом, и запрессовывают в бобышки поршня и в верхнюю головку шатуна с помощью специального приспособления. Предварительно поршень нагревают в масле до 47–77 °С. Для некоторых двигателей – до 160 °С. После запрессовки в канавки бобышек вставляют стопорные кольца.

Поршни в сборе с шатунами еще раз окончательно проверяют по массе. Различие масс самого тяжелого и самого легкого поршней одного комплекта на двигатель не должно превышать 0,5%.

При вводе в цилиндр поршня в сборе с шатуном следует контролировать правильное расположение замков поршневых колец. Для этого используют специальную коническую оправку или стягивают кольца на поршне простейшей ленточной оправкой, выполненной из листовой стали.

Замена вкладышей. Выработка в коренных и шатунных подшипниках коленчатого вала обуславливает их замену. Превышение предельно допустимого значения выработки приводит к падению давления в масляной магистрали, по-

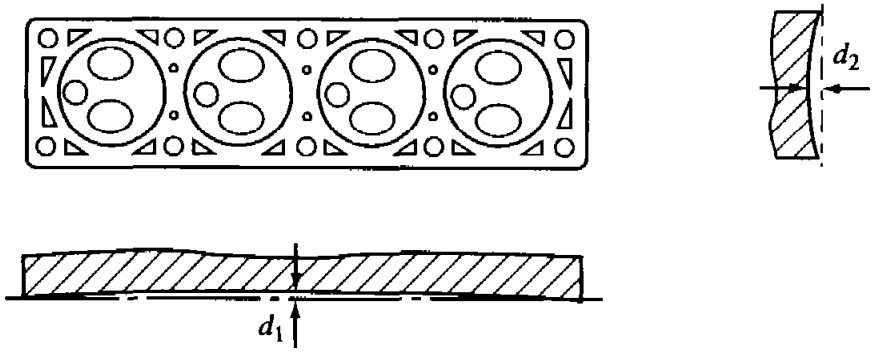


Рис. 12.12. Деформация плоскости головки блока цилиндров
d_1 – деформация в продольном, d_2 – в поперечном направлении

явлению металлического стука глухого низкого тона для коренных и более высокого – для шатунных подшипников.

Стук в коренных подшипниках коленчатого вала прослушивается в нижней части блока цилиндров, а шатунных – в верхней части блока при резком открытии дроссельной заслонки. При отключении свечи зажигания в дефектном цилиндре сила стука ослабевает.

В зависимости от модели двигателя номинальный зазор между вкладышами и коренной шейкой должен составлять 0,026–0,12 мм, между вкладышами и шатунной шейкой – 0,026–0,11 мм. Производят вкладыши номинального и ремонтных размеров. Для определения ремонтных размеров диаметра шеек коленчатого вала их овальность и конусность измеряют микрометром.

Вкладыши заменяют только парами. Перед установкой их смазывают моторным маслом, очищают масляные каналы и грязеуловители. Вкладыши должны плотно прилегать к постели, а выступы (замки) входить в пазы. Отверстия для масла в постелях и вкладышах должны совпадать.

Контроль зазора в подшипниках скольжения коленчатого вала осуществляют при помощи латунной пластинки шириной 13 мм, длиной 25–35 мм, по толщине равной зазору для коренных и шатунных подшипников. Предварительно сняв надфилем заусенцы с кромок пластинки, смазанную моторным маслом с обеих сторон, ее устанавливают между вкладышем и шейкой вала. Гайки крышки подшипника затягивают динамометрическим ключом с требуемым усилием. Затяжку болтов остальных подшипников в это время ослабляют. Если коленчатый вал при прокручивании рукой вращается с незначительным усилием, то зазор не превышает допустимой величины.

Зазор можно также замерять, поместив отрезок калиброванной пластмассовой проволоки между вкладышем и шейкой вала. По размеру сплющенной калиброванной проволоки, полученной после затяжки гаек подшипника, определяют зазор. Если он больше допустимого, то требуются ремонтные воздействия.

Диаметр шеек коленчатого вала, их овальность и конусность определяют микрометром.

Болты и гайки крепления подшипников затягивают равномерно в два приема. Момент усилия предварительной затяжки коренных и шатунных подшипников должен быть равен половине нормативного момента окончательной их затяжки.

Ремонт головки блока. При перегреве двигателя, перетяжке головки, а также при длительной эксплуатации нижняя плоскость головки блока деформируется (рис. 12.12).

В большинстве случаев имеет место деформация местного характера, при которой наружные края плоскости головки "возвышаются" над серединой (обычно не более 0,1 мм). Допустимым искривлением головки считается величина 0,05–0,06 мм.

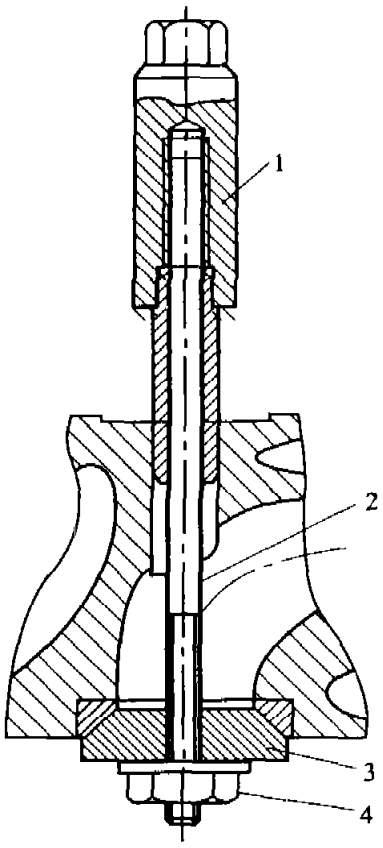


Рис. 12.13. Запрессовка направляющей втулки с помощью винтового приспособления с опорой и центрированием по седлу клапана

1 – толкатель; *2* – шпилька; *3* – опорная шайба; *4* – гайка

Небольшую деформацию плоскости головки блока цилиндров можно снять на притирочной плите с применением абразивной пасты (28–40 мкм). В этом случае возможны два варианта:

- большая стационарная плита по размерам больше длины головки: притирка производится перемещением головки;
- плита по размерам 1/3–1/2 длины головки: притирка производится перемещением плиты по головке.

При наличии глубоких раковин вследствие выгорания металла поверхность головки фрезеруют – иногда на глубину до 0,7–0,8 мм. При этом следует помнить, что уменьшается объем камеры сгорания и увеличивается степень сжатия.

Износ направляющих втулок клапанов головки блока приводит к нарушению уплотнения стержня клапана, увеличению расхода масла и повышенному шуму в работе двигателя. Дефект устраняется заменой направляющей втулки.

Замена старых (дефектных) втулок выполняется на специальных станках или вручную с использованием различных оправок ударами молотка со стороны седла клапана. При выпрессовке вручную чугунных или стальных втулок из алюминиевой головки есть опасность ее повредить. Предварительный натяг можно уменьшить, нагрев головку до 150–180 °С. Для чугунных головок, а также алюминиевых с бронзовыми втулками выбивание втулок не затруднено, так как большие натяги здесь отсутствуют.

Натяг при запрессовке новой втулки создается нагревом головки и(или) охлаждением втулки. Нагрев головки цилиндров может быть осуществлен в печи; по некоторым технологиям достаточен нагрев в горячей воде. Для охлаждения втулок применяют жидкий азот или "сухой" лед. Для пар чугун–чугун и бронза–алюминиевый сплав необходимости в разнице температур может не быть. При запрессовке используются специальные приспособления (рис. 12.13), чтобы не допустить перекос направляющей втулки относительно седла клапана.

После запрессовки втулки следует проверить и при необходимости прокалибровать разверткой отверстия. При этом следует обеспечить зазор 0,04–0,05 мм для выпускных клапанов. Для некоторых двигателей поставляемые в качестве запасных частей втулки не требуют калибровки отверстия после установки.

Седла клапанов в процессе эксплуатации приобретают форму, отличную от конической: появляется овальность седла по фаске из-за неравномерного износа седла. Кроме того, при перегреве и деформации головки часто возникает несоосность направляющих втулок и седел клапанов. Встречаются случаи, когда на фаске седла (обычно выпускного клапана) появляются раковины из-за нарушения процесса сгорания и перегрева.

Основными способами ремонта седел клапанов являются фрезерование (растачивание), шлифование и притирка. Фрезерование – наиболее распространенный способ ремонта седел. При этом используются фрезы с различными углами и диаметрами. Углом фрезы обычно считается половина угла при вершине. Поэто-

му фрезы с углом 45° подходят для ремонта большинства двигателей. Значительно реже встречаются седла (и клапаны) с углом 30°.

На практике наиболее часто применяются фрезы с углами 30, 45 и 60°, обеспечивающие получение традиционной формы седла (рис. 12.14).

При фрезеровании седла следует обеспечить соосность обрабатываемой поверхности с отверстием в направляющей втулке клапана. Для этого используется центрирующий стержень (пилот), соединенный с фрезой. В последнее время находят применение резцовые головки, у которых вместо фрезы используется твердосплавный резец. Наиболее удобны приспособления, у которых специальный резец позволяет сформировать сразу весь профиль седла. Это достигается наличием двух опор у пилота – одной на втулке, второй – в кронштейне приспособления, что улучшает качество обработки, приближая ее к станочной.

Седло вначале фрезеруется под фаски клапана до тех пор, пока рабочая фаска седла не будет полностью обработана. Далее, меняя фрезу, формируют конусную часть, сначала с меньшим углом, затем с бóльшим, таким образом, чтобы ширина фаски стала 1,5–2,0 мм для впускного клапана и 2,0–2,5 мм – для выпускного.

При наличии на фаске седел клапана трещин, раковин, вызывающих ослабление посадки седла в гнезде головки блока, их удаляют на вертикально-расточном станке, формируя посадочное место для седла ремонтного размера. Существуют также приспособления для ручного растачивания гнезд под седла в виде специальной головки с резцами – резцедержателя (рис. 12.15), в комплекте с пилотом и специальным механизмом привода. В условиях небольших мастерских такие приспособления заменяют расточной станок, однако они уступают ему в точности обработки поверхности.

Для алюминиевых головок натяг седла в отверстии должен составлять в среднем 0,10–0,12 мм, а для чугунных – 0,08–0,10 мм, причем большие значения соответствуют седлам клапанов с диаметром тарелки более 45 мм. По высоте седло обычно делается заподлицо с поверхностью камеры сгорания. Для установки седла

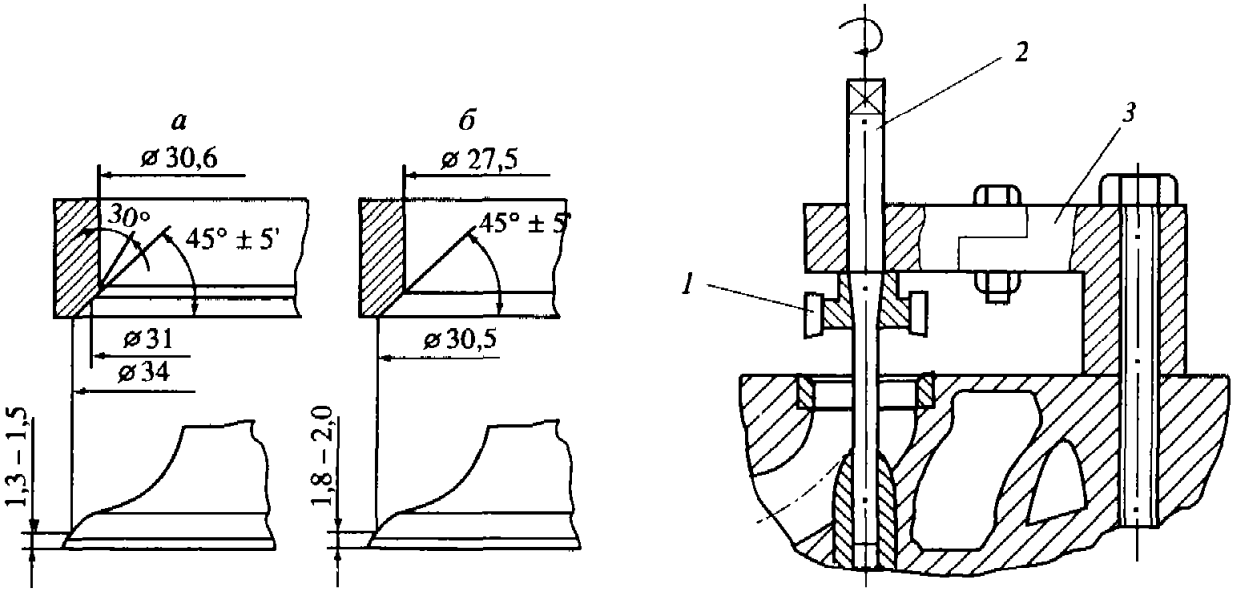
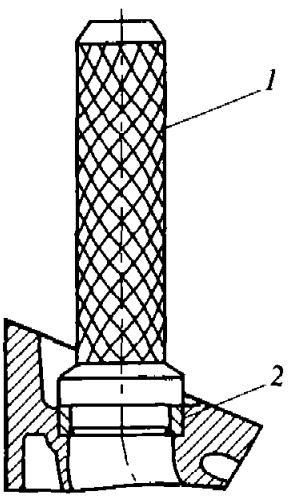


Рис. 12.14. Основные размеры седел и фасок клапанов
а – впускной, *б* – выпускной клапан

Рис. 12.15. Схема приспособления для растачивания седла или его гнезда
1 – головка с регулируемыми резцами; *2* – пилот; *3* – кронштейн регулируемой длины для крепления на головке



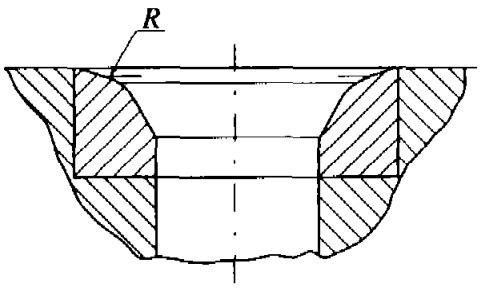


Рис. 12.16. Запрессовка седла клапана (*2*) с помощью оправки (*1*)

Рис. 12.17. Скругленная форма уплотнительной фаски седла клапана после длительной эксплуатации или неправильной притирки при ремонте

необходимо иметь специальную оправку (рис. 12.16), обеспечивающую центрирование седла и исключающую его перекос при запрессовке.

В целях уменьшения натяга при запрессовке седла требуется тепловая подготовка головки блока или запрессовываемого седла. Для этого применяются печи и термошкафы – температура головки из алюминиевого сплава обычно держится в диапазоне 100–150 °С, а чугунной – 150–200 °С. Головка в условиях небольшой мастерской может быть также нагрета в кипящей воде до 100 °С. Для охлаждения седел лучше использовать жидкий азот или "сухой" лед.

Запрессовка седла выполняется быстрым переносом оправки с седлом от охладителя к головке и ударом молотка по оправке с седлом. Если режимы нагрева–охлаждения были выбраны и выдержаны правильно, то для установки достаточно одного-двух резких ударов.

После установки седла в головку из алюминиевого сплава необходимо седло зачеканить (закрепить), т.е. произвести наклеп материала головки на торцевую фаску седла. Для чугунных седел в чугунных головках зачеканивания не требуется, так как материалы головки и седла имеют одинаковый коэффициент линейного расширения.

Далее, выполняя фрезерование седла известным методом, переходят к технологическому процессу притирки к нему клапана. Притирка позволяет проконтролировать качество ремонта – при правильно фрезерованном седле достаточно нескольких секунд для получения ровной притертой матовой поверхности седла и клапана.

В качестве абразива предпочтительно использовать корундовую пасту зернистостью 28–40 мкм или аналогичный порошок с трансмиссионным маслом. Алмазные пасты применять нежелательно, так как из-за внедрения твердых частиц в металл ускоряется износ рабочих фасок седла и клапана в эксплуатации после ремонта.

Притирка выполняется вращением "вперед–назад" прижатого к седлу клапана. Периодический подъем и опускание клапана на седло позволяют возвращать к фаске седла пасту, вытесненную за края фаски, при этом необходимо следить, чтобы паста не попала в направляющую втулку. Притирка седла, как правило, производится за 1–2 мин. Более продолжительный процесс только деформирует фаски на седле и клапане так же, как это происходит при длительной эксплуатации (рис. 12.17).

Для контроля качества прилегания клапана к седлу после притирки существует несколько методов: по индикатору специального вакуумного измерительного приспособления, по краске, по "карандашу", а также по утечке керосина, налитого в камеру сгорания при собранных клапанах и пружинах. Наиболее простой является проверка с помощью мягкого карандаша, при которой на фаску клапана равномерно наносится 6–8 радиальных линий. После установки клапана необходимо нажать на тарелку и повернуть клапан на 180° в обе стороны. Если все сделано правильно, линии будут стерты.

12.2. СИСТЕМЫ СМАЗКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Система смазки. Внешними признаками неисправности системы являются потеря герметичности, загрязнение масла и несоответствие давления в системе нормативным значениям. Для многих грузовых автомобилей при скорости 40–50 км/ч на прямой передаче давление в системе должно быть примерно 0,2–0,5 МПа. Например, в прогретом двигателе КамАЗ-740 при 2600 об/мин коленчатого вала рабочее давление масла должно быть 0,45–0,5 МПа. При падении давления до 0,09–0,04 МПа на щитке приборов ряда автомобилей загорается сигнальная лампа.

Указатели давления масла в течение эксплуатации могут начать работать с погрешностью. Периодически их показания надо сравнивать с показаниями эталонного механического манометра, устанавливаемого на место масляного датчика.

В процессе работы в системе смазки накапливаются осадки, состоящие из продуктов неполного сгорания топлива и окисления масла. Присадки масел также способствуют отложениям.

Удаление осадков, т.е. промывка системы смазки, является необходимой технологической операцией, особенно при сезонном переводе работы двигателя на масло другой марки. Промывка замедляет ухудшение физико-химических показателей моторного масла, повышает компрессию двигателя (особенно ненового) за счет более свободного положения колец на поршне, уменьшает расход топлива и угар масла, обеспечивает лучшее функционирование смазочной системы.

Промывочные масла – это маловязкие жидкости с особыми присадками. У каждой марки масла своя технология применения, но эффект примерно одинаков. Последовательность промывки системы следующая:

слить отработанное масло при горячем двигателе;

залить требуемый объем промывочного масла, обычно несколько выше нижней метки щупа;

запустить двигатель (избегая резких ускорений) и дать поработать требуемое время на малой частоте вращения;

слить промывочное масло;

заменить, очистить, промыть керосином (в зависимости от конструкции) фильтры;

залить требуемый объем свежего масла, завести двигатель и дать ему поработать на малой частоте, чтобы масло заполнило всю систему;

проверить уровень масла и при необходимости довести его до нормы.

Некоторые марки промывочных масел после отстаивания можно еще использовать 1–2 раза. При отсутствии промывочных масел можно использовать обычные маловязкие масла, время промывки – примерно 10 мин, или, как исключение, летнее дизельное топливо, время промывки – не более 5 мин.

Пониженное давление в системе является результатом недостаточного уровня масла, разжижения или применения масла пониженной вязкости, загрязнения сетки маслозаборника, фильтров, износа деталей, заедания перепускного клапана в от-

крытом положении. На автомобилях КамАЗ при открытии перепускного клапана загорается сигнальная лампа.

Повышенное давление является результатом применения масла с большой вязкостью, например, летнего в зимний период, заедания перепускного клапана в закрытом состоянии.

Надежность работы системы во многом зависит от состояния фильтров. Многие двигатели грузовых автомобилей имеют два фильтра: полнопоточный (грубой очистки) и центробежный (тонкой очистки). При ТО-2 у полнопоточных фильтров заменяют фильтрующие элементы, а центробежные разбирают, осматривают и промывают.

В обычных условиях эксплуатации, когда центрифуга работает исправно, в колпаке ротора после 10–12 тыс. км пробега скапливается 150–200 г отложений, в тяжелых условиях – до 600 г (толщина слоя отложений в 4 мм соответствует примерно 100 г). Отсутствие отложений указывает на то, что ротор не вращался в результате деформации деталей, неправильной сборки корпуса фильтра, сильной затяжки соединительных элементов, самопроизвольного отворачивания деталей крепления ротора, а грязь вымыта циркулирующим маслом.

Следует иметь в виду, что в некоторых фильтрах ротор имеет частоту вращения до 5 000 об/мин. При неправильной сборке будет сильная вибрация со всеми возможными последствиями. У правильно собранного и чистого фильтра после остановки двигателя ротор продолжает вращаться 2–3 мин, издавая характерное гудение.

Периодичность замены масла назначают в зависимости от марки масла и модели автомобиля. Уровень масла проверяют через 2–3 мин после остановки двигателя. Он должен быть между метками маслоизмерительного щупа.

Система охлаждения. Внешними признаками неисправности системы охлаждения являются перегрев или недостаточный прогрев двигателя, потеря герметичности. Перегрев возможен даже при небольшом снижении уровня охлаждающей жидкости в системе. Особенно это проявляется при применении антифризов, которые могут вспениваться из-за наличия в системе воздуха и замедлять отвод тепла. Для предотвращения замерзания антифриза необходимо поддерживать его нормативную плотность. Так, при 20 °С плотность антифриза А-40 должна быть 1,067–1,072 г/см^3, а антифриза Тосол А-40 – 1,075–1,085 г/см^3.

Эффективность работы системы охлаждения снижается и при ослаблении натяжения ремня вентилятора. В зависимости от конструкции двигателя натяжение ремня может проводиться изменением положения натяжного ролика, смещением генератора, компрессора и т.д. Прогиб ремня проверяют при усилии 30–40 Н (~ 3–4 кгс). Он в зависимости от типа двигателя должен быть 10–20 мм. При работающем двигателе у правильно натянутого ремня свободная ветвь не должна вибрировать. Перетяжка ремня приводит к быстрому износу подшипников шкивов.

Неисправный термостат также может быть причиной неисправного функционирования системы охлаждения. Жидкостные термостаты некоторых грузовых автомобилей при потере герметичности заполняют 15%-ным раствором этилового спирта и запаивают мягким припоем. Многие двигатели оснащены порошковыми (фракция церезина в смеси с алюминиевой пудрой) термостатами. При отказе их заменяют на новые. Проверяют термостаты в горячей воде. Для порошкового термостата, например, автомобиля АЗЛК-2141 температура начала открытия клапана – 77–81 °С. Началом открытия клапана считается его перемещение на 0,1 мм. Полностью термостат должен быть открыт при 94 °С (ход клапана не менее 6 мм).

У двигателей с принудительным отключением–включением вентилятора может быть отказ датчика, управляющего его работой.

Если охлаждающей жидкостью является вода, в системе образуется накипь, ухудшающая теплообмен. Удаляют накипь специальными составами. При их отсутствии в условиях АТП для двигателей с чугунной головкой блока можно использовать раствор каустика (700–1000 г каустика и 150 г керосина на 10 л воды), для двигателей с головкой и блоком из алюминиевого сплава – раствор хромпика или хромового ангидрида (200 г на 10 л воды). Раствор заливают и выдерживают в системе охлаждения 7–10 ч. Затем запускают двигатель на 15–20 мин (на малой частоте вращения) и раствор сливают. Для удаления шлама систему промывают водой в направлении, обратном циркуляции охлаждающей жидкости.

Герметичность радиаторов восстанавливают пайкой мест повреждения. Сильно поврежденные трубки заменяют на новые или удаляют (заглушают), места установки пропаивают.

Пайка радиаторов из латунных сплавов сложностей не вызывает. Труднее ремонтировать радиаторы из сплавов алюминия. Для этого используют газовые горелки, специальный присадочный материал и припой. По некоторым технологиям место для пайки надо нагреть до 400–560 °С. Если деталь прогрета недостаточно, то припой будет распределяться по поверхности не равномерно, как требуется, а отдельными наплывами.

Перед установкой на автомобиль герметичность радиатора испытывают сжатым воздухом под давлением 0,1 МПа в течение 3–5 мин. При испытании водой давление должно быть 0,1–0,15 МПа.

12.3. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

На автомобилях применяются батарейные контактные (классические), контактно- и бесконтактно-транзисторные, а также цифровые системы, по существу являющиеся вариантом автоматического управления транзисторного зажигания для отдельных цилиндров. По статистике, на батарейное зажигание приходится примерно 12% всех отказов и неисправностей, которые в 80% случаев являются также причиной повышения расхода топлива (на 5–6%) и снижения мощности двигателя; для бесконтактно-транзисторных систем показатели надежности значительно лучше.

Характерными неисправностями системы зажигания являются: разрушение изоляции проводов высокого напряжения и свечей зажигания, нарушение контакта в местах соединений; ослабление пружины подвижного контакта; повышенный люфт валика распределителя; нагар на электродах свечей зажигания; изменение зазора между электродами свечей; межвитковые замыкания (особенно в первичной обмотке) катушки зажигания; неправильная начальная установка угла опережения зажигания; неисправность центробежного и вакуумного регуляторов.

Для диагностирования системы зажигания используют стационарные неавтоматизированные и компьютеризированные мотор-тестеры с электронно-лучевой трубкой, а также переносные электронные автотестеры (в последнее время с цифровой индикацией на жидкокристаллическом дисплее), достоинством которых является низкая стоимость, приспособленность для условий небольших АТП и СТО в сочетании с широкими функциональными возможностями. В ряде моделей отечественных автомобилей, оборудованных системой встроенных датчиков для диагностирования системы зажигания, предусмотрен специализированный разъем для подключения мотор-тестеров.

Для локализации неисправностей, в том числе и по цилиндрам, при всех методах диагностирования выделяется соответствующая фаза изменения напряжений в первичной и вторичной цепях зажигания при многократном повторе рабочего цикла двигателя (два оборота коленчатого вала). На экране электронно-лучевой

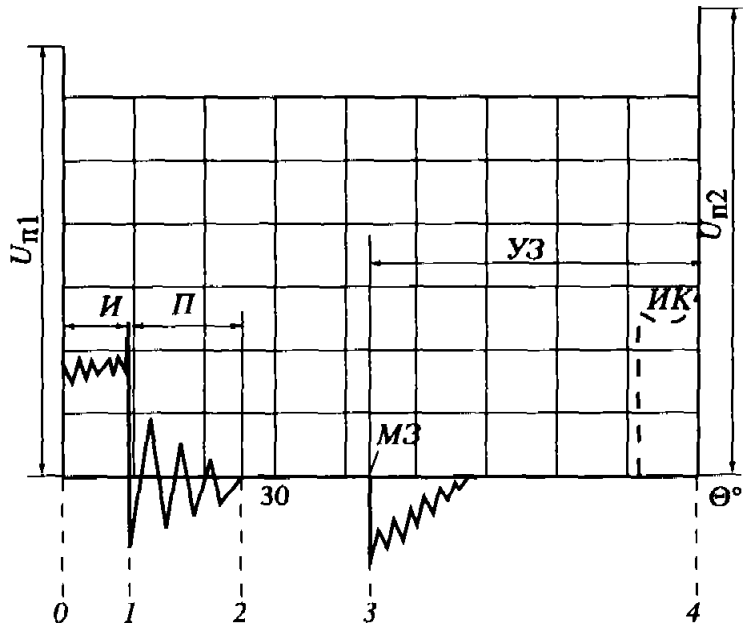


Рис. 12.18. Общий вид осциллограммы напряжения вторичной цепи системы зажигания карбюраторного четырехцилиндрового двигателя

$U_{п1}$, $U_{п2}$ – напряжение пробоя межэлектродного промежутка свечи для первого и последующих рабочих циклов; *И* – след искры; *П* – падение напряжения магнитного поля катушки; *МЗ* – момент замыкания контактов или "открытия" транзистора; *ИК* – искрение контактов (у транзисторных систем отсутствует); *УЗ* – угол замкнутого состояния контактов или соответствующий ему период открытого состояния транзистора; Θ – угол поворота кулачкового прерывателя-распределителя

трубки изменение напряжения оценивается визуально, сравнением с эталоном. При этом необходимо понимание процессов, приводящих к изменению напряжения.

Тестеры последнего поколения, ввиду перехода изготовителей на производство бесконтактно-транзисторных систем зажигания, рабочие процессы которых существенно улучшают экологические показатели, предусматривают визуальный и цифровой анализ изменения напряжения только во вторичной цепи. При этом также можно оценивать угол замкнутого состояния контактов прерывателя, прежде оцениваемый по параметрам первичной цепи. На осциллограмме напряжения вторичной цепи (рис. 12.18) в точке 0 происходит размыкание контактов прерывателя, или "закрытие" транзистора. При этом за счет токов индукции напряжение $U_п$ достигает значений 8–12 кВ, при которых происходит искровой пробой межэлектронного промежутка свечи. Участок 0–*1* отражает процесс горения искры, который поддерживается при напряжении порядка 1,0–1,5 кВ. Длительность этого участка характеризует энергию искры, существенно влияющую на качество воспламенения рабочей смеси.

В точке *1* искровой разряд обрывается, и в первичной и вторичной цепях происходят колебательные затухающие процессы, связанные с индуктивностью первичной обмотки катушки зажигания (и емкостью конденсатора для батарейных систем). При этом в первичной цепи на участке *2–3* устанавливается напряжение, создаваемое аккумуляторной батареей или генератором, а во вторичной цепи напряжение падает до нуля.

Точка *3* отражает момент замыкания контактов прерывателя, или "открытие" транзистора, в результате по первичной обмотке катушки зажигания потечет ток, сила которого будет зависеть от сопротивлений первичной обмотки, дополнительного резистора, состояния контактов прерывателя или транзистора. При этом вокруг катушки зажигания возбуждается магнитное силовое поле, а под действием нагрузки напряжение в первичной цепи падает почти до нуля (при хорошем состоянии контактов для батарейных систем это напряжение не должно превышать

0,1 В). Наводимого при этом во вторичной цепи напряжения (порядка 5 кВ) недостаточно для "пробивания" межэлектродного зазора свечи (8–12 кВ), поэтому после точки *3* напряжение во вторичной цепи стремится к нулю по мере насыщения (стабилизации) магнитного поля индукционной катушки. В точке *4* период повторяется для следующего цилиндра.

Зазор в контактах прерывателя определяют, изменяя по осциллограмме угол замкнутого состояния контактов *УЗ* и сравнивая его с нормативной величиной, которая составляет 41–45° для четырехцилиндрового и 28–31° для восьмицилиндрового двигателя. Для цифрового отображения длительность этого участка обычно оценивается в процентах по отношению к длительности одного рабочего цикла. Напряжение пробоя $U_п$ по осциллограмме будет больше при повышении межэлектродного промежутка свечи и меньше при плохой компрессии в цилиндрах работающего двигателя. При межвитковом замыкании (снижении индуктивности) первичной обмотки индукционной катушки ослабляются или полностью исчезают колебания на участке *1–2*. Если не наблюдается резкого выброса напряжения в точке *3*, то это указывает на плохое состояние (пригорание) контактов прерывателя для батарейной системы. Появление дополнительной ступеньки напряжения в точке *4* (*И К*) свидетельствует об искрении контактов прерывателя для батарейной системы (в результате неисправной работы конденсатора).

В последнее время все большее применение находят упрощенные цифровые приборы для проверки зазора в контактах прерывателя в комбинации с тахометром и вольтметром с двумя диапазонами измеряемого напряжения: до 20 В и до 0,5–1,0 В (последний используется для измерения напряжения на замкнутых контактах). Более сложные приборы, выполненные на основе микропроцессоров последних разработок, позволяют измерять величину напряжения пробоя $U_п$ и длительность искрового заряда *И*. Практически уже имеющее место повсеместное применение транзисторных бесконтактных или цифровых систем зажигания позволяет осуществлять полный контроль любых систем зажигания только измерениями параметров напряжения пробоя $U_п$, длительности искрового разряда *И* и среднего "интегрированного" напряжения горения искрового разряда, которые в принципе могут выполняться цифровыми приборами "карманного" исполнения. Визуальный контроль осциллограмм при этом становится не нужным, так же как и мотортестер, однако только всесторонний учет особенностей изменения напряжения во вторичной цепи, отражаемого осциллограммами, позволит получить эффективно работающие цифровые приборы. Последнее особенно важно в связи с дальнейшим совершенствованием зажигания в направлении увеличения длительности искрового разряда (так называемое плазменное зажигание) и применения новых конструкций свечей (с тремя-четырьмя боковыми электродами или исполнения их в виде единого "кольца").

Проверку и регулировку угла опережения зажигания проводят следующим образом. При неработающем двигателе производят начальную установку угла по совмещению подвижной и неподвижной меток ВМТ, расположенных на маховике или шкиве привода вентилятора двигателя, однако указанный метод дает погрешность до 5°. Проверку и окончательную регулировку данного угла, а также работу центробежного и вакуумного регуляторов осуществляют на режимах разгона автомобиля или "разгона" двигателя на холостом ходу. В последнем случае полезно использовать вакуумметр, подключаемый через тройник в разрыв соединения вакуумного регулятора с карбюратором, предварительно проверив общую работоспособность регулятора (при снятой крышке распределителя) по перемещению его рабочего органа при создании разряжения внешним вакуумным насосом (соответствие регулировочных характеристик проверяется только при снятом блоке

вакуумного регулятора на специальном стенде). Необходимо учитывать, что при правильной регулировке систем включение в работу вакуумного регулятора происходит при углах открытия дроссельной заслонки карбюратора более 6–7° и поэтому на номинальном режиме холостого хода подключенный вакуумметр должен показывать "нулевое" разрежение и рост его величины при открытии дросселя (повышении частоты вращения коленчатого вала). Если этого не наблюдается, как правило при засорении канала подвода разрежения, то необходимо устранить данный дефект или же произвести регулировку положения дросселя на холостом ходу.

В режимах разгона автомобиля на дороге или даже при испытаниях на ненагруженных беговых барабанах динамометрического стенда (простейшие барабаны могут быть изготовлены силами предприятия) неэффективная работа центробежного и вакуумного регуляторов ухудшают динамику автомобиля, которую несложно контролировать по увеличению времени разгона на прямой передаче от скорости 35–40 км/ч до скорости 60–80 км/ч, особенно на стенде.

Правильнее проверку угла опережения зажигания проводить на работающем двигателе при помощи стробоскопического устройства. Принцип его работы заключается в том, что если в строго определенные моменты времени относительно угла поворота вращающейся детали освещать ее коротким импульсом света (примерно 0,0002 с), то деталь будет казаться неподвижной. Таким образом проверяют соответствие измеряемых углов опережения их нормативным значениям на малой, средней и большой частотах вращения коленчатого вала двигателя (с учетом работы вакуумного регулятора). По результатам проверки производят регулировку или замену прерывателя. Снятый прерыватель можно восстанавливать в условиях специализированного участка с использованием для проверки качества восстановления стационарных стендов. В условиях участка эффективны также пескоструйная очистка свечей и проверка их работоспособности при определенном давлении (на специальных приборах).

12.4. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

На систему питания карбюраторных двигателей приходится около 5% отказов от общего их числа по автомобилю. Однако состояние основного элемента системы – карбюратора – является определяющим для обеспечения топливной экономичности (средний перерасход топлива из-за не выявленных по внешним признакам неисправностей составляет 10–15%) и допустимой концентрации вредных компонентов в отработавших газах.

К явным неисправностям системы питания относят нарушение герметичности и течь топлива из топливных баков и трубопроводов, "провалы" двигателя при резком открытии дроссельной заслонки из-за ухудшения функционирования ускорительного насоса; к неявным – загрязнение (повышение гидравлического сопротивления) воздушных фильтров, прорыв диафрагмы и негерметичность клапанов бензонасоса, нарушение герметичности игольчатого клапана и изменение уровня топлива в поплавковой камере, изменение (увеличение) пропускной способности жиклеров, неправильная регулировка холостого хода.

Выявление неявных неисправностей карбюратора и бензонасоса производится ходовыми и стендовыми испытаниями, а также путем оценки состояния отдельных элементов после снятия карбюратора и его профилактической переборки и испытаний в цеховых условиях.

Одним из конечных показателей технического состояния системы питания (при прочих равных условиях) является расход топлива (или так называемая топливная экономичность), который может быть оценен по данным действующей системы

помашинного учета расхода топлива; ходовых испытаний на мерном горизонтальном участке дороги и движении автомобиля с постоянной скоростью; стендовых испытаний на беговых барабанах. В двух последних случаях расход топлива определяется с помощью расходомеров или мерных бачков.

Повышенный расход топлива (при исправном зажигании) указывает на неправильную регулировку главной дозирующей системы, а также, возможно, и на негерметичность клапанов экономайзера. Более удобно подобные испытания с охватом всех диапазонов работы карбюратора (включение второй камеры и экономайзера) проводить на стенде с беговыми барабанами. При использовании ненагруженных беговых барабанов возможно получение информации о степени несоответствия пропускной способности жиклеров главной дозирующей системы первой камеры (которая практически обеспечивает экономичность и экологическую безопасность автомобиля) оптимальным режимам.

Признаком экономичности является устойчивая работа карбюратора на постоянных и переменных нагрузочных режимах только при полном прогреве двигателя и карбюратора. Если же устойчивая работа наблюдается уже на холодном или малопрогретом двигателе, то это свидетельствует о переобогащении смеси. К переобогащению смеси приводит также негерметичность игольчатого клапана поплавковой камеры. Признаком последней является, как правило, затрудненный запуск двигателя из-за переполнения поплавковой камеры, особенно горячего двигателя. При отсутствии смотровых окон или контрольных пробок переполнение можно обнаружить визуально по подтеканию топлива в диффузор после остановки двигателя, для чего необходимо предварительно демонтировать воздушный фильтр.

В условиях цеха у карбюратора, помимо герметичности игольчатого клапана и уровня топлива в поплавковой камере, проверяют также пропускную способность жиклеров и герметичность клапана экономайзера. У бензонасосов проверяют создаваемое разрежение (не ниже 50 кПа), давление (17–30 кПа) и подачу (0,7–2,0 л/мин), а также целостность диафрагмы. (Указанные виды испытаний можно осуществлять как на отдельных приспособлениях и приборах, так и на специальных комбинированных стендах, которые достаточно широко распространены на АТП.)

Наиболее ответственной является проверка пропускной способности жиклеров, которая измеряется по количеству воды (в кубических сантиметрах), протекающей через дозирующее отверстие жиклера за 1 мин под напором водяного столба 1 м ± 2 мм при температуре 20±1 °С. На основе указанных измерений можно не только проверять соответствие жиклеров паспортным данным, но и осуществлять индивидуальную "подгонку" пропускной способности топливных или воздушных жиклеров главной дозирующей системы для каждого карбюратора, что обеспечивает экономичные режимы работы (на основе данных участка диагностирования или испытаний карбюратора на дороге).

В последнее время в связи с ужесточением требований к экологической безопасности получили распространение технологии обслуживания и ремонта карбюратора на основе его специализированных испытаний на стенде с полноразмерным двигателем, позволяющих имитировать все установившиеся режимы работы двигателя (от холостого хода до развития им максимальной мощности) и на основе комплексных измерений осуществлять не только общую оценку состояния, но и индивидуальную "подгонку" пропускной способности основных топливных и воздушных жиклеров. В то же время при наличии на участках диагностирования многокомпонентных газоанализаторов, позволяющих оценивать степень обогащения рабочей смеси, и ненагруженных беговых барабанов указанные работы более просто и эффективно осуществлять непосредственно на автомобиле, добиваясь улучшения экономичности и экологической безопасности с учетом индивидуальных особенностей технического состояния. При испытании автомобиля на прямой

передаче со скоростями от 40 до 80–90 км/ч содержание в отработавших газах CO и CH зависит (при исправном зажигании и нормативном состоянии клапанов и ЦПГ двигателя) в основном от пропускной способности жиклеров первой камеры. При этом можно определить технологические нормы содержания CO (в первом приближении они составляют 0,7–0,9%), превышение которых указывает на необходимость индивидуального "подбора" жиклеров с целью получения "нормативного" смесеобразования (это необходимо примерно для половины эксплуатируемых автомобилей). Такой подбор целесообразно осуществлять путем увеличения пропускной способности воздушного жиклера (его достаточно рассверливать через 0,1 мм) до получения контролируемым многокомпонентным газоанализатором значений коэффициента избытка воздуха $\alpha = 1{,}1 \div 1{,}2$. Превышение содержания CH (более 300–400 млн$^{-1}$) при таком испытании, как правило, указывает на недостаточную герметичность ЦПГ и клапанов. Применение такой технологии обслуживания карбюраторов становится необходимым в связи с установкой на автомобили, эксплуатируемые в крупных городах, двухкомпонентных нейтрализаторов, снижающих загрязнение окружающей среды; при этом, если двигатель работает на обогащенной рабочей смеси, то ресурс нейтрализатора существенно сокращается.

На систему питания дизелей приходится до 9% всех неисправностей автомобилей. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в турбонагнетатель; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу поворота коленчатого вала и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и приводит к незначительному повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя на 3–5%.

Контроль системы питания включает в себя: проверку герметичности системы и состояния топливных и воздушных фильтров, проверку топливоподкачивающего насоса, насоса высокого давления и форсунок.

Негерметичность части системы, находящейся под высоким давлением, проверяется визуально по подтеканию топлива при работающем двигателе. Негерметичность впускной части (от бака до топливоподкачивающего насоса), приводящая к подсосу воздуха и нарушению работы топливоподкачивающей аппаратуры, проверяют с помощью специального прибора-бачка. Часть магистрали, находящейся под низким давлением, можно проверить на негерметичность и при неработающем двигателе путем опрессовки ручным топливоподкачивающим насосом.

Состояние сухих воздушных фильтров, устанавливаемых на всех последних моделях автомобилей, проверяют по разрежению за фильтром при помощи водяного пьезометра (должно быть не более 700 мм вод. ст.). Состояние топливных фильтров можно проверить в первом приближении на холостом ходу двигателя по давлению за фильтром (допускается не менее 150 кПа), а более точно – по перепаду давлений перед фильтром и за ним (не более 20 кПа). Более низкое давление свидетельствует также о неисправной работе топливоподкачивающего насоса, который после переборки в условиях цеха при испытаниях на специальном стенде должен обеспечивать (при 1050 об/мин) разрежение не менее 50 кПа, давление не менее 400 кПа и подачу не ниже 25 см^3 на 100 рабочих ходов (приведенные нормативы – для восьмицилиндровых двигателей МАЗ и КамАЗ).

Контроль насоса высокого давления и форсунок непосредственно на автомобиле проводят при превышении двигателем норм по дымности и с целью выявле-

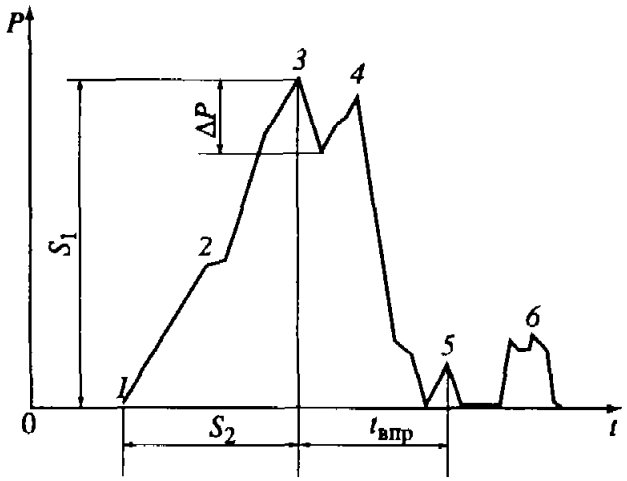


Рис. 12.19. Общий вид осциллограммы, отображающей давление в топливопроводе дизельного двигателя

ния и устранения неисправностей. Наибольшее распространение получил метод, основанный на анализе изменения давления, фиксируемого при помощи специального накладного (зажимного) датчика, устанавливаемого у форсунки на нагнетательный топливопровод (рис. 12.19). Здесь в точке *1* начинается повышение давления в результате движения плунжера насоса, в точке 2 срабатывает нагнетательный клапан, и при малой скорости движения плунжера рост давления на некоторое время замедляется. В точке *3* поднимается игла форсунки. При этом давление падает, поскольку высвободившийся объем не успевает заполниться топливом, а затем снова повышается до определенной величины. Точка *4* на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя может характеризовать максимальное давление процесса впрыска. Однако для нормального процесса в режиме холостого хода это давление обычно фиксируется по характерному пику точки *3*. В точке *5* происходит "посадка" иглы форсунки и впрыскивание заканчивается, после чего происходит "посадка" в седло нагнетательного клапана плунжера. Импульсы остаточного давления (*6*) появляются в результате недостаточной герметичности нагнетательного клапана. Величина сигнала S_1 определяет затяжку пружины форсунки и статическое давление начала впрыска. Перепад давления ΔP характеризует подвижность иглы форсунки. Путем интегрирования на периоде впрыска $t_{впр}$ можно оценить цикловую подачу топлива. Время задержки впрыска S_2 характеризует зазор в плунжерной паре, вызывающий утечку топлива между гильзой и плунжером.

Диагностирование по указанному методу осуществляется при помощи упрощенных, преимущественно цифровых, приборов с одним накладным датчиком и стробоскопом, обеспечивающих определение частоты вращения коленчатого вала двигателя, установочного угла опережения впрыска топлива, возможности проверки качества работы регулятора частоты вращения и автоматической муфты опережения впрыска топлива, а также качественную оценку давления начала впрыска или максимального давления впрыска при передаче сигнала на внешний осциллограф. Меньшее распространение имеют значительно более дорогие стационарные стенды с осциллографами и одновременной установкой датчиков на все форсунки. Такие стенды обычно являются универсальными, на них можно осуществлять комплексное диагностирование электрооборудования и систем зажигания, а также оперативно оценивать показатели компрессии по отдельным цилиндрам (по колебаниям силы тока при прокручивании коленчатого вала, запускаемого от стартера двигателя). При отсутствии средств диагностирования для снижения дымности необходимо провести трудоемкие профилактические работы, в первую очередь по форсункам и насосу высокого давления с их снятием и последующей переборкой и испытаниями в условиях цеха. Снятая форсунка проверяется: на герметичность при давлении 30 МПа, при этом время падения давления от 28 до 23 МПа должно быть не менее 8 с; на начало подъема давления (давление впрыска), которое должно составлять 16,5+0,5 МПа для двигателей КамАЗ, 14,7+0,5 МПа для двигателей ЯМЗ; на качество распыла, который должен быть четким, туманообразным и ровным по поперечному сечению конуса, иметь

характерный "металлический" звук. Давление впрыска форсунки регулируют путем изменения толщины регулировочных шайб, установленных под пружину, или с помощью регулировочной гайки.

Наиболее сложными и ответственными являются осуществляемые на специальных стендах цеховые проверка и регулировка насоса высокого давления на начало подачи, ее равномерность и на собственно подачу топлива. Отклонение начала подачи топлива каждой секцией относительно первой не должно превышать ±20, а неравномерность при установке рейки в положение максимальной подачи – 5%. На стенде регулируются пусковая и максимальная цикловые подачи топлива, а также работа регулятора топлива (выключение подачи топлива при остановке двигателя, автоматическое выключение подачи топлива при установленных максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя и частоте начала работы автоматического регулятора).

Монтаж насоса высокого давления на двигателе производят при помощи моментоскопа (стеклянной трубки с внутренним диаметром 1,5–2,0 мм), устанавливаемого на выходном штуцере первой или предыдущей по порядку работы секции насоса, по появлению топлива в котором производится закрепление муфты привода таким образом, чтобы угол опережения составлял 16–19° до ВМТ первого цилиндра. Выполнение указанных работ обеспечивает (при правильной регулировке клапанов и хорошей компрессии в цилиндрах двигателя) минимальную дымность и максимальную экономичность работы дизеля.

12.5. ДВИГАТЕЛИ С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ

Для повышения топливной экономичности, динамических качеств автомобилей, обеспечения экологической безопасности в соответствии с действующими нормами на современных автомобилях применяются компьютерные системы управления рабочими процессами двигателей. Иногда эти двигатели называют компьютеризированными.

Суть компьютерного управления состоит в приготовлении количественного и качественного состава рабочей смеси (соотношение: воздух–топливо), а также в определении момента подачи топлива в цилиндры и искры на свечи зажигания с учетом режимов работы двигателя и состава отработавших газов. С помощью датчиков компьютерной системы определяются показатели режимов работы двигателя и автомобиля (количество поступающего в цилиндры воздуха, положение дроссельной заслонки, температура воздуха во впускном трубопроводе, температура охлаждающей жидкости двигателя, частота вращения коленчатого вала и др.), которые преобразуются в электрический сигнал и передаются в электронный блок управления (ЭБУ). В соответствии с заложенной программой ЭБУ обрабатывает полученные сигналы и выдает команды исполнительным устройствам (форсунки, регулятор холостого хода, реле включения вентилятора, свечи зажигания и др.).

У *бензиновых компьютеризированных двигателей* наиболее эффективны системы с последовательно распределенным впрыском топлива (рис. 12.20), позволяющие на 12–15% снизить расход топлива и на 18–20% улучшить экологические показатели работы автомобилей на линии по сравнению с ранее применяемыми компьютерными системами управления работой двигателя с центральным и непоследовательно распределенным впрыском топлива. В этих системах с помощью электрического топливного насоса *26*, расположенного, как правило, в топливном баке, бензин, проходя топливный фильтр *18*, поступает в рампу форсунок *5*, откуда подается в цилиндры при электрическом управлении открытием соответствующих

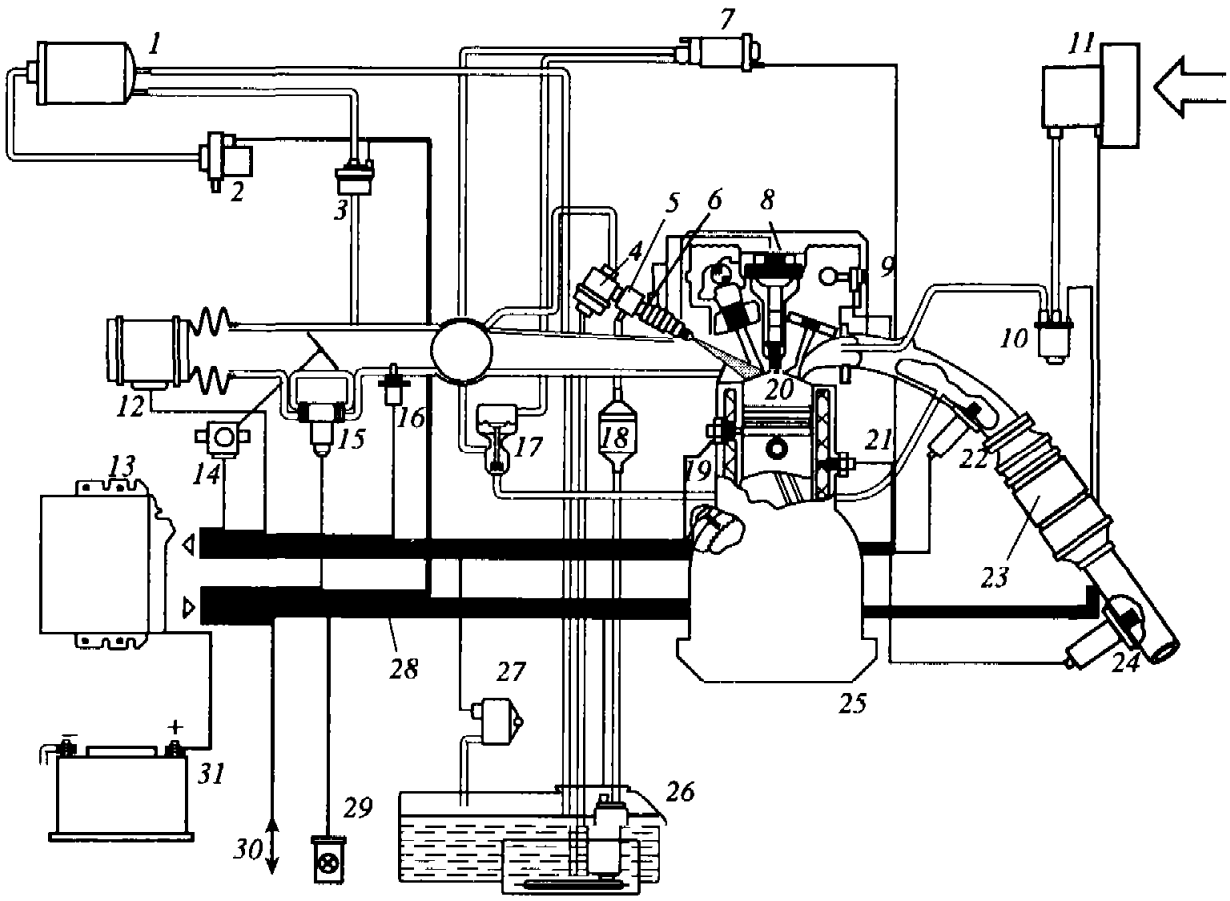


Рис. 12.20. Компьютерная система управления работой бензинового двигателя

1 – адсорбер с активированным углем; *2* – клапан впуска воздуха; *3* – клапан продувки адсорбера; *4* – регулятор давления топлива; *5* – рампа форсунок; *6* – форсунка (инжектор); *7* – регулятор давления клапана рециркуляции; *8* – катушка зажигания; *9* – датчик фазы (положения кулачкового вала); *10* – клапан дополнительного воздуха; *11* – насос дополнительного воздуха; *12* – датчик массового расхода воздуха; *13* – электронный блок управления; *14* – датчик положения дроссельной заслонки; *15* – регулятор холостого хода; *16* – датчик температуры воздуха; *17* – клапан рециркуляции отработавших газов; *18* – топливный фильтр; *19* – датчик синхронизации оборотов коленчатого вала; *20* – датчик детонации; *21* – датчик температуры двигателя; *22, 24* – кислородный датчик (λ-зонд); *23* – нейтрализатор отработавших газов; *25* – двигатель; *26* – электрический топливный насос; *27* – датчик разности давления; *28* – электрические цепи; *29* – лампа диагностики; *30* – диагностический разъем; *31* – аккумуляторная батарея

форсунок *6*. Давление подаваемого топлива регулируется специальным клапаном *4* и равно 0,285–0,325 МПа. Развиваемое электрическим насосом давление топлива у большинства автомобилей составляет не менее 0,30–0,35 МПа.

Количество подаваемого в цилиндры топлива зависит от времени открытия электрических клапанов форсунок и строго соответствует количеству поступающего во впускной трубопровод двигателя воздуха, измеряемого датчиком массового расхода воздуха *12* и корректируемого в соответствии с сигналами от датчиков положения дроссельной заслонки *14* и температуры воздуха *16*.

ЭБУ *13* по специальной программе обрабатывает все поступающие в него данные и контролирует включение электрического бензонасоса, вентилятора системы охлаждения двигателя, кондиционера, компрессора турбонаддува и в соответствии с режимами работы двигателя и автомобиля обеспечивает впрыск топлива форсунками, поддерживая стехиометрический состав топливно-воздушной смеси (отношение количества топлива к воздуху равно 1/14,7).

Моменты подачи топлива и искры на свечи зажигания, выдаваемые ЭБУ в качестве исполнительных команд на топливные форсунки *6* и катушки зажигания

8, зависят от входящих в ЭБУ *13* сигналов датчиков синхронизации *19*, фазы *9*, температуры двигателя *21*, детонации *20* и содержания кислорода в отработавших газах *22, 24*.

При установке на автомобиле двух кислородных датчиков ("горячего" *22*, расположенного ближе к двигателю, и "холодного" *24*) ЭБУ системы управления работой двигателя *25* с помощью насоса *11* и клапана *10* подает дополнительный воздух из атмосферы за выпускные клапаны цилиндров двигателя. Это позволяет продолжить окисление перегретых отработавших газов в системе выпуска и увеличить срок службы каталитического нейтрализатора *23*.

Особенностью компьютерных систем управления работой двигателя является наличие большого количества дополнительных датчиков и исполнительных механизмов, которые в соответствии с теорией надежности можно рассматривать как систему последовательно соединенных устройств, что может привести к снижению показателей надежности системы (см. гл. 3), особенно при внезапных отказах.

Отказы компьютерных систем трудно диагностируемы обычными методами, а их последствия (прекращение транспортного процесса, увеличение расхода топлива и токсичности отработавших газов) трудноустранимы. Для предупреждения отказов и неисправностей в компьютерных системах управления работой двигателей предусмотрено встроенное диагностирование. ЭБУ фиксирует отклонения рабочих параметров в управлении работой двигателя и регистрирует их в виде кодов неисправностей, сигнализируя при движении автомобиля или при ТО и ремонте об отклонении параметров технического состояния от установленных норм.

О неисправностях в компьютерной системе сигнализирует лампа диагностики *29* с рисунком двигателя или надписью "проверь двигатель" ("check engine"). При использовании специальной технологии контроля, разрабатываемой производителем автомобилей, коды неисправностей считываются с помощью диагностической лампы или сканера (тестера), подсоединяемого к диагностическому разъему *30*.

На автомобилях с системами управления работой двигателя применяются цифровые, буквенные и смешанные коды неисправностей. Например, на автомобилях ВАЗ-2110 выпуска 2000 г. неисправности кодированы двумя цифрами, и с помощью диагностической лампы по кодам можно получить следующую информацию:

12 – "режим самодиагностики" или "система полностью исправна" при отсутствии других кодов;
13 – отсутствует сигнал кислородного датчика;
14 – высокий,
15 – низкий уровень сигнала температуры двигателя;
16 – высокий,
17 – низкий уровень сигнала бортового напряжения;
19 – неверный сигнал датчика синхронизации;
21 – высокий,
22 – низкий уровень сигнала датчика дроссельной заслонки;
33 – высокий,
34 – низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха;
35 – отклонение частоты вращения коленчатого вала при режиме холостого хода;
42 – неисправность в цепи зажигания,
43 – в цепи датчика детонации;
44 – обедненный,
45 – обогащенный состав топливно-воздушной смеси;
49 – подсос воздуха;
52 – ошибка ЭБУ;
55 – обедненный состав топливно-воздушной смеси при высоких нагрузках;
61 – ухудшение работы кислородного датчика.

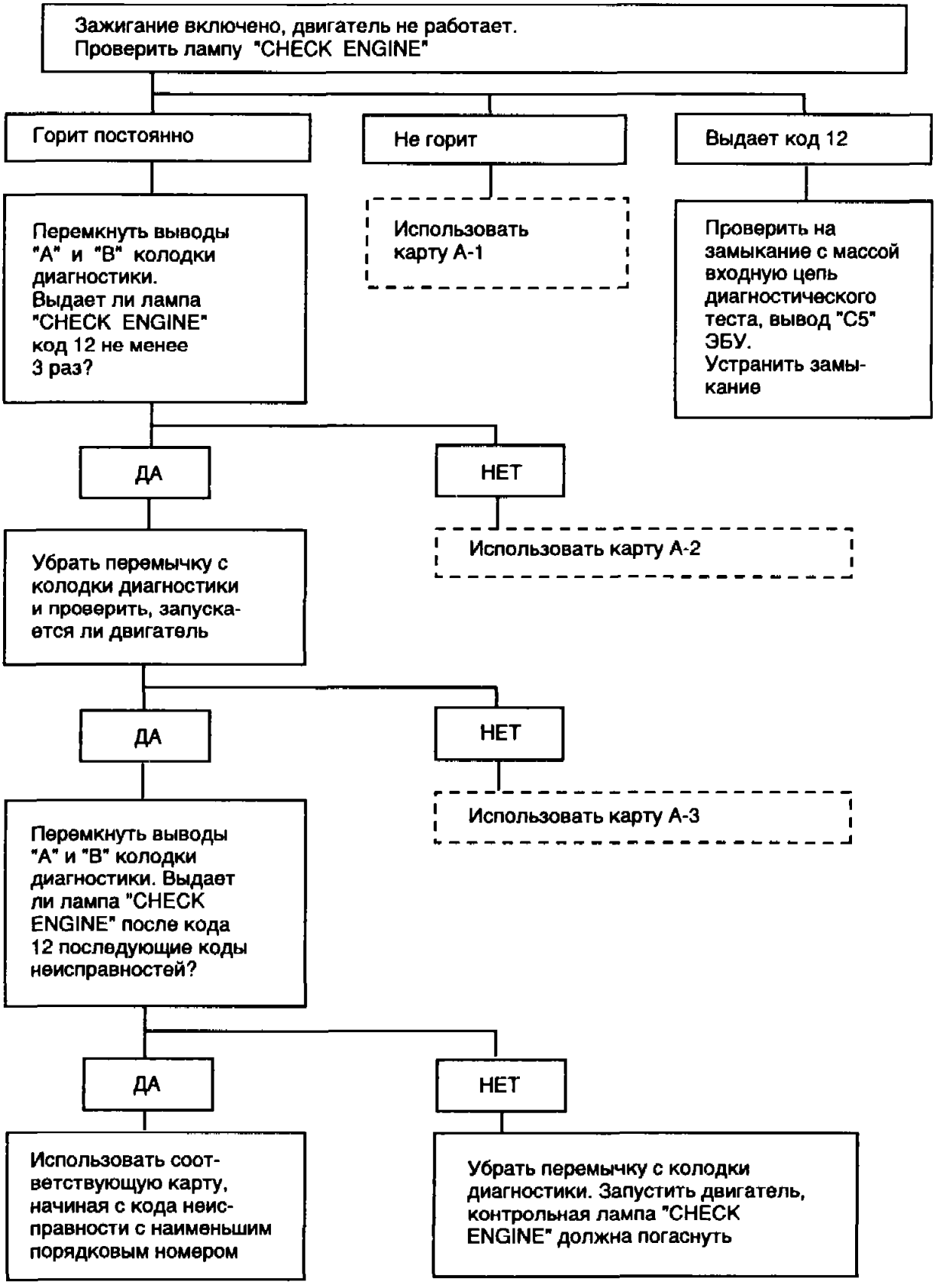


Рис. 12.21. Диагностическая карта проверки электрической цепи компьютерной системы управления работой двигателя ВАЗ-21102

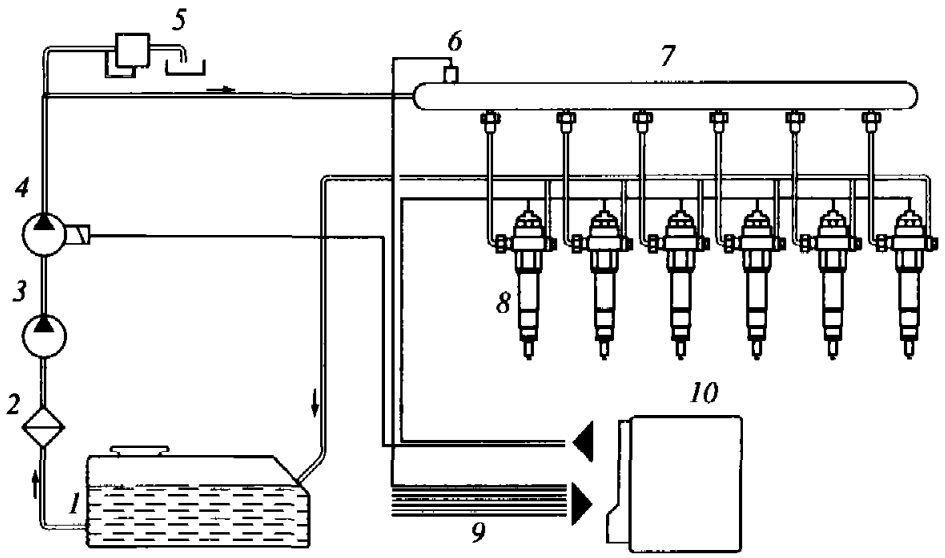


Рис. 12.22. Система управления работой дизельного двигателя с общей рейкой и аккумулятором давления

1 – топливный бак; *2* – фильтр; *3* – топливоподкачивающий насос; *4* – насос высокого давления; *5* – редукционный клапан; *6* – датчик давления; *7* – рейка-аккумулятор топлива; *8* – форсунки; *9* – электрические цепи от измерительных датчиков; *10* – электронный блок управления

При подключении диагностического сканера более полно определяется техническое состояние компьютерной системы (коды и их описание), при этом имеется возможность выполнить корректировки по составу топливно-воздушной смеси, углу опережения зажигания и др.

Наиболее характерны отказы следующих элементов системы управления работой бензиновых двигателей: электрические цепи – окисление контактов и обрыв проводов (35%), топливный насос (22%), клапан холостого хода (10%), элементы системы зажигания (9%), форсунки (8%), датчик кислорода (7%), датчики и реле (6%), электронный блок управления (3%).

Восстановление технического состояния системы управления работой двигателя проводится по разработанным производителем автомобилей алгоритмам (диагностическим картам) для каждого кода неисправности. Диагностическая карта (рис. 12.21) устанавливает последовательность проведения работ при контроле компьютерной системы, определении неисправностей и их устранении. Данные работы выполняет специально подготовленный персонал на диагностических постах АТП и СТО. Посты оснащаются комплектом приборов и приспособлений. Для двигателя ВАЗ-21102 данный комплект включает: пробник электрический, специальный тестер, осциллограф-мультиметр, перемычку, разрядник, пробник для цепи форсунок, топливный манометр, прибор для проверки форсунок, вакуумный насос, съемник высоковольтных проводов, набор адаптеров, манометр для измерения давления в системе выпуска.

В настоящее время *компьютерные системы* управления работой двигателя получают все большее применение на *дизельных двигателях легковых и грузовых автомобилей*. В этих системах (рис. 12.22) используются датчики и схемы управления, аналогичные рассмотренным, а ЭБУ с помощью датчика *6* выполняет контроль давления топлива в рейке-аккумуляторе *7* и осуществляет электрическое управление цикловой подачей топлива через форсунки *8* и углом опережения впрыска топлива в соответствии с режимами работы двигателя и автомобиля.

Из топливного бака *1* через фильтр *2* и топливоподкачивающий насос *3*, используемый в основном для удаления воздуха из системы, топливо насосом высокого давления *4*, работа которого контролируется ЭБУ, подается в рейку-

аккумулятор. При этом величина давления топлива устанавливается редукционным клапаном 5 и контролируется ЭБУ.

Давление впрыска топлива на современных автомобилях с компьютеризированным дизельным двигателем увеличено до 130–150 МПа при минимальном его отклонении на каждой из форсунок, что достигается использованием в системе общей для всех форсунок рейки-аккумулятора топлива. На некоторых автомобилях в качестве форсунок применяются впрыскиватели (насос-форсунки), приводимые в действие от специальных кулачков на распределительном валу двигателя.

Для определения и восстановления технического состояния электронных систем на компьютеризированных дизельных двигателях используются аналогичные коды неисправностей, считываемые по диагностической лампе и с помощью диагностических средств, технологии технического обслуживания и ремонта, алгоритмы поиска и устранения неисправностей.

Контроль давления в топливных системах бензиновых и дизельных двигателей осуществляется в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей с использованием образцового деформационного манометра. Технология проверки с помощью манометра предусматривает определение технического состояния без снятия с автомобиля топливного насоса, фильтра, регулятора давления топлива (редукционного клапана) и форсунок. При демонтаже форсунки проверяются на стендах на величину цикловой подачи топлива и качество его распыления, а с помощью сжатого воздуха и емкости с керосином или дизельным топливом определяется герметичность форсунок.

12.6. АГРЕГАТЫ И МЕХАНИЗМЫ ТРАНСМИССИИ

На агрегаты и механизмы трансмиссии (сцепление, карданная передача, коробка передач, раздаточная коробка, главная передача и бортовые редукторы) приходится 10–15% отказов и до 40% материальных и трудовых затрат на восстановление их работоспособности. Для устранения отказов автоматической трансмиссии (автоматической, полуавтоматической и гидромеханической передач), являющейся наиболее сложным и дорогостоящим агрегатом современных автомобилей, требуется до 25% материальных и трудовых затрат. Бесступенчатые автоматические коробки передач со стальным гибким ремнем фрикционного зацепления, гидравлическим насосом и системой электронно-гидравлического управления, применяемые на легковых автомобилях с передним приводом и поперечно расположенным двигателем небольшой мощности (как правило, до 80 л.с.), имеют не более 12–15% отказов и неисправностей по автомобилю. Трудозатраты на их устранение значительно больше (до 30%), что связано с высокой трудоемкостью снятия, ремонта и установки данного агрегата.

Диагностирование агрегатов и механизмов трансмиссии осуществляется при техническом обслуживании или поступлении сведений от водителя об отказах и неисправностях и состоит в контроле суммарных люфтов, легкости переключения передач, уровня шума и вибрации при испытаниях автомобиля на стенде с беговыми барабанами.

Основными неисправностями *фрикционного сцепления* являются: пробуксовка под нагрузкой (отсутствие свободного хода педали сцепления, износ или замасливание фрикционных накладок и ослабление пружин); неполное выключение (увеличен свободный ход педали сцепления, перекос рычажков сцепления, заклинивание или коробление ведомого диска); резкое включение (заедание подшипника выключения, поломка демпферных пружин, износ шлицевого соединения первичного вала и муфты ведомого диска); нагрев, стуки и посторонний шум (постоянное вращение и разрушение подшипника выключения, ослабление закле-

пок накладок диска, ослабление рычагов сцепления или неправильное их расположение – в одной плоскости).

Состояние механизма сцепления контролируют по свободному ходу педали, пробуксовке и полноте включения сцепления, определяемой легкостью включения передач.

Неисправностями *карданной передачи* могут быть биение вала, износ его шлицевого соединения и шарниров крестовин, что приводит к щелчкам при трогании автомобиля с места, шуму и вибрации во время движения, особенно "накатом". Аналогичные проявления наблюдаются при износе шарниров равных угловых скоростей (ШРУСов) автомобилей с передним приводом.

Износ сопряженных деталей шарниров карданного вала и его шлицов, ШРУСов переднеприводных автомобилей контролируют визуально по их относительному смещению при покачивании. Биение карданного вала (или полуоси со ШРУСом) по центру не должно превышать нормативного значения (2 мм). Определяют его при помощи неподвижно закрепленного механического индикатора.

Характерными неисправностями *механической коробки передач, раздаточной коробки, главной передачи и бортовых редукторов* являются: самовыключение передачи (из-за разрегулировки деталей привода, износа подшипников, зубьев, шлицов, валов, фиксаторов); шумы при переключении (из-за неполного выключения сцепления или неисправностей синхронизаторов); повышенные вибрации, шум, нагрев, люфт из-за низкого уровня масла, износа или поломки зубьев шестерен, износа подшипников и их посадочных мест, ослабления креплений и разрегулировки зацепления зубчатых пар; подтекание смазки из-за износа сальников и повреждений уплотняющих прокладок.

Для диагностирования механических и автоматических коробок передач, а также главной передачи автомобилей широкое распространение получил метод, основанный на измерении суммарных люфтов при помощи специализированных люфтомеров-динамометров, создающих момент силы 20–25 Н · м. Зев динамометрического ключа прибора накладывают на крестовину карданного вала, указатель закрепляют зажимом на шейке отражателя ведущего вала главной передачи, а шкалу – на фланце заднего моста. Таким образом производится последовательное измерение люфтов главной передачи (с бортовыми редукторами) и коробки передач с карданным валом. Для грузовых автомобилей люфт главной передачи не должен превышать 60°, коробки передач – 15° и карданного вала – 6°. Для легковых автомобилей люфт карданной передачи, ШРУСа, каждой из передач коробки не должен быть более 5°, главной передачи – 15–20°, а суммарный люфт трансмиссии – 45–50°. Суммарный люфт в агрегатах и механизмах трансмиссии автомобилей с передним приводом может быть определен при вывешивании одного из передних колес, присоединении динамометра к гайке крепления колеса и установке угломера у колеса.

Работы по восстановлению состояния демонтированных с автомобиля агрегатов трансмиссии выполняются на агрегатном участке АТП или специализированных ремонтных предприятиях. Ремонт агрегатов на АТП в основном состоит в замене изношенных крестовин карданного вала, ШРУСов, синхронизаторов, шестерен (в паре), подшипников. У главных передач осуществляют регулировку затяжки подшипников для устранения осевого зазора вала ведущей шестерни, промежуточного вала и блока дифференциала. Достигается это за счет уменьшения толщины регулировочных шайб, числа стальных прокладок и другими способами до получения заданного производителем или техническими условиями на технологический процесс момента затяжки. После замены подшипников проводят регулировку зацепления конечных шестерен главной передачи, изменяя число прокладок между фланцем стакана вала ведущей шестерни и торцом картера редуктора, а также переставляя прокладки под крышками роликовых подшипников

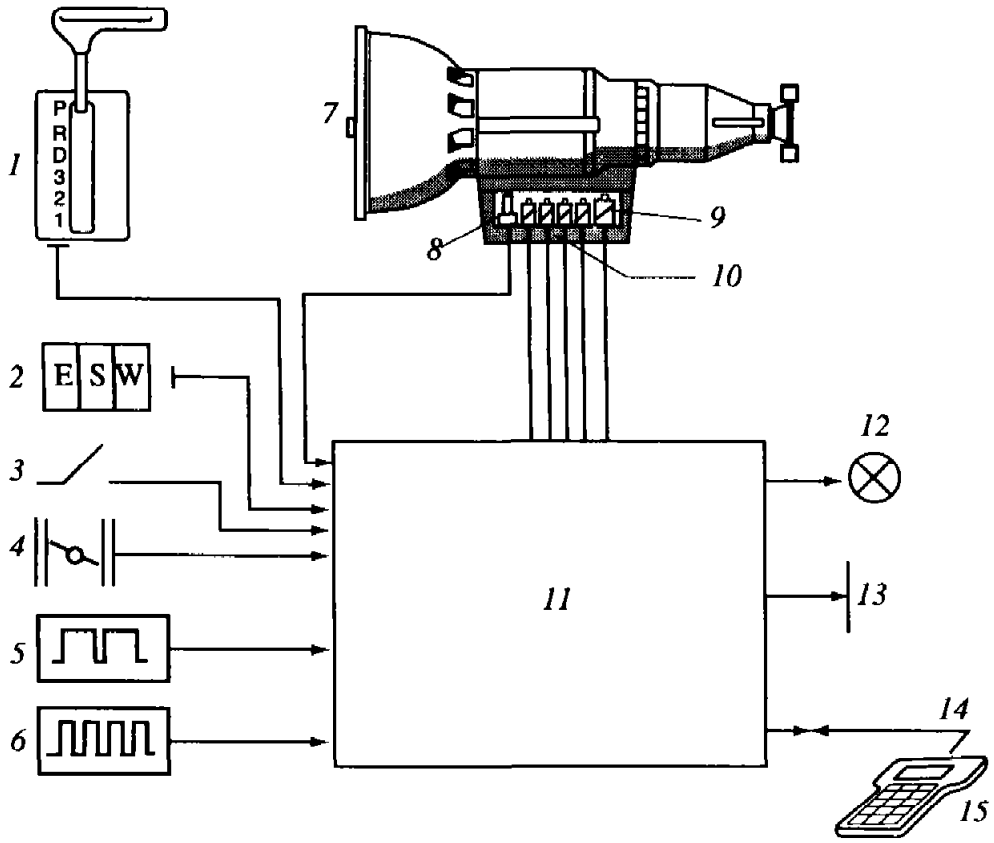


Рис. 12.23. Схема управления АКПП

1 – селектор переключения передачи (положения селектора: P – блокировка АКПП при стоянке, R – задняя передача, N – нейтральная передача, D – движение вперед, 1–3 – номера передач); *2* – переключатель программ режима движения; *3* – кнопка принудительного включения пониженной передачи ("kick-down"); *4* – сигнал от датчика положения дроссельной заслонки; *5* – от датчика крутящего момента двигателя; *6* – от датчика частоты вращения коленчатого вала; *7* – автоматическая коробка передач; *8* – датчик частоты вращения ведомого вала; *9* – регулятор давления; *10* – соленоиды гидроклапанов; *11* – электронный блок управления; *12* – сигнальная лампа отказов на панели приборов; *13* – сигнал для изменения крутящего момента на коленчатом валу в блоке управления работой двигателя; *14* – разъем для подсоединения диагностических приборов; *15* – диагностический прибор

промежуточного вала. Зацепление контролируют по отпечатку контактов зубьев шестерен.

В *автоматической коробке перемены передач* (АКПП) выбор требуемого режима движения (E – экономический, S – спортивный, W – в затрудненных условиях), согласование режимов работы АКПП с блоком управления работой двигателя, включение и переключение соответствующих передач производится автоматически с учетом режимов работы автомобиля и двигателя, а также сигналов электронного блока управления АКПП *11* (рис. 12.23), получающего информацию от датчиков *4–6*, *8*, в том числе используемых в системе компьютерного управления работой двигателя (см. рис. 12.20).

В качестве исполнительного устройства переключения передач в АКПП используются гидроклапаны, управляемые соленоидами *10*, получающими соответствующие сигналы от электронного блока управления *11* для распределения масла в секции выбранных передач. Давление масла в гидравлической системе АКПП создается одним или двумя насосами.

Автомобили с описанными АКПП оснащаются диагностической лампой *12* или специальным диагностическим разъемом *14*, позволяющими считывать из оперативной памяти компьютерного блока коды неисправностей и проводить их расшифровку с помощью диагностического прибора *15*.

Наиболее распространенными неисправностями АКПП в эксплуатации чаще всего являются посторонний шум и вибрация (28–30%), проскальзывание или пробуксовка (20–23%), способные затруднить трогание автомобиля с места, несоответствие передач режимам работы двигателя (32–35%), приводящее к запаздыванию и "вялому" переключению передач, рывкам, "вялому" разгону в режиме пониженной передачи (включение кнопки "kick-down" – "кик-даун"), заклинивание и постоянная работа на одной из передач (8–10%), отсутствие передачи заднего хода (2–3%), нарушения в работе селектора переключения передач, в световой (иногда и в звуковой) системе информации и индексации о режиме работы автоматической трансмиссии (3–4%), подтекание масла (4–6%).

Причинами невключения какой-либо передачи АКПП являются выход из строя электромагнитов (соленоидов), заклинивание главного гидроклапана – золотника, неисправности в работе гидравлических клапанов, разрегулировка системы автоматического управления переключения передач. Рывки при переключении передач, как правило, возникают при разрегулировке переключателя золотников периферийных клапанов или ослаблении крепления центробежного регулятора и тормоза главного золотника. Несоответствие моментов переключения передач скорости движения и степени открытия дроссельной заслонки возникает при разрегулировке системы автоматического переключения передач и понижении давления масла в главной магистрали из-за износа деталей масляных насосов или чрезмерных внутренних утечек масла.

При техническом обслуживании АКПП проводится общий контроль технического состояния, проверка уровня и давления масла, его замена через 45–60 тыс. км пробега в зависимости от модели АКПП. При замене масла для слива его остатков следует отсоединить магистраль, идущую к масляному радиатору.

При общем контроле технического состояния коробки используют переносные приборы, позволяющие определять частоту вращения коленчатого вала двигателя и ведомого вала коробки передач. Для выявления отказов и неисправностей дополнительно используются автотестер, подключаемый поочередно к соленоидам гидроклапанов.

Для проверки работоспособности АКПП наиболее распространены следующие диагностические методы: контроль давления масла, стендовые испытания, диагностирование по кодам неисправностей (для АКПП с электронным блоком управления).

Проверку давления масла в магистралях АКПП проводят контрольным масляным манометром, который поочередно (через специальный переходник) подсоединяют к отверстиям в корпусе гидроклапанов на входе и выходе масляной магистрали. Сравнивая величины давления с рекомендуемыми значениями, делают заключение о техническом состоянии АКПП.

Стендовое диагностирование АКПП проводится посредством тестовых испытаний автомобиля на динамометрическом стенде с заданием необходимых скоростных и нагрузочных режимов – разгона, торможения, установившегося движения на каждой передаче. В перспективе планируется создание специализированных динамометрических стендов с автоматической программой испытаний АКПП.

Некоторые зарубежные фирмы применяют упрощенные стендовые проверки для контроля общего технического состояния гидротрансформатора и самой коробки передач, работоспособность которых определяется по частоте вращения коленчатого вала двигателя без динамометрического стенда. Технология проверки следующая. Первоначально автомобиль устанавливается на пост с осмотровой канавой для подключения тахометра к ведомому валу АКПП, далее отсоединяется контакт кнопки принудительного включения пониженной передачи ("кик-даун"), селектор переключения передач устанавливается в нейтральном положении, включается стояночный тормоз, к датчику частоты вращения коленчатого вала

Таблица 12.1

Анализ причин отказов и неисправностей автоматической коробки переключения передач

ПРОЯВЛЕНИЕ							ПРИЧИНА
Посторонний шум и вибрация	Проскальзывание передач	Разрегулировка в выборе передач	Заклинивание на одной из передач	Нет передачи заднего хода	Нарушения в работе селектора и индексации	Течь масла	
■	■	■	■	■			Низкий уровень масла
■		■				■	Высокий уровень масла
■						■	Ослабло крепление гидротрансформатора
		■			■		Неисправен блок управления, разрыв в цепи
■			■	■		■	Износ втулок валов
■	■						Износ фрикционов
■							Отказ обгонной муфры реактора гидротрансформатора
■	■	■	■	■			Загрязнение или неисправность гидроклапанов
	■			■			Износ (разрегулировка) фрикционной ленты
■							Заклинивание поршня в фрикционной муфте

	■	■				■	Неисправен регулятор давления
		■					Неисправен датчик тахометра
		■	■				Неисправен датчик положения дроссельной заслонки
		■					Неисправен датчик пониженной передачи ("кик-даун")
	■						Неисправен датчик крутящего момента
■		■	■	■			Неисправен гидронасос
		■	■	■		■	Повреждена плита гидроклапанов
					■		Неисправен индикатор перемещения селектора
						■	Износ сальников
						■	Негерметичен картер и его соединения
				■	■		Неисправен селектор
■			■	■			Износ зубчатых колес
	■	■	■	■			Неисправен соленоид управления гидроклапаном

двигателя подключается тахометр, после чего двигатель прогревается. Для выполнения проверки до упора нажимается педаль тормоза, включается низшая передача, и при медленном нажатии на педаль привода дроссельной заслонки увеличиваются обороты коленчатого вала двигателя до момента его остановки (так как автомобиль заторможен и не может двинуться с места). Частота вращения коленчатого вала двигателя и ведомого вала коробки передач записываются. Далее аналогичная проверка осуществляется на других передачах. Полученные результаты сравнивают с рекомендуемыми значениями, после чего делается заключение о работоспособности АКПП. Так, например, если частота вращения коленчатого вала, при которой двигатель заглох, выше рекомендуемой, то АКПП проскальзывает, а если ниже – заклинивает реактивное колесо гидротрансформатора.

Указанные методы диагностирования, помимо выявления нарушений функционирования АКПП и определения необходимости ее ремонта, позволяют проводить индивидуальные регулировки систем автоматического управления переключением передач для максимально экономичного режима расхода топлива на характерных маршрутах движения. Положительные результаты дает также простейший способ определения моментов переключения передач по скорости при плавном "разгоне" автомобиля на ненагруженных беговых барабанах динамометрического стенда. При этом моменты переключения определяются по колебаниям стрелки спидометра.

Необходимость и содержание текущего ремонта АКПП определяется по результатам диагностирования рассмотренными выше методами, а также причинно-следственным анализом (табл. 12.1), который позволяет обоснованно принимать решения о трудоемкости работ, о необходимости снятия агрегата с автомобиля и содержании последующего ремонта.

После текущего ремонта автоматической трансмиссии проводят ее обкатку, стендовые испытания с контролем производительности гидронасоса, давления в магистралях и регулировкой автоматического управления на основных режимах работы.

Учитывая, что автоматическая трансмиссия является сложным агрегатом автомобиля, ее техническое обслуживание выполняется специалистами высокой квалификации, а текущий ремонт проводят в специальных подразделениях автотранспортных предприятий или на специализированных предприятиях фирменной сети производителей автомобилей.

12.7. ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА, РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ПЕРЕДНИЙ МОСТ

Техническое состояние группы других систем и агрегатов (тормозная система, руль, передний мост, шины и колеса) влияет на безопасность движения. В ГОСТ 25478-91 "Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения" этому уделяется особое внимание.

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Показателями эффективности рабочей тормозной системы при техническом контроле с использованием тормозных роликовых стендов являются общая удельная тормозная сила $\gamma_т$ и коэффициент неравномерности $K_н$ тормозных сил колес на одной оси. Тормозная сила фиксируется в момент блокировки колеса на роликах стенда.

Значения $\gamma_т$ и $K_н$ определяются по формулам

$$\gamma_т = \sum P_т / G_а, \tag{12.2}$$

$$K_н = \frac{\left| P_т^{пр} - P_т^{лев} \right|}{P_т^{пр} + P_т^{лев}}, \tag{12.3}$$

где $\sum P_т$ – сумма тормозных сил всех колес автомобиля; $G_а$ – масса автомобиля; $P_т^{пр}$ и $P_т^{лев}$ – соответственно, тормозные силы, развиваемые правым и левым колесами оси автомобиля.

По ГОСТ 25478-91, например, значение $\gamma_т$ для легковых автомобилей категории М1 должно быть не менее 0,64, для грузовых категории N1 – 0,46. Коэффициент $K_н$ для легковых автомобилей должен быть не более 0,09, для грузовых – 0,11.

Эффективность стояночной тормозной системы

$$\gamma_{ст} = \sum P_т'' / G_а, \tag{12.4}$$

где $\sum P_т''$ – сумма тормозных сил задней оси.

Для автомобилей любой категории $\gamma_{ст}$ должна быть не менее 0,16.

Для автомобилей с пневматическим тормозным приводом потери давления в системе при неработающем двигателе должны быть не более 0,05 МПа в течение 30 мин при свободном положении органов управления тормозами и в течение 15 мин после приведения их в действие.

Несоответствие технического состояния установленным нормам может быть из-за следующих отказов и неисправностей: износ фрикционных накладок, рабочих поверхностей тормозных барабанов (дисков); неправильная работа регулятора тормозных сил; у гидравлических тормозов – разбухание и разрушение резиновых манжет, износ поршней и цилиндров; у автомобилей с антиблокирующей системой – отказ индукционных датчиков блока управления; у пневматических тормозов – износы клапанов тормозных и защитных кранов, прорыв диафрагм тормозных камер, разрушение уплотнительных манжет энергоаккумуляторов и др.

Изношенные накладки с тормозных колодок срезают на специальном стенде или высверливают заклепки (при их наличии). Новые накладки прикрепляют заклепками из цветных металлов или приклеивают специальными составами. Приклеивание почти в 3 раза повышает производительность труда, экономит цветные металлы, увеличивает поверхность трения и ресурс накладок.

Радиус рабочей поверхности колодок должен соответствовать радиусу тормозного барабана. Обычно это обеспечивают обточкой двух колодок с накладками на специальной установке. На этих же установках можно расточить тормозные барабаны под ремонтный размер. Есть установки, позволяющие обточить одну колодку под заданный радиус (см. рис. 11.31, *а*).

При установке колодок в тормозной барабан необходимо обеспечить полное прилегание рабочих поверхностей. Допускается зачистка неровностей. Зазор должен быть минимальным, но позволяющим барабану вращаться без касания колодок. Регулировка проводится механизмами разных типов: червячным, эксцентриком, резьбовой пластиной, натяжением тросов ручного тормоза и пр. Отказавшие детали, как правило, не ремонтируют, а заменяют новыми.

Особую ответственность представляет разборка пружинного энергоаккумулятора многоконтурных тормозных пневмосистем. В энергоаккумуляторе сжата пружина, которая при неосторожной разборке может нанести травму. Технология разборки на примере автомобиля КамАЗ следующая:

отсоединить энергоаккумулятор от тормозной камеры;

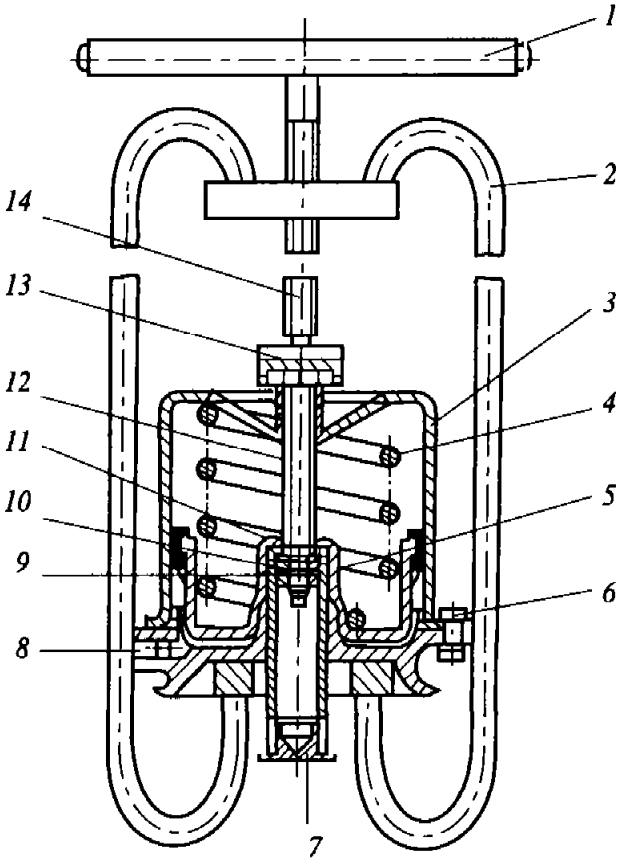


Рис. 12.24. Разборка пружинного энергоаккумулятора

1 – рукоятка приспособления; *2* – скоба приспособления; *3* – корпус энергоаккумулятора; *4* – пружина энергоаккумулятора; *5* – шайба упорного подшипника; *6* – болт крепления корпуса; *7* – подпятник; *8* – штуцер сжатого воздуха; *9* – стопорное кольцо; *10* – упор; *11* – упорный подшипник; *12* – винт механического растормаживания; *13* – упорный фланец приспособления; *14* – винт приспособления

нагреть подпятник *7* (рис. 12.24) до 200–250 °С и вывернуть его, подвести к штуцеру *8* сжатый воздух давлением не менее 0,6 МПа;

при помощи специальных щипцов снять стопорное кольцо *9* упорного подшипника *11*, утопив подшипник, вывернуть винт *12* механического растормаживания на восемь-десять оборотов, отсоединить подвод сжатого воздуха, перевернуть энергоаккумулятор фланцем вниз, вынуть упорный подшипник *11*, его упор *10* и шайбу *5*;

установить энергоаккумулятор в приспособление между скобами *2* так, чтобы нижнее кольцо скоб входило во фланец энергоаккумулятора, а упорный фланец *13* винта рукоятки приспособления *1* фиксировал головку винта *12*;

отвернуть восемь болтов *6* крепления цилиндра к фланцу;

отвернуть винт *14* приспособления и освободить находящуюся в цилиндре силовую пружину *4*. Разобрать энергоаккумулятор.

Сборку проводят в обратном порядке. Но после установки стопорного кольца *9* при выпуске сжатого воздуха центральная труба энергоаккумулятора должна быть направлена в сторону, обеспечивающую безопасность работающих людей в случае срыва ненадежно установленного кольца.

Правильность функционирования привода в целом или отдельных его контуров проверяют набором манометров. Их подключают к специальным клапанам (контрольным выводам) и при различных положениях органов управления тормозной системой последовательно проверяют давление в контурах: тормозных механизмов переднего, среднего и заднего мостов, механизмов стояночного и запасного тормозов, вспомогательного тормоза, системы растормаживания стояночного тормоза. Результаты сравнивают с нормативными значениями.

При ТО-1 по тормозной системе проверяют: герметичность трубопроводов и механизмов; уровень жидкости в гидравлических системах; давление, развиваемое компрессором; затяжку и шплинтовку мест крепления деталей и узлов; свободный и рабочий ходы педали тормоза; эффективность действия тормозов на диагностическом стенде.

При ТО-2 дополнительно к объемам ТО-1 проверяют: состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, подшипников колес; работу всех контуров пневматической системы, регулятора тормозных сил.

При ЕО сливают конденсат из воздушных баллонов, в осенне-зимний период проверяют уровень специальной жидкости во влагоотделителе.

При СО промывают фильтр регулятора давления в керосине, подготавливают его к осенне-зимнему сезону. При температуре окружающего воздуха ниже +5 °С влагоотделитель должен быть включен.

РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Основными неисправностями рулевого управления являются: износы сочлененных деталей червячного или реечного механизмов, втулок, подшипников и мест их посадки, деталей шаровых соединений рулевых тяг, погнутость тяг и т.д. Главная причина повышенного износа деталей – неправильная регулировка, несвоевременная или недостаточная смазка узлов.

Технология регулировки механизма рулевого управления с гидроусилителем зависит от конструктивных особенностей конкретного автомобиля. После ремонта все подвижные сопрягаемые детали должны работать без заедания и заклинивания при повороте вала рулевой сошки от одного крайнего положения до другого. Насосы гидроусилителей обычно проверяют на развиваемое максимальное давление (примерно 7,0 МПа) при температуре масла 65–75 °С.

Совместную работу насоса с гидроусилителем проверяют на специальном стенде или непосредственно на автомобиле при нахождении сошки в каком-либо крайнем положении.

Люфт руля в эксплуатации, согласно ГОСТ, для легковых автомобилей не должен превышать 10°, грузовых – 25°, автобусов – 20°.

ПЕРЕДНИЙ МОСТ

Основные неисправности переднего (неведущего) моста: неправильная регулировка подшипников ступиц колес, погнутость балки, поворотных рычагов, износ посадочного места под шкворень, самих шкворней и их втулок, посадочных мест под подшипники поворотных цапф и т.д.

Внутреннюю полость ступицы после ремонта и при ТО-2 заполняют тугоплавкой смазкой требуемой марки. Регулировку подшипников качения ступиц колес проводят при свободно вращающемся тормозном барабане (не должно быть касания тормозных колодок) по технологии изготовителя.

Передние мосты разбирают на специальных стендах или подставках. Для выпрессовки шаровых пальцев, наружных и внутренних колец подшипников качения применяют съемники; для выпрессовки шкворней – переносные гидропрессы. Деформацию балки переднего моста определяют различными приспособлениями, шаблонами, линейками, угольниками. Правят балки под прессом в холодном состоянии.

Изношенные шарниры рулевых тяг и втулки шкворня подлежат замене на новые. Вначале запрессовывают одну новую втулку. Оставшаяся вторая будет базой для хвостовика развертки, которой новую втулку обрабатывают под требуемый диаметр. Так же поступают со второй втулкой. При запрессовке втулок требуется совместить отверстия для смазки. Обработанную поверхность очищают от стружки, смазывают.

К числу наиболее распространенных неисправностей переднего моста относится нарушение углов установки колес (УУК), что определяет темп и характер износа протектора.

Угол схождения ε – наиболее значимый угол, поскольку больше всего влияет на темп износа. При избыточном положительном *схождении* на обеих передних шинах возникает односторонний пилообразный износ по наружным дорожкам протектора. При недостаточном схождении или расхождении колес односторонний пило-

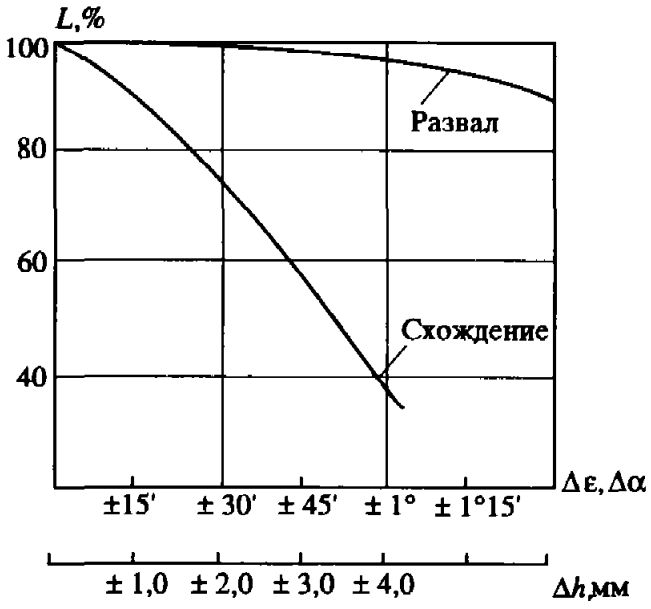


Рис. 12.25. Влияние углов схождения и развала на ресурс шины

образный износ возникает по внутренним дорожкам. Как угловые $\Delta\varepsilon$, так и линейные Δh величины отклонения схождения приводят к сокращению ресурса L шины (рис. 12.25). При этом на 0,5–1,5% возрастает расход топлива.

Угол развала α начинает сказываться на темпе износа шин при значительных отклонениях от нормы $\Delta\alpha$ (см. рис. 12.25). На шине возникает гладкий односторонний износ. Неустранимые отклонения развала от нормы, что характерно для автомобилей с неразъемной передней балкой, требуют корректировки схождения, иначе появится износ, как при неотрегулированном схождении. На угол наклона шкворня в поперечной плоскости (оси поворотов) конструктивно регулировочные воздействия не предусмотрены. У легкового автомобиля с рычажной подвеской он изменяется одновременно с углом развала.

Угол наклона шкворня в продольной плоскости γ влияет на износ протектора, в случае если он не равен величине этого угла на другом колесе. Возникает односторонний износ одной шины. При этом на прямолинейном участке дороги автомобиль "тянет" в сторону.

Соотношение углов поворотов влияет на износ передних шин в тех случаях, когда автомобиль много движется по закруглениям, например в условиях большого города или на горных дорогах. Характерным признаком отклонения по этому параметру является износ одной, самой крайней, дорожки, что особенно заметно у шин с дорожным рисунком протектора.

Перекос заднего моста приводит к тому, что автомобиль располагается под углом к траектории движения. На задних шинах возникает односторонний пилообразный износ: по внутренним дорожкам протектора шин одной стороны автомобиля и по наружным – другой.

Если причину неравномерного износа не устранить на начальном этапе его возникновения, то через 15–20 тыс. км протектор может быть изношен волнами по всей поверхности.

Конструктивно у грузовых автомобилей и автобусов предусмотрена регулировка только угла схождения, у легковых (в большинстве случаев) – углов развала, продольного наклона оси поворота, соотношения углов поворотов, схождения. Приведенная последовательность является технологически необходимой. Несоблюдение ее приводит к нарушению ранее отрегулированного угла. Изменение углов развала и продольного наклона шкворня грузового автомобиля может быть вызвано деформацией балки. Если балку невозможно выправить, ее заменяют на новую.

У большинства легковых автомобилей с двухрычажной передней подвеской угол развала изменяют поперечным смещением оси верхнего или нижнего рычага подвески (рис. 12.26). Для этого под каждый болт крепления оси добавляют (или изымают из-под него) одинаковое количество регулировочных прокладок (скоб). Изменение продольного наклона оси поворотов производят незначительным смещением оси рычага в горизонтальной плоскости. Для этого регулировочные

Рис. 12.26. Вариант регулировки геометрического положения колес автомобиля с рычажной подвеской

1 – рычаг подвески, *2* – ось рычага, *3* – скобы регулировочные

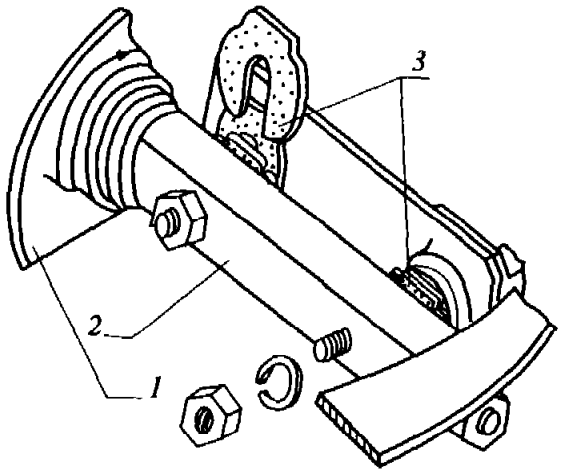
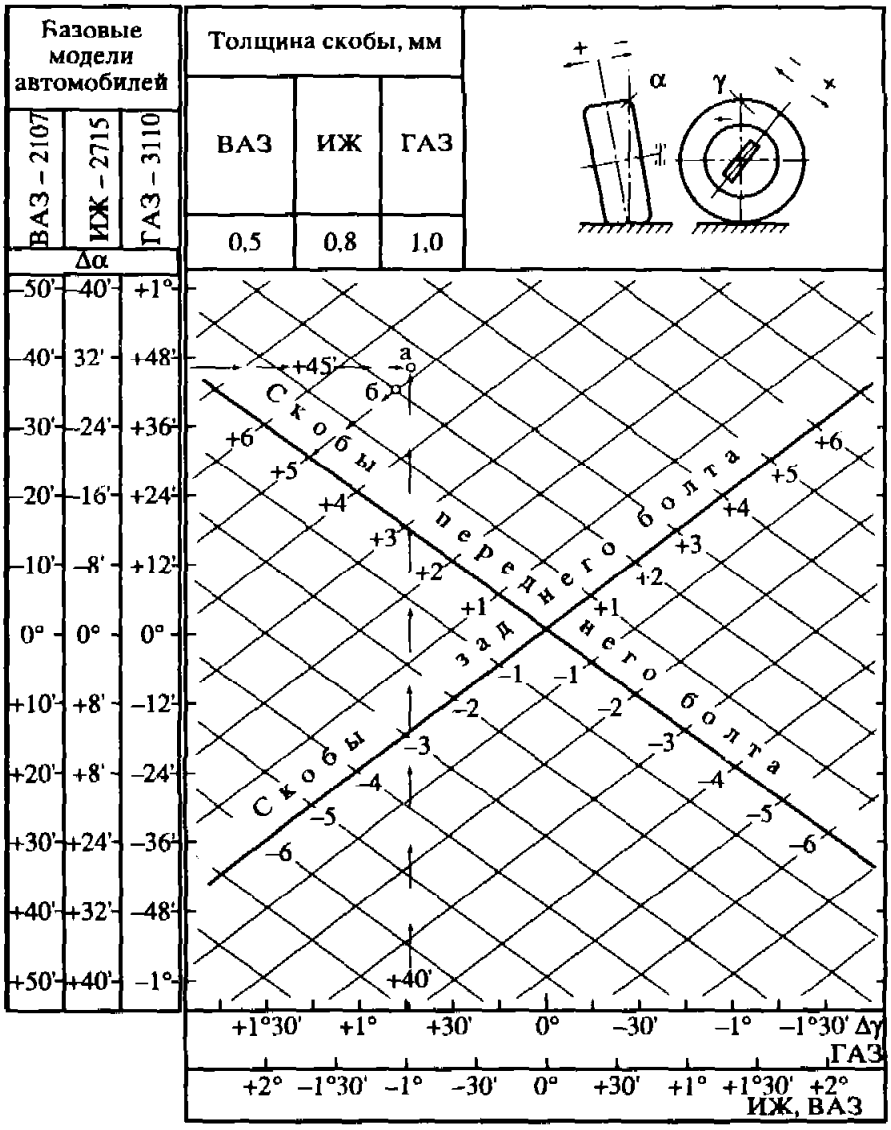


Рис. 12.27. Номограмма выбора технологических воздействий при совместной регулировке углов развала α и продольного наклона оси поворотов γ



прокладки переставляют от одного болта к другому. Количество заменяемых прокладок зависит от того, насколько надо изменить регулируемые углы. Регулировки углов развала и продольного наклона оси поворота предусмотрены как две самостоятельные операции, но осуществляются воздействием на одни и те же точки. Поэтому регулировку этих углов можно совместить в одну технологическую операцию, которая для некоторых моделей автомобилей выполняется с использованием номограммы (рис. 12.27). Первоначально измеряют угол развала α и определяют

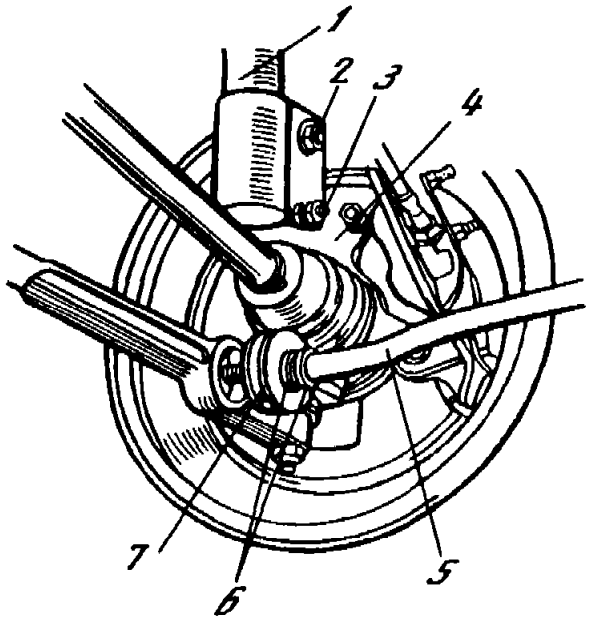


Рис. 12.28. Вариант регулировки геометрического положения колес автомобиля с подвеской типа "качающаяся свеча"

1 – телескопическая стойка; *2* – болт крепления стойки к бобышке поворотного кулака; *3* – регулировочный и крепежный болт эксцентрикового ползуна; *4* – поворотный кулак, *5* – стабилизатор; *6* – шайбы регулировки продольного наклона оси поворота; *7* – опорная чашка стабилизатора

его отклонение $\Delta\alpha$ от нормы. Эту величину откладывают на соответствующей оси номограммы. Так же поступают с углом продольного наклона оси поворотов γ. Затем находят точку пересечения *а* и смещают ее до ближайшего пересечения сетки номограммы (точка *б*). Координаты этой точки относительно осей "скобы переднего болта" и "скобы заднего болта" позволяют определить количество скоб, которое необходимо добавить под соответствующий болт (знак "+") или изъять из-под него (знак "–").

В приведенном на рис. 12.27 примере для ГАЗ-3110, чтобы изменить существующее значение угла развала на +45', а продольного наклона оси поворота на +40', надо под передний болт добавить пять скоб, а под задний две скобы толщиной 1 мм.

Для легковых автомобилей с подвеской типа "качающаяся свеча" технология регулировки углов развала и продольного наклона оси поворота зависит от конструктивных особенностей конкретной марки автомобиля. Так, для автомобиля АЗЛК-2141 развал изменяют поворотом болта *3* эксцентрикового ползуна, установленного в бобышке (рис. 12.28). Продольный наклон оси поворота изменяют постановкой или изъятием регулировочных шайб *6* между опорной чашкой *7* стабилизатора и уступом на самом стабилизаторе *5*. В процессе эксплуатации, как правило, шайбы требуется изымать. По технологии необходимо отсоединить стабилизатор от места его крепления. На практике эти шайбы легко вырубаются узким зубилом. Одна шайба толщиной 3 мм (конструктивно предусмотрено две шайбы) изменяет угол примерно на 20'.

Регулировка соотношения углов поворота обычно достигается обеспечением равенства линейных величин обеих рулевых тяг. Чтобы не произошло изменение угла схождения – одну тягу укорачивают, другую на такую же величину удлиняют. Для соотношения углов поворота не может быть постоянного значения норматива, так как этот параметр конструктивно связан с углом схождения. При регулировке надо добиться, чтобы угол недоворота наружного (к центру поворота) колеса по отношению к внутреннему, повернутому на 20°, был равен углу недоворота другого колеса, когда оно станет наружным.

Для некоторых моделей автомобилей разработаны номограммы, по которым в зависимости от фактических значений углов недоворота каждого колеса определяют, в какую сторону и на сколько оборотов следует повернуть регулировочные муфты.

Регулировка угла схождения у грузовых автомобилей выполняется изменением длины поперечной рулевой тяги, у легковых с червячным рулевым механизмом – одной из двух боковых тяг, а у легковых с реечным рулевым механизмом обязательна регулировка угла схождения каждого колеса в отдельности соответствующей рулевой тягой.

Нормативные значения УУК устанавливает завод–изготовитель автомобиля.

Для лучшего сцепления с дорогой, снижения темпа износа и равномерного изнашивания протектора шина должна располагаться вертикально к дороге и параллельно направлению движения автомобиля.

При движении заднеприводных автомобилей под действием сил дорожного сопротивления передние колеса расходятся, у переднеприводных в тяговом режиме, как правило, сходятся на величину существующих зазоров в рулевой трапеции. Колеса должны располагаться параллельно друг другу. Нормативное схождение не всегда обеспечивает это условие.

Причина – в индивидуальном техническом состоянии каждого автомобиля, особенно с независимой подвеской передних колес. Эта особенность устранима, если регулировку угла схождения легковых автомобилей проводить при нагружении подвески силами, имитирующими условия движения: вертикальной силой на передний мост, равной 500–600 Н, и разжимной силой на передние колеса, равной 400–500 Н, создаваемой специальной нагрузочной штангой при ее установке между боковинами передних шин на уровне центров колес. Угол схождения при регулировке надо установить в интервале $0 \pm 5'$. Такое же положение колеса займут при движении автомобиля. Более точно величину разжимной силы определяют по специальной номограмме, где учтены фактическое значение угла развала, наиболее часто используемая скорость движения автомобиля и ряд прочих факторов.

При ТО-1 по рулевому управлению и передней оси проверяют люфты рулевого колеса, шарниров рулевых тяг и рычагов, подшипников ступиц колес, герметичность системы гидроусилителя, состояние шкворневого соединения, крепление и шплинтовку гаек.

При ТО-2 с учетом объема ТО-1 проверяют состояние рессор, пружин, амортизаторов, узлов балки передней оси, углы установки колес, дисбаланс колес, состояние и крепление карданного вала гидроусилителя, крепежных соединений.

12.8. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШИН И КОЛЕС

Автомобильные шины являются специфическим агрегатом (элементом конструкции), оказывающим значительное влияние на экономичность, дорожную и экологическую безопасность автомобилей. Так, доля затрат на шины в общих затратах на материально-техническое обеспечение автомобиля составляет 5–10% в зависимости от типа подвижного состава. В зависимости от конструкции шин, которые установлены на автомобиль, их технического состояния, которое определяет процессы в пятне контакта шины с дорогой, тормозной путь автомобиля может увеличиваться на 10–15%, расход топлива – на 4–7%.

Техническая эксплуатация автомобильных шин включает:

- выбор шин и комплектацию ими автомобиля;
- техническое обслуживание;
- своевременное снятие с эксплуатации и утилизацию;
- ремонт (восстановление).

ВЫБОР ШИН

При выборе модели шин следует ориентироваться на сведения завода–изготовителя автомобиля о его максимальной скорости и нагрузке на ось. Не следует применять шины с большей шириной профиля, повышенной грузоподъемности – это приводит к повышенному расходу топлива. Шины с лучшими скоростными характеристиками имеют бóльшую стоимость. Индивидуально для конкретных условий работы автомобиля, его типа решается вопрос о рисунке протектора.

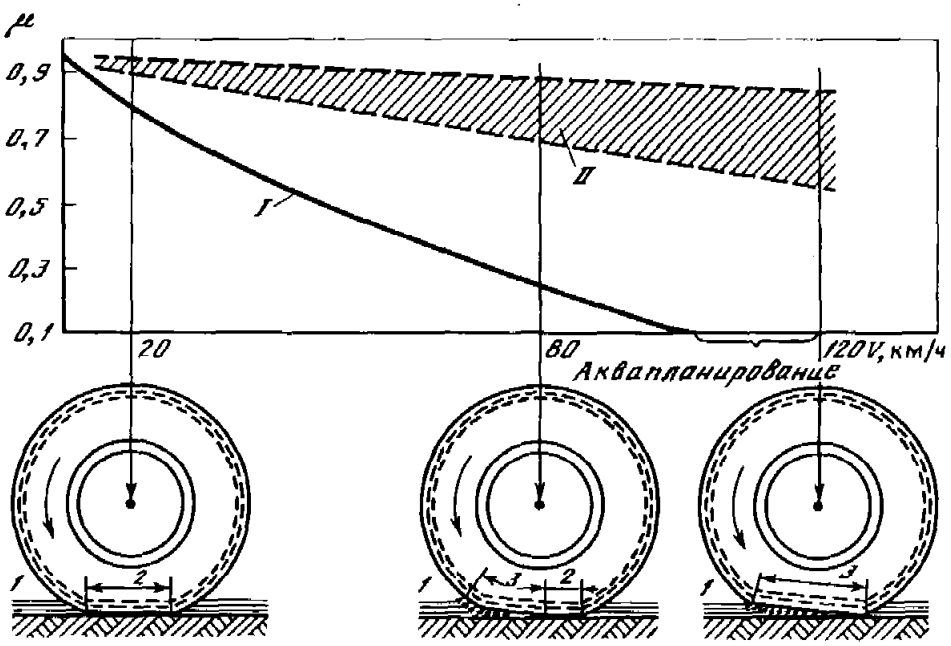


Рис. 12.29. Этапы вхождения шины в режим аквапланирования

1 – водяная пленка; *2* – зона контакта с дорогой; *3* – зона водяного клина; μ – коэффициент сцепления, *I* – шина с изношенным протектором, *II* – шины с разным типом рисунка протектора

На управляемые колеса на хороших дорогах рекомендуется устанавливать шины с наименьшим расчленением рисунка протектора, в основном с продольными канавками. Это обеспечит им больший ресурс при меньшем расходе топлива автомобилем. На ведущую ось – с дополнительными поперечными канавками, чтобы улучшить сцепление с дорогой. На одной оси должны быть установлены шины одной модели и размера. Иначе будет боковой увод автомобиля, неравномерный износ протектора.

В новую покрышку всегда надо устанавливать новую камеру. У старой – повышенная воздухопроницаемость и ослабленная прочность.

Все сказанное относится и к шинам, прошедшим ремонт по восстановлению протектора. Ограничений по установке восстановленных шин на переднюю (кроме шин класса "Д") или заднюю оси грузового автомобиля согласно "Правилам эксплуатации автомобильных шин" нет. Однако следует воздерживаться от установки на переднюю ось шин после ремонта повреждений. Запрещается установка шин, восстановленных по первому классу, на переднюю ось междугородного автобуса, а восстановленных по второму классу – на переднюю ось легкового автомобиля, автобуса, троллейбуса, на любую ось междугородного автобуса.

Безопасность и надежность шины в эксплуатации во многом определяется процессами, происходящими в пятне контакта шины с дорогой. На каждый элемент протектора воздействуют удельное давление и касательное напряжение. Под их влиянием при определенных режимах возникает проскальзывание отдельных зон протектора относительно дороги. Особенно способствуют этому уменьшение внутреннего давления воздуха, изменение углов установки колес, большие скорости движения. Снижается устойчивость автомобиля, возникает неравномерный износ протектора.

При большой скорости движения по дороге, покрытой слоем воды, шина может не успеть выдавить воду из пятна контакта. Шина "всплывает", наступает *аквапланирование* (рис. 12.29). Момент его начала в основном зависит от толщины водяного слоя, рисунка протектора, его остаточной высоты, давления воздуха в шинах, скорости автомобиля. У заднеприводного автомобиля (при одинаковых шинах) аквапланированию больше подвержены передние колеса. У переднеприводного –

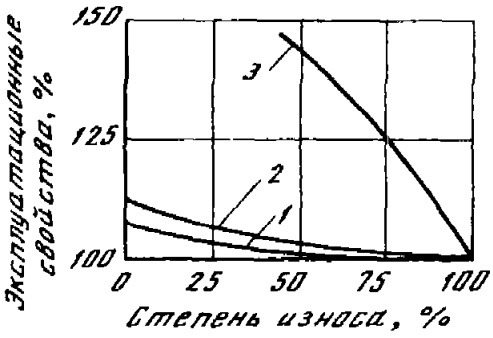


Рис. 12.30. *Изменение эксплуатационных свойств автомобиля при износе протектора*

1 – расход топлива; *2* – время разгона; *3* – сила тяги, развиваемая автомобилем

задние. При этом, поскольку передние колеса "вытягивают" автомобиль, водитель ничего подозрительного может не заметить. Но достаточно притормозить или резко "сбросить газ", как автомобиль развернет на дороге.

При больших скоростях шина может войти в режим так называемой *критической скорости качения*. В шине возникают резонансные явления, приводящие к резкому повышению температуры, почти до температуры начала "развулканизации" резины. Связь каркаса шины с ее резиновым составом снижается. Достаточно нескольких минут, чтобы такая шина разрушилась. У недокачанной шины критическая скорость наступает при меньшей скорости, чем та, которая указана на шине. С целью обеспечения большей безопасности движения легковых автомобилей согласно ГОСТ 4754 рекомендуется при предстоящем длительном движении на повышенных скоростях давление воздуха в шинах по сравнению с нормативом повышать на 0,03 МПа.

Боковой увод – это отклонение автомобиля от заданного передними колесами направления движения. Боковой увод проявляется на недокачанных шинах при действии на автомобиль боковой силы, например при сильном боковом ветре в местах разрыва вдоль дорог строений или лесополос. Вероятность бокового увода возрастает при повышенной эластичности передних шин по сравнению с задними.

Влияние рисунка протектора на топливно-экономические и тягово-сцепные свойства автомобиля. По мере износа протектора возрастает вероятность дорожно-транспортных происшествий, ухудшаются тягово-сцепные качества шин на загрязненных, увлажненных или заснеженных поверхностях дорог. Однако на сухих дорогах шины с изношенным протектором имеют меньшие потери на деформацию, что уменьшает сопротивление качению и обеспечивает снижение расхода топлива (рис. 12.30).

Шины с универсальным, зимним, всесезонным рисунком протектора имеют повышенное сопротивление качению. При их использовании на очищенных дорогах с хорошим покрытием эксплуатационные и экономические характеристики автомобиля ухудшаются. Например, при увеличении сопротивления качению на 20% расход топлива увеличивается на 2,5–3%.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ШИН

Монтажно-демонтажные работы относятся к наиболее ответственным технологическим операциям. Неправильное их проведение может привести к травме исполнителя (разрыву шин под давлением, срыву запорного кольца), к снижению безопасности движения автомобиля. Места проведения этих работ должны быть оснащены инструкциями, технологическими картами, техническими условиями; персонал должен пройти специальный инструктаж.

Радиальное и осевое биение для новых дисков легковых автомобилей не должно превышать 1,2 мм, для ободьев грузовых автомобилей в зависимости от их типа и размера – 2,5 мм. На ободьях и элементах крепления не должно быть деформаций, повреждений, коррозии, особенно в местах контакта с шиной.

Камера при монтаже, особенно отремонтированные места, должна быть припудрена тальком. Этим предотвращается ее прилипание и образование складок в

накачанном состоянии. Складки разрываются, что может привести к мгновенной разгерметизации шины. Закраины обода и борта должны быть смазаны специальным гелем для равномерной посадки шины на обод, чтобы не возникали дополнительные биения и дисбаланс и сохранилась поверхность бортов – для бескамерных шин это особенно важно.

Чрезвычайно опасно исправлять положение бортовых и замочных колец, если шина находится под давлением. Демонтажно-монтажные работы следует механизировать. Особенности работ по накачиванию шины воздухом рассмотрены в разделе 11.4.

При установке колеса на автомобиль следует

• контролировать состояние резьбовых соединений; восстанавливать смятую резьбу, так как момент усилия затяжки будет приходиться не на крепление колеса к ступице, а на преодоление сопротивления в самой резьбе;

• соблюдать очередность затяжки крепежных соединений и выдерживать значения момента усилия затяжки; нарушение этих условий приводит к осевому биению колеса.

Балансировка колес. Согласно ГОСТу новые шины могут иметь дисбаланс, но для грузовых шин статический дисбаланс не должен превышать значения, равного произведению 0,5–0,7% массы шины и ее радиуса, для легковых – 1000–2000 г·см (в зависимости от посадочного диаметра шины).

Для легковых шин, например на 13 дюймов, динамический дисбаланс должен устраняться грузиками массой не более 60 г на каждой из плоскостей балансировки.

В эксплуатации балансировка должна проводиться после монтажа шины, а также при ТО-2. После 10 тыс. км пробега для колеса легкового автомобиля может потребоваться изменение массы балансировочных грузиков по каждой плоскости на 30–50 г.

Необходимо проводить балансировку колес и у грузовых автомобилей, и у автобусов. Наряду с повышенным износом протектора быстро изнашиваются подшипники ступиц, детали рулевого привода. При отсутствии стендов промышленного изготовления АТП могут самостоятельно изготовить несложные приспособления для статической балансировки.

РЕСУРС ШИНЫ И ФАКТОРЫ, ЕГО ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Ресурс шины – это ее наработка до предельно допустимого износа протектора или до возникновения какого-либо повреждения: оголения нитей корда, отрыва протектора, вздутия, пробоя, отрыва борта и т.д.

Предельная остаточная высота рисунка протектора, установленная для шин грузовых автомобилей, – 1 мм, для шин легковых автомобилей – 1,6 мм, для шин автобусов – 2 мм.

Согласно ГОСТ 25478 "шина считается непригодной к эксплуатации, если появился один индикатор при равномерном износе или два индикатора в каждом из двух сечений – при неравномерном износе беговой дорожки". При отсутствии индикатора износа шина подлежит снятию, когда площадь суммарного предельного износа будет больше той, что показана на рис. 12.31. В практической деятельности удобнее исходить из того, что эта площадь суммарного предельного износа протектора не должна превышать участка его беговой дорожки, равного по длине половине радиуса шины.

Согласно ГОСТ 4754 и ГОСТ 5513 для шин постоянного давления воздуха установлен гарантийный срок на предъявление рекламаций – 5 лет на любом пробеге до допустимого износа рисунка протектора.

Согласно ГОСТ 13298 для шин с регулируемым давлением (в зависимости от их размера) установлен гарантийный пробег 15–35 тыс. км и гарантийный срок на

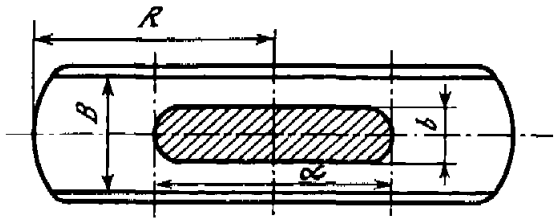
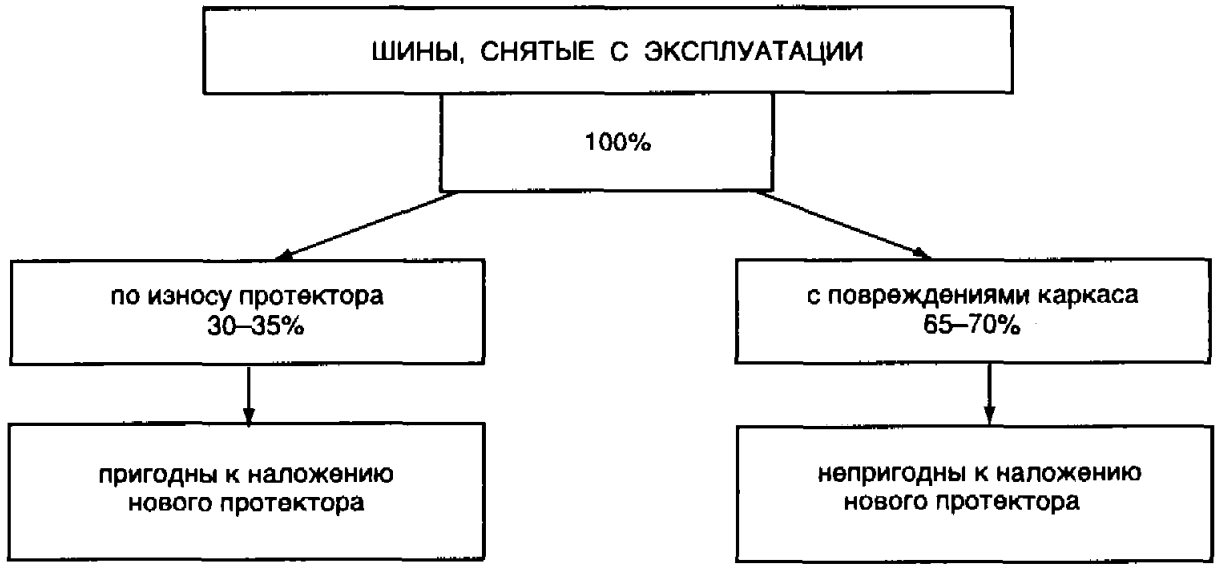


Рис. 12.31. Максимально допустимая площадь предельного износа рисунка протектора

R – радиус шины; B – ширина беговой дорожки; $b \leq 1/2\,B$; $\alpha \leq (1/6)2\pi R$

Рис. 12.32. Причины снятия с эксплуатации шин грузовых автомобилей и автобусов (данные усредненные)



предъявление рекламации – 10–12 лет. Если шины вышли из строя по вине изготовителя на пробеге до 6–10 тыс. км, то они обмениваются безвозмездно. При пробеге, превышающем указанную величину, но не достигшем гарантийного, завод компенсирует разницу до гарантийной нормы.

Гарантийный срок для восстановленных шин в зависимости от класса их восстановления установлен равным 1,0–1,5 года.

По импортным шинам ответственность изготовителя действует на всем пробеге до достижения предельного износа рисунка протектора.

Эксплуатационная норма пробега определяет минимальный пробег шины по экономическим соображениям. Выполнение нормы не есть основание для снятия шины с эксплуатации, если ее техническое состояние соответствует "Правилам эксплуатации автомобильных шин".

Нормы пробега для конкретных типов и размеров шин могут быть установлены централизованно. При их отсутствии автоподразделение должно разработать свои внутренние временные нормы пробега.

Первым циклом эксплуатации шины считается период ее работы на новом (исходном) протекторе. Вторым (и последующим) циклом – работа шины на обновленном протекторе, наваренном на изношенную покрышку.

Шины легковых автомобилей в основном снимаются с эксплуатации из-за износа протектора.

На грузовых автомобилях и автобусах 60–70% шин (по отечественной статистике) снимается преждевременно из-за разрушения каркаса (рис. 12.32), что не позволяет использовать шины для наложения нового протектора. В большинстве случаев эти повреждения являются следствием неаккуратного вождения автомобиля, низкого давления воздуха в шинах, плохого состояния дорог. Примерно 30% шин снимается из-за повреждения боковин, 20% – из-за повреждения протектора. Остальные причины: отрыв борта (15%), расслоение каркаса и брекера (12%), износ до нитей корда (10%), брак заводов-изготовителей и пр.

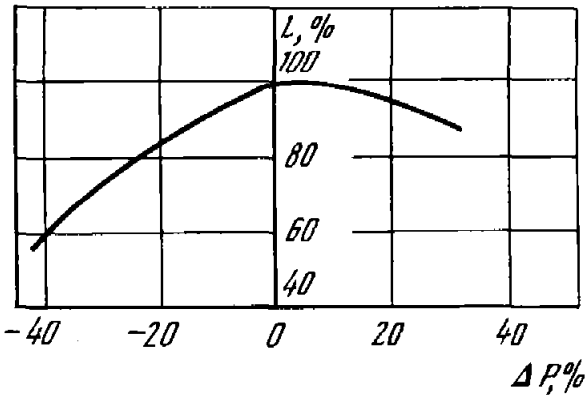


Рис. 12.33. Влияние отклонения давления воздуха в шине ΔP на ее ресурс

У шин, снятых по износу протектора, также имеют место потери ресурса. Только примерно 25% шин имеет равномерный износ протектора, остальные – различные виды неравномерного износа. При этом односторонний износ является доминирующим (более 40%). Внешним показателем правильной эксплуатации шины является равномерный износ протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают дополнительные проскальзывания элементов протектора, его неравномерный износ.

Ухудшение *дорожного покрытия* сокращает ресурс шин – на 25% на гравийно-щебеночных дорогах, на 50% на каменистых разбитых дорогах.

Температура окружающего воздуха влияет на нагрев шины. Оптимальный температурный режим шины 70–75 °С. При нагреве до 100 °С износостойкость резины и прочность связи между резиной и кордом снижаются в 1,5–2 раза. Нагрев до 120 °С считается опасным, выше – критическим: при неправильной эксплуатации возможно возгорание шины.

При температуре –40 °С и ниже непрогретые шины из неморозостойкой резины при резком трогании с места и ударах могут растрескаться.

Скорость движения также влияет на темп износа. Так, при 140 км/ч он примерно в 2 раза выше, чем при 60 км/ч. А по мере увеличения силы тяги или тормозной силы темп износа возрастает в степенной зависимости.

Нагрузка на шину и ее ресурс также взаимосвязаны. Перегрузка шины на 10% снижает ресурс на 20% в основном из-за перегрева шины. Частично компенсировать это можно снижением скорости движения.

Давление воздуха является наиболее значимым техническим параметром эксплуатации шины (рис. 12.33). Основную нагрузку в шине (60–80%) несет воздух. Снижение давления вызывает бóльшую нагруженность боковин и их деформацию. Увеличивается расход (до 15%) топлива, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда), значительно повышается температура. У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на обод. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду износа подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин в интервале допустимых для данной модели максимальных значений давления дает лучшие результаты по ресурсу шин, по расходу топлива. Но комфортабельность автомобиля при этом несколько снижается, из-за увеличения жесткости шины.

Дисбаланс (статический и динамический) бывает почти в каждой шине. Это последствия некоторых обычных отклонений при изготовлении шины, неправильного монтажа, неравномерного износа протектора при эксплуатации.

Статический дисбаланс – это неравномерное распределение массы шины (колеса) относительно оси вращения. При движении статический дисбаланс вызывает биение (колебание) колеса в вертикальной плоскости; возникает вибрация кузова, ослабевают крепежные и сварочные соединения.

Динамический дисбаланс – это неравномерное распределение массы шины (колеса) относительно ее центральной продольной плоскости качения. Биение колеса происходит в горизонтальной плоскости. На подшипники ступицы, на

детали рулевого привода и механизма действует знакопеременная высокочастотная нагрузка, и они интенсивно изнашиваются. Характерным признаком такого дисбаланса является биение рулевого колеса.

Любой вид дисбаланса вызывает пятнистый износ протектора.

Торцевое биение ("восьмерка") возникает в результате деформации автомобильного колеса при его сильных боковых ударах. У легкового автомобиля при биении колеса в 4–5 мм темп износа в отдельных частях протектора возрастает на 15–25%. Для грузовых автомобилей и автобусов, имеющих бездисковые колеса, торцевое биение может возникнуть при неравномерной затяжке или нарушении последовательности затяжки гаек крепления.

Влияние углов установки колес на ресурс шин рассмотрено в разделе 12.7.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШИН

Шина является многократно восстанавливаемым изделием. При качественной эксплуатации и использовании современных ремонтных технологий на одну изношенную грузовую шину можно последовательно наложить (наварить) два-три новых протектора.

В настоящее время отечественный автотранспорт на восстановление протектора направляет не более 10% шин из числа поступающих в эксплуатацию. Большинство повреждений покрышки можно отремонтировать, но существующие технологии ремонта повреждений на практике осваиваются низкими темпами. При использовании даже наиболее доступных методов и способов ремонта повреждений и обслуживания шин затраты на них можно сократить, минимум, на 20%; по оптимистическим прогнозам – на 30–35%.

Восстановление изношенного протектора проводят по двум технологиям – горячей и холодной (термины условные, широко применяются на практике, иногда в технических публикациях).

Основные этапы ремонта следующие.

Контроль (визуальный на стадии приемки) направлен на выбраковку шин с дефектами, ремонт которых нецелесообразен. Существуют отраслевые стандарты с требованиями к "ремфонду".

Мойка и сушка – для обеспечения качества последующих операций.

Срезание старого протектора и "шероховка" обрабатываемой поверхности. При холодном восстановлении к качеству этих операций предъявляются повышенные требования.

Обработанную покрышку *повторно контролируют* с использованием сканеров, рентгеновских или ультразвуковых установок и т.д.

Технологии наложения протектора при горячем и холодном способах восстановления принципиально различны.

При горячем восстановлении на зашерохованную часть распыляют клеевой раствор и наносят промежуточный тонкий слой прослоечной резины. Новый протектор может накладываться по двум технологиям: одним слоем толстой нерифленой и невулканизированной ленты или навивкой жгута из невулканизированной резины. В первом случае трудоемкость работ меньше, но необходима подгонка длины ленты, хорошая ее прикатка для удаления остатков воздуха, во втором – возможность использования более доступных ремонтных материалов.

Основной операцией является *вулканизация*. Это процесс получения резины при нагревании каучука с серой (примерно при 140 °С). В настоящее время есть материалы, вулканизация которых проходит при более низких температурах: примерно 80 °С при наварке нового протектора и 20 °С при ремонте камер и повреждений покрышки. Горячую вулканизацию проводят в вулканизационном

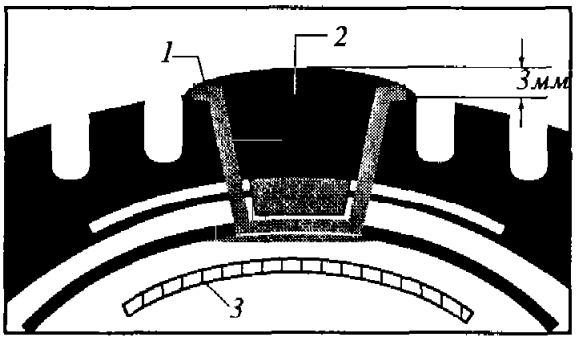


Рис. 12.34. Ремонт сквозного повреждения протектора

1 – резина прослоечная; *2* – наполнительная смесь; *3* – пластырь (устанавливается после вулканизации повреждения)

аппарате. Внутренняя оболочка его представляет собой металлическую форму с рельефным рисунком протектора, который отпечатается на шине.

При холодном способе (нагрев шины имеет место, но он меньше) на обработанную поверхность накладывают готовый протектор. Его изготавливают на специализированных производствах при высоких температурах и давлениях для улучшения износостойкости резины. Если эти режимы создать в вулканизационном аппарате, каркас шины будет разрушен. Покрышку "упаковывают" в упругую оболочку, которая будет обжимать протектор при его вулканизации, и помещают в специальную камеру (можно с покрышками другого размера). Давление и температура в камере не превышают те, что возникают в шине при эксплуатации в жаркий летний период. Тем самым не нарушаются исходные прочностные свойства ремонтируемой шины.

Последняя операция – это выходной контроль, включающий статическую балансировку нанесением клеевого раствора на наиболее легкую часть внутренней полости покрышки.

Каждый из приведенных способов имеет преимущества и недостатки. Ресурс шин, восстановленных горячим способом, составляет примерно 50–80% ресурса новых. Холодный способ энергоэкономичен, с меньшим загрязнением воздушного бассейна, требует меньше производственных площадей. Его целесообразно использовать в автообъединениях или на крупных АТП. Пробег таких шин не ниже пробега новых, а зачастую превышает его. Возможен выбор любого рисунка протектора из имеющегося ассортимента. Но материалы дорогостоящие. Экономически целесообразно восстанавливать только шины грузовых автомобилей, их прицепов, автобусов, троллейбусов (чем больше размер, тем выгоднее), авиационных шин.

Согласно ОСТ 38-47-171-95 шинам с восстановленным протектором присваивается 1-й класс, если у них отремонтировано не более трех–пяти проколов, 2-й, или "Д", класс – при большем числе повреждений в зависимости от их размеров.

Ремонт местных повреждений покрышек, или, как принято называть, местный ремонт шин, позволяет устранять сквозные порезы до 110 × 20 мм, разрывы до 50 × 40 мм. Но в зависимости от применяемой технологии могут быть отремонтированы и бóльшие повреждения.

Последовательность восстановления следующая. Удаляют застрявшие предметы. Скругляют края порезов, разрывов, чтобы предотвратить их разрастание. Контур повреждений обрабатывают на всю его глубину, промазывают клеем, обкладывают специальной прокладочной резиной. Все свободное пространство повреждения заполняется резиновым составом. Он может быть многокомпонентным (рис. 12.34). Покрышку устанавливают в вулканизатор двустороннего нагрева. Для восстановления прочности покрышки на внутреннюю ее полость приклеивают самовулканизируемый пластырь. "Выдерживается" шина в течение 1–3 дней в помещении с температурой не ниже +18 °С для процесса самовулканизации. В зависимости от технологии может потребоваться частичная подкачка шины. Если был проведен ремонт беговой дорожки протектора, то его канавки будут завулка-

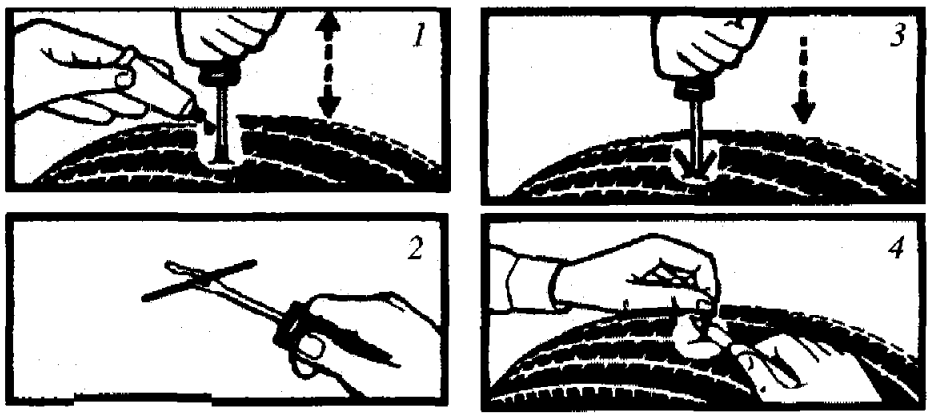


Рис. 12.35. Ремонт проколов бескамерных шин без их демонтажа с обода

1 – очистка повреждения и смазка клеем; *2, 3* – установка жгута в монтажное шило и в поврежденное место; *4* – срезание выступающей части жгута

низированы. Их надо прорезать специальным термоножом. У каркаса шин, отремонтированных по современным технологиям, восстанавливаются прочностные и ресурсные характеристики. Эти шины в дальнейшем могут быть подвергнуты наложению нового протектора.

В дорожных условиях для ремонта повреждений камер следует применять самовулканизируемые заплаты. Ими можно ремонтировать разрывы до 100 мм. Время вулканизации 3–5 мин. Камеру можно сразу накачивать. Качество ремонта высокое при условии хорошей подготовки поврежденного места. Для шин грузовых автомобилей при гвоздевом проколе диаметр заплаты должен быть примерно 45 мм. Если шина в дорожных условиях повреждена круглым предметом до 10 мм в диаметре, то это место следует отремонтировать самовулканизирующимся резиновым "грибком". Если этого не сделать, то при движении по мокрой дороге в поврежденное место будет закачиваться вода, вызывая коррозию металлокорда и впоследствии – расслоение каркаса.

Свои особенности имеет технология ремонта бескамерных шин. Эти шины конструктивно не предназначены для многократных демонтажно-монтажных работ – нарушается герметизирующий слой бортов. Все проколы до 7 мм – а их подавляющее большинство – надо ремонтировать без снятия шины с обода. Для этих целей применяют ремонтные вставки – резиновые жгуты, покрытые самовулканизирующимся составом, клеем (иногда клей прилагается отдельно). Устанавливают жгуты специальным шилом (рис. 12.35).

Технологии местного ремонта шин и холодной вулканизации камер могут быть реализованы на любом автопредприятии.

Ответственным за техническую эксплуатацию шин в автотранспортных предприятиях является техник по шинам. В его обязанности также входит ведение учета и контроля за использованием ресурса шинами, выявление причин потерь ресурса.

СИСТЕМА УЧЕТА ШИН

Система базируется на следующих основных документах.

Карточка учета работы шины. В нее заносят основные данные о шине и автомобиле, на который она установлена, ведут учет периодов нахождения в качестве запасного колеса. По исчерпанию шиной своего ресурса записывают выполненный ею пробег и причину снятия. Карточка является документом, по которому можно предъявить претензии водителю за повреждение шины или заводу-изготовителю – за производственный брак.

Лицевая карта автомобиля по расходу шин является накопительным документом, отражающим, как использовались шины автомобиля в течение длительного периода.

Заявка на замену шин автомобиля – форма, определяющая содержание системы учета шин и задачи, ею решаемые. Используется для разового сбора сведений о шинах, снимаемых с автомобиля и выдаваемых на автомобиль, регламентирует организационную последовательность замены шин. Информация в заявку должна заноситься в виде, пригодном для компьютерной обработки.

Итоговые результаты об эксплуатации шин за календарный период могут быть индивидуальны для каждого предприятия. К числу первоочередных сведений, конкретизирующих выбор мероприятий по увеличению ресурса шин, следует отнести

- уровень реализации ресурса шин;
- характер износа протектора снятых шин;
- причины утилизации;
- значения потерь ресурса.

Общепринятыми итоговыми показателями эксплуатации шин являются их ресурс – пробег на момент снятия, и количество шин в процентах, сданное на первичное и повторное восстановление. При обезличенном восстановлении шин эти сведения не позволяют оценить общий период эксплуатации одной условной шины. Поэтому разработан комплексный показатель $K_{и.р}$ – коэффициент использования ресурса шины, показывающий отношение среднего общего пробега шины на новом и восстановленных протекторах $L_{об}$ к нормативному пробегу $L_н$ новой шины:

$$K_{и.р} = \frac{L_{об}}{L_н} = K_{шн} + K_{пв}K_в, \qquad (12.5)$$

где $K_{пн}$ и $K_{пв}$ – коэффициенты выполнения соответственно новыми и восстановленными шинами своих нормативных пробегов; $K_в$ – коэффициент восстановления шины, показывающий, сколько раз в среднем восстанавливается одна шина.

Оценка эффективности эксплуатации шин по $K_{и.р}$ позволяет во взаимосвязи проконтролировать основные этапы реализации ресурса шины: характер износа протектора, сохранность шин для восстановления. После некоторых преобразований этот коэффициент позволяет также выявлять, в полном ли объеме АТП использует восстановленные шины или же их несвоевременно вывозят с восстановительных заводов, складируют, а в эксплуатацию необоснованно вводятся новые шины.

По стоимости шины и величине $L_{об}$ можно рассчитывать и планировать себестоимость пробега шин в рублях на 1000 км.

В зарубежной практике большинство систем учета сориентировано на расчет и оценку себестоимости единицы пробега шины. Иногда между транспортными фирмами и производителями шин взаиморасчеты ведутся с учетом этого показателя.

12.9. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ОХРАННЫЕ СИСТЕМЫ

На устранение неисправностей элементов электрооборудования автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями приходится от 11 до 17% от общего объема работ по ТО и ТР. Основное количество неисправностей приходится на аккумуляторную батарею, генератор с регулятором и стартер. Кроме того, особое внимание должно уделяться проверке и регулировке работы приборов освещения и сигнализации.

АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Основные неисправности батареи: разряд и саморазряд, короткое замыкание пластин при выпадении активной массы. Кроме того, в результате длительного хранения аккумулятора без дозаряда возможна сульфатация пластин, хотя вероятность ее в современных конструкциях батарей при нормальном уровне электролита значительно снижена. Выпадение активной массы приводит также к понижению емкости батареи. В процессе эксплуатации возникают трещины стенок батареи, происходит снижение уровня электролита и его плотности.

Диагностирование аккумуляторной батареи заключается в наружном ее осмотре, проверке уровня и плотности электролита, а также напряжения под нагрузкой. Небольшие трещины моноблока герметизируют наложением заплаты из пяти-шести слоев стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой. При бо́льших повреждениях моноблок подлежит замене.

При понижении уровня электролита доливают дистиллированную воду, так как она испаряется быстрее, чем кислота. При недостаточной плотности доливают электролит плотностью 1,40 г/см^3. Плотность электролита проверяют денсиметрами различных конструкций. Разница в плотности отдельных аккумуляторов батареи не должна быть более 0,01 г/см^3.

Для умеренных климатических районов плотность электролита (приведенная к 25 °С) должна составлять 1,26 г/см^3, для теплых влажных и жарких сухих районов – 1,23 г/см^3. Для холодных климатических районов плотность должна составлять в зимних условиях 1,30, в летних – 1,26 г/см^3. Уменьшение плотности электролита на 0,01 г/см^3 соответствует разряду батареи примерно на 6%. Батарея требует заряда (тренировочного цикла) если разряд (хотя бы одного аккумулятора) достигает 50% летом и 25% зимой.

Работоспособность (напряжение батареи под нагрузкой) необходимо проверять для каждого аккумулятора нагрузочной вилкой: при исправном состоянии напряжение в течение 5 с должно оставаться неизменным в пределах 1,7–1,8 В. Однако применение указанного метода становится затруднительным при наличии защитного покрытия из кислотоупорной мастики у всех соединительных пластин внутренних аккумуляторов, а также для так называемых необслуживаемых батарей. Поэтому основное значение в эксплуатации приобретает простой метод проверки работоспособности батареи по падению напряжения при пуске двигателя стартером. Это падение для исправного состояния (при прогретом аккумуляторе и двигателе) должно быть не ниже 10,2 В. Более низкий уровень свидетельствует также (при нормальной плотности электролита) о потери емкости, которая может быть частично восстановлена тренировочными циклами.

Ресурс батареи в эксплуатации сокращается в 2–2,5 раза при повышении регулируемого напряжения бортовой сети автомобиля выше оптимального на 10–12%, т.е. зависит от состояния генератора и регулятора напряжения.

ГЕНЕРАТОРЫ И РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Использование на современных автомобилях генераторов переменного тока со встроенными реле-регуляторами значительно упростило процессы их обслуживания и ремонта. Основными неисправностями генератора являются: износ контактных колец и щеток, различные поломки щеткодержателей, обрыв в обмотках возбуждения ротора и статора, межвитковые замыкания в обмотках статора и замыкание их на корпус, пробой или обрыв диодов, выпрямительного блока, ослабление, чрезмерное натяжение или износ приводного ремня и др. Основной неисправностью регулятора (реле-регулятора) является отклонение уровня регулируемого напряжения от нормы, которая для обычного 12-вольтового оборудования

равна 13,7–14,2 В. Диагностирование генераторной установки осуществляют при помощи вольтметра. При этом, помимо ограничивающего напряжения, возможна проверка и работоспособности генератора. Ограничивающее напряжение проверяют при выключенных потребителях тока и повышенной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Работоспособность генератора оценивают по напряжению при включении потребителей тока (приборов освещения) на частоте вращения, соответствующей полной отдаче генератора. При этом напряжение должно быть не ниже 12 В. Однако подобная методика проверки даже при наличии дополнительного режима испытания не может выявить такие неисправности генераторов переменного тока, как обрыв или замыкание обмоток статора на корпус (массу) или пробой диодов выпрямителя ввиду значительных резервов работоспособности генератора. Указанные неисправности легко выявляются по характерному виду осциллограмм, однако для этого необходим специальный канал измерения, который обычно предусматривается только на дорогостоящем оборудовании.

Неисправный генератор подлежит замене для ремонта в условиях электроцеха. Ограничивающее напряжение для контактных реле-регуляторов регулируют натяжением пружины якорька. Встроенные в генератор регуляторы при несоответствии ограничивающего напряжения подлежат замене.

СТАРТЕР

В процессе эксплуатации в стартере возникают главным образом механические повреждения привода, связанные с пробуксовкой муфты свободного хода, износом или заклиниванием шестерни. Эти неисправности устраняются путем замены привода. Реже встречаются неисправности электрических цепей стартера, обусловленные окислением силовых контактов и контактов реле, обрывом обмоток, замасливанием коллектора, износом щеток. При этом ухудшается работа стартера, что вызывает необходимость его снятия и переборки. У снятого стартера на специальном стенде проверяют развиваемый крутящий момент, потребляемый ток в рабочем режиме и в режиме полного торможения, частоту вращения якоря в рабочем режиме. Непосредственно на автомобиле у стартера также можно проверить потребляемый ток в режиме полного торможения, который увеличивается при замыкании цепей стартера на корпус и уменьшается при окислении контактов, щеток и коллектора. Однако указанный метод из-за его сложности на практике почти не применяется.

ПРИБОРЫ ОСВЕЩЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Неисправности приборов освещения и сигнализации связаны чаще всего с перегоранием ламп или выходом из строя выключателей, переключателей, реле. Наиболее сложными работами являются проверка и регулировка положения фар на автомобилях и их силы света, силы света других световых приборов, а также частоты включения указателей поворотов, что связано с безопасностью движения. Положение фары на практике считается отрегулированным, если ее луч направлен вдоль оси дороги с захватом обочины и обеспечивает освещение на расстоянии порядка 30 м при ближнем свете и порядка 100 м – при дальнем. (ГОСТ 25478-91 регламентирует углы наклона луча фар при проверке в стационаре передвижным прибором.) Указатели поворотов должны работать в проблесковом режиме с частотой следования проблесков (1,5 ± 0,5) Гц. Суммарная сила света фар (при дальнем свете), измеренная в направлении оси отсчета, должна быть не менее 10 000 кд. ГОСТ 25478-91 регламентирует также диапазоны силы света габаритных огней, сигналов торможения и указателей поворота.

Установку фар проверяют и регулируют на отдельном посту или на линии ТО при помощи настенного или переносного экрана или передвижных оптических приборов (см. рис. 11.7). Проверку частоты включения указателей поворотов проводят при помощи секундомера путем измерения времени не менее чем по десяти проблескам.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Проверяют их общую работоспособность и правильность показаний. При выявлении неработающего прибора или его явно неправильных показаний проверяют на обрыв электрические цепи самого прибора, связанного с ним датчика и соединительных приводов. Вышедшие из строя приборы и датчики, как правило, заменяют.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОХРАННЫЕ СИСТЕМЫ

В первую очередь к ним относятся так называемые противоугонные системы, устанавливаемые на автомобили для обеспечения "кодированного" дистанционного управления работой дверных замков и реагирующие включением звукового и радиочастотного сигналов на попытки "вскрытия" и угона автомобиля. В настоящее время они разделяются на иммобилайзеры и сигнализации (более популярным термином является автосигнализация). Иммобилайзеры позволяют заблокировать в режиме охраны пуск и работу двигателя путем размыкания (замыкания) нескольких электрических цепей; сигнализации помимо функций иммобилайзера предлагают владельцу наиболее широкий перечень услуг и удобств по служебным (охранным, сигнальным, противоугонным) и сервисным функциям (до 60). Служебные функции в определенной степени обеспечивают "распознавание" попыток вскрытия автомобиля, противодействуют угону (путем "выключения" двигателя) и тем или иным способом оповещают владельца о посягательствах на его автомобиль. Сервисных функций может быть больше, чем служебных, при этом в зависимости от сложности системы они могут обеспечить дистанционное отключение и регулировку датчиков, отпирание дверей и багажника, пуск двигателя, включение кондиционера, определение местоположения автомобиля в темное время суток и др.

В Европе наибольшее предпочтение отдается иммобилайзерам и для некоторых государств их установка является обязательной для всех продаваемых в стране автомобилей. Для России более популярными являются сигнальные системы, которые уже сейчас устанавливаются на автомобили по желанию заказчика заводом-изготовителем, а также имеют широкие возможности для автономной установки в эксплуатации, причем затраты на установку сигнализации средней сложности, как правило, выше стоимости самой сигнализации. Это вызвано большим объемом разборочно-сборочных работ и тщательностью настройки механических и электронных устройств автосигнализации (электрозамков и концевых выключателей дверей салона, капота и багажника, программированного задания охранных и сервисных функций, регистрирующих датчиков и др.), что требует специальной подготовки исполнителей.

Типовая схема подключения подобных систем к электрооборудованию автомобиля представлена на рис. 12.36. Помимо обязательного датчика ударно-вибрационных воздействий, более сложные системы могут иметь датчики объема, реагирующие на перемещения внутри салона, а также фиксирующие разбивание стекла, изменение (снижение) оборотов двигателя, падение напряжения, которые при соответствующей настройке обеспечивают блокировку двигателя при угоне и другие

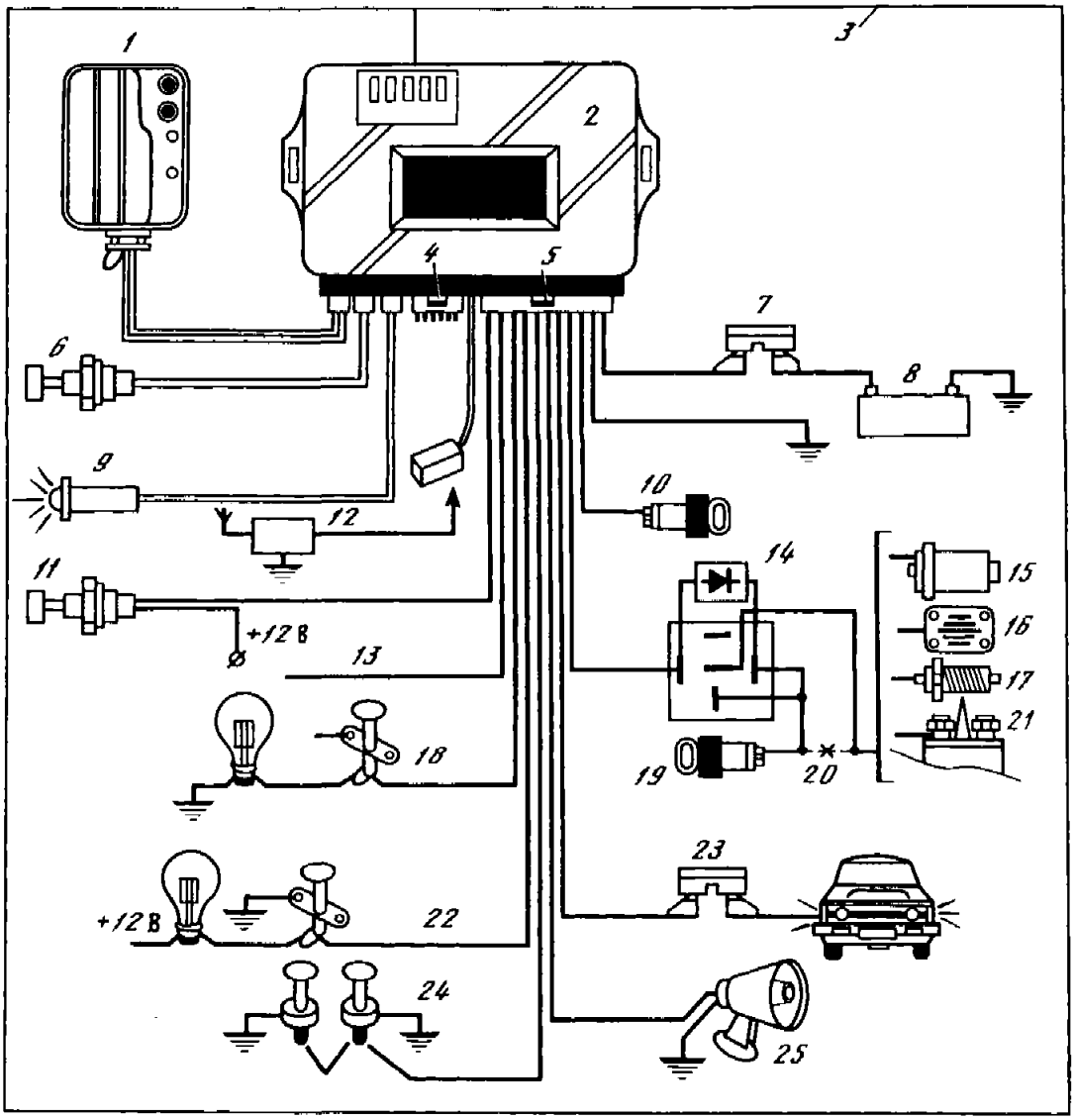


Рис. 12.36. Схема подключения простейшей автосигнализации к электрооборудованию и механизмам дверных замков и багажника легкового автомобиля в эксплуатации

1 – датчик регистрации ударных воздействий; *2* – электронный блок управления; *3* – провод антенны, проходящий вдоль стоек или "торпедо" автомобиля; *4* – разъем для управления электроприводами замков; *5* – разъем основных соединений; *6* – аварийный выключатель сигнализации; *7* – предохранитель (15А) электропитания автомобиля; *8* – аккумуляторная батарея; *9* – светодиод индикации состояния сигнализации; *10* – вариант подключения к замку зажигания без использования реле блокировки двигателя от запуска; *11* – кнопочный включатель функции Anti–Hi–Jack (защиты от ограбления); *12* – радиопейджер; *13* – выход управления вторым каналом; *14* – реле блокировки двигателя от запуска; *15* – стартер; *16* – блок управления электронным впрыском; *17* – топливный насос системы управления впрыском; *18* – вариант подключения концевых выключателей дверей в плюсовую цепь; *19* – вариант подключения к замку зажигания при использовании реле блокировки двигателя от запуска; *20* – разрыв цепи питания катушки зажигания *21* или других устройств запуска при подключении реле блокировки двигателя; *22* – вариант подключения концевых выключателей дверей в минусовую цепь; *23* – предохранитель (10А) цепи питания габаритных огней; *24* – концевые выключатели капота и багажника; *25* – сирена (с автономным или неавтономным питанием)

функции. Необходимо учитывать, что более сложные и дорогие системы, устанавливаемые соответственно на более дорогие автомобили, особенно в сочетании с механическими противоугонными системами, в целом существенно усложняют их эксплуатацию и требуют предварительного обучения водителей для исключения ошибочных действий, приводящих к очень неприятным неожиданным срабатываниям охранных функций, например выключению двигателя при дви-

жении (подобные устройства в Европе запрещены, однако предусмотрены многими моделями охранных систем).

В процессе эксплуатации происходит окисление контактов соединительных проводов и разрегулировка уровня настроя (чувствительности) датчиков системы, приводящая к самопроизвольному включению или низкому уровню реакции на внешний шум и колебания кузова. Кроме того, дополнительные неприятности возникают при несоблюдении рекомендуемого порядка применения функциональных возможностей систем, и требуется повышенное внимание при включении охранных и противоугонных функций во время движения автомобиля. Для предотвращения подобных и других неисправностей и отказов указанные системы должны периодически проверяться и обслуживаться по соответствующим технологиям, рекомендуемым изготовителями, с заменой неисправных элементов (датчиков, исполнительных реле и др.).

Глава 13

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

13.1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТИПИЗАЦИИ

На разработку технологических процессов ТО и ТР оказывают влияние многие факторы (рис. 13.1), характеризующие в первую очередь конструкцию автомобиля, условия эксплуатации, а также организационно-производственные, технические, экологические, квалификационные и другие требования, позволяющие обеспечить качественное и безопасное проведение работ при рациональных материальных и трудовых затратах.

В системе автомобильного транспорта имеются различные по размеру, типам подвижного состава, производственно-технической базе и принадлежности автотранспортные предприятия, которые при ТО и ремонте используют соответствующие технологические процессы. Однако многие предприятия, особенно малые, не в состоянии квалифицированно собственными силами разрабатывать технологические процессы. Поэтому в системе автомобильного транспорта сложилась следующая схема разработки и использования технологической документации для ТО и ремонта.

Специализированными проектно-технологическими, научными и учебными организациями разных форм собственности и принадлежности, имеющими лицензии на этот вид деятельности, разрабатываются типовые технологические процессы, представляющие регламентированную последовательность выполнения типовых операций. Далее типовая технологическая документация корректируется и привязывается к конкретным условиям автотранспортного предприятия, т.е. трансформируется в индивидуальную. Привязка и разработка индивидуальной технологической документации может производиться разработчиком типовой технологической документации или инженерно-технической службой автотранспортных предприятий (объединений). Для этого в крупных и средних предприятиях может быть введена должность инженера-технолога. После утверждения вышестоящей организацией или главным инженером АТП или СТО привязанные к производственно-технической базе и персоналу технологические процессы становятся законом для исполнителя.



Рис. 13.1. Факторы влияющие на разработку технологических процессов

Типизация (от греческого typos – отпечаток, форма, образец) – метод унификации, состоящий в разработке типовых решений для применения их при создании новых изделий, процессов или проведения соответствующих работ. При этом унификация предусматривает приведение к единой норме и форме.

Применительно к автомобильному транспорту типизация предусматривает разработку типовых технологических процессов на основе общих технических характеристик для ряда изделий. Типовые технологические процессы являются совокупностью типовых технологических операций.

Типовая технологическая операция представляет собой операцию, унифицированную для группы технологически совместимого (базового) подвижного состава. Она разрабатывается для эталонных или специально оговоренных условий технической эксплуатации и применяется на предприятии автомобильного транспорта с заданной численностью автомобилей или производственной программой, имеющем соответствующие его мощности типовые технологическое оборудование, оснастку и другие средства труда.

Исходными данными для разработки технологических процессов (ТП) ТО и ремонта автомобилей являются:

- производственная программа (годовая или суточная), от величины которой зависит степень экономически оправданной механизации операций;
- объект выполнения воздействия (автомобиль, агрегат, узел, деталь);
- вид выполняемого технического обслуживания и ремонта;
- сборочный чертеж изделия (объекта воздействия), который должен содержать всю необходимую информацию для проектирования ТП: проекции и разрезы, обеспечивающие быстрое и полное освоение конструкции; спе-

цификации всех деталей, узлов и сборок, входящих в состав разбираемого изделия; размеры;

- технические условия на сборку, регулировку, испытания, контроль и приемку изделия;
- сведения о применяемом оборудовании и инструменте;
- сведения о надежности деталей изделий, возможных сопутствующих ремонтах;
- масса изделия или автомобиля для выбора подъемно-транспортных средств.

Последовательность (алгоритм) *разработки технологического процесса* заключается в следующем: изучается конструкция изделия, составляется план проведения работ, определяется последовательность операций и переходов, устанавливается темп (такт) выполнения работ, определяются нормы времени по каждой операции, выбираются оборудование, исполнители, приспособления и инструмент, оформляется технологическая документация.

Технологическая документация представляет собой графические или текстовые документы, которые определяют технологические процессы ТО и ремонта автомобилей. Единая система технологической документации предусматривает следующие ее виды: технологические карты, маршрутные карты, операционные карты, инструкции, операционные чертежи, ведомости заказа и нормы расхода запасных частей, материалов, инструментов, оснастки и принадлежностей, а также другие документы. Нормативно-технологический документ, устанавливающий требования к объекту до и после выполнения соответствующих воздействий (приемка, мойка, разборка, сборка, регулировка, диагностика, смазка, сварка, окраска и др.), называется *техническими условиями*. ТУ позволяют оценить качество ТО и ремонта при сдаче выполненных работ, используются при заключении договоров на услуги ТО и ремонта, а также при предъявлении рекламаций.

Продолжительность выполнения работ технологического процесса называют *нормой времени*. Техническая норма времени – это регламентированное время выполнения технологической операции в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Содержание и последовательность выполнения работ технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей отражается в первичном документе технологического процесса – *технологической карте*. В карте также указывается оборудование, инструмент, приспособления, применяемые при каждой операции или переходе; квалификация исполнителей, норма времени на отдельные операции и переходы и на всю технологию в целом. В зависимости от принятых форм и методов организации технологических процессов, а также видов выполняемых работ на автомобильном транспорте разрабатываются и используются следующие основные документы:

- руководящие документы (РД), устанавливающие организационно-методические и общетехнические требования и правила проведения работ, применение которых на АТП не допускает каких-либо отклонений от принятых в РД положений;
- руководства по текущему ремонту (РТ), предписывающие порядок и правила проведения постовых и цеховых работ ТР для основных агрегатов и систем автомобиля и допускающие отдельные изменения с учетом конкретных условий автотранспортного предприятия;
- инструкции по техническому обслуживанию (ИО), регламентирующие порядок и правила ТО и имеющие одинаковые с РТ условия использования на АТП;
- методические указания (МУ), представляющие документ рекомендательного плана и устанавливающие общие методы проведения работ.

Проектируя технологический процесс, необходимо рассматривать возможные варианты выполнения работ, предусматривая их совмещение по времени, месту и исполнителям с учетом используемого оборудования. Применение сетевого планирования при разработке ТП позволит выстроить операции и переходы в такой последовательности, когда для их выполнения потребуются минимальные затраты времени при гарантированном качестве проведения работ.

Оптимальный вариант технологического процесса ТО и ТР автомобилей позволяет получить высокую производительность труда и качество работ, исключить пропуски или повторения отдельных операций и переходов, рационально использовать средства механизации, выполнить требуемую организацию и обустройство рабочих мест.

13.2. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Основным структурным элементом производственных подразделений (зон, цехов и участков) автотранспортных предприятий является рабочее место, представляющее собой зону трудовой деятельности одного или нескольких рабочих.

Рабочее место – часть пространства, приспособленная к выполнению работником производственного задания по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Рабочие места включают в себя зону трудовой деятельности, основное и вспомогательное производственное и технологическое оборудование, технологическую оснастку, приспособления и инструмент. При организации рабочих мест учитываются антропометрические данные, передовой опыт, рекомендации физиологии, психологии и гигиены, требования охраны труда, эргономики, инженерной психологии и технической эстетики.

В зависимости от численности исполнителей технологического процесса рабочие места бывают индивидуальные и коллективные.

На АТП и СТО рабочие места могут быть классифицированы следующим образом:

- по категории работников – рабочих, руководителей, специалистов, служащих;
- по профессии – по основным рабочим специальностям или должностям (слесарь по ремонту автомобилей, диагност, электрик, аккумуляторщик, сварщик и т.д.);
- по виду производства ТО и ремонта (ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР и т.д.);
- по степени механизации выполняемых на рабочем месте операций – для автоматических, полуавтоматических, машинных, механизированных (машинно-ручных) и ручных (немеханизированных) технологических процессов;
- по размещению в пространстве – стационарные и мобильные (маршрутные);
- по расстановке рабочих – индивидуальные и комплексные (коллективные, бригадные);
- по числу обслуживаемых постов – однопостовые и многопостовые;
- по числу смен – односменные, двухсменные, трехсменные;
- по условиям труда – с нормальным или тяжелым физическим трудом, с нормальными или вредными условиями производства.

Рабочий пост представляет собой рабочее место, на площади которого устанавливается один или несколько автомобилей. При работе на посту нескольких исполнителей данное рабочее место квалифицируется как коллективное.

Соответствие рабочего места заданным условиям производственного процесса по ТО и ТР автомобилей выявляется на основании аттестации. Она позволяет сократить долю ручного и тяжелого физического труда, ликвидировать малоэффективные рабочие места, увеличить коэффициент сменности оборудования. Аттеста-

ция проводится по следующим основным показателям: оснащенности рабочего места и расстановке технологического оборудования, комплектности технологической документации, разделению и кооперации объемов работ, квалификации персонала, условиям труда. Аттестацию рабочих мест проводит комиссия, которую возглавляет главный инженер или технический директор. По результатам аттестации разрабатываются мероприятия по рационализации рабочих мест и их совершенствованию. Не прошедшие аттестацию рабочие места подлежат модернизации или ликвидации.

Таблица 13.1

Уровень специализации постов по ТО и ремонту автомобилей

Характеристика	Количество операций
Широкоуниверсальный	200 и более
Универсальный	100–200
Специализированный	20–50
Специальный	Менее 20

Инженерно-техническая служба АТП обеспечивает работоспособность подвижного состава, пользуясь нормативами ТО и ремонта, учитывающими условия эксплуатации и приспособленность к ним подвижного состава, унификацией и типизацией технологических процессов и элементов производственно-технической базы.

Уровень специализации поста зависит от количества и номенклатуры выполняемых на нем операций (табл. 13.1).

Универсальный пост – это пост, на котором возможно выполнение нескольких видов типовых работ технического обслуживания и ремонта. Как правило, универсальные посты ТО и ремонта организуются в сравнительно небольших эксплуатационных или ремонтных предприятиях.

На производственно-технической базе ТО и ремонта, обслуживающей большой парк подвижного состава, появляется необходимость выполнения работ на специализированных постах. Специализированный пост – это пост, на котором реализуется типовой технологический процесс определенного вида. Примерами специализированных постов являются пост смазки, пост ТО-2, пост текущего ремонта по замене агрегатов, пост диагностики и т.д.

Специальные посты организуются для особых технологических процессов, специфических работ или подвижного состава (санитарная обработка, измерение объема цистерн, применение балконов для ТО и ТР автомобилей особо большой грузоподъемности и др.).

За счет специализации производства достигают более высоких показателей качества выполняемых работ и производительности труда. На каждом из специализированных постов требуется однородное оборудование и соответствующая работам квалификация исполнителей. Специальные и специализированные посты имеют наибольшие уровень механизации работ и уровень пропускной способности, но на них можно выполнять технологические операции ограниченной номенклатуры. Поэтому специальные и специализированные посты организуют на АТП с большой численностью подвижного состава, на специализированных производствах и головных предприятиях автотранспортных объединений.

Преимуществом технического обслуживания на универсальных постах является возможность выполнения на каждом посту различного объема работ, обслуживания автомобилей различных моделей, выполнения ТО и ТР различной продолжительности. Недостатки данной формы организации работ: необходимо многократно дублировать технологическое оборудование, что ограничивает возможность оснащения предприятия высокопроизводительными средствами труда; повышаются затраты на ТО и ТР автомобилей и технологическое оборудование; требуются ремонтные рабочие более высокой квалификации и с совмещением профессий; ограничивается возможность специализации рабочих и специализации труда.

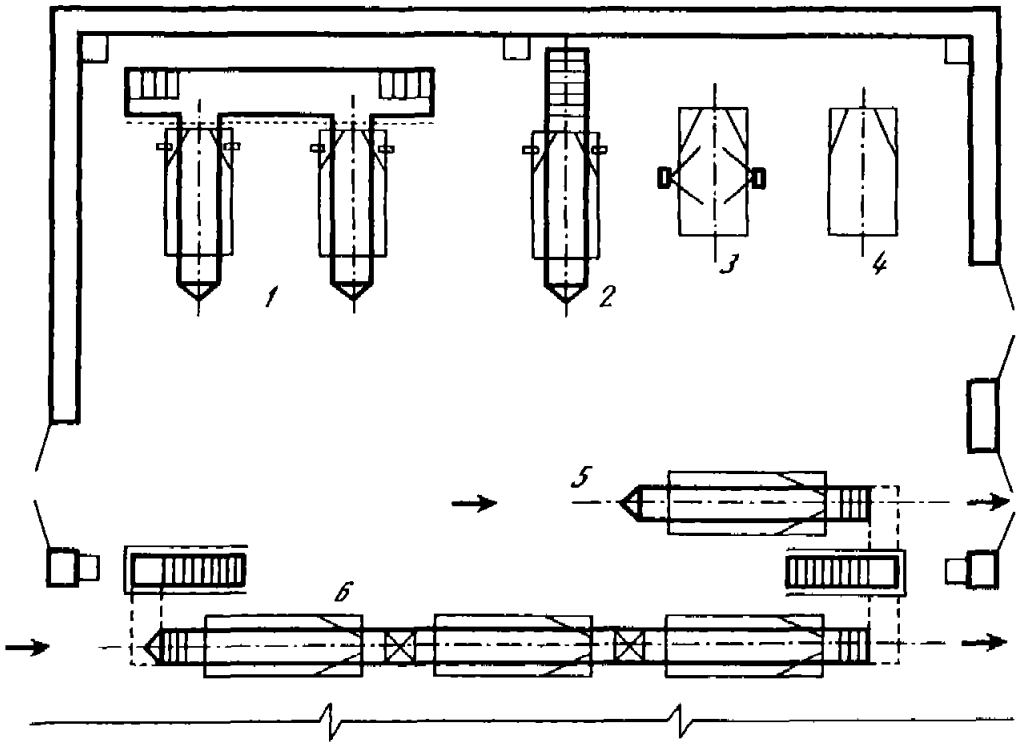


Рис. 13.2. Типы постов для ТО и ТР автомобилей

1–4 – тупиковые: *1* – на осмотровой канаве с траншеей, *2* – без траншеи, *3* – с подъемником, *4* – напольный; *5* – проездной на осмотровой канаве; *6* – поточная линия

Наличие и сочетание универсальных и специализированных постов ТО и ремонта определяют уровень специализации постовых технологических процессов в зависимости от возможностей производственно-технической базы. В зависимости от способа постановки автомобилей посты бывают тупиковые и проездные (рис. 13.2), напольные, на осмотровых канавах, подъемниках и эстакадах. В производственных зонах рабочие посты располагаются параллельно друг другу с учетом нормативных значений проходов и проездов, величина которых зависит от моделей подвижного состава и видов выполняемых работ. Совокупность последовательно расположенных специализированных постов образует *поточную линию*.

Поточный метод организации ТО позволяет обеспечить высокий уровень механизации работ, применить средства механизации для перемещения автомобилей, использовать прогрессивные методы разделения труда, сократить нерациональные перемещения обслуживаемого подвижного состава и исполнителей. На постах поточной линии автомобили могут устанавливаться продольно оси поточной линии и поперечно. При сменной программе обслуживания не менее 12–15 однотипных автомобилей на ТО-1 и 5–6 на ТО-2 организуют поточную линию. Совместно с техническим обслуживанием возможно выполнение технологически связанных с ним часто повторяющихся операций сопутствующего текущего ремонта, однако при этом суммарная трудоемкость ТР не должна превышать 15–20% трудоемкости проводимого ТО.

На продольной поточной линии трудно совместить выполнение работ разной трудоемкости по ТО и сопутствующему текущему ремонту для автомобилей с различным возрастом и пробегом. Поэтому при составлении сменного задания на ТО необходимо учитывать техническое состояние автомобилей, а также проводить предварительное диагностирование, по результатам которого выполнение сопутствующего текущего ремонта будет осуществлено на линии ТО или отдельных

постах ТР. Поперечное расположение постов на поточной линии ТО позволяет осуществлять выезд автомобиля с любого поста.

Текущий ремонт автомобилей производится индивидуальным и агрегатным способами. При индивидуальном методе агрегаты, снятые с автомобиля, не обезличиваются, их ремонтируют и устанавливают на тот же автомобиль. Время простоя автомобиля при индивидуальном ремонте возрастает, поэтому на АТП текущий ремонт осуществляется преимущественно агрегатным методом, при котором агрегаты, требующие текущего и капитального ремонта, заменяются отремонтированными из оборотного фонда или новыми.

Объем работ текущего ремонта выполняется на разборочно-сборочных и кузовных постах, на последних проводятся сварочно-жестяницкие и окрасочные работы по кузову автомобиля, а также деревообрабатывающие работы по платформе бортового автомобиля и другие работы для специализированного и специального подвижного состава.

Для текущего ремонта используются универсальные и специализированные посты, которые в зависимости от выполняемых работ оснащаются осмотровыми канавами или подъемниками, а также другим подъемно-транспортным оборудованием, приспособлениями и инструментом. Для производственно-цеховых работ ТР на АТП могут создавать следующие производственные участки, отделения и цехи: агрегатный, слесарно-механический, электротехнический, топливной аппаратуры, аккумуляторный, сварочный, жестяницкий, медницкий, арматурный, обойный, малярный, шиномонтажный, вулканизационный или шиноремонтный, деревообрабатывающий, таксометровый, радиотехнический и другие.

На крупных автотранспортных предприятиях выполнение некоторых работ может быть разделено по нескольким специализированным цехам и участкам. Так например, агрегатные работы могут проводиться в моторном цехе, на участке ТР автоматической и гидромеханической трансмиссии, в цехе ТР оборудования и узлов тормозной системы и пневматической подвески, в цехе восстановления изношенных деталей (ЦВИД) и др. Для автотранспортных предприятий с небольшой численностью подвижного состава для рационального использования производственных площадей и ремонтного персонала работы ТР объединяют в комплексные цехи, при этом исполнители работ совмещают сразу несколько профессий. Существуют агрегатно-механические, электрокарбюраторные, шинные и другие цехи и участки, однако для комплексных цехов усложняется процесс обеспечения требований техники безопасности и производственной санитарии, снижаются возможности оплаты за совмещение профессий, вредные условия труда и др.

В процессе организации ТП технического обслуживания и ремонта автомобилей широко используются методы *специализации работ*. Специализация представляет собой разделение технологических процессов по общему признаку для выполнения их определенной группой исполнителей, применения специализированного технологического оборудования, выделения отдельных рабочих мест.

На первом уровне специализации работ (рис. 13.3) рассматриваются типовые процессы в рамках агрегатного метода ТО и ТР.

Второй уровень специализации соответствует стадии разработки или корректировки общих планировочных решений производственно-технической базы конкретного предприятия и сводится к разделению объема работ ТО и ремонта по конкретным постам и цехам. На этом уровне определяется степень специализации постов и цехов предприятия, которая зависит от производственной программы работ, интенсивности эксплуатации, численности и состава парка ремонтируемого подвижного состава, а также от наличия помещений под ремонтные мастерские и их площадей. При проведении расчетов главным условием является приоритет в пропускной способности постов и цехов перед ожидаемыми объемами работ.

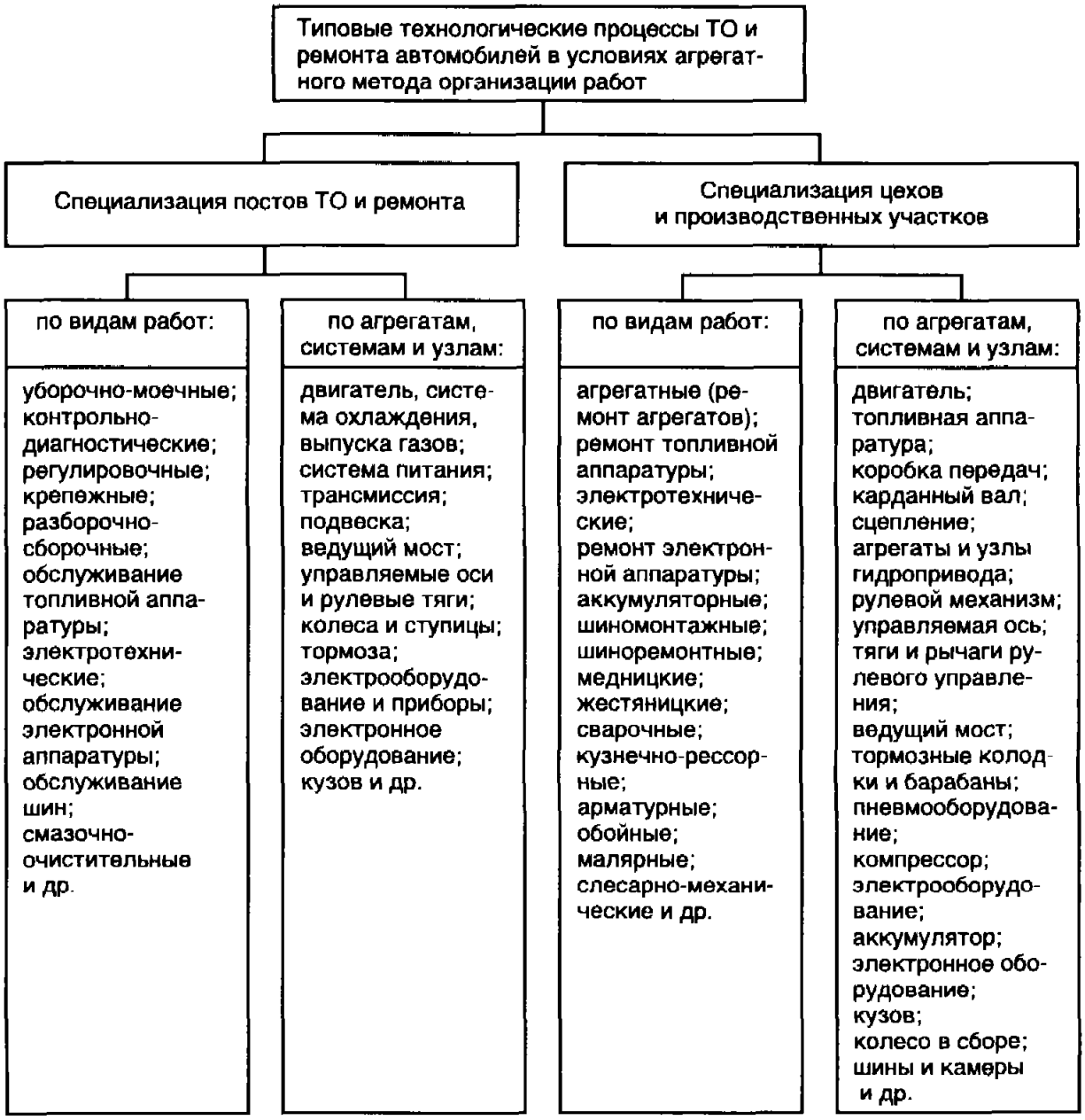


Рис. 13.3. Специализация типовых технологических процессов

Постовые работы могут выполняться как на универсальных, так и на специализированных постах и поточных линиях. Часто на специализированном посту организуется лишь часть однородных работ типового технологического процесса. Такие посты, как правило, объединяются в технологическую линию.

В основу процесса специализации цехов и участков положен принцип объединения технологически совместимых работ. Принятое разделение цеховых (участковых) работ по их видам определяет целесообразность организации основных цехов и участков на АТП.

Третий уровень специализации технологических процессов ТО и ремонта осуществляется с целью организации рабочих мест и расстановки оборудования на постах и в цехах.

Специализация работ на постах и в цехах проводится в двух направлениях: по видам работ (контрольные, крепежные, смазочные и др.) и по агрегатам, системам, узлам. Как правило, в результате анализа работ, выполняемых на конкретном посту или в цехе, определяются состав и схема размещения технологического

оборудования, количество и квалификация ремонтных рабочих, общая схема организации работ и схема расстановки исполнителей.

Возможна реализация четвертого уровня специализации технологических процессов ТО и ремонта, который соответствует индустриальному методу организации производства и применяется при большой производственной программе.

13.3. ТЕХНОЛОГИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ

Одним из методов поддержания технического состояния автомобилей в эксплуатации является государственный технический осмотр (ГТО), порядок проведения которого устанавливается постановлениями правительства РФ (например, № 880 от 31.07.98 г. "О порядке проведения государственного технического осмотра транспортных средств, зарегистрированных в Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации"), а правила – соответствующими документами, утвержденными МВД (например, приказ МВД РФ № 190 от 15.03.99 г. "Об организации и проведении государственного технического осмотра транспортных средств").

Положением о проведении ГТО предусмотрено решение следующих задач:

- проверка соответствия технического состояния и оборудования транспортных средств требованиям нормативных и правовых актов, правил, стандартов и технических норм в области обеспечения безопасности дорожного движения;
- контроль допуска водителей к участию в дорожном движении;
- предупреждение и пресечение преступлений и административных нарушений, связанных с эксплуатацией транспортных средств;
- выявление похищенных транспортных средств, а также транспортных средств, скрывшихся с мест ДТП.

Установлена следующая периодичность проведения ГТО (по состоянию на 1.01.2000 г.):

а) легковые автомобили, используемые для перевозки пассажиров на коммерческой основе, автобусы и грузовые автомобили, оборудованные для систематической перевозки людей, с числом мест для сидения более 8 (кроме места водителя), специальные и специализированные транспортные средства и прицепы к ним для перевозки крупногабаритных, тяжеловесных и опасных грузов – 2 раза в год;

б) транспортные средства, с года выпуска которых прошло не более 5 лет, включая год выпуска (за исключением транспортных средств, указанных в подпункте а) – 1 раз в 2 года;

в) транспортные средства, с года выпуска которых прошло более 5 лет, включая год выпуска, а также транспортные средства, год выпуска которых не установлен (за исключением транспортных средств, указанных в подпункте а) – 1 раз в год.

Для проверки технического состояния транспортных средств при ГТО предусмотрено широкое применение средств технического диагностирования. При проверке технического состояния транспортных средств допускается использование тупиковых и проездных постов, но предпочтение следует отдавать поточным линиям. Один из вариантов планировки поточной линии для проверки легковых автомобилей представлен на рис. 13.4. Проверку грузовых автомобилей и автобусов рекомендуется проводить с использованием осмотровых канав.

Контроль технического состояния автомобилей могут осуществлять контролеры, отвечающие следующим требованиям:

- минимальный возраст – 18 лет;
- пройдена подготовка и имеется соответствующее удостоверение;
- наличие удостоверения водителя категории проверяемых транспортных средств.

Пункт технического осмотра транспортных средств должен быть оснащен минимальным набором средств технического диагностирования (приложение 9), которые должны проходить метрологическую проверку в установленные сроки.

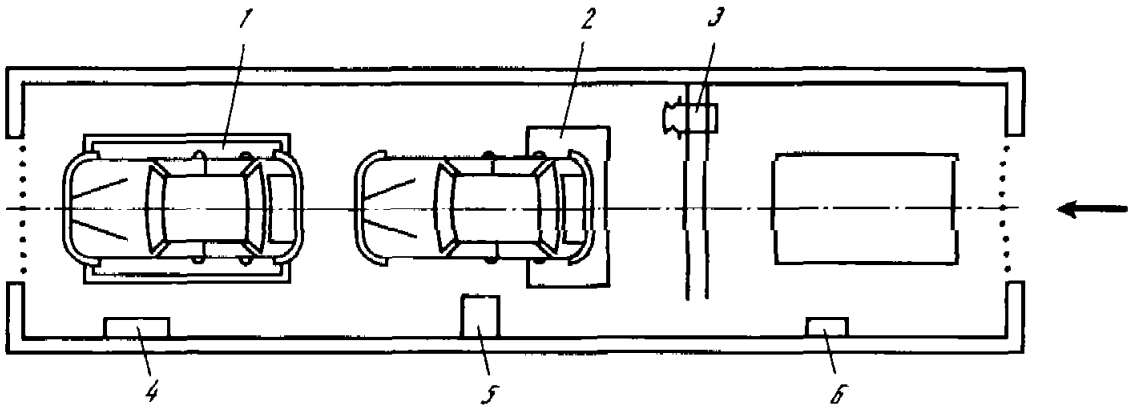


Рис. 13.4. Планировка линии контроля технического состояния легковых автомобилей

1 – подъемник со стендом для проверки рулевого управления; *2* – тормозной стенд; *3* – стенд для проверки света фар; *4* – терминал данных; *5* – пульт управления; *6* – газоанализатор и дымомер

Общая трудоемкость контроля технического состояния при применении прогрессивных технологических процессов для различных типов автомобилей возрастом от 5 до 10 лет представлена в табл. 13.2.

Нормативы трудоемкости для транспортных средств со сроками службы до 5 лет определяются умножением трудоемкости на коэффициент 0,75, а со сроком службы более 10 лет – на коэффициент 1,25.

По результатам технического осмотра оформляется диагностическая карта в трех экземплярах, форма которой утверждена, и выдается талон о прохождении ГТО. Первый экземпляр диагностической карты выдается собственнику транспортного средства или его представителю, второй – хранится в подразделении

Таблица 13.2

Тип транспортного средства	Трудоемкость проверки, чел · мин		
	бензиновые ДВС	дизели	газовые ДВС
Легковой автомобиль	33,1	36,3	36,3
Автобус полной массой			
до 5 т	43,3	46,5	46,8
более 5 т	52,0	55,2	56,0
Грузовой автомобиль полной массой			
до 3,5 т	37,7	40,9	40,9
от 3,5 до 12 т	50,7	53,9	54,7
более 12 т	54,2	57,4	58,2
Полуприцеп*		35,1	
Прицеп полной массой*			
до 0,75 т		12,5	
от 0,75 до 3,5 т		22,4	
свыше 3,5 т		28,0	

* Для транспортных средств с любыми двигателями.

Государственной инспекции по месту проведения ГТО, третий – на пункте технического осмотра.

Транспортное средство, техническое состояние и оборудование которого не отвечает хотя бы одному из требований безопасности дорожного движения, считается неисправным и его эксплуатация запрещается.

При проведении повторного осмотра транспортного средства в срок не более 20 дней проверка технического состояния осуществляется только по тем показателям, которые при первом осмотре не соответствовали требованиям безопасности дорожного движения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ВТОРОМУ РАЗДЕЛУ

1. Дайте определение понятий "технология", "технологический процесс", "производственный процесс".
2. С какими основными видами работ связано выполнение технического обслуживания и текущего ремонта? Дайте их краткую характеристику.
3. В чем сущность процесса организации и проведения мойки автомобиля? Применяемое оборудование.
4. В чем сущность процесса проведения диагностических работ? Применяемое оборудование.
5. На что влияет качество крепежных работ? Требования к их проведению.
6. Особенности проведения кузовных и окрасочных работ; применяемое оборудование.
7. Какие типы оборудования применяются при проведении разборочно-сборочных, подъемно-транспортных работ?
8. Какие основные отказы и неисправности происходят с кривошипно-шатунным механизмом? Способы устранения, применяемое оборудование.
9. Какие основные отказы и неисправности происходят с цилиндропоршневой группой? Способы устранения, применяемое оборудование.
10. Вид осциллограммы цепи высокого напряжения. Что обозначают ее отдельные зоны?
11. Как проверить и отрегулировать угол опережения зажигания?
12. Какие основные неисправности происходят с системами питания двигателей разного типа? Приемы обнаружения и устранения.
13. Основные неисправности автоматической коробки переключения передач, методы ремонта.
14. Как обслуживаются узлы автомобиля, обеспечивающие безопасность движения?
15. Какие причины вызывают неравномерный износ протектора шин?
16. Какие существуют технологические приемы измерения и регулировки углов установки колес?
17. Какие существуют виды и способы ремонта шин?
18. По каким показателям согласно ГОСТ-25478 нормируется техническое состояние тормозной системы, шин, фар автомобиля?
19. Основные неисправности узлов системы электрооборудования автомобиля; приемы обнаружения и устранения.
20. В чем состоит принцип подключения автосигнализации и ее обслуживания?
21. Какие технологические процессы применяются при ТО и ТР автомобилей? Методы их организации.

Раздел третий

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 14

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВОМ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

14.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ "УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ"

Одной из основных задач подсистемы технической эксплуатации автомобилей является определение путей и методов наиболее эффективного управления техническим состоянием и работоспособностью автомобильного парка, поэтому управление является одной из важнейших функций специалиста.

Содержание и методы управления меняются в зависимости от места специалиста в иерархии управления ИТС: руководство непосредственно рабочими, инженерами, техниками; участком, цехом или предприятием; группой предприятий или отраслью. Однако в существе управления, его технологии имеется много общих черт на всех уровнях управления системами.

Управление представляет собой процесс преобразования информации о состоянии системы (автомобиль, цех, предприятие или отрасль) в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему из исходного в заданное состояние.

Управление включает определенную последовательность действий или технологий, применяемую в различных комбинациях для любой системы или задач любого характера (рис. 14.1).

1. Определение цели, стоящей перед управлением системой или подсистемой (отраслью, АТП, цехом, участком, бригадой).

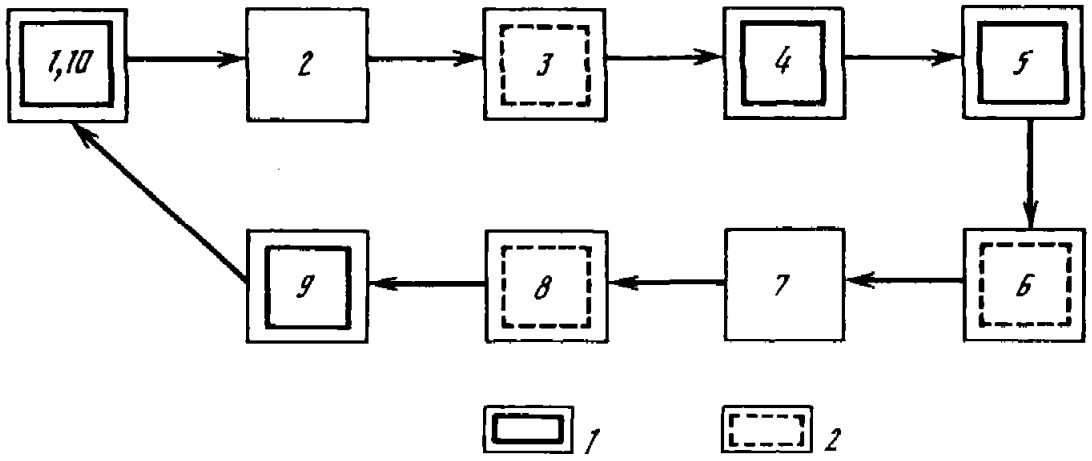


Рис. 14.1. Основные этапы управления

1 – требует обязательного участия руководителя высшего уровня; *2* – требует контроля руководителя и участия ответственных за этапы

Целью системы является ее возможное будущее состояние, достигаемое с помощью определенных действий, являющихся следствием принятых решений.

От правильного определения цели и частных задач во многом зависят и выбираемые средства, причем цель подсистемы должна быть связана с целью системы более высокого ранга. Например, цели, стоящие перед подсистемой технической эксплуатации, должны соответствовать целям системы более высокого ранга, т.е. целям системы автомобильного транспорта, а последние – целям народного хозяйства (см. гл. 9).

Задачи каждого цеха или участка АТП должны быть определены так, чтобы обеспечить техническую исправность заданного (необходимого для перевозочного процесса) количества и номенклатуры автомобилей. Следовательно, постановка цели и ее реализация должны рассматриваться в рамках программно-целевого подхода.

2. Получение информации о состоянии системы и о внешних факторах, действующих на систему.

При разработке мероприятий, направленных, например, на повышение коэффициента технической готовности (для обеспечения перевозочного процесса), подобной информацией будут сведения об эксплуатационной надежности автомобилей; данные о наиболее характерных отказах, вызывающих простои автомобилей в рабочее время; сведения о причинах простоев и т.д. Внешними факторами в данном случае будут: требования клиентуры, условия эксплуатации, организация материально-технического обеспечения и др.

3. Обработка информации, оценка ее точности, представительности, достоверности.

4. Анализ информации, сбор при необходимости дополнительной информации, ее экспертиза.

5. Принятие управляющих решений в соответствии с целями системы, полученной и обработанной информацией.

Под принятием управляющего решения понимается выбор на основании установленных критериев одного из нескольких путей развития, существенно изменяющих состояние системы.

Например, изменение работоспособности парка возможно в результате совершенствования системы и нормативов ТО и ремонта, повышения квалификации персонала, улучшения ПТБ и других мероприятий.

6. Придание решению четкой, желательно нормативной формы, обеспечивающей индивидуальную ответственность исполнителей, поэтапный количественный и качественный контроль.

7. Доведение решения до исполнителей.

На этом этапе важной является форма передачи решения, обеспечивающая понимание сути принимаемого решения и исключающая двоякое его толкование (смысла, сроков выполнения и др.).

8. Реализация управляющего действия, например строительство или реконструкция производственной базы; освоение новых видов услуг; введение новой системы морального и материального поощрения ремонтных рабочих; направление автомобиля в ремонт или списание и т.д.

9. Получение отклика (реакции) системы на управляющие действия в виде новой порции информации об изменении состояния системы.

При полном достижении системой назначенных целей в заданное время управление является *оптимальным*.

Если состояние системы ухудшилось, то управление *нерационально*. Если произошло улучшение состояния системы, но цели полностью не достигнуты, то управление *рационально* и наступает 10-й этап (см. рис. 14.1): анализируются при-

чины, по которым цели не были достигнуты, при необходимости цели и методы их достижения *корректируются*.

Это наиболее характерный вариант многошагового или итеративного достижения целей. Если итеративный подход реализуется, то система является *обучаемой*.

14.2. ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ЕГО ПОДСИСТЕМАМИ

Известны два полярных метода управления – реактивный и целевой. При реактивном методе планирование осуществляется перед началом или в процессе действия, решения принимаются без глубокого анализа возможных путей и последствий и часто меняются, являясь своего рода реакцией на текущие события.

Сущность целевого, или программно-целевого, метода управления заключается в четком определении конечной цели системы и в объединении в форме программы всех видов деятельности подсистем для достижения этой цели. Программа – это законченный во времени и пространстве комплекс мероприятий, обеспечивающих достижение поставленной цели (или целей).

Программа "увязывает" цели с ресурсами, т.е. определяет необходимое количество ресурсов на каждой стадии для их преобразования в конечный (целевой) продукт или результат. Таким образом, в программе представлена совокупность материальных средств, персонала и видов деятельности, сгруппированных по признаку общности целевого назначения.

Под эффективностью реализации программы понимается минимизация сроков достижения определенных уровней удовлетворения общественных потребностей при заданных ресурсах или минимизация совокупных ресурсов при фиксированных сроках.

Термин "программа" целесообразно применять для крупномасштабных и продолжительных федеральных, отраслевых или региональных действий. На уровне предприятия более распространены термины "мероприятие" и "операция", которые также целесообразно разрабатывать и реализовывать, используя программно-целевой подход.

Программно-целевой подход предполагает следующую логику планирования и управления: цели – программы – ресурсы – план (решение) – реализация плана – новые или скорректированные цели. Обычно система (или подсистема) имеет несколько целей, а поставленных перед системой целей можно достичь разными способами. Поэтому важно выявить все факторы или, по крайней мере, главные, способствующие достижению поставленной цели, и установить среди них определенную очередность или долю реализации с учетом важности каждого фактора для достижения системой конечной цели. Для этого строят дерево целей (ДЦ), т.е. упорядоченную иерархию целей, выражающую их соподчинение и внутренние взаимосвязи (рис. 14.2). Единственная вер-

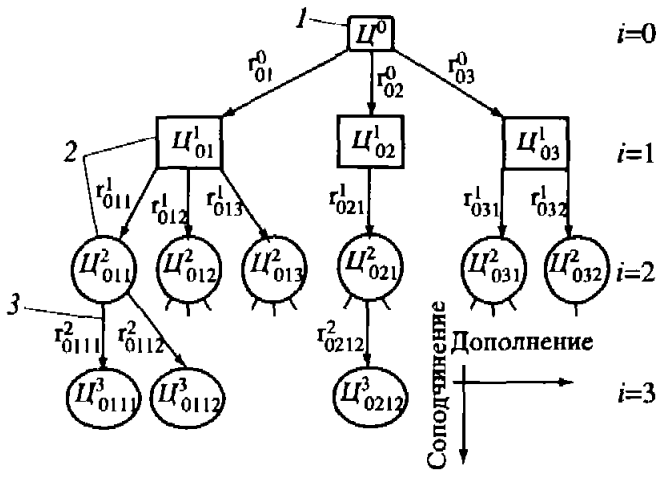


Рис. 14.2. Схема дерева целей

1 – корень (генеральная цель системы); *2* – вершины; *3* – дуги дерева целей; *i* = 0 – высший, 1 – первый, 2 – второй, 3 – третий уровень

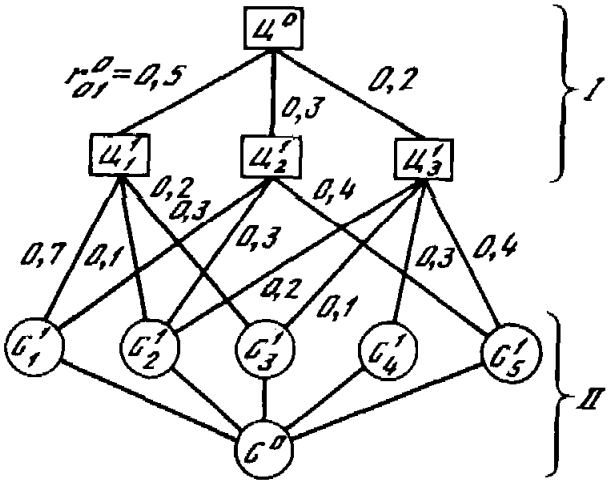


Рис. 14.3. Схема взаимодействия дерева целей (*I*) и дерева систем (*II*)

Ц – цели; *С* – целереализующие системы

шина, называемая корнем, соответствует генеральной цели (цель высшего ранга или уровня). Цель высшего уровня соединена с целями нижестоящего уровня линиями (дугами), характеризующими отношение между целями разных рангов.

Одним из видов отношения между целями разных уровней может быть значимость r^i_{km}, т.е. вклад m-й задачи $(i+1)$-го уровня для достижения k-й цели i-го уровня. Для r^i_{km} принимаются следующие обозначения: i – ранг цели, из которой выходит дуга; k – номер вершины цели i-го ранга, из которой выходит дуга; m – номер вершины $(i+1)$-го ранга, в которую входит дуга.

Номер, $r^0_{01} = 0,5$ (рис. 14.3) означает, что вклад подцели $Ц^1_1$ в достижение генеральной цели $Ц^0$ составляет 0,5 (50%).

Подобная модель ДЦ относится к классу неальтернативных, так как цели нижнего уровня необходимы для формирования целей верхнего уровня, т.е. цели нижнего уровня подчиняются целям верхнего. Следовательно, между факторами одного уровня, кроме верхнего и нижнего, существуют отношения дополнения, а между факторами разных уровней – подчинения (см. рис. 14.2).

Цели системы характеризуются целевыми нормативами (ЦН), которые количественно или качественно характеризуют состояние системы при полном удовлетворении потребностей или реализации поставленных задач. Целевые показатели (ЦП) определяют возможное состояние системы, т.е. степень выполнения целевых нормативов при имеющихся временны́х, ресурсных или других ограничениях. Характерными примерами являются: нормативная и фактическая периодичность ТО, стоимость производственной базы при проектировании (целевой норматив) и фактическая стоимость производственной базы функционирующего АТП (целевой показатель); планируемое и фактическое значение КТГ. Отношение целевого показателя к целевому нормативу характеризует уровень реализации цели.

Построение ДЦ уже само по себе систематизирует анализ и действия, так как в общем виде цели низшего уровня можно считать задачами, решение которых необходимо для достижения цели высшего уровня. Однако конкретные пути достижения конечной цели могут быть различными, поэтому после построения ДЦ формируют дерево систем (ДС) или программ. Отличие ДЦ от ДС состоит в том, что в первом вершины дерева характеризуют цели или функции, а во втором – объекты и системы, которые реализуют эти функции. ДС может воспроизводить структуру ДЦ. Однако в общем случае их структуры могут и не совпадать (см. рис. 14.3).

Схема высшего, первого и второго ярусов (уровней) дерева систем технической эксплуатации приведена в приложении 1.

Важность ДЦ и ДС состоит в том, что: цели системы представляются структурно; выявляются все главные факторы и подфакторы, влияющие на достижение поставленной цели; исключается реализация целей низшего уровня за счет целей высшего уровня (в ущерб им); выделяются факторы (или подфакторы) одного уровня, влияя на них в рамках ограниченных ресурсов (которыми, как правило, располагает система), можно наиболее эффективно продвигаться к поставленной

цели. Поэтому одной из важнейших задач управления является упорядочение целей или ранжирование целей и систем каждого уровня по их важности. При этом подцели "взвешиваются" по влиянию на цель, а подсистемы – по вкладу в достижение как частных, так и общих целей. Например, $Ц_1^1$ (см. рис. 14.3) достигается с помощью подсистем (подпрограмм) C_1^1 (вес 0,7), C_2^1 (вес 0,1) и C_3^1 (вес 0,2). При ранжировании целей и систем используются экспертиза, многофакторный регрессионный и компонентный анализы, динамическое программирование и другие методы.

Взаимосвязи конкретных систем с функциональными целями позволяют оценить вклад каждой из подсистем (или соответствующих подпрограмм) в реализацию частных и общих целей и таким образом выделить наиболее важные подпрограммы. При этом структурный вклад конкретной подсистемы в достижение частной цели определяется произведением вклада соответствующей системы в реализацию данной цели и веса этой цели и суммированием этих результатов, если подсистема влияет на несколько подцелей. Например, вклад подсистемы C_1^1 в реализацию генеральной цели $Ц^0$ (см. рис. 14.3) составляет: $0{,}7\times0{,}5 + 0{,}3\times0{,}3 = 0{,}44$, или 44%. Соответственно вклады других подсистем 18% (C_2^1), 12% (C_3^1), 6% (C_4^1), 20% (C_5^1), а в сумме 44 + 18 + 12 + 6 + 20 = 100%.

Итак, в процессе управления при анализе подсистем прежде всего оперируют понятием *уровня влияния данной подсистемы* (или веса) на достижение цели. Это первый важный классификационный признак. Чем больше это влияние, тем предпочтительнее выбор соответствующей подсистемы при управлении.

По управляемости подсистемы ДС подразделяются на *управляемые, частично управляемые и учитываемые* (неуправляемые) для данного уровня управления. Например, дорожные и климатические условия необходимо учитывать при определении эффективности ТЭА, но они практически неуправляемые для конкретного АТП, работающего в соответствующем регионе. Система ТО и ремонта и ее основные нормативы разрабатываются заводами-изготовителями, федеральными и региональными органами и рекомендуются владельцам автотранспортной техники. Но обеспечение выполнения рекомендаций системы и корректирования ее нормативов является управляемым подфактором для АТП. Ряд подсистем может со временем изменять уровень управляемости. Так, ранее для уровня АТП возраст и состав парка определялись решениями вышестоящей организации, планами поставки и списания автомобилей. Однако использование автомобилей разного возраста на маршрутах разной сложности и тогда являлось компетенцией АТП. В рыночных условиях регулирование возраста и обновление парка – компетенция предприятия и ограничивается его финансовыми возможностями.

Необходимо различать подсистемы ДС *подвижные* и *консервативные*. Например, требуется значительное время для создания новой или реконструкции существующей производственной базы (3–5 лет), хотя ее влияние на эффективность ТЭА существенно. К консервативным, хотя и важным, факторам следует отнести и исходный уровень новых и капитально отремонтированных автомобилей и агрегатов при отсутствии реальной конкуренции между производителями. В рыночных условиях приобретение предприятием автомобилей различных технико-эксплуатационных уровней становится подвижным фактором, особенно при лизинге, и лимитируется только наличием средств у предприятия. Квалификация персонала, его заинтересованность в качестве выполняемых работ, совершенствование технологических процессов также являются подвижными факторами.

Подсистемы могут быть *ресурсоемкие* и *ресурсосберегающие*. Реконструкция производственной базы, и тем более строительство новой, приобретение нового подвижного состава требуют значительных инвестиций. Введение же рациональ-

ной системы материального поощрения, основанной на строгом и оперативном учете количества и качества труда, как показывает практика, может дать быструю и значительную экономию ресурсов и повысить качество труда. Использование квалифицированной рабочей силы при одновременном создании условий для ее реализации также относится к ресурсосберегающему фактору.

Наконец, подсистемы подразделяются на создающие предпосылки для *экстенсивного* и *интенсивного* развития производства. Применение последних основано на использовании достижений научно-технического прогресса (НТП).

Таким образом, на основе общего дерева систем ТЭА (см. приложение 1) для каждого уровня управления: отрасль, регион, АТП, цех, участок – строится свой вариант дерева системы, в котором выделены и оценены управляемые, прежде всего на данном уровне, подсистемы, из числа которых для воздействия в первую очередь избираются подвижные и ресурсосберегающие. Далее следует сравнение вариантов по предполагаемой эффективности. Одним из известных и распространенных методов является метод эффективность–затраты, предусматривающий сравнение затрат всех ресурсов на данную программу с результатами ее действия.

14.3. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И РЕСУРСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Основные задачи ИТС автомобильного транспорта на различных уровнях управления (федеральном, отраслевом, региональном, хозяйственном) могут быть сведены к следующим.

1. Определение технической политики ведомства, региона, объединений и предприятий по технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта. Техническая политика формируется на основе существующего хозяйственного механизма и действующего законодательства, принципов планово-предупредительной системы обеспечения работоспособности автомобилей и парков, состояния и опыта работы данной отрасли и прогнозов ее развития, имеющихся ресурсов и ограничений, а также выполненных научно-исследовательских работ.

Техническая политика должна обеспечивать требуемый уровень работоспособности автомобильного парка, безопасность движения, экологичные и ресурсосберегающие пути развития. Техническая политика реализуется через хозяйственный механизм и законодательство, предусматривающие: рентабельность предприятий и хозяйственный расчет; отраслевые, региональные и местные программы; систему прогрессивной нормативной, проектной и технологической документации.

2. Разработка и доведение до исполнителей целей, нормативно-технологической и проектной документации, обеспечивающей реализацию технической политики.

3. Планирование, организация, управление техническим обслуживанием, ремонтом и хранением подвижного состава автомобильного транспорта. Ресурсное и оперативное корректирование нормативов с учетом условий эксплуатации.

4. Создание, совершенствование и рационализация производственно-технической базы и проведение мер по ее поддержанию, реконструкции и техническому перевооружению, механизации и роботизации технического обслуживания, ремонта, хранения и заправки.

5. Организация материально-технического обеспечения и хранения запасных частей, эксплуатационных материалов, технологического оборудования.

6. Разработка мероприятий по экономии всех видов ресурсов, и в первую очередь трудовых и топливно-энергетических, а также капитальных вложений. Сбор, повторное использование и регенерация отходов.

7. Анализ технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта, производственно-технической базы, технологического оборудования, производственных запасов.

8. Организация внутрихозяйственного учета технического обслуживания и ремонта подвижного состава, технологического и другого оборудования, элементов производственно-технической базы.

9. Управление возрастной структурой автомобильных парков. Составление плана поставок и списания автомобилей и технологического оборудования. Разработка рекомендаций по использованию автомобилей с учетом их конструкции, технического состояния и условий эксплуатации.

10. Комплектация ИТС персоналом, повышение квалификации, улучшение условий труда, совершенствование нормирования, морального и материального стимулирования персонала.

11. Подготовка предприятий к приему и эффективной эксплуатации автомобилей новой конструкции, использованию новых эксплуатационных материалов, оборудования, компьютерной и сетевой техники.

12. Обобщение, распространение и реализация передового опыта технической эксплуатации.

13. Организация внутрихозяйственных договорных отношений со службой перевозок в комплексных предприятиях. Предъявление требований к службе перевозок и контроль за соблюдением правил технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта на линии. Оценка влияния водителей на работоспособность автомобилей и повышение их квалификации.

14. Предъявление требований (заказа) к производителям транспортной техники и материалов по совершенствованию конструкции подвижного состава, качеству эксплуатационных материалов, масштабам и качеству строительства и эксплуатации дорог. Организация контроля качества подвижного состава, приобретаемых эксплуатационных материалов и запасных частей.

15. Модернизация и переоборудование подвижного состава, изготовление некоторых типов специализированного подвижного состава, производство которых пока не освоено промышленностью. Восстановление и частичное изготовление ограниченной номенклатуры деталей, материалов и оборудования.

16. Организация работы предприятия в особых условиях.

В новых экономических условиях главные функции вышестоящих организаций (министерств, холдингов, ассоциаций и объединений) будут состоять, по-видимому, в следующем:

- прогнозирование, разработка и реализация технической политики интенсивного, сбалансированного, ресурсосберегающего и экологичного развития предприятий и объединений на основе НТП, обеспечивающего потребности различных отраслей экономики и населения в транспортном обслуживании;
- создание условий для реализации социальной направленности развития отрасли и группы предприятий, улучшение условий труда персонала;
- участие в транспортном законодательстве на федеральном и региональном уровнях;
- определение основных направлений, поддержка и централизованное финансирование наиболее важных прогностических, поисковых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- представление делегированных предприятиями интересов ведомства в вышестоящих плановых, финансовых, хозяйственных организациях и региональных органах, а также при работе с партнерами, клиентами, поставщиками;
- предоставление предприятиям и организациям на договорных условиях услуг по научному, проектному, технологическому, нормативному, пусконаладочному, посредническому видам обслуживания, требующим концентрации науч-

ных, инженерных сил и значительных ресурсов (например, создание основных нормативных документов, проектирование, применение и программное обеспечение компьютерной техники и др.);

- участие наряду с учебными заведениями в целевой подготовке кадров и повышении их квалификации.

Для эффективного функционирования ИТС должна располагать определенной материально-технической базой и ресурсами.

1. Интеллектуальные ресурсы в виде накопленных системой (отраслью, группой предприятий, конкретным АТП) и персоналом научно обоснованных и проверенных производством знаний:

- стратегий и тактик обеспечения работоспособности автомобилей, обобщенных системой ТО и ремонта;
- методов, технологий и принципов управления производством ТО и ремонта;
- нормативов технической эксплуатации и методов их корректирования;
- прогнозов развития автомобильного транспорта и ТЭА, основных направлений, темпов и масштабов реализации нововведений;
- уровней развития соответствующих отраслей науки, передового отечественного и зарубежного опыта.

Носителями и инициаторами формирования интеллектуальных ресурсов являются научные работники, управленческий и инженерный состав предприятий и организаций автомобильного транспорта и учебных учреждений. Интеллектуальные ресурсы являются основным источником при подготовке специалистов и повышении их квалификации.

2. Материально-техническая или производственно-техническая база, включающая в себя здания, сооружения, технические средства для хранения, заправки, технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Состояние производственно-технической базы оказывает существенное влияние на показатели эффективности ТЭА и необходимые ресурсы (рис. 14.4) и характеризуется уровнем обеспеченности, представляющим собой отношение фактических и нормативных показателей. Для характеристики ПТБ применяются обобщающие показатели, например капиталовложения в ПТБ, приходящиеся на один автомобиль, соотношение стоимости активной (подвижной состав) и пассивной (производственная база) частей фондов.

К частным показателям относятся: число рабочих постов, приходящихся на 1 млн км суммарного пробега; площади производственно-складских и вспомогательных помещений на один автомобиль, площади стоянок на одно место хранения, уровень механизации работ ТО и ремонта и др. Нормативы на приведенные показатели определяются с учетом типа подвижного состава, условий эксплуатации, размера, структуры и специализации ПТБ. Анализ

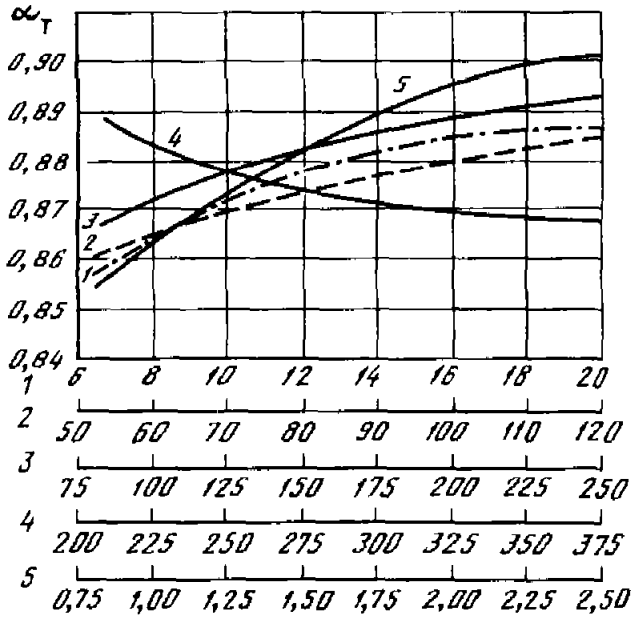


Рис. 14.4. Влияние состояния ПТБ и других факторов на КТГ автобусных предприятий

1 – обеспеченность производственной площадью, м^2 (6–20 м^2 на приведенный автобус); *2* – выполнение периодичности ТО, % (50–120); *3* – число автобусов в парке (75–250); *4* – среднесуточный пробег, км (200–375); *5* – обеспеченность ремонтными рабочими – фонд заработной платы, тыс. р.с./авт.

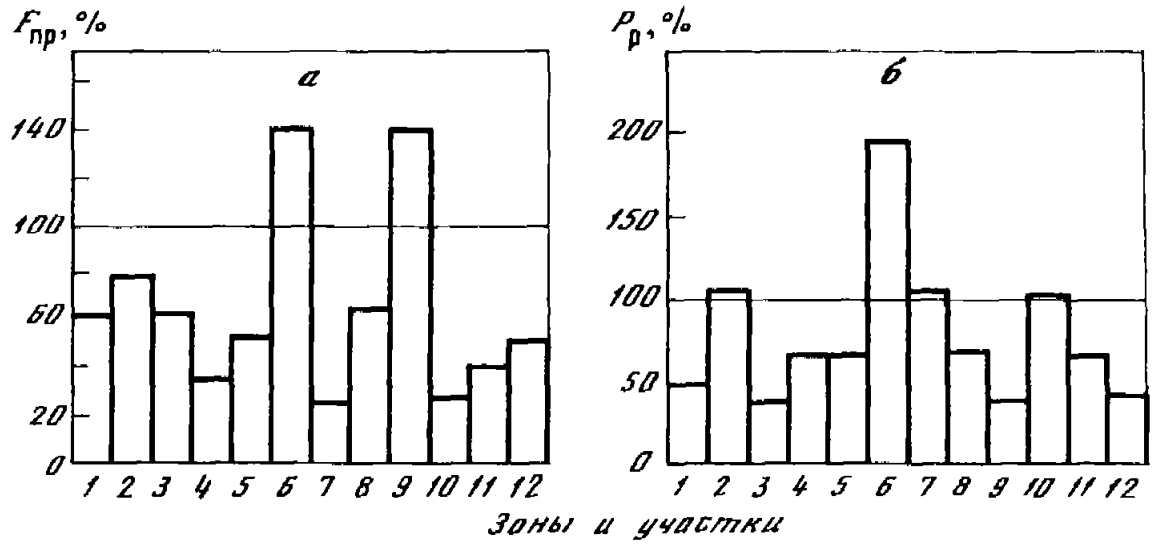


Рис. 14.5. Нормативные (100%) и фактические показатели ПТБ

а – площадь производственных участков $F_{пр}$; *б* – число рабочих $P_р$; *1* – зона ТО-1, *2* – ТО-2, *3* – ТР, *4* – Д2; *5* – малярный, *6* – слесарно-механический, *7* – топливный, *8* – электромеханический, *9* – сварочный, *10* – медницкий, *11* – агрегатный участок; *12* – ОГМ

состояния ПТБ конкретных предприятий рекомендуется проводить не только в целом, но и поэлементно, т.е. конкретных цехов, участков, зон, что обеспечивает выявление объектов, во-первых, оказывающих главное влияние на показатели эффективности ТЭА, во-вторых, не соответствующих нормативам и требующих первоочередной реконструкции, расширения или технического перевооружения (рис. 14.5).

3. Подвижной состав определенных технико-эксплуатационных свойств, являющийся предметом труда ИТС.

На организацию и технологию ТО и ремонта, на потребность в производственно-технической базе, материальных и трудовых ресурсах влияют следующие основные характеристики и параметры подвижного состава:

- тип: грузовые, легковые, автобусы, прицепы и полуприцепы (см. табл. 7.3);
- назначение и модификация (приложение, табл. П 7-1) – общетранспортного назначения, специализированные и специальные (пожарные, краны, автолавки и др.);
- грузоподъемность и вместимость;
- уровень экологической безопасности (соответствие национальным и международным требованиям);
- вид применяемого топлива и энергии, включая альтернативные;
- надежность, безопасность и экологичность;
- уровень унификации конструкции и применяемых эксплуатационных материалов;
- наработка автомобилей с начала эксплуатации и стабильность технико-эксплуатационных свойств при старении;
- габаритные размеры автомобилей и масса основных агрегатов.

4. Материально-технические ресурсы в виде приобретаемых с учетом норм запасных частей, шин, масел и смазок, металла, топлива (расходуемого при техническом обслуживании и ремонте), электрической и тепловой энергии, воды.

5. Финансовые ресурсы, необходимые для: финансирования капиталовложений при строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении ПТБ; приобретения автомобилей, нового технологического и другого оборудования; оплаты труда персонала ИТС; приобретения эксплуатационных материалов и обеспечения запасов; оплаты договоров на выполнение проектных, конструктор-

ско-технологических и научно-исследовательских работ. Финансовые ресурсы образуются на основе самофинансирования за счет доходов, получаемых от перевозочного процесса, и других хозяйственных операций, а также региональных дотаций, например на городские автобусные перевозки.

6. Кадры научных, инженерно-технических работников, ремонтных и вспомогательных рабочих. Потребность в персонале определяется производственной программой работ по ТО и ремонту, рекомендуемыми нормами численности и уточняется на местах в соответствии с принятым законодательством и располагаемым фондом материального поощрения.

7. Информационное обеспечение ИТС, необходимое для: оперативного управления и организации производства ТО и ремонта (программы работ по АТП, зонам, цехам и участкам, их текущая загрузка; характеристики потока неисправностей; наличие запасов и др.); формирования самой базы и определения ресурсов ИТС. Информационное обеспечение включает следующие характерные группы работ:

I. Разработка нормативов, определяющих объемы и содержание работ ТО и ремонта, требования к техническому состоянию подвижного состава автомобильного транспорта, дорожной и экологической безопасности.

II. Разработка нормативов, определяющих ресурсы для выполнения ТО и ремонта.

III. Подготовка рекомендаций по проектированию, реконструкции и техническому перевооружению предприятий.

IV. Разработка руководств и рекомендаций по технологии и организации выполнения работ ТО и ремонта, их "привязка" к конкретным предприятиям.

V. Выработка научных рекомендаций (прогнозы, программы), создающих основу для нормативно-технологического и проектного обеспечения и определения технической политики отрасли, перспектив развития ТЭА.

VI. Разработка системы внедрения и оказания помощи предприятиям и организациям автомобильного транспорта.

VII. Анализ передового опыта предприятий и организация автомобильного транспорта.

14.4. ПЕРСОНАЛ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Состав персонала. Персонал инженерно-технической службы состоит из руководителей; специалистов; кадров массовых профессий (рабочие кадры); ответственных за транспортную деятельность предприятий, организаций и фирм, в которых транспортная работа является вспомогательной, и предпринимателей. Естественно, что в малых предприятиях и у предпринимателей это деление условно.

По состоянию на конец 1998 г. на предприятиях автомобильного транспорта всех форм собственности, в автотранспортных подразделениях нетранспортных организаций, а также у физических лиц, осуществляющих ту или иную деятельность на автомобильном транспорте, включая автосервис и торгово-снабженческую, согласно оценкам, работали до 6,5 млн чел., в том числе 86% – кадры массовых профессий, 8,5% – специалисты и руководители, 5,5% – обслуживающий и вспомогательный персонал.

Специалисты на автомобильном транспорте имеют различные функциональные обязанности, связанные с организацией и выполнением перевозок грузов и пассажиров, обеспечением технической исправности и работоспособности автотранспортных средств, организацией финансово-экономической деятельности предприятий, обеспечением работы по безопасности движения, организацией и выполнением работ в области автосервиса, организацией и обеспечением экологической безопасности транспортного комплекса, контрольно-инспекторской, серти-

Таблица 14.1

Примерный состав персонала подотрасли "Автомобильный транспорт", %

Персонал	АТП			
	грузовое		пассажирское	
	всего	в том числе ИТС	всего	в том числе ИТС
Водители	57,0	7,4*	40,0	8,3*
Кондукторы	–	–	6,0	–
Ремонтные рабочие	16,5	16,5	19,0	19,0
Вспомогательные рабочие	9,8	6,2	14,0	9,3
Специалисты и руководители	9,7	3,4	9,2	3,1
Служащие	4,0	1,5	4,8	1,7
Прочие	3,0	1,0	7,0	3,0

* Водители, участвующие в ТО и ремонте.

фикационной, лицензионной и торгово-снабженческой деятельностью. В ряде случаев эти функциональные обязанности объединяются или, наоборот, дробятся на более конкретные.

Ответственные за транспортную деятельность в большинстве случаев выполняют в различных комбинациях указанные функции; иногда отдельные функциональные обязанности (финансово-экономическая, экологическая и др.) передаются в другие подразделения фирмы, напрямую не связанные с транспортом. В эту группу входят как специалисты с высшим и средним специальным образованием автотранспортного профиля, так и лица без специального образования, совмещающие работу по организации автотранспортной деятельности с иными функциональными обязанностями.

Предприниматели также выполняют все эти функциональные задачи, только в значительно сокращенных объемах, совмещая их с вождением автомобиля, проведением некоторых работ ТО и ТР (водители-операторы) и т.д. В эту группу входят лица со специальным образованием автотранспортного профиля, водители с большим опытом работы на крупных предприятиях, а также лица, пришедшие из других отраслей и нуждающиеся в серьезной профессиональной подготовке.

Кадры массовых профессий включают две основные группы работников:

- водители, имеющие право на управление транспортными средствами категорий В, С, Д, Е и на перевозку опасных грузов;
- ремонтные рабочие: автослесарь (разборочно-сборочные, регулировочные работы); слесарь-автоэлектрик, аккумуляторщик, вулканизаторщик; газо- и электросварщик, маляр, автослесарь по топливной аппаратуре и т.д. В зависимости от квалификации им присваивается соответствующий разряд. В ряде случаев в ТО и ремонте участвуют водители.

В подотрасли "Автомобильный транспорт" на инженерно-техническую службу приходится до 29%, а с учетом водителей, участвующих в ТО и ремонте – до 37% персонала автомобильного транспорта (табл. 14.1).

В соответствии с действующей классификацией на автомобильном транспорте могут работать специалисты с высшим образованием автотранспортного профиля по специальностям: 150200 – автомобили и автомобильное хозяйство, 240100 –

организация перевозок и управление на транспорте (автомобильный транспорт), 240400 – организация и безопасность движения, 230100 – эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям), 072000 – стандартизация и сертификация, 330200 – инженерная защита окружающей среды, 060800 – экономика и управление на предприятии (по отраслям), а также специалисты со средним специальным образованием автотранспортного профиля по специальностям: 1705 – техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, 2401 – организация перевозок и управление движением на транспорте (автомобильном).

Кроме указанных, на автомобильном транспорте могут работать специалисты, получившие высшее образование по родственным специальностям, обучение по которым включает "автомобильные" или близкие им дисциплины (двигатели внутреннего сгорания, конструкция и расчет автомобилей, ТО и ремонт и др.): "Автомобиле- и тракторостроение", "Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование", "Сельскохозяйственные машины и оборудование", "Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды" и др.

Произошедшее за последние годы резкое увеличение числа субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, при уменьшении их мощности (размер парка, численность персонала, число постов обслуживания и ремонта, производственные площади) обусловило существенное изменение функциональных обязанностей специалистов. Для малых предприятий транспорта и предприятий, в которых автотранспортная деятельность является вспомогательной, характерно совмещение функциональных обязанностей, связанных с организацией и обеспечением перевозочной деятельности, технического обеспечения, безопасности движения, и, в ряде случаев, финансово-экономической.

Кроме того, произошло снижение уровня специальной и общей подготовки. Среди специалистов 18% имеют высшее и 31% – среднее специальное образование автотранспортного профиля, 28% не имеют специального образования, соответствующего выполняемым функциональным обязанностям, но прошли квалификационную подготовку на автомобильном транспорте и условно относятся к категории "практики" и до 23% – специалисты, имеющие образование, включающее только основы автомобильной подготовки.

Таким образом, на должностях специалистов предприятий автомобильного транспорта работает до 50% лиц, не имеющих профильного высшего и среднего специального образования. Особенно эта доля велика (доходит до 70–80%) среди ответственных за транспортную деятельность неавтотранспортных предприятий и фирм.

Поэтому необходимо расширение и совершенствование подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов и персонала, а также правильное определение текущей и будущей потребности, так как система подготовки персонала, особенно специалистов, достаточно инерционна.

Определение потребности в специалистах может проводиться на уровнях предприятие–регион–отрасль. Прогноз может быть краткосрочным (на 2–4 года) и долговременным (на 5–10 лет) по схеме: темпы изменения валового внутреннего продукта → объема транспортной работы → потребности в персонале → потребности в специалистах. В табл. 14.2 приведены результаты подобного прогноза, выполненного МАДИ.

Таким образом, для автотранспортных предприятий потребность в специалистах определяется исходя из прогнозируемых объемов транспортной работы, годовой производительности работающего в данной отрасли, удельного веса специалистов среди работающих, соотношения между специалистами с высшим и средним специальным образованием, потребности в специалистах различных видов деятельности: для обслуживания индивидуального легкового и грузового транспорта,

Таблица 14.2

Прогноз потребности в специалистах по направлениям деятельности служб автомобильного транспорта

Направление деятельности	Образование, %	
	высшее	среднее специальное
Организация перевозок, управление на транспорте, транспортно-экспедиционное обслуживание	25	17
Техническое и контрольно-диагностическое	21	21
Автосервис	11	16
Торгово-сбытовое, оптово-снабженческое (автомобили, запчасти, оборудование, шины, материалы)	9	8
Безопасность движения	3	3
Финансово-экономическое, бухгалтерский учет	19	17
Юридическое, кадровое, социологическое, психологическое	5	5
Контрольно-инспекционное	2	2
"Ответственный за транспортную деятельность"	5	11

автомобилей предприятий, не имеющих собственной производственно-технической базы, – по числу работающих, необходимых на 1 тыс. автомобилей парка.

При оценке потребности в специалистах, как правило, применяются показатели технологической и дополнительной потребности. *Технологическая потребность* – это численность специалистов, которая способна обеспечить эффективную автотранспортную деятельность с учетом социальных, экономических требований, безопасности движения. *Дополнительная потребность* – это численность специалистов, которая необходима при приросте объема работ, компенсации естественного выбытия и движения, замене практиков. Дополнительная потребность составляет от 5 до 15% от общей технологической потребности и зависит от темпов развития отрасли, движения специалистов и др.

При прогнозировании потребности в специалистах на уровне предприятий и регионов указанные соотношения между службами могут изменяться с учетом особенностей регионов и предприятий, темпов их развития и других факторов.

Подготовка персонала. Обеспечение автомобильного транспорта специалистами и кадрами массовых профессий в необходимом количестве и требуемой квалификации реализуется действующей системой профессионального образования, переподготовки и повышения квалификации специалистов автотранспортного комплекса.

Подготовку кадров водителей и ремонтных рабочих основных специальностей автомобильного профиля осуществляют учебно-курсовые комбинаты автомобильного транспорта и отраслевые профессиональные училища. Аттестация и частично обучение проводится на автотранспортных предприятиях. Подготовку специалистов с высшим и средним специальным образованием ведут соответственно институты, университеты, академии, техникумы и колледжи. Подготовку ответственных за автотранспортную деятельность лиц и предпринимателей, не имеющих высшего или среднего специального образования автотранспортного профиля, осуществляют учебные заведения, в том числе высшие, средние и специальные, в соответствии с лицензией и аккредитацией на данный вид обучения.

Переподготовка проводится с целью получения дополнительных знаний, умений и навыков по образовательным программам, предусматривающим изучение

отдельных дисциплин, разделов науки, техники и технологии, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности. Переподготовку осуществляют высшие и средние специальные учебные заведения. Направление профессиональной переподготовки определяется заказчиком (предприятием) по согласованию с образовательным учреждением повышения квалификации, проведение обучения подтверждается соответствующим удостоверением или дипломом государственного образца.

Повышение квалификации осуществляется для обновления теоретических и практических знаний в соответствии с требованиями к специалистам. Повышение квалификации проводят высшие и средние специальные учебные заведения, имеющие в своем составе институты (факультеты) и курсы повышения квалификации согласно лицензии по основным направлениям подготовки специалистов. Обучение осуществляется по программам, определяемым заказчиком и учебным заведением.

Стажировка имеет целью формирование и закрепление на практике профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки. Стажировки проводятся на предприятиях, в научно-исследовательских организациях, образовательных учреждениях и т.д. Программа и сроки стажировки определяются руководством направляющей и принимающей организаций.

Подготовкой специалистов для автомобильного транспорта занято около 50 вузов и более 200 техникумов и колледжей. Более 4000 учебно-курсовых комбинатов и автошкол осуществляют подготовку водителей и ремонтных рабочих. Учебные заведения ежегодно выпускают 4,5–5 тыс. специалистов с высшим образованием и более 10 тыс. – со средним техническим образованием автотранспортного профиля.

Глава 15

МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

15.1. АЛГОРИТМ И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Процесс принятия решений – это выбор варианта решения из нескольких возможных. Он складывается из характерных этапов (рис. 15.1) и носит, как отмечалось ранее, итеративный характер.

При принятии решений используются определенные методы, которые классифицируются по нескольким признакам (рис. 15.2).

В зависимости от ситуации, в которой принимаются решения, они подразделяются на стандартные и нестандартные.

Стандартные решения принимаются в часто повторяющихся производственных ситуациях. Они содержатся в законах, стандартах, правилах, нормативах и другой действующей документации; при их принятии используется опыт других специалистов и организаций. Например, при тормозном пути больше нормативного (правила дорожного движения) автомобиль не допускается к эксплуатации; после определенной наработки автомобиль направляется на соответствующий вид ТО (Положение о ТО и ремонте, заводские рекомендации и др.).

В инженерно-технической службе до 60–65% всех решений (у инженера АТП – 80–83%, у главного инженера – 45–55%) приходится на подобные повторяющиеся

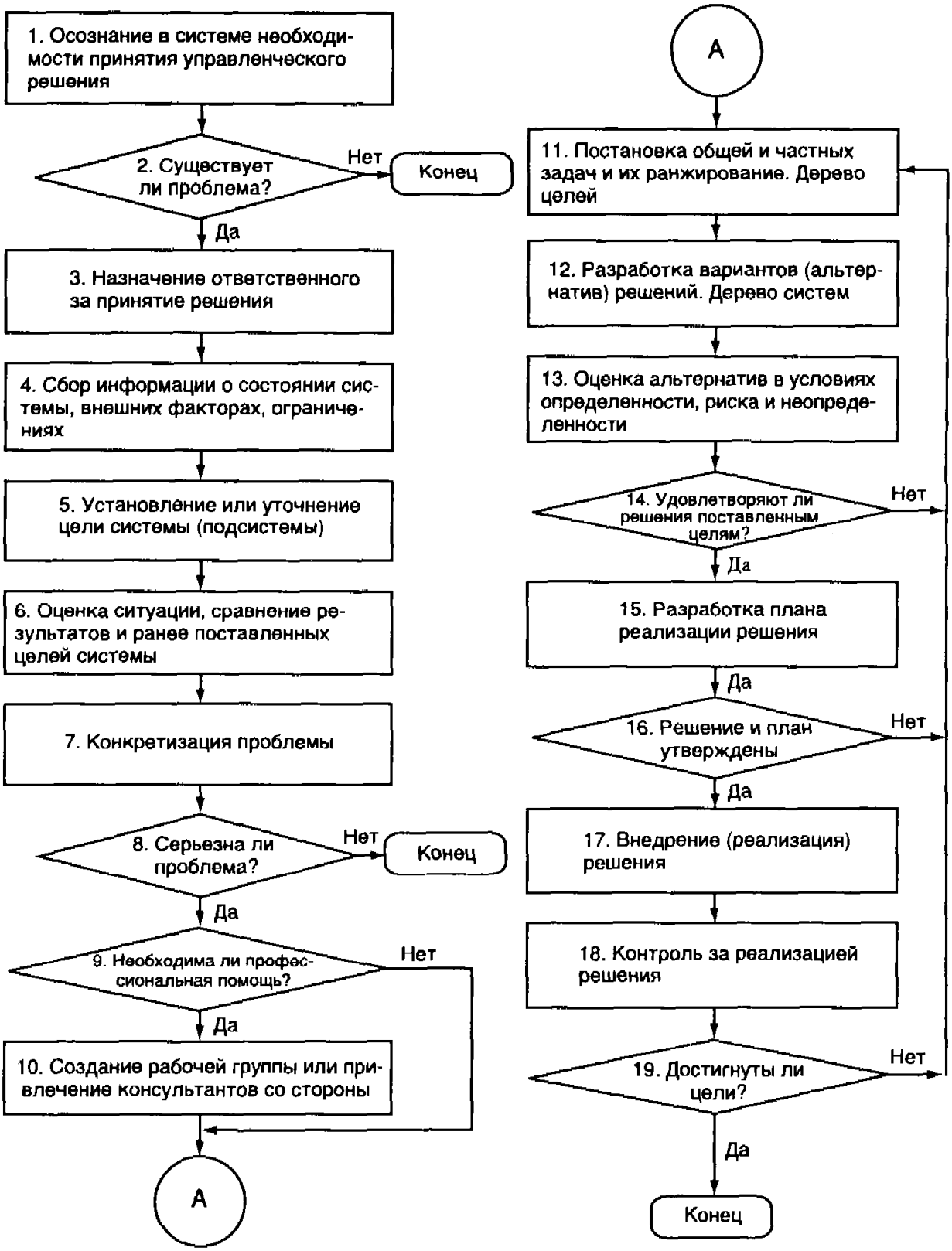


Рис. 15.1. Блок-схема процесса принятия решения

производственные ситуации. Решения при этом принимаются по следующей схеме: анализ рыночной или производственной ситуации → ее идентификация с одной из стандартных → принятие решения по правилам или по аналогии со стандартным.

Знание и использование стандартных правил свидетельствуют не об отсутствии творческой инициативы, а о высокой квалификации инженерно-управленческого



Рис. 15.2. *Классификация методов принятия решений*

персонала. Это, во-первых, сокращает время на принятие решения, разработку и реализацию соответствующих мероприятий; во-вторых, уменьшает вероятность принятия ошибочных решений; в-третьих, у специалиста высвобождается время для принятия решений в новых или сложных производственных и рыночных ситуациях, требующих сбора информации, ее анализа, расчетов, объединяемых понятием "исследование операций". Это так называемые *нестандартные решения*.

Операция – это конкретное действие, направленное на достижение системой поставленных целей. К операциям относятся как отдельные мероприятия, проводимые для повышения эффективности системы, так и сложные программы, касающиеся достижения цели, стоящей перед системой в целом. Каждая операция (мероприятие, программа) оценивается ее эффективностью, т.е. вкладом в достижение цели, который обеспечивается при ее выполнении. В общем случае показатель эффективности, или целевая функция, может зависеть от трех групп факторов (или подсистем):

$$ЦП = U = U(a_1, a_2, a_3, ..., a_n; x_1, x_2, x_3, ..., x_m; z_1, z_2, z_3, ..., z_k). \quad (15.1)$$

Первая группа факторов $(a_1, ..., a_n)$ характеризует условия выполнения операции, которые заданы и не могут быть изменены в ходе ее выполнения. Для конкретного АТП это: климатические условия района расположения предприятия, влияющие на надежность парка; дорожные условия обслуживаемого региона, влияющие на надежность и производительность автомобилей, и др.

Вторая группа факторов $(x_1, ..., x_m)$, которая иногда называется элементами решения, может меняться при управлении, влияя на целевую функцию. Эти управляемые факторы выбираются из дерева систем ТЭА. Примеры второй группы факто-

ров: режимы ТО, качество ТО и ТР, квалификация персонала, уровни механизации и др.

Третья группа факторов – заранее неизвестные условия $(z_1,...,z_k)$, влияние которых на эффективность системы неизвестно или недостаточно изучено. Например: конкретные погодные условия "на завтра"; число требований на ТР в течение следующей смены, определяющее простой автомобилей в ремонте, загрузку постов и персонала; психофизиологическое состояние водителя, влияющее на безопасность движения и эксплуатационную надежность автомобиля, и др.

Первая и третья группы факторов иногда условно объединяются общим понятием "природа" (или "производство"), которое характеризует все внешние для системы условия, влияющие на исход операции, мероприятия, программы.

В зависимости от объема и характера имеющейся информации решения подразделяются на: принимаемые в условиях определенности; при наличии риска; в условиях неопределенности.

В *условиях определенности* состояние природы известно, т.е. третья группа факторов (формула (15.1)) отсутствует или может приниматься постоянной, превращаясь в первую группу. Когда действуют все три группы факторов, задача выбора решения формулируется следующим образом: при заданных условиях с учетом действия неизвестных факторов требуется найти элементы решения, которые по возможности обеспечивали бы получение экстремального значения целевой функции. Если может быть определена или оценена вероятность появления тех или иных состояний "природы" (факторов третьей группы), то решение принимается в *условиях риска*. Если вероятность состояния "природы" неизвестна, то задача решается в *условиях неопределенности*.

Аппарат принятия решения может изменяться от использования алгоритмического подхода до натурного эксперимента (см. рис. 15.2).

Как правило, при принятии инженерных, управленческих и других решений полная информация о состоянии системы, внешних условиях и последствиях принимаемых решений отсутствует. Например, принимая решение о числе постов на станции технического обслуживания, можно только предполагать потенциальное число клиентов, характер их требований по содержанию и распределение этих требований по часам суток, дням недели, месяцам года и т.п. Аналогичная ситуация с числом возможных требований на конкретный вид ремонта автомобиля в течение "завтрашнего дня", возможности выхода или невыхода на работу конкретного специалиста или рабочего и т.д. Строго говоря, полную информацию можно получить только после свершения того или иного события (например, отказы уже произошли), когда необходимость в упреждающем решении отпала, а система перешла в режим реактивного управления. Поэтому при управлении необходимо восполнять или компенсировать дефицит информации. Для этого существуют следующие способы:

сбор дополнительной информации и ее анализ. Очевидно, это возможно, если система располагает определенным резервом времени и средств;

использование опыта аналогичных предприятий или решений. При этом важно располагать банком решений или иметь надежный доступ к нему. Кроме того, опыт других не может быть использован без корректирования;

использование коллективного мнения специалистов или экспертизы;

применение специальных инструментальных методов и критериев, основанных на теории игр;

использование имитационного моделирования, которое воспроизводит производственные ситуации, близкие к реальным, и ряд других методов.

15.2. ИНТЕГРАЦИЯ МНЕНИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ

Наиболее простым является метод априорного ранжирования, основанный на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в исследуемой области.

Метод априорного ранжирования сводится к следующему.

1. Организацией или специалистом, проводящим экспертизу, на основании условий заказчика, анализа литературных данных, обобщения опыта, опроса специалистов, анализа дерева систем и т.д. определяется предварительный (с определенным резервом, обеспечивающим выбор) перечень факторов, требующих ранжирования.

2. Составляется анкета, в которой приводится, желательно в табличной форме, перечень факторов, необходимые пояснения и инструкции, примеры заполнения анкет.

3. Осуществляется комплектация и проверка компетентности группы экспертов, которые должны быть специалистами в рассматриваемых вопросах, но не быть лично заинтересованными в результатах экспертизы.

4. После формирования группы проводится устный или письменный инструктаж экспертов.

5. Экспертами осуществляется индивидуальная оценка предложенных факторов, в процессе которой факторы располагаются в порядке убывания степени их влияния на результирующий признак или объект исследования, являющийся целевой функцией. При этом фактору, имеющему наибольшее влияние, присваивается первый ранг (цифра 1). Фактору, имеющему меньшее значение, – второй ранг (цифра 2) и т.д.

Ранг обозначается как a_{km}, где k – номер фактора; m – номер эксперта ($k = 1; 2, 3\ldots$; $m = 1, 2, 3\ldots$).

6. Организаторами экспертизы проводится обработка результатов экспертного опроса в следующей последовательности.

а. Определяется сумма рангов всех экспертов по каждому фактору

$$\Delta_k = \sum_m a_{km}. \tag{15.2}$$

б. Вычисляется сумма рангов всех экспертов по всем факторам

$$\sum_k \Delta_k = \sum_k \sum_m a_{km}. \tag{15.3}$$

в. Определяется средняя сумма рангов

$$\overline{\Delta} = \frac{\sum_k \Delta_k}{k}. \tag{15.4}$$

г. Определяется отклонение суммы рангов каждого фактора от средней суммы рангов

$$\Delta'_k = \Delta_k - \overline{\Delta}. \tag{15.5}$$

д. С помощью коэффициента конкордации Кэнделла W оценивается степень согласованности мнений экспертов

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k)}, \tag{15.6}$$

где k – число факторов; m – число экспертов;

$$S = \sum_k (\Delta'_k)^2. \tag{15.7}$$

Коэффициент конкордации может изменяться от 0 до 1. Если он существенно отличается от нуля ($W \geq 0{,}5$), то можно считать, что между мнениями экспертов имеется определенное согласие. Если коэффициент конкордации недостаточен ($W < 0{,}5$), то организаторами экспертизы проводится анализ причин негативного результата. Такими причинами могут быть: нечеткая постановка вопросов или инструктаж, неправильный выбор факторов, подбор некомпетентных экспертов, возможность сговора между ними и др. В зависимости от результатов этого анализа принимается решение о передаче проведения экспертизы другой группе специалистов; об изменении инструкции; о корректировке состава факторов.

При любом исходе проводить повторную экспертизу прежним составом экспертов не рекомендуется.

е. При $W \geq 0{,}5$ проверяется гипотеза о неслучайности согласия экспертов. Для этой процедуры используется критерий Пирсона (χ-квадрат), рассчитываемый по формуле

$$\chi_{\text{р}}^2 = Wm(k-1), \tag{15.8}$$

где $k-1$ – число степеней свободы.

Расчетное значение коэффициента сравнивается с табличным, определенным при числе степеней свободы $k-1$.

Если расчетное значение критерия Пирсона больше табличного, т.е. $\chi_{\text{р}}^2 > \chi_{\text{т}}^2$, то это свидетельствует о неслучайности совпадения мнений экспертов.

ж. По сумме рангов Δ_k (формула (15.2)) производится ранжирование факторов (подсистем). Минимальной сумме рангов $(\Delta_k)_{\min}$ соответствует наиболее важный фактор, получающий первое место, – $M = 1$, далее факторы располагаются по мере возрастания суммы рангов. К значимым обычно относятся факторы, у которых сумма рангов меньше среднего значения, определенного по формуле (15.4).

з. Для наглядного представления о весомости факторов строится априорная диаграмма рангов и определяются удельные веса факторов по их влиянию на целевой показатель по формуле

$$q_k = \frac{2(k-M+1)}{k(k+1)}, \tag{15.9}$$

где M – место фактора при ранжировании.

Преимущества априорного ранжирования: сравнительная простота организации процедуры и оперативность получения результатов. Недостатки: зависимость результатов от качества организации экспертизы и подбора экспертов, т.е. наличие определенной субъективности. Кроме того, при оценке тех или иных факторов (мероприятий) для данной системы (предприятия, фирмы) эксперты пользуются своим прежним опытом, полученным в других условиях. (Именно поэтому экспертиза называется априорной.) Правильная постановка вопросов и выбор факторов для данной системы имеют особое значение и существенно влияют на результаты экспертизы.

Метод Дельфи – это итерационная процедура экспертного опроса, позволяющая подвергнуть мнение каждого эксперта критическому анализу со стороны всех остальных.

Порядок применения данного метода следующий:

1) руководитель экспертизы ставит задачу индивидуально перед каждым экспертом и получает их оценки в виде рангов или абсолютных оценок (время выполнения определенного мероприятия, затраты, эффективность и т.д.);

2) индивидуальные оценки экспертов располагаются в порядке убывания или возрастания;

3) на шкалу оценок наносятся квантили Q_1, $M = Q_2$, Q_3 таким образом, чтобы число экспертов и оценок разделить на четыре равные доли. M – медианное значение результатов опроса экспертов, делящее их на две равные части; иногда в качестве оценок принимаются значения $\bar{x} - \sigma$ (вместо Q_1), $\bar{x}$ (вместо M), $\bar{x} + \sigma$ (вместо Q_3);

4) после обработки данных первого тура каждому члену группы индивидуально сообщаются средние (M) и крайние (Q_1 и Q_3) оценки и предлагается во втором туре пересмотреть свою оценку, причем, если новая оценка больше (меньше) Q_3 или меньше (больше) Q_1, эксперту рекомендуется в письменном виде обосновать свое мнение;

5) определяются результаты второго тура, и новые значения Q_1', M' и Q_3' сообщаются всем экспертам. Как правило, после каждого тура дисперсия оценок сокращается. Обычно процедура продолжается три-четыре тура, после чего аргументы экспертов повторяются, а их оценки стабилизируются. В качестве группового мнения принимается медиана завершающего тура, т.е. $M_{зав}$.

Точность метода Дельфи увеличивается с ростом числа экспертов и количества итераций и уменьшается с увеличением интервала времени между турами и продолжительности подготовки ответов экспертами.

Преимущества данного метода – анонимность, оперативность, управляемая обратная связь, возможность оценки мотивации при изменении мнения эксперта.

Основной недостаток метода – влияние мнения большинства на экспертов, давших крайние оценки в последующих за первым туром итерациях.

15.3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВЫХ МЕТОДОВ

Одним из методов принятия решений в условиях дефицита информации является анализ рыночной, производственной или другой ситуации с использованием теории игр и статистических решений.

Для того чтобы произвести математический анализ ситуации, строят ее упрощенную, очищенную от второстепенных деталей модель, называемую игрой. В игре функционируют стороны и рассматриваются (воспроизводятся) их возможные стратегии, т.е. совокупность правил, предписывающих определенные действия в зависимости от ситуации, сложившейся в ходе игры. Обычно в игре выступают две стороны, и такая игра называется парной. Если в игре участвуют несколько участников, то игра называется множественной.

Если в реальной ситуации сталкиваются активно противоборствующие стороны (конкуренция предприятий на рынке, спортивные соревнования, военные действия), то моделирующая эту ситуацию игра называется конфликтной или антагонистической. В этих играх стороны осмысленно противодействуют друг другу, и выигрыш одной стороны означает проигрыш другой.

При решении организационных, технических и технологических задач обычно рассматриваются две стороны:

A – организаторы производства (активная сторона), т.е. руководители ИТС АТП, станций технического обслуживания, других предприятий всех форм собственности, предоставляющих услуги потребителям;

$П$ – совокупность случайно возникающих производственных или рыночных ситуаций ("природа").

Активная сторона должна выбрать такую стратегию, т.е. принять решение, чтобы получить максимальный эффект. При этом "природа", т.е. складывающиеся

производственные ситуации, осмысленно не противодействует мероприятиям организаторов производства, но точное состояние "природы" им неизвестно. Подобные игры называются "играми с природой" (производством), а применяемые методы – статистическими решениями.

Принятие решений игровыми методами основывается на определенных правилах, которые регламентируют возможные варианты (стратегии) действия сторон, участвующих в игре, наличие и объем информации каждой стороны о поведении другой, результат игры, т.е. изменение целевой функции при сочетаниях определенных стратегий сторон, и др.

В процессе игры сторона A оценивает ситуацию, принимает решения, делает ходы, т.е. предпринимает определенные действия по изменению ситуации в свою пользу. Ходы бывают личными – сознательный выбор стороны из возможных вариантов действий; случайными – это выбор из ряда возможных, определяемый механизмом вероятностного отбора вариантов, а не самим участником игры; смешанными – представляют комбинацию личных и случайных. Если число возможных стратегий ограничено, то игры называются конечными, а при неограниченном числе стратегий – бесконечными.

В зависимости от содержания информации в теории игр рассматриваются методы принятия решений в условиях риска и неопределенности.

Принятие решений в условиях риска. Используя понятие целевой функции (формула (15.1)), задачу выбора решения в условиях риска формулируем следующим образом: при заданных условиях a_n и действии внешних факторов z_k, вероятность появления которых известна, найти элементы решений x_m, по возможности обеспечивающих получение экстремального значения целевой функции.

Рассмотрим применение игровых методов при определении оптимального запаса агрегатов на складе АТП или СТО.

1. Определение сторон в игре. Очевидно, сторонами в игре являются: производство (природа) $П$, которое в заданных условиях и в случайном порядке выдает то или иное число требований на замену (ремонт) агрегатов определенного наименования; организаторы производства A, в данном случае организаторы складского хозяйства, комплектующие тот или иной запас агрегатов. Следовательно, имеем вариант парной игры с природой.

2. Идентификация групп факторов целевой функции (формула (15.1)):

a_n – заданные условия – это размер парка, тип, состояние и условия эксплуатации автомобилей, состояние и обустройство базы (цех, участок) для ТО и ремонта, квалификация персонала. Эта группа факторов, во-первых, определяет поток требований на обслуживание или ремонт, во-вторых, пропускную способность средств обслуживания и стоимость самого обслуживания требований;

z_k – применительно к организации складского хозяйства это возникновение того или иного числа требований на замену агрегатов, вероятность которого известна заранее (отчетные данные, наблюдения, литературные источники);

x_m – решение организаторов производства A, т.е., в рассматриваемом примере, рациональный запас агрегатов, который должен поддерживаться на складе.

3. Определение вероятности появления потребности в ремонте (замене) определенного числа агрегатов q_j. Вероятность может быть определена:

а) расчетно на основе данных по надежности агрегата в рассматриваемых условиях эксплуатации: так, для случая простейшего потока требований вероятность возникновения числа требований $k = 0, 1, 2,\ldots$ за время t определяется по формуле Пуассона (см. гл. 6);

б) на основании анализа отчетных данных о требованиях на ремонт данного агрегата: за определенное число смен, например $c = 100$, собираются сведения о числе требований на ремонт: c_1 – число смен, когда требований не было; c_2 – число

смен с одним требованием; c_3 – число смен с двумя требованиями и т.д.; тогда $\omega_j = c_j/c \approx q_j$ дает так называемую частость, или эмпирическую вероятность, которую можно использовать в игре.

4. Формирование стратегии сторон. Стратегии производства $П_j$ или требования рынка услуг определяются числом необходимых в течение смены агрегатов n_j. Причем первая стратегия $П_1$ состоит в том, что фактически для ремонта не потребуется агрегатов ($n_1 = 0$), вторая $П_2$ – потребуется один агрегат, $П_3$ – два агрегата, $П_4$ – три агрегата и т.д.

При организации на складе запаса организаторы производства (сторона A) могут применить стратегии A_i: A_1 – не иметь запаса; A_2 – иметь в запасе один агрегат; A_3 – два и т.д.

Причем возможное число стратегий производства и организаторов производства должно совпадать.

5. *Определение последствий случайного сочетания стратегий сторон.* В реальных условиях сочетание стратегий A_i и $П_j$ случайно, но каждому сочетанию A_i и $П_j$ стратегий соответствуют определенные последствия b_{ij}. Например, если потребность в агрегатах для ремонта превышает их наличность на складе, то предприятие несет ущерб от дополнительного простоя автомобиля в ремонте или отказа клиенту в предоставлении соответствующей услуги. Если требований на замену меньше, чем имеется агрегатов на складе, то возникают дополнительные затраты, связанные с хранением "лишних" агрегатов. Количественно последствия сочетания стратегий A_i и $П_j$ оцениваются с помощью выигрыша b_{ij}, который относится на предприятие A и может исчисляться в рублях или условных единицах. Выигрыш $b_{ij} > 0$ называется прибылью, а $b_{ij} < 0$ – убытком.

Природа убытка и прибыли в каждом конкретном случае может быть различной, а сами величины ущерба и прибыли должны быть строго обоснованы, так как от них зависит выбор оптимального решения.

В рассматриваемом примере возможны следующие производственные ситуации и соответствующие им последствия:

- хранение на складе одного фактически не востребованного производством агрегата дает убыток (площадь, затраты на формирование оборотного фонда и др.), оцениваемый, например, в одну условную единицу $b_1 = -1$;
- удовлетворение потребностей производства в одном агрегате (сокращение простоев автомобилей в ремонте, увеличение коэффициента технической готовности и дохода от работы автомобиля на линии, привлечение клиентуры на СТО) дает прибыль $b_2 = +2$;
- отсутствие необходимого для ремонта автомобиля агрегата на складе дает убыток $b_3 = -3$, связанный с простоем автомобиля, потерей дохода от перевозочного процесса, потерей клиентуры.

6. Определение выигрышей при всех возможных в рассматриваемом примере сочетаниях стратегий A_i и $П_j$, число которых будет $A_iП_j$.

Например, сочетание стратегий A_2 и $П_4$ означает, что потребность в агрегатах для ремонта в течение данной смены составляет ($П_4$) $n_4 = 3$ (агрегата), а на складе имеется (A_2) только один агрегат. Поэтому выигрыш рассчитывается следующим образом:

- потребность в одном агрегате будет удовлетворена, что дает прибыль $1 \cdot 2 = 2$;
- потребность в следующих двух агрегатах ($3 - 1 = 2$) не будет удовлетворена, что приведет к убытку $2 \cdot (-3) = -6$;
- общий выигрыш при сочетании стратегий $A_2П_4$ составит $b_{24} = 2 - 6 = -4$, т.е. организаторы производства понесут убыток.

Сочетание стратегий A_4 и $П_2$ (необходим для замены один агрегат, на складе имеется три) $b_{42} = 1 \cdot 2$ (одно требование удовлетворено) – $2 \cdot 1$ (два агрегата не востребованы) $= 2 - 2 = 0$ и т.д.

Выигрыши при сочетании всех возможных стратегий сторон сводятся в платежной матрице, представляющей собой список всех возможных альтернатив, из которых необходимо выбрать рациональную.

7. Выбор рациональной стратегии организаторов производства A_i^o. В общем случае при известных вероятностях каждого состояния $П_j$ выбирается стратегия A_i, при которой математическое ожидание выигрыша организаторов производства будет максимальным. Для этого вычисляют средневзвешенный выигрыш по каждой стратегии A_i, т.е. строке платежной матрицы

$$\bar{b}_i = q_1 b_{i_1} + q_2 b_{i_2} + \ldots + q_j b_{i_j} = \sum_j q_j b_{i_j}. \qquad (15.10)$$

Оптимальная стратегия организаторов производства A_i^o соответствует $(b_i)_{max}$.

Иными словами, если организаторы производства будут каждую смену придерживаться стратегии A_i^o, то за ряд смен в конечном итоге они получат максимальный выигрыш. Но это не означает, что в отдельные смены при различном сочетании A_i^o (оптимальное количество агрегатов на складе) и реальной потребности в агрегатах не может быть понесен убыток.

8. Определение экономического эффекта от использования оптимальной стратегии. Особенность выполненного расчета состоит в том, что учитывалась не только вероятность определенной потребности в агрегатах, но и последствия их наличия или отсутствия на складе b_{ij}. Поэтому экономическая эффективность может быть получена сравнением выигрыша при оптимальной стратегии $\bar{b}_o = \bar{b}_{max}$ с выигрышем $\bar{b}_c$, который может быть получен при поддержании на складе средневзвешенной потребности в агрегатах $\bar{n}_c$, когда экономические последствия принимаемых решений не учитываются,

$$\bar{n}_c = \sum_j q_j n_j, \quad j = 1, 2, 3\ldots \qquad (15.11)$$

Экономический эффект, %, при использовании оптимальной стратегии составляет:

$$Э(A^o) = 100 \frac{\bar{b}_o - \bar{b}_c}{\bar{b}_o}. \qquad (15.12)$$

Принятие решений в условиях неопределенности. Эти условия отличаются от принятия решений в условиях риска тем, что информация о состоянии природы (производства) $П_j$ отсутствует (q_j = ?). В этом и состоит неопределенность задачи.

Распространены следующие методы принятия решений в условиях неопределенности при играх с природой.

1. Сведéние неизвестных вероятностей q_j к известным, т.е. переход к задаче принятия решений в условиях риска. Наиболее простой способ – это принцип недостаточного основания Лапласа, в соответствии с которым ни одному из состояний природы $П_j$ не отдается предпочтения и для них назначается равная вероятность, т.е. $q_1 = q_2 = q_3 = \ldots = q_j = 1/j$ для всех состояний.

2. Если информация о вероятности состояний $П_j$ отсутствует, то события на основании ранее накопленного опыта могут быть ранжированы, т.е. расположены

в порядке убывания (или возрастания) вероятностей, например, с использованием экспертных методов (см. § 15.2). При этом ранги переводятся в места и по формуле (15.9) определяются вероятности событий.

После определения вероятностей q_j расчет проводится по методике принятия решений в условиях риска.

3. Если вероятности состояния системы $П_j$ не могут быть определены или оценены рассмотренными выше способами, то применяют специальные критерии: максиминный, минимаксный и промежуточный.

Максиминный критерий K_I (Вальда) обеспечивает выбор стратегии A_i, при которой в любых условиях гарантирован выигрыш не меньше максиминного:

$$K_I = \alpha = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j b_{ij}. \qquad (15.13)$$

Для определения такой стратегии по платежной матрице, в которой сведены все выигрыши при сочетании всех стратегий $A_iП_j$, определяют для каждой стратегии организаторов производства A_i минимальный выигрыш α_i, т.е. $\alpha_i = \min b_{ij}$. Далее из всех минимальных значений выигрышей каждой стратегии A_i организаторы производства выбирают максимальный, которому и соответствует рациональная стратегия организаторов производства.

Максиминный критерий K_I основан на наиболее пессимистической оценке возможных производственных ситуаций и гарантирует организаторам производства выигрыш не менее величины этого критерия.

Минимаксный критерий K_{II} (Сэвиджа) обеспечивает выбор такой стратегии, при которой величина риска будет минимальной в наиболее неблагоприятных производственных условиях:

$$K_{II} = \min_i \max_j r_{ij}. \qquad (15.14)$$

Выбирая ту или иную стратегию поведения на производстве или рынке, организаторы производства рискуют. Применительно к рассматриваемой ситуации риск – это разница между максимальным выигрышем при известном состоянии производства (природы) и использовании оптимальной стратегии и выигрышем при неизвестном состоянии, когда могут быть применены другие стратегии A_i:

$$r_{ij} = (\beta_j)_{max} - b_{ij}. \qquad (15.15)$$

Для определения риска организаторов производства (сторона A) при применении стратегии A_i рассчитывают потенциальный выигрыш b_{ij} при условии, что стороне A состояние природы $П_j$ как бы заранее известно. Например, если бы было известно, что в очередную смену потребуется при ремонте один агрегат ($П_2$), то наибольший выигрыш АТП и СТО будет получен, если на складе имеется именно один агрегат (A_2), т.е. $b_{22} = (\beta_2)_{max} = 1 \cdot 2 = 2$.

Для каждой стратегии производства $П_j$ $(\beta_j)_{max}$ определяется просмотром выигрышей при зафиксированной стратегии производства и всех стратегиях организаторов производства и выбором из них максимального значения b_{ij}. Это максимальные выигрыши при известном состоянии производства $П_j$. Но если фактическое состояние производства неизвестно ($П_j$ = ?), то ему может быть противопоставлена любая из стратегий организаторов производства A_i. Например, при стратегии A_1 и $П_2$ риск $r_{12} = (\beta_2)_{max} - b_{12} = 2 - (-3) = 5$; при стратегиях A_4 и $П_2$ риск $r_{42} = (\beta_2)_{max} - b_{42} = 2 - 0 = 2$ и т.д.

Далее для каждой стратегии организаторов производства A_i выбирают стратегии, дающие максимальный риск $\max r_{ij}$. Из них выбирается та, которая имеет минимальное значение риска $\min \max r_{ij}$. Таким образом, при мини-

максной стратегии значение риска будет минимальным в наиболее неблагоприятных условиях, т.е. предприятие гарантировано от чрезмерных потерь.

Критерий пессимизма–оптимизма (Гурвица) ориентирован на выбор промежуточной между двумя рассмотренными стратегиями:

$$K_{\text{Ш}} = \max_i \left[d \min_j b_{ij} + (1-d) \max_j b_{ij} \right]. \qquad (5.16)$$

Коэффициент d устанавливается на основании опыта или экспертизы в пределах $0 \leqslant d \leqslant 1$: причем чем серьезнее последствия принимаемых решений, тем больше d. При $d = 0$ имеет место сверхоптимизм, а при $d = 1$ критерий превращается в K_1 (формула (15.13)).

Таким образом, даже в условиях дефицита информации, применяя соответствующие методы и критерии, можно определить диапазон стратегий, т.е. решений организаторов производства, внутри которого само производство гарантировано от убытков.

Снятие неопределенности рассмотренными методами позволяет внутри этого диапазона получать наилучшее решение, например обеспечить максимальную прибыль. Применение максиминного и минимаксного критериев позволяет определить и оценить наиболее неблагоприятные для производства ситуации и своевременно подготовиться к их предотвращению (создание резерва, разработка плана работы в критических ситуациях и т.д.).

Глава 16

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

16.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Под организационно-производственной структурой ИТС понимается упорядоченная совокупность производственных подразделений, т.е. их определенное количество, размер, специализация, взаимосвязь, методы и формы взаимодействия. Начиная с 1992 г. в автотранспортном комплексе России идет процесс структурной перестройки системы управления. Основной причиной ее явилась необходимость адаптации и приведения в соответствие с требованиями изменившихся экономических условий функционирования предприятий, начавшегося процесса разгосударствления собственности, в том числе и в автотранспортном комплексе, который до этого был, за исключением автомобилей, обслуживающих нужды семьи, целиком государственным.

В предыдущий период была создана и до начала 90-х годов сохранялась централизованная иерархическая схема управления, основанная на административном подчинении "сверху вниз" входящих в нее структур управления и организаций, вплоть до автотранспортных предприятий. При этом и Министерство автомобильного транспорта РСФСР, и территориальные производственные объединения (ТПОАТ) совмещали функции государственного и производственно-хозяйственного регулирования.

В 1992 г. в России началась структурная перестройка системы управления автотранспортным комплексом.

Принципиальные отличия существующей структуры:

- разделение функций государственного регулирования и производственно-коммерческого управления;
- переход от отраслевого к функциональному принципу построения государственных органов управления, включая министерства.

Было создано Министерство транспорта Российской Федерации, объединяющее в себе функции государственного регулирования большинства видов транспорта. В центральном аппарате министерства впервые была организована принципиально новая структура – Российская транспортная инспекция (РТИ), осуществляющая лицензирование и контроль.

РТИ – структура в центральном аппарате управления транспортного комплекса страны, имеющая региональные отделения в субъектах Федерации, находящиеся в прямом административном подчинении органа управления федерального уровня. При этом государственный аппарат не отвечает за результаты хозяйственной деятельности предприятий и не имеет права вмешиваться в нее.

В новой системе управления за Министерством транспорта России остаются в основном следующие функции государственного регулирования транспортного комплекса России.

1. Содействие формированию конкурентного рынка транспортных услуг и общей концепции развития транспортного комплекса на основе анализа и прогноза потребности в транспортных услугах.

2. Разработка основных положений государственной транспортной политики – законов, законодательных и подзаконных актов, стандартов, нормативов, определяющих порядок функционирования всех видов транспорта и транспортных организаций независимо от их формы собственности.

3. Разработка экономических и правовых механизмов, позволяющих реализовывать принимаемые законы и нормативно-правовые документы, основными из которых являются:

- обоснование статей федерального и местного бюджетов, потребности и распределения госбюджетных дотаций для финансирования муниципальных социально значимых (в основном городских и пригородных пассажирских) перевозок, целевых государственных программ в области безопасности движения и экологической безопасности транспортного комплекса;
- введение системы лицензирования видов производственной деятельности транспортного комплекса и разработка требований сертификации к автотранспортным средствам, эксплуатационным материалам, запасным частям, производственно-технической базе, технологическому оборудованию и технологиям ТО и ремонта, используемым на транспорте, а также в целом к качеству перевозочного процесса;
- разработка требований к уровню подготовки и повышению квалификации кадров.

4. Формирование и проведение единой политики в области экологии и безопасности движения.

5. Проведение социальной политики.

6. Развитие межрегиональных и внешнеэкономических связей.

Функции Российской транспортной инспекции сводятся к контролю выполнения транспортного законодательства, требований по экологии и безопасности движения; лицензированию деятельности по производству услуг на транспорте; контролю за выполнением лицензионных требований.

В настоящее время на автомобильном транспорте продолжается процесс разгосударствления собственности, что приводит к появлению многочисленных

мелких владельцев автомобилей, как физических, так и юридических лиц. Кроме того, значительно расширился круг предприятий, в той или иной форме оказывающих услуги, связанные с ТО и ремонтом автомобилей.

Функции производственно-коммерческого управления данных структур являются прерогативой непосредственно субъектов производственной и коммерческой деятельности: государственных (муниципальных) предприятий, учреждений и коммерческих предприятий, имеющих различную организационно-правовую структуру, в соответствии с положениями Гражданского кодекса РФ (ОАО, ЗАО, ООО).

Как правило, на этих предприятиях в той или иной организационно-производственной форме функционирует инженерно-техническая служба, цели и задачи которой рассмотрены в гл. 14.

Инженерно-техническая служба располагает определенной производственной базой, ресурсами (см. гл. 14) и производственными подразделениями, составляющими ее организационно-производственную структуру и осуществляющими

- хранение и в ряде случаев заправку автомобилей;
- постовые работы ТО и текущего ремонта, производимые непосредственно на автомобиле;
- работы по восстановлению снятых с автомобиля неисправных агрегатов, узлов и деталей, выполняемые в специализированных цехах и участках;
- работы по обеспечению подготовки производства, запаса агрегатов, узлов и деталей на промежуточном и центральном складах, перегон автомобилей в производственных зонах и т.д.;
- работы по содержанию, реконструкции и техническому перевооружению производственно-технической базы.

В общем виде организационно-производственная структура ИТС, предусматривающая функциональные группы подразделений для выполнения указанных задач и управления процессом их выполнения, приведена на рис. 16.1.

ИТС АТП может включать следующие производственные участки или комплексы:

- комплекс технического обслуживания и диагностирования (ТОД), который объединяет исполнителей и бригады ЕО, ТО-1, ТО-2 и диагностирования;
- комплекс текущего ремонта, в котором объединяются подразделения, выполняющие ремонтные работы непосредственно на автомобиле (постовые);
- комплекс ремонтных участков (РУ), в котором объединяются подразделения и исполнители, занятые восстановлением оборотного фонда агрегатов, узлов и деталей.

Ряд работ практически может выполняться непосредственно на автомобиле и в цехах (электротехнические, жестяницкие, сварочные, малярные и др.). Отнесение этих подразделений к комплексу ТР или РУ производится обычно с учетом преобладающего (по трудоемкости) вида работ, а также с учетом организационных соображений применительно к конкретным условиям и размеру АТП.

В обобщенном и наиболее полном варианте ИТС автотранспортного предприятия (группы предприятий, объединения, холдинга) может включать следующие подсистемы (подразделения, отделы, цехи, участки):

1. Управление ИТС в лице главного инженера, технического директора, а в малых предприятиях – специалиста (мастера, технического менеджера), ответственного за техническое состояние автомобилей, их дорожную и экологическую безопасность, в том числе и при обслуживании на контрактной основе.

2. Группа (центр, отдел) управления производством ТО и ремонта автомобилей.

3. Технический отдел, где разрабатываются планировочные решения по реконструкции и техническому перевооружению производственно-технической базы, осуществляется подбор и заказ технологического оборудования, разработка технологических карт; разрабатываются и проводятся мероприятия по охране тру-



Рис. 16.1. Обобщенная схема организационно-производственной структуры ИТС АТП

да и технике безопасности, изучаются причины производственного травматизма и принимаются меры по их устранению; проводится техническая учеба по подготовке кадров и повышению квалификации персонала; составляются технические нормативы и инструкции, конструируются нестандартное оборудование, приспособления, оснастка.

4. Отдел (группа) главного механика, осуществляющий содержание в технически исправном состоянии зданий, сооружений, энергосилового и санитарно-технического хозяйств, а также монтаж, обслуживание и ремонт технологического оборудования, инструментальной оснастки и контроль за правильным их использованием; изготовление нестандартного оборудования.

5. Отдел (группа) материально-технического снабжения, обеспечивающий материально-техническое снабжение АТП, составление заявок по снабжению и эффективную организацию работы складского хозяйства.

6. Отдел (группа) технического контроля, осуществляющий контроль за полнотой и качеством работ, выполняемых всеми производственными подразделениями, контролирующий техническое состояние подвижного состава при его приеме и выпуске на линию на контрольно-техническом пункте, проводящий анализ причин возникновения неисправностей подвижного состава.

7. Комплекс подготовки производства, осуществляющий подготовку производства, т.е. комплектование оборотного фонда запасных частей и материалов, хранение и регулирование запасов, доставку агрегатов, узлов и деталей на рабочие посты, мойку и комплектование ремонтного фонда, обеспечение рабочих инструментом, а также перегон автомобилей в зонах ТО, ремонта и ожидания. Комплекс может включать

- участок комплектации, работники которого (слесари-комплектовщики) обеспечивают по заданию диспетчера производства оформление требования и получение на складе запасных частей, необходимых для выполнения ремонтных работ, и доставку их на рабочие посты, а также транспортировку неисправных агрегатов, узлов и деталей, снятых для ремонта;
- промежуточный склад, где обеспечивается хранение ограниченной номенклатуры агрегатов, узлов и деталей (в том числе и отремонтированных) и поддержание определенного уровня их запаса;
- моечно-дефектовочный участок, где производится прием и хранение ремонтного фонда, разборка агрегатов, мойка узлов и деталей, их дефектация и комплектование перед отправкой на ремонт в комплекс РУ;
- инструментальный участок, обеспечивающий хранение, выдачу и ремонт инструмента;
- транспортный участок, водители-перегонщики которого осуществляют перегон автомобилей, передачу их на хранение в зону ожидания ремонта (ЗОР), а также транспортировку тяжеловесных агрегатов, узлов и деталей.

При разработке организационно-производственной структуры ИТС для конкретного АТП учитываются как внешние по отношению к производственному процессу факторы, так и внутренние, в зависимости от чего приведенный перечень подразделений ИТС может комбинироваться и видоизменяться. К основным внутренним факторам можно отнести размеры и структуру парка подвижного состава по наличию технологически совместимых групп, режим работы производства и интенсивность эксплуатации подвижного состава, уровень развития производственно-технической базы и характер размещения производственных зон, наличие их территориальной разобщенности, численность производственного персонала, определяющая возможность специализации подразделений и исполнителей или необходимость совмещения ими нескольких производственных функций.

К основным внешним факторам, влияющим на формирование организационно-производственных структур ИТС данного АТП, можно отнести факторы, определяемые уровнем развития рынка сервисных услуг в регионе. В связи с получением хозяйственной самостоятельности АТП, обладающие развитой производственно-технической базой и имеющие соответствующие сертификаты и лицензии, стали участвовать на контрактной основе в обслуживании и ремонте автотранспортных средств малых предприятий и частных владельцев. Таким образом, АТП решает для себя вопрос более полной загрузки производственных мощностей и персонала и получения дополнительных доходов, а владельцы малых предприятий, не обладающие собственной полнофункциональной производственно-технической базой, могут решить вопрос о получении лицензии на выполнение транспортной деятельности.

16.2. МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Наибольшее распространение к настоящему времени получили три метода организации производства ТО и ремонта подвижного состава: специализированных бригад, комплексных бригад и агрегатно-участковый.

Метод специализированных бригад предусматривает формирование производственных подразделений по признаку их технологической специализации по видам

технических воздействий (рис. 16.2, *а*). Создаются бригады, на каждую из которых в зависимости от объемов работ планируются определенное количество рабочих необходимых специальностей. Специализация бригад по видам воздействий (ЕО, ТО-1, ТО-2, диагностирование, ТР, ремонт агрегатов) способствует повышению производительности труда рабочих за счет применения прогрессивных технологических процессов и механизации, повышения навыков и специализации исполнителей на выполнение закрепленной за ними ограниченной номенклатуры технологических операций.

При такой организации работ обеспечивается технологическая однородность каждого участка (зоны), создаются предпосылки к эффективному оперативному управлению производством за счет маневра людьми, запасными частями, технологическим оборудованием и инструментом, упрощаются учет и контроль за выполнением тех или иных видов технических воздействий.

Существенным недостатком данного метода организации производства является слабая персональная ответственность исполнителей за выполненные работы. В случае преждевременного отказа сложно проанализировать все причины, установить конкретного виновника снижения надежности, так как агрегат обслуживают и ремонтируют рабочие различных подразделений. Это приводит к значительному увеличению числа отказов и простоям автомобилей в ремонте. Эффективность данного метода повышается при централизованном управлении производством и применении специальных систем управления качеством ТО и ТР.

Метод комплексных бригад предусматривает формирование производственных подразделений по признаку их предметной специализации, т.е. закрепление за бригадой определенной группы автомобилей (например, автомобилей одной колонны, автомобилей одной модели, прицепов и полуприцепов), по которым бригада проводит ТО-1, ТО-2 и ТР (рис. 16.2,*б*). Централизованно, как правило, выполняются ЕО, диагностирование и ремонт агрегатов. Комплексные бригады укомплектовываются исполнителями различных специальностей (автослесарями, слесарями-регулировщиками, электриками, смазчиками) для выполнения закрепленных за бригадой работ.

Каждая бригада, как правило, имеет закрепленные за ней рабочие места, посты для ТО и ремонта, свое в основном универсальное технологическое оборудование и инструменты, запас оборотных агрегатов и запасных частей, т.е. происходит сокращение программы и распыление материальных средств АТП, что усложняет организацию производства технического обслуживания и ремонта автомобилей (см. гл. 4 и 6).

Сложности управления при этом методе объясняются трудностями маневрирования производственными мощностями и материальными ресурсами и регулирования загрузки отдельных исполнителей по различным комплексным бригадам. Возникают ситуации, когда рабочие одной комплексной бригады перегружены, а другой – недогружены, но бригады не заинтересованы во взаимопомощи.

Однако существенным преимуществом этого метода является бригадная ответственность за качество проводимых работ по ТО и ТР.

Сущность *агрегатно-участкового метода* состоит в том, что все работы по ТО и ремонту подвижного состава АТП распределяются между производственными участками, ответственными за выполнение всех работ ТО и ТР одного или нескольких агрегатов (узлов, механизмов и систем) по всем автомобилям АТП (рис. 16.2, *в*). Ответственность за ТО и ремонт закрепленных за участком агрегатов, узлов и систем при данной форме организации производства становится персональной.

Результаты работы производственного участка оцениваются по средней наработке на случай ТР соответствующих агрегатов и по простоям автомобилей

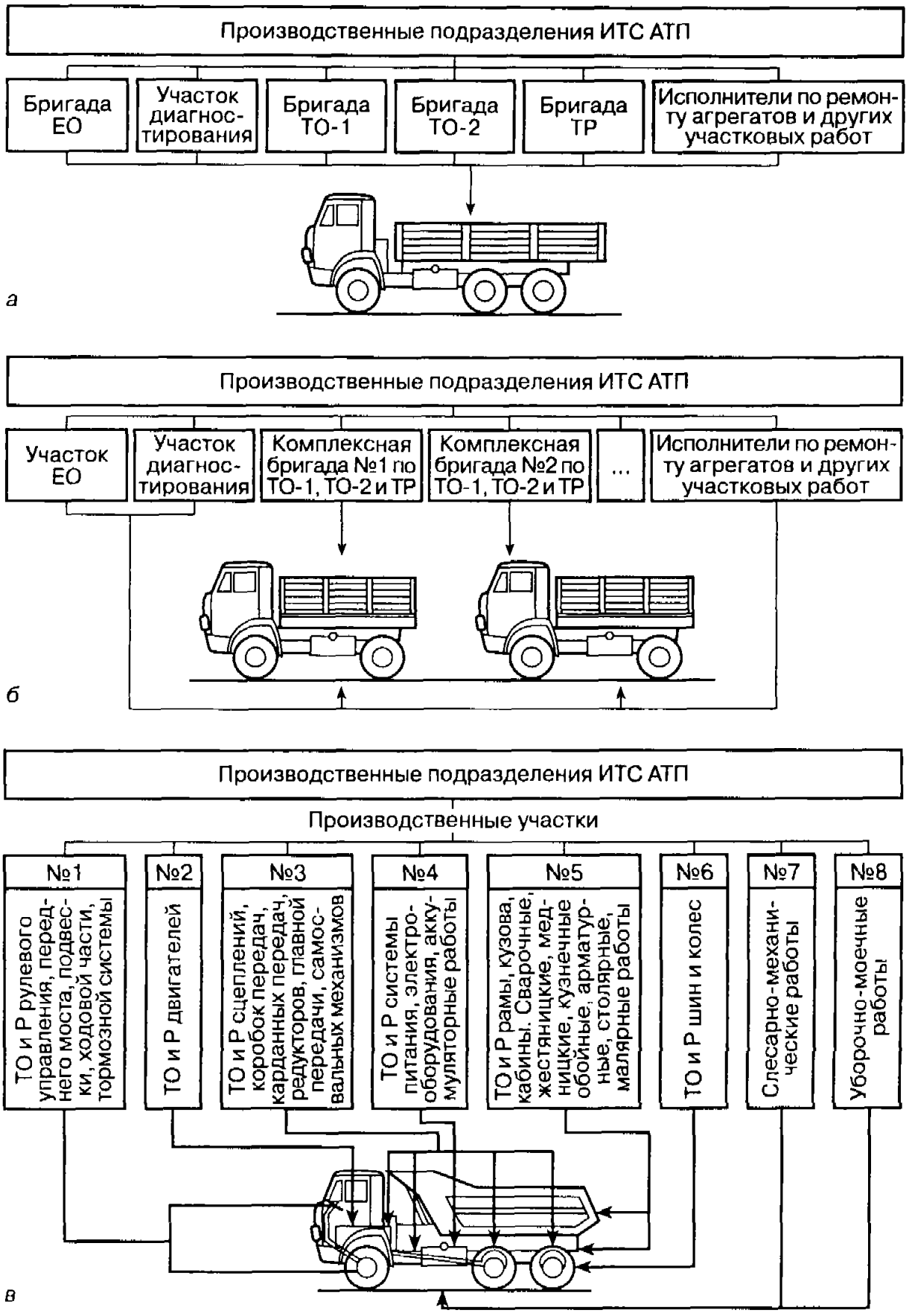


Рис. 16.2. Структура ИТС АТП при организации

а – по методу специализированных, *б* – комплексных бригад, *в* – по агрегатно-участковому методу

из-за технических неисправностей агрегатов и систем, закрепленных за участком (см. гл. 9). Работы распределяются между производственными участками с учетом производственной программы, зависящей от размера АТП и интенсивности использования подвижного состава. На крупных и средних АТП с интенсивным использованием автомобилей число участков, между которыми распределяются работы ТО и ТР, принимается от четырех до восьми (см. рис. 16,2 *в*). Работы, закрепленные за основными производственными участками, выполняются входящими в состав их бригад исполнителями как на постах ТО и ТР, так и в соответствующих цехах и участках.

Однако агрегатно-участковый метод не лишен недостатков, главный из которых – децентрализация производства, затрудняющая оперативное управление работоспособностью автомобиля как субъекта транспортного процесса.

16.3. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Изменение условий хозяйствования обуславливает необходимость применения новых, более совершенных, организационных методов управления процессами ТО и ремонта подвижного состава на АТП с учетом ситуации на региональных сервисных рынках. Однако технологические принципы организации и управления производством ТО и ремонта существенно не изменяются, что объясняется необходимостью поддерживать технически исправное состояние подвижного состава в условиях действия любых экономических механизмов.

Инженерно-техническая служба автотранспортного предприятия в своей повседневной деятельности решает ряд вопросов, которые условно можно свести к следующим четырем комплексам взаимосвязанных задач.

1. Определение програмы работ, т.е. количества автомобилей, планируемых к постановке на диагностирование и ТО, и номенклатуры и объемов ремонтных работ.

2. Распределение автомобилей по производственным постам в зависимости от специализации, оснащенности и занятости.

3. Распределение наличных запасных частей и материалов по автомобилям, агрегатам, постам и пополнение их запасов.

4. Распределение заданий между ремонтными рабочими, постами и участками.

Как показали исследования и опыт работы передовых АТП, наибольшая эффективность в решении вопросов организации производства может быть достигнута благодаря системе централизованного управления производством (ЦУП). Внедрение этой системы является первым этапом создания АСУ инженерно-технической службы АТП.

Система строится на следующих принципах.

1. Четкое распределение административных и оперативных функций между руководящим персоналом и сосредоточение функций оперативного управления в едином центре или отделе управления производством (ЦУП или ОУП). Основными задачами ЦУП являются сбор и автоматизированная обработка информации о состоянии производственных ресурсов и объемах работ, подлежащих выполнению, а также планирование и контроль за деятельностью производственных подразделений на основе анализа информации. Центр управления производством состоит, как правило, из двух подразделений: отдела (группы) оперативного управления (ООУ) и отдела обработки и анализа информации (ООАИ).

2. Выполнение каждого вида технического воздействия специализированной бригадой или участком (бригады ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР и пр.) – технологический принцип формирования производственных подразделений, в наибольшей степени отвечающий требованиям централизованной системы управления.

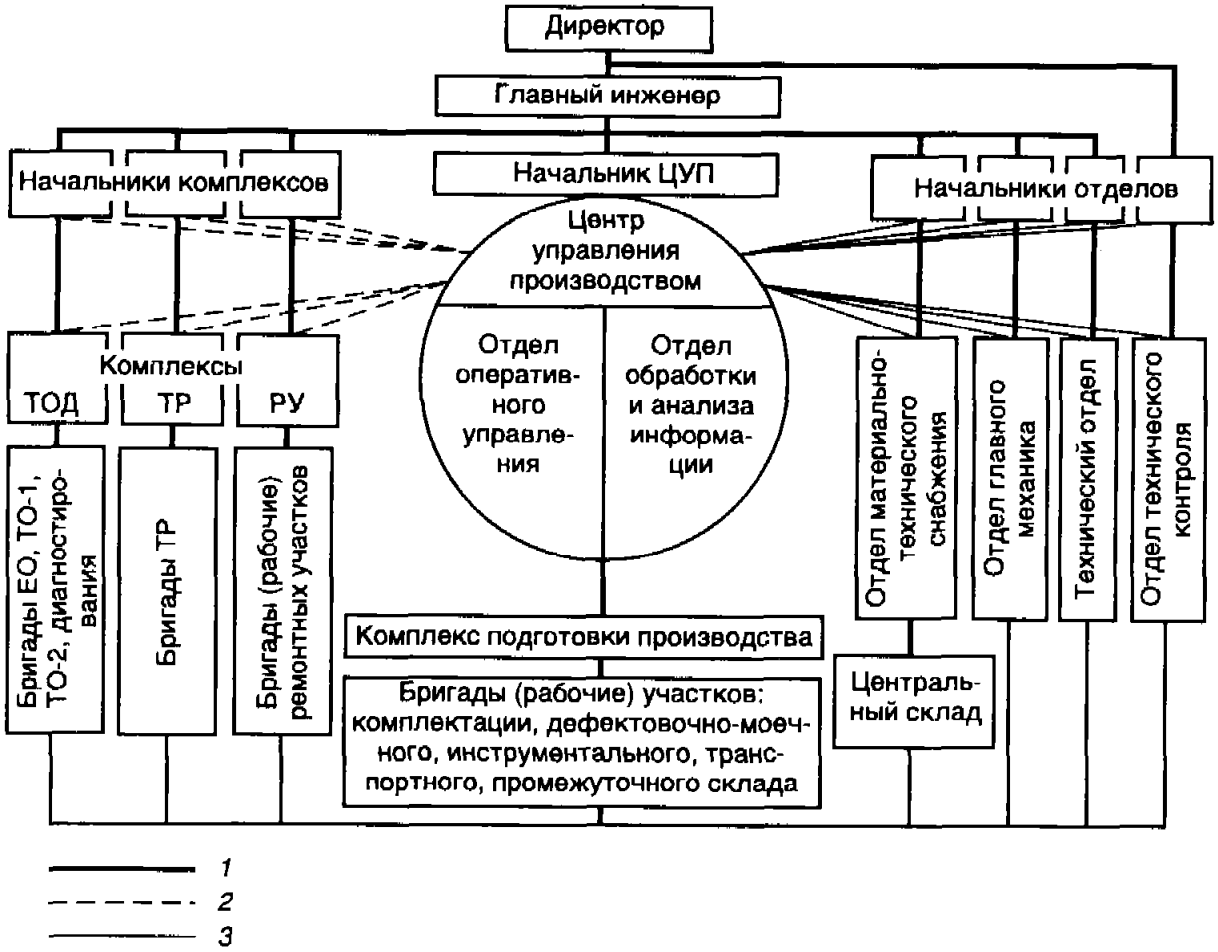


Рис. 16.3. Структура централизованного управления технической службой АТП
1 – административное, *2* – оперативное подчинение, *3* – деловая связь

3. Объединение производственных подразделений (бригад, участков), выполняющих технологически однородные работы, в производственные комплексы в целях удобства управления ими.

4. Централизованная подготовка производства (комплектование оборотного фонда запасных частей и материалов, хранение и регулирование запасов, доставка агрегатов, узлов и деталей на рабочие посты, мойка и комплектование ремонтного фонда, обеспечение рабочих инструментом, а также перегон автомобилей в зонах ТО, ремонта и ожидания) специальным комплексом. Централизация подготовки производства значительно сокращает непосредственные затраты времени ремонтных рабочих, управленческого персонала и в конечном счете простои автомобилей в ТО и ремонте.

5. Использование средств связи, автоматики, телемеханики и вычислительной техники (активно система может работать лишь при наличии средств диспетчерской связи и оргтехники).

На рис. 16.3 приведена схема структуры управления технической службой крупного автотранспортного предприятия. В зависимости от мощности предприятия и условий внешней кооперации структура технической службы может изменяться при сохранении принципиальных положений.

ЦУП возглавляет начальник, а основную оперативную работу по управлению выполняет диспетчер производства и его помощник – техник-оператор. Численность персонала ЦУП определяется общим объемом выполняемых работ (количеством автомобилей на АТП, количеством смен работы, наличием технических средств управления и др.).

Оперативное руководство всеми работами по ТО и ремонту автомобилей осуществляет ООУ ЦУП. Персонал ООУ выполняет следующие основные работы:

- принимает смену, т.е. фиксирует состояние производства, выполненную программу, размеры незавершенного производства, количество автомобилей в очереди на ремонт, имеющиеся помехи, отклонения;
- осуществляет оперативный контроль проведения диагностирования, ТО-1, ТО-2;
- осуществляет оперативное планирование, регулирование, учет и контроль выполнения ремонта подвижного состава, т.е. принимает требования на ремонт, устанавливает очередность выполнения работ, определяет плановое время, необходимое для выполнения намеченных работ, обеспечивает своевременную постановку автомобилей на посты ремонта, выдает задания непосредственным исполнителям, персоналу комплекса подготовки производства по доставке на рабочие места необходимых запчастей и материалов и периодически контролирует ход выполнения работ;
- передает смену.

На ООАИ возлагается выполнение всех работ, связанных с организацией информационного обеспечения системы управления с использованием технических и программных средств персональных компьютеров (ПК). Основной задачей ООАИ является систематизация, обработка, анализ и хранение информации о деятельности всех подразделений технической службы, а также ведение учета пробегов автомобилей, движения основных агрегатов и планирование технических воздействий.

ООАИ выполняет следующие основные работы:

- принимает первичные документы для обработки, осуществляет контроль правильности и полноты их заполнения и подготавливает информацию к дальнейшей обработке на электронных носителях;
- обрабатывает информацию, в том числе и с помощью ПК, т.е. выполняет работы по формированию, сортировке и систематизации информации, накоплению ее по соответствующим группам – в зависимости от используемого на предприятии программного обеспечения ПК (выходные формы);
- производит анализ по результатам обработки информации и передает материалы руководству для принятия конкретных мер и разработки мероприятий по совершенствованию работы ИТС АТП;
- в лицевых карточках автомобиля (приложение 10) ведет учет цепочки пробега, отмечает случаи замен основных агрегатов (двигателя, коробки передач, мостов и др.) при ремонте и отдельно учитывает их пробеги, на основании фактических пробегов планирует постановку автомобилей на ТО и диагностирование.

Обеспечение комплексов ТО и диагностирования и ТР запасными частями и материалами выполняется по указанию ЦУП комплексом подготовки производства (ПП). Оперативное руководство комплексом подготовки производства осуществляется диспетчером ЦУП через техника-оператора комплекса подготовки производства (в небольших АТП – непосредственно) с помощью средств связи (телефон, селектор).

Процесс доставки и выдачи деталей, узлов и агрегатов осуществляется участком комплектации в следующей последовательности:

1) на основании информации, содержащейся в ремонтном листке (приложение 10), ЦУП определяет потребности в деталях, узлах, агрегатах, необходимых для выполнения ремонтных работ;

2) диспетчер ЦУП отдает распоряжение технику-оператору комплекса ПП обеспечить доставку на пост нужной запчасти;

3) техник-оператор комплекса ПП проверяет наличие необходимой запчасти на промежуточном и основном складах и дает указание одному из слесарей-комп-

лектовщиков доставить необходимую запчасть на пост производственного комплекса.

Техник-оператор комплекса ПП связывается с диспетчером ЦУП только в том случае, если не может своевременно выполнить полученное задание.

На основании информации о наличии запасов на промежуточном и основном складах об ожидаемом пополнении запасов и об имеющемся ремонтном фонде начальник ЦУП совместно с начальниками комплексов ПП и ремонтных участков планирует задание на ремонт (изготовление) агрегатов, узлов и деталей различным участникам комплекса РУ.

В соответствии с этим планом участок комплектации комплекса ПП доставляет ремонтный фонд на участки комплекса РУ, а отремонтированные агрегаты, узлы и детали – на основной или промежуточный склад.

На предприятии, кроме центрального склада, находящегося в ведении отдела материально-технического снабжения, организуется промежуточный склад, входящий в состав комплекса ПП. Основную часть номенклатуры промежуточного склада составляют агрегаты, узлы и детали, отремонтированные и изготовленные собственными силами на ремонтных участках, а также полученные с авторемонтных заводов (АРЗ).

Номенклатуру запасных частей промежуточного склада, масимальный и минимальный размер запаса определяют методами, описанными в гл. 19, 20. Нормы запаса разрабатываются техническим отделом АТП применительно к конкретным местным условиям и утверждаются приказом.

Контроль и регулирование состояния складских запасов рекомендуется организовать на принципах применения компьютерной техники и автоматизированных систем управления.

16.4. ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ

Планирование постановки автомобилей на ТО-1 с диагностированием Д-1. Планирование производится ООАИ или инженером производственно-технического отдела, как правило, по фактическому пробегу, отражаемому в лицевой карточке автомобиля. Действующим "Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта" допускаются отклонения планируемой периодичности ТО на 10% от нормативной. На основании данных лицевых карточек автомобилей, скорректированной нормативной периодичности и расчетной суточной программы ТО-1 ООАИ составляет план-отчет ТО (приложение 10) в нескольких экземплярах, которые передает (рис. 16.4) механику контрольно-технического пункта (КТП) (колонны) не позднее чем за сутки до постановки автомобилей на ТО-1, бригадиру участка ТО-1 перед началом смены (вместе с комплектом бланков диагностических карт Д-1) и в транспортный участок комплекса ПП – дежурному водителю-перегонщику.

Механик КТП (колонны) на основании полученного плана-отчета ТО предупреждает водителя перед выездом на линию о запланированном ТО-1 (эта информация дублируется обычно службой эксплуатации, которая проставляет штамп "ТО-1" в путевом листе) и после возвращения автомобиля в парк контролирует подготовку его водителем к проведению ТО-1, а именно:

- качество уборочно-моечных работ;
- постановку автомобиля на специальные места ожидания с удобным выездом;
- отсутствие на автомобиле включенных противоугонных устройств и запоров.

С началом работы зоны ТО-1 водитель-перегонщик доставляет автомобиль на рабочие посты (линию) для выполнения работ в соответствии с принятой техноло-

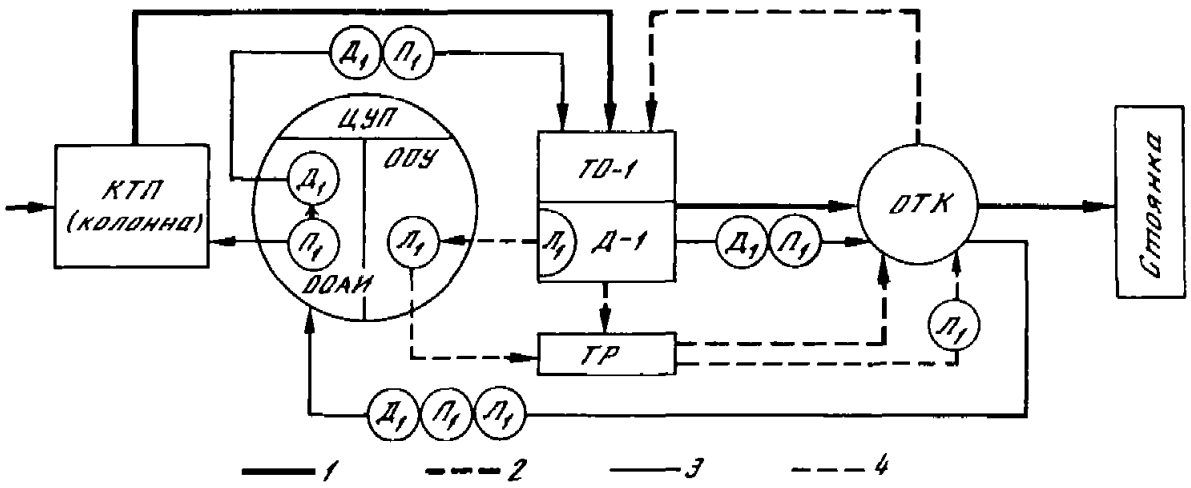


Рис. 16.4. Схема информационного обеспечения технологического процесса ТО-1 с диагностированием

$П_1$ – план-отчет ТО; *$Д_1$* – карта Д-1; *$Л_1$* – листок учета ТО и ремонта с литерой "Д"; *1* – движение автомобиля, *2* – документа, *3* – возможное движение автомобиля, *4* – документа

гией. В процессе проведения регламентных работ ТО-1 бригадир заполняет диагностическую карту Д-1 и по окончании работ делает отметку в плане-отчете ТО и ставит подпись в диагностической карте.

Контролер ОТК проводит выборочный контроль полноты и качества выполнения работ (20–30% суточной программы), подписывает диагностические карты Д-1 и план-отчет ТО. Если в процессе выполнения работ ТО-1 или, что чаще всего, работ Д-1 выявляются неисправности по тормозам, рулевому управлению, переднему мосту, ходовой части, устранение которых не предусмотрено технологией ТО-1 и утвержденным перечнем сопутствующих работ (для их выполнения требуется более 5–10 чел·мин), то бригадиром выписывается ремонтный листок и передается в ООУ ЦУП.

Диспетчер ООУ вносит заявку в свой оперативный сменный план, дает указание водителю-перегонщику доставить автомобиль после окончания работ ТО-1 на рабочий пост зоны ТР и принимает меры к организации технологической подготовки указанных в ремонтном листке работ. Специализированной бригаде комплекса ТР дается задание на выполнение работ, как правило, в межсменное время, с тем чтобы утром автомобиль был готов к выходу на линию. В конце смены бригадир ТО-1 передает весь комплект заполненных и подписанных документов (план-отчет ТО, диагностические карты Д-1) в ООАИ для обработки и анализа.

Планирование постановки автомобилей на ТО-2 с диагностированием Д-2. Планирование производится ООАИ ЦУП или инженером производственно-технического отдела, как правило, по фактическому пробегу, отражаемому в лицевой карточке автомобиля. На основании данных лицевых карточек, скорректированной нормативной периодичности и расчетной суточной программы ТО-2 за 3 сут. до постановки автомобилей на обслуживание составляется план-отчет ТО в нескольких экземплярах и на каждый автомобиль выписывается ремонтный листок, где в графу "Внешние проявления неисправностей" заносится запись "Объем ТО-2". Один экземпляр плана-отчета ТО-2 передается за 3 сут. механику КТП (колонны) вместе с комплектом выписанных ремонтных листков; по экземпляру передается в зону Д-2 и мастеру участка ТО-2.

Механик КТП (колонны) совместно с водителем проводит общий осмотр автомобиля и заносит в ремонтный листок выявленные в результате субъективного контроля внешние проявления неисправностей. Обычно это всевозможные мелкие неисправности типа "заменить сломанную доску борта", "приварить брызговик",

"подкрасить крыло", которые накапливают и устранение которых приурочивают к очередному обслуживанию, чтобы не снимать автомобиль с линии. Ремонтный листок остается у водителя, который по плану после смены за 2 сут. до ТО-2 доставляет автомобиль на участок Д-2. Механик-диагност по мере выполнения Д-2 заполняет диагностическую карту и заносит в ремонтный листок выявленные при диагностировании скрытые неисправности. Если неисправность удалось устранить на участке Д-2, то сведения о ней заносят в раздел "Фактически выполненные работы", в противном случае – в раздел "Внешние проявления неисправностей" ремонтного листка с пометкой "Д-2" или соответствующим шифром. Одновременно на участке Д-2 проверяются и по возможности устраняются неисправности, выявленные механиком КТП (колонны). Перечень неисправностей, устраняемых при Д-2, регламентируется. Заполненная диагностическая карта Д-2 и ремонтный листок передаются в ЦУП. Диспетчер производства изучает занесенную в них информацию и принимает одно из двух решений. Если выявленный объем сопутствующего текущего ремонта не влияет на безопасность движения и экономичность и не превышает 20% от объема ТО-2, автомобиль направляется в эксплуатацию и в соответствии с графиком через 2 сут. поступает на ТО-2, где бригада ТО-2 проводит обслуживание и выполняет сопутствующий текущий ремонт.

Если выявленный объем текущего ремонта имеет значительную трудоемкость и требует продолжительного простоя (замена агрегатов, сложный ремонт ходовой части, подвески и т.п.), автомобиль предварительно направляется в зону ТР, а затем в установленные сроки поступает с регламентным объемом обслуживания на ТО-2. Все работы, выполненные в зоне ТР, регистрируются в ремонтном листке.

Далее в соответствии с графиком автомобиль поступает в зону ТО-2, где выполняются регламентные работы обслуживания и сопутствующего текущего ремонта, а также проводятся заключительные контрольно-регулировочные операции в объеме Д-1 по узлам, обеспечивающим безопасность движения. Мастер зоны ТО-2 делает отметку в плане-отчете ТО, заносит в ремонтный листок сведения о выполненных текущих сопутствующих ремонтах, расходе запасных частей и материалов, а также информацию о значениях диагностических параметров Д-1 в диагностическую карту. Контролер ОТК проверяет качество и полноту выполнения работ по обслуживанию и ремонту автомобиля, проставляет свой шифр и расписывается в ремонтном листке, плане-отчете ТО и на диагностической карте Д-2, после чего эти документы (обычно в конце смены) передаются в ООАИ для дальнейшей обработки и анализа.

Информационное обеспечение производства ТР автомобилей. Первичным документом для отчета и информационного обеспечения процессов текущего ремонта подвижного состава на АТП является ремонтный листок. В случае возникновения дорожного отказа (когда автомобиль отказывает на линии и не имеет возможности своим ходом возвратиться на АТП, вследствие чего требуется вызов технической помощи для его буксировки), линейного отказа (когда прерывается транспортный процесс и автомобиль своим ходом возвращается на АТП) или выявления водителем в процессе работы на линии предотказного состояния какого-либо агрегата или системы (когда автомобиль дорабатывает до конца смены и возвращается на АТП) механик КТП с участием водителя оформляет ремонтный листок на выполнение ТР. В него заносятся гаражный номер автомобиля, шифры модели и типа кузова, пробег с начала эксплуатации, проставляются дата и время оформления и описываются внешние проявления неисправностей. Затем водитель отгоняет автомобиль в зону уборочно-моечных работ, где принимает участие в тщательной мойке агрегатов ходовой части и трансмиссии автомобиля снизу, после чего доставляет автомобиль в ЗОР. Дежурный ЗОР осматривает автомобиль, проверяет качество мойки, комплектность (наличие зеркал, под-

фарников и т.д.) и ставит в ремонтном листке в специальной графе штамп ЗОР – "Автомобиль вымыт, комплектен, принят", свой шифр и подпись. После этого автомобиль считается принятым и за его сохранность несет ответственность инженерно-техническая служба АТП, а перегон в зону ТР и с участка на участок осуществляют водители-перегонщики комплекса ПП. Водитель передает ремонтный листок с штампом ЗОР в ООУ ЦУП, где техник-оператор проверяет правильность его оформления и передает диспетчеру производства для принятия решения.

Диспетчер изучает информацию, содержащуюся в ремонтном листке, и принимает одно из следующих альтернативных решений. Если описанные в ремонтном листке внешние проявления неисправностей однозначны, т.е. каждому из них соответствует одна возможная неисправность и определенная ремонтно-регулировочная операция (РРО), диспетчер ООУ ЦУП

- дает указания осуществить техническую подготовку производства;
- планирует прохождение автомобиля по специализированным постам и участкам комплекса ТР в оперативном сменном плане ЦУП;
- дает указание водителю-перегонщику доставить автомобиль на рабочий пост;
- доводит через средства связи до исполнителей из специализированной бригады ТР задание на выполнение необходимых операций.

Если невозможно однозначно определить конкретные ремонтные работы, которые необходимы для устранения отказа или неисправности, то диспетчер оценивает возможность уточнения неисправности с помощью имеющихся на АТП средств диагностирования или с привлечением эксперта. На участке Д-1 или Д-2 проводится заявочное диагностирование тех агрегатов и систем, у которых возникла отмеченная неисправность. При этом проводятся необходимые регулировочные работы и заполняются соответствующие графы диагностической карты. Если неисправность не удается устранить на посту диагностирования при помощи регулировок, оператор-диагност или эксперт записывает в ремонтный листок заключение о требуемой ремонтно-регулировочной операции. Заполненные ремонтный листок и диагностическая карта с результатами заявочного диагностирования передаются в ООУ ЦУП, и диспетчер на основании полученного заключения планирует проведение ремонтных работ, как в рассмотренном выше случае.

По мере выполнения ремонтных работ на постах зоны ТР в ремонтном листке заполняют графы "Фактически выполненные работы" и "Выданные запчасти и материалы". После окончания ремонта автомобиль принимается представителем ОТК, который проверяет качество ремонта, ставит в ремонтном листке свои шифр и подпись, удостоверяя исправность автомобиля и возможность его выпуска на линию. Подписанные документы сдаются в ООАИ для дальнейшей обработки и анализа.

16.5. ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Процесс управления состоит из комплекса операций, выполняемых в определенной последовательности и составляющих замкнутый технологический цикл. Группы операций технологического цикла управления определяют основные этапы управления.

Реализация решений оперативного управления обеспечивается с помощью диспетчерского управления, включающего контроль за ходом производственной деятельности и ее регулирование.

Оперативно-производственное управление ТО и ТР автомобилей осуществляется персоналом отдела оперативного управления ЦУП АТП.



Рис. 16.5. Структурная схема алгоритма формирования диспетчерской и технологической характеристик требования (автомобиля)

Для принятия решений по вопросам оперативно-производственного планирования, а также для организации работы диспетчеру ООУ ЦУП требуется следующая информация:

- на каких специализированных постах и участках обслуживания и ремонта должны выполняться работы, записанные в требовании;
- какова технологическая последовательность и плановое время выполнения этих работ на каждом из постов (участков).

Под "плановым" понимается время, которое следует предусмотреть в оперативно-производственном плане в качестве целевого норматива (см. гл. 9) для выполнения работ на производственном посту с учетом возможных потерь по различным организационным причинам. Это время может существенно отличаться от "нормативного", рассчитанного по нормативной трудоемкости операций применительно к количеству рабочих на посту.

Информация, необходимая для оперативно-производственного планирования, должна быть представлена в виде двух характеристик требований на технические воздействия – диспетчерской и технологической.

Под диспетчерской характеристикой требования понимается содержащееся в ней сочетание работ с указанием планового времени их выполнения.

Под технологической характеристикой требования понимается соответствие специализированным постам, участкам и совокупность технологических очередностей выполнения отдельных видов работ, содержащихся в диспетчерской характеристике этого требования (например, если по данному требованию требуется выполнение сварочных и малярных работ, технологическая характеристика предусматривает проведение их на специализированных участках и с жесткой очередностью – сначала сварочные работы, а затем малярные).

Формирование описанных характеристик осуществляется в соответствии с алгоритмом (рис. 16.5), согласно которому техник-оператор ООУ ЦУП принимает у водителя заполненный ремонтный листок с занесенными внешними проявлениями неисправностей, проверяет правильность занесения информации и в случае необходимости вносит дополнения и исправления. При этом информация по подвижному составу, признакам отказов и неисправностей может шифроваться. Для этого используются:

1. Справочник-шифратор моделей подвижного состава (ШМПС), предназначенный для кодирования базовых и специализированных моделей подвижного состава. Шифр моделей подвижного состава является единым для кодирования моделей (типов) подвижного состава в ремонтном и путевом листах. Например, бортовой автомобиль КамАЗ-5410 обозначается: 5410, КамАЗ-5410 с прицепом: 9410, самосвал КамАЗ-5511 с прицепом: 9511.

Для фиксации типа кузова используются следующие цифры: самосвальный – 1, бортовой – 2, тягач – 3, фургон – 4, универсальный – 5, специальный – 6.

2. Шифратор "Цикл эксплуатации": до первого КР – 1, после первого КР – 2.

3. Классификатор соответствия внешних проявлений неисправностей, описанных в данном требовании, фактическим неисправностям и необходимым для их устранения ремонтно-регулировочным операциям, содержащий

- перечень внешних проявлений неисправностей по агрегатам и системам автомобиля;
- соответствующие каждому внешнему проявлению возможные неисправности (одна или несколько);
- ремонтно-регулировочные операции по устранению неисправностей;
- шифры ремонтных и регулировочных операций;
- нормативную трудоемкость выполнения этих операций в человеко-минутах;
- дополнительную информацию о возможности диагностирования данной неисправности и нормативных значениях диагностических параметров.

В МАДИ разработана методика составления подобных классификаторов и созданы классификаторы для ряда наиболее представительных моделей автомобилей. Трудоемкость выполнения ремонтных и регулировочных операций берется из типовых норм времени на ТО и ремонт подвижного состава в условиях АТП, которые систематически (1–2 раза в год) корректируются. Шифр ремонтной или регулировочной операции четырехзначный. Две первые цифры характеризуют шифр группы агрегатов, по которым производится ремонтно-регулировочная операция, а две последние – собственно ремонтно-регулировочную операцию.

Если внешнее проявление неисправности, описанное в ремонтном листке, неоднозначно, т.е. ему соответствует несколько возможных неисправностей, то решается вопрос о направлении этого автомобиля на заявочное диагностирование или к эксперту, в качестве которого могут привлекаться наиболее опытные и квалифицированные рабочие и специалисты АТП. После уточнения необходимых ремонтных или регулировочных операций и занесения информации в ремонтный листок техник-оператор устанавливает соответствие операций имеющимся специализированным постам или каналам обслуживания (см. гл. 6) и проставляет в ремонтный листок шифр последних. Далее техник-оператор решает вопрос об очередности прохождения специализированных постов данным автомобилем и определяет плановое время для выполнения работ на каждом из этих постов; заносит эти данные в ремонтный листок, после чего передает его инженеру-распорядителю ЦУП для составления графика, устанавливающего очередность выполнения работ по ремонту подвижного состава.

Задача оперативно-производственного планирования процессов ТО и ремонта заключается в составлении графика поступления автомобилей на специализированные посты производственных зон из общей очереди, а задача оперативно-производственного управления – в обеспечении реализации оперативно-производственного плана и выполнения необходимого в соответствии с целевыми нормативами (см. гл. 9) количества требований при минимизации трудовых и материальных ресурсов.

В качестве критерия эффективности оперативно-производственного планирования принимается количество автомобилей, отремонтированных за плановый период.

Задача составления оперативно-производственного плана ремонтов состоит в том, чтобы найти такое расписание (график очередности выполнения работ) выполнения требований из принятых к планированию на предстоящий период, которое обеспечит выпуск из ремонта максимального количества автомобилей.

Исходной информацией для решения этой задачи являются информация о наличии свободных и занятых постов к началу планируемого периода на каждом производственном участке и перечень подлежащих ремонту автомобилей с указанием их диспетчерских и технологических характеристик.

В качестве метода решения этой задачи, являющейся задачей теории расписаний, применяют различные эвристические приемы. Суть их сводится к тому, что принимается какой-либо определенный порядок обслуживания требований, который позволяет сформировать расписание. Например, устанавливается первоначальное обслуживание требований:

а) с меньшим общим временем обслуживания;

б) с меньшим временем обслуживания на отдельном участке;

в) по подвижному составу, необходимому службе организации перевозок, и т.д.

Составленные оперативно-производственные планы ТО и ремонта принимаются ООУ ЦУП к реализации.

Обеспечивая диспетчерское управление производственными процессами ТО и ремонта на основе оперативно-производственного плана, персонал ООУ ЦУП выполняет следующие функции:

- организует постановку автомобилей на рабочие посты в установленное планом время;
- передает на рабочие посты, участки информацию о РРО, которые должны быть выполнены на каждом автомобиле;
- контролирует время выполнения работ;
- организует (через диспетчерский пункт комплекса ПП) своевременную доставку необходимых запасных частей на посты. При этом персонал ООУ ЦУП взаимодействует с диспетчерскими пунктами в комплексах подготовки производства и РУ и с персоналом отделов инженерно-технической службы АТП.

16.6. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ И УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Система лицензирования и сертификации определяется законами Российской Федерации, постановлениями правительства РФ и субъектов РФ и направлена на обеспечение единой государственной политики при регулировании отдельных видов деятельности, защиты прав граждан, их законных интересов, нравственности и здоровья, на обеспечение обороны страны и безопасности государства, а также на установление правовых основ единого рынка.

Лицензирование. Основным понятием системы лицензирования является лицензия – разрешение (право) на осуществление лицензируемого вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданная лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю. Под лицензируемым понимается такой вид деятельности, на осуществление которого на территории РФ требуется получение лицензии в соответствии с действующим законодательством. Выполнение совокупности установленных нормативными правовыми актами требований и условий обязательно при осуществлении лицензируемого вида деятельности.

На автомобильном транспорте лицензирование перевозочного, транспортно-экспедиционного и других видов деятельности, связанных с осуществлением транспортного процесса, ремонтом и техническим обслуживанием транспортных средств, проводится с целью их государственного регулирования, обеспечения нормального функционирования рынка транспортных услуг, реализации требований антимонопольного законодательства, защиты интересов потребителей, безопасности движения и соблюдения экологических норм при эксплуатации автомобильного транспорта.

Лицензированию подлежит деятельность юридических лиц независимо от ее организационно-правовой формы, а также физических лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица (ПБОЮЛ), выполняющих:

- городские, пригородные и междугородные, в том числе межобластные, перевозки пассажиров автобусами;
- перевозки пассажиров легковыми автомобилями на коммерческой основе;
- перевозки пассажиров на международных маршрутах;
- перевозки грузов на международных маршрутах;
- перевозки грузов в пределах Российской Федерации (городские, пригородные, междугородные, в том числе межобластные);
- транспортно-экспедиционное обслуживание (ТЭО) юридических лиц и граждан;
- техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств на коммерческой основе.

Лицензии на ТЭО, ТО и Р выдаются с указанием видов выполняемых работ (услуг) в соответствии с общероссийским классификатором услуг, утвержденным Госстандартом России.

Лицензирование деятельности по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, осуществляемой на коммерческой основе, регламентируется в соответствии с законами РФ "О безопасности дорожного движения", № 196 ФЗ от 10.12.1995, и "О лицензировании отдельных видов деятельности", № 158 ФЗ от 25.09.1998, а также на основе постановления правительства РФ № 118 от 26.02.1992 "Об утверждении положения о лицензировании перевозочной транспортно-экспедиционной и другой деятельности, связанной с осуществлением транспортного процесса, ремонтом и техническим обслуживанием транспортных средств на автомобильном транспорте в Российской Федерации" и постановления правительства Москвы № 83 от 3.02.98 "Об утверждении положения о лицензировании деятельности по ремонту и техническому обслуживанию автотранспортных средств, осуществляемой на коммерческой основе в г. Москве".

Лицензированию не подлежит деятельность, связанная с техническим обслуживанием и ремонтом, проводимыми для собственных нужд. К этой группе относятся автотранспортные предприятия, которые обслуживают и ремонтируют автомобили своего АТП.

Лицензии выдаются региональными органами Российской транспортной инспекции Министерства транспорта РФ. В лицензии указывают перечень конкретных работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту в соответствии с общероссийским классификатором услуг.

Для получения лицензии на техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств, осуществляемые на коммерческой основе, соискатель лицензии представляет в лицензионный орган

- заявление о выдаче лицензии по установленной форме с указанием для юридического лица наименования объекта и организационно-правовой формы, юридического адреса, местонахождения объекта (объектов), где будет

осуществляться деятельность, наименования банка и номера расчетного счета, срока действия лицензии; для индивидуального предпринимателя – фамилии, имени, отчества, даты и места рождения, паспортных данных (серии, номера паспорта, где, когда и кем выдан), адреса места жительства, срока действия лицензии. В ряде случаев указывается перечень конкретных работ (услуг) в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности, продукции и услуг (или Общероссийским классификатором услуг населению ОК-002), а также количество рабочих постов для ТО и ремонта;

- копии учредительных документов (заверенные нотариально или с предъявлением оригиналов);
- копии свидетельства о государственной регистрации юридического лица или гражданина в качестве индивидуального предпринимателя (заверенные нотариально или с предъявлением оригинала);
- справку или отметку на свидетельстве о государственной регистрации, о постановке соискателя лицензии на учет в налоговом органе, с указанием идентификационного номера налогоплательщика (ИНН);
- документ, подтверждающий оплату рассмотрения заявления;
- данные о количестве рабочих постов для проведения технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств с указанием видов выполняемых работ, расположения объекта (основного или филиалов);
- данные об основных фондах, обеспечивающих выполнение указанной в заявлении деятельности; при этом указываются (количество и марки) диагностическое, шиномонтажное оборудование, мойки, подъемники, эстакады, осмотровые канавы, оборудование для контроля токсичности отработавших газов (газоанализаторы, дымомеры), очистные сооружения, АЗС, автотранспортные средства (автобуксировщики, техпомощь), в большинстве случаев необходимо указывать площади соответствующих цехов, участков, зон и общие площади производственных помещений и территорий. Указывается численность специалистов, ремонтных рабочих, водителей, общая численность персонала. В данной справке представляется заключение о соответствии объектов требованиям госпожарнадзора, санитарных и экологических служб;
- копию сертификата соответствия на предоставляемые работы и услуги (с предъявлением оригинала); сертификат выдается органами Госстандарта. Используемое оборудование также должно быть сертифицировано и иметь соответствующее свидетельство; сертификацию осуществляют органы Госстандарта. Владельцам (покупателям) продукции заводом-изготовителем представляется документ о том, что данное изделие имеет сертификат;
- копию документа, подтверждающего профессиональную пригодность руководителя предприятия, организации, учреждения или уполномоченных им лиц для руководства лицензируемой деятельностью. Предоставляется копия (заверенная нотариусом) или предъявляется оригинал диплома об окончании высшего или среднего специального учебного заведения по специальностям автомобильного профиля или удостоверения о прохождении курса обучения и сдаче квалификационного экзамена по программам дополнительного профессионального образования.

Срок действия лицензии устанавливается для конкретного вида деятельности, но не может быть менее 3 лет. По заявлению срок действия может быть установлен менее 3 лет. Если деятельность осуществляется на нескольких обособленных объектах, лицензиату выдаются заверенные копии с указанием местоположения каждого объекта.

Основанием для отказа в выдаче лицензии является представленная недостоверная или искаженная информация, несоответствие соискателя лицензии лицензионным требованиям и условиям, в том числе по обеспечению экологических, противопожарных требований.

Передача лицензии или лицензионной карточки другому юридическому или физическому лицу запрещается.

Лицензия может быть аннулирована или ее действие приостановлено по заявлению лицензиата, при обнаружении недостоверных данных, нарушении лицензионных условий, невыполнении лицензиатом предписаний государственных органов, ликвидации юридического лица, нарушении требований экологии, безопасности движения.

Рассмотрение заявлений и выдача лицензии осуществляются на платной основе. Размеры оплаты устанавливаются федеральными органами.

Основным лицензирующим органом на автомобильном транспорте является Российская транспортная инспекция. РТИ, ее региональные и местные отделения осуществляют лицензирование деятельности в соответствии с федеральным законодательством, надзор за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий, приостановление действия лицензий, возобновление действия лицензий, переоформление документов, подтверждающих наличие лицензий, формирование и ведение реестра лицензий. Лицензионные органы ведут реестры выданных и аннулированных лицензий, осуществляют контроль за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий. Решения и действия лицензионных органов могут быть обжалованы в установленном порядке в суд.

Сертификация. Под сертификацией понимается действие третьей стороны, доказывающее, что должным образом идентифицированные продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям. Система сертификации на автомобильном транспорте представляет собой комплекс взаимосвязанных систем сертификации однородной продукции (автотранспортные средства, гаражное оборудование, эксплуатационные материалы) и услуг по различным направлениям деятельности (по перевозке пассажиров, грузов и по ТО и ремонту автотранспортных средств).

В зависимости от форм сертификация может быть обязательной (перечень объектов определен постановлением правительства) или добровольной. Работу по сертификации соответственно проводят Госстандарт РФ или юридические лица, зарегистрировавшие системы сертификации и знаки соответствия в Госстандарте РФ.

Участниками сертификации являются: специально уполномоченный орган исполнительной власти в области сертификации (Госстандарт РФ), федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие работы по сертификации, центральные органы системы сертификации, апелляционные комиссии, методические центры системы, испытательные лаборатории, изготовители продукции, продавцы, исполнители услуг.

Общими для процессов сертификации различных объектов являются следующие этапы и процедуры: подача заявления соискателем сертификата в соответствующий аккредитованный орган по сертификации однородной продукции (услуг), экспертиза документов, выбор схемы сертификации в соответствии с ГОСТ РФ, проведение испытаний (проверок) для сертификации, анализ полученных результатов и принятие решений о возможности выдачи сертификата соответствия, выдача сертификата соответствия и регистрация его в Государственном реестре, признание сертификата соответствия, выданного за рубежом, осуществление инспекционного контроля.

На автомобильном транспорте действуют следующие системы сертификации: сертификация механических транспортных средств (одобрение типа транспортного

средства) и прицепов, их составных частей и предметов оборудования; сертификация механических транспортных средств по совокупности свойств; сертификация запасных частей и принадлежностей к механическим транспортным средствам и прицепам; сертификации нефтепродуктов, сертификация специального и специализированного подвижного состава; сертификация гаражного оборудования, сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомототранспортных средств.

Под услугой по ТО и (или) ремонту автомототранспортных средств понимается материальный результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя и собственно деятельности исполнителя по удовлетворению потребности в ТО и (или) ремонте автомототранспортных средств.

Система сертификация услуг по ТО и ремонту автомототранспортных средств введена в действие с 1.02.1993 г. постановлением Госстандарта РФ. Основными организационно-правовыми документами системы являются "Положение о системе сертификации ГОСТ Р", "Правила сертификации работ и услуг в РФ", Общероссийский классификатор услуг населению ОК 002-93.

Система предназначена для проведения на территории России обязательной сертификации соответствия услуг по ТО и ремонту автомототранспортных средств требованиям безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан, а также для окружающей среды, установленным действующими стандартами и другими нормативными документами.

Подготовка предприятия к сертификации услуг осуществляется заявителем или, на договорной основе, организацией – участником системы, имеющей в своем распоряжении необходимый фонд нормативной документации и квалифицированных специалистов по ТО и ремонту автомототранспортных средств и в области сертификации услуг. Подготовка включает следующие этапы:

- обеспечение предприятия исчерпывающей информацией о действующих законодательных актах по сертификации;
- консультации по схеме прохождения документов по сертификации на стадии оформления и подачи заявления;
- идентификация услуг, подлежащих сертификации;
- проверка полноты соответствия необходимой нормативной документации услугам, выполняемым заявителем;
- проверка наличия и соответствия требованиям системы документации на используемое оборудование (паспортные, регистрационные, учетные и аттестационные документы);
- проверка наличия и состояния документации по персоналу предприятия-заявителя и распределение ответственности за качество предоставляемых услуг;
- подготовка проекта приказа и составление заявления на проведение сертификации;
- консультации о порядке проведения сертификации, о функционирующих аккредитованных органах и работе комиссии по сертификации.

Информационное обеспечение предусматривает предоставление законодательных актов и нормативных документов, регламентирующих функционирование системы, и детальное ознакомление с ними заявителя.

Целью идентификации услуг, выполняемых заявителем, является оказание помощи в составлении квалифицированной заявки на проведение сертификации. При этом определяется принадлежность услуги к классификационной группе, соответствие нормативным документам, соответствие требованиям по обеспечению безопасности для жизни, здоровья, по предотвращению причинения вреда имуществу граждан и охране окружающей среды, установленным во всех нормативных документах для услуг этой группы. Определяется вид, тип, марка и моди-

фикация автомототранспортных средств, в том числе иностранного производства, услуги по которым предполагается сертифицировать.

Номенклатура фонда необходимой документации выбирается из перечня действующей нормативной документации по ТО и ремонту автомототранспортных средств в соответствии с перечнем идентифицированных услуг, предполагаемых к сертификации.

Обязательным условием сертификации подобных услуг является наличие у заявителя технологической или технической документации по обслуживанию (ремонту) заявленной модификации автомототранспортного средства.

Необходимы также документы на используемые при ТО и ремонте запасные части (движение, наличие или отсутствие сертификата, в каком виде использованы).

Документы по персоналу предприятия и распределению ответственности за качество выполняемых услуг должны в первую очередь определять границы ответственности каждого исполнителя, участвующего в процессе оказания услуги и устанавливать порядок обратной связи с потребителем услуг. В документах должны быть отражены функции, права и обязанности службы технического контроля (при наличии таковой), уровень квалификации ее сотрудников и их юридическая ответственность; действенная система стимулирования качественного выполнения услуги; планы работ по профессиональной подготовке и аттестации кадров; основные направления маркетинговой деятельности предприятия.

Оценка процесса оказания услуги может осуществляться двумя способами: проверяется технологический процесс, оборудование, квалификация исполнителя, условия обслуживания или наличие системы управления качеством.

При проверке технологического процесса определяются технологические и контрольные операции, влияющие на характеристики сертифицируемой услуги и их стабильность.

При этом должны проверяться: соблюдение правил предоставления и пользования услугами предприятий автотехобслуживания; полнота соответствия имеющейся технической документации на услугу; достаточность и качество проведения контрольных операций по услуге, в том числе наличие необходимого диагностического оборудования, контрольно-измерительных приборов и инструментов; состояние технологического оборудования, определяющего уровень сертифицируемых характеристик и параметров; обеспечение необходимой точности контрольного, испытательного и измерительного оборудования; наличие систем регистрации поверок и аттестации этого оборудования; стабильность соответствия результата услуги требованиям нормативной документации; наличие гарантии на выполненную услугу; распределение ответственности персонала за обеспечение качества услуги; наличие сертификата на применяемые запасные части, принадлежности и т.п.; квалификация персонала (исполнителей услуги), опыт работы, знание технологической и нормативной документации, правил общения с потребителями.

При наличии у заявителя сертификата на систему управления качеством оценка процесса оказания услуги не проводится.

Отбор и проверка (испытание) обслуженного (отремонтированного) автомототранспортного средства (агрегата, узла, детали) осуществляется по методу выборочного контроля экспертами-аудиторами на месте оказания услуг с использованием испытательного и технологического оборудования заявителя. Проверка проводится только в объеме работ, заявленном потребителем услуги по данному автомототранспортному средству и на соответствие обязательным требованиям, нормативным документам, указанным в заявке.

В качестве методики проведения проверки следует использовать соответствующий технологический процесс обслуживания (или ремонта), разработанный

или утвержденный предприятием-изготовителем данного автотранспортного средства.

По выполненным проверкам аудиторами оформляются протоколы (акты) и по ним составляется заключение комиссии экспертов. Копии официальных протоколов и заключения передаются органом по сертификации заявителю в сроки, установленные договором.

При проведении обязательной сертификации сертификат выдается, если услуга соответствует всем требованиям нормативных документов.

При отрицательных результатах сертификационных испытаний заявителю выдается мотивированное решение об отказе в выдаче сертификата.

Глава 17

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

17.1. ИСТОЧНИКИ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Процессы управления на АТП осуществляются циклически и носят относительно замкнутый характер. Цикл управления начинается со сбора информации о состоянии управляемого объекта (АТП, цех, участок и т.п.), затем полученная информация анализируется и используется для принятия решений и, наконец, эти решения доводят до исполнителей (см. гл. 14). Таким образом, основой управления является информация о состоянии управляемого объекта. Это информация может быть получена:

- из действующей на предприятии системы учета (см. приложение 8);
- из нормативно-справочной документации;
- в результате специально организованных выборочных наблюдений и опросов персонала;
- при обобщении и анализе имеющегося опыта.

Производственный учет отражает деятельность предприятия путем фиксации технических, экономических и других показателей (например, конкретные значения расхода топлива, плановых и фактических периодичностей ТО, наработок на отказ и пр.). Сведения о выполненных производственно-хозяйственных операциях фиксируются на первичных бумажных или электронных носителях информации в виде натуральных, стоимостных или иных показателей (табл. 17.1). Для упрощения и возможности компьютерной обработки данных объекты воздействия и технологические операции могут кодироваться (см. гл. 16).

АТП представляет собой совокупность производственных подразделений (автоколонны, зоны ТО и ремонта, склады, участки) и служб (бухгалтерия, плановый отдел, технический отдел и т.д.), в каждом из которых решается определенный круг задач. Все подразделения АТП (и работающий в них персонал) можно разделить на две части – выполняющие свои функции на территории и за пределами территории предприятия. Деятельность подразделений и персонала фиксируется в различных документах (табели работы служащих, наряды выходов на линию, путевые и ремонтные листы, требования на получение запасных частей и пр.). Результаты деятельности предприятия оформляются в виде различных отчетов и сводок. Таким образом, источниками информации являются подразделения АТП, в которых персонал выполняет определенные виды работ. Примеры

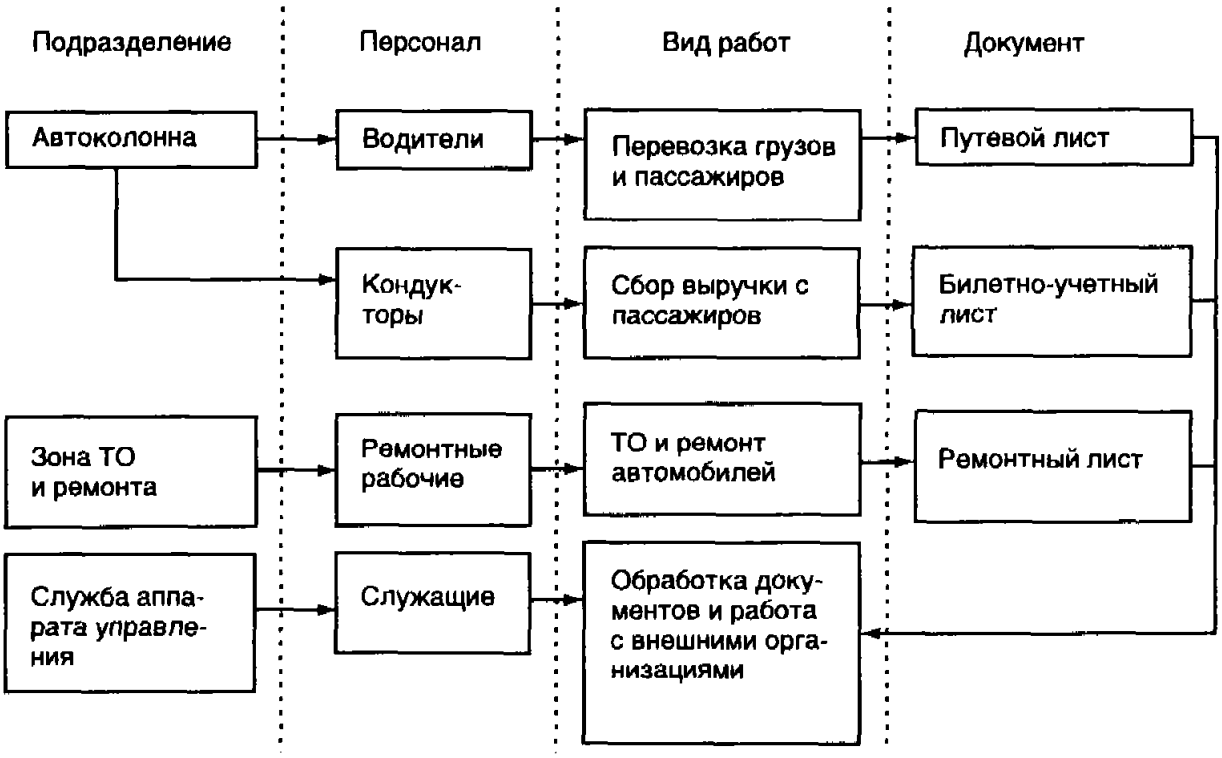


Рис. 17.1. Источники и носители информации о деятельности АТП

некоторых источников и носителей информации приведены на рис. 17.1 и в приложении 8.

Результаты работы подразделений и персонала фиксируются в различных документах (путевые листы, ремонтные листы, ведомость выдачи топлива, требование на получение запасных частей и пр.). В настоящее время нет единых требований к составу и формам документов, однако их можно разделить (по типу хранимой в них информации) на три вида: нормативные, первичные и вторичные. Нормативными являются те документы, сведения в которых в течение некоторого периода остаются неизменными (периодичности ТО, нормы расхода топлива, складские номера деталей и т.п.). К первичным относятся те документы, в которых

Таблица 17.1

Примеры объектов производственного учета

Объект	*Источник информации*	*Носитель информации*	*Параметр*
Наработка автомобиля	Показания спидометра	Путевой лист	Суточный пробег, месячный пробег, пробег с начала эксплуатации
Расход топлива	Количество топлива в баке	Путевой лист, заправочная ведомость	Расход за смену, сверхнормативный расход
Линейный отказ автомобиля	Отметка о сходе с линии	Путевой лист, ремонтный лист	Количество отказов
Работоспособность агрегата	Параметры технического состояния	Акт технического состояния	Ресурс агрегата
Трудоемкость операции ТО и ТР	Нормы трудоемкостей	Ремонтный лист	Фактическая трудоемкость операций

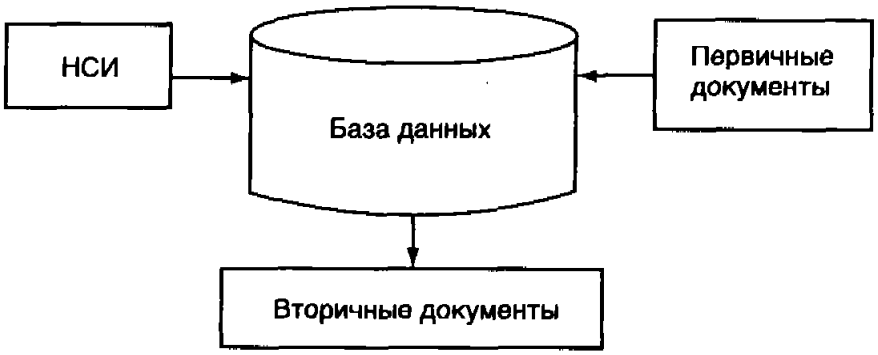


Рис. 17.2. Изменение схемы формирования документов при использовании информационных технологий

фиксируется информация о ходе текущей производственной деятельности (путевые листы, требования на ремонт и на получение запасных частей и т.д.). В них могут содержаться данные из нормативно-справочной документации. Ко вторичным относятся документы, содержащие результаты выборки и группировки данных из первичных документов (сведения о расходе запасных частей, ведомость премирования за экономию топлива, сводки о простоях автомобилей в ремонте и т.д.), нормативно-справочную и другую информацию.

Документы, являясь носителями информации, в процессе формирования проходят через ряд подразделений предприятия, каждое из которых вносит в него (или извлекает из него) определенные данные. Набор документов (в совокупности со схемой их движения) представляет собой документооборот, или информационные потоки предприятия. Нет смысла приводить полную схему документооборота, поскольку она специфична для конкретного предприятия. Однако степень рациональности документооборота предприятия может быть оценена при прочих равных условиях рядом показателей:

- объемом обрабатываемой информации (на уровне документа, задачи, подразделения, АТП);
- соотношением объемов нормативно-справочной, первичной и вторичной информации;
- степенью дублирования информации (на уровне документа, задачи, подразделения, АТП);
- трудоемкостью обработки данных и т.п.

При отсутствии в АТП вычислительных средств документы обрабатываются персоналом вручную. Применение информационных технологий несколько изменяет документооборот, так как используется компьютерная база данных (БД) (рис. 17.2), которая обеспечивает хранение нормативно-справочной информации (НСИ), первичных документов и автоматическое формирование вторичных документов.

Изменения в документообороте, а также степень совершенства применяемых информационных технологий можно количественно оценить с помощью следующих показателей:

- объемы информации, обрабатываемые персоналом вручную;
- объем НСИ, хранимой в БД информационной системы;
- объем текущей информации, заносимой в БД с клавиатуры за определенный интервал времени;
- объем информации, передаваемой по каналам связи информационной системы.

Практически любой документ состоит из двух частей – описательной и информационной. Описательная часть содержит данные, характеризующие сам документ (наименование, номер, дата и прочие атрибуты). Информационная часть состоит из

Дата 28 Январь 2000 г.

Расходная накладная № 234

Кому: А/К 1787 г. Химки
От кого: Ногинская база ПК и ПКУ

Описательная часть документа

Информационная часть документа

№ пп	Наименование товара	Ед. измерения	Количество	Цена	Сумма
1	Стекло лобовое ЛиАЗ	шт.	2	542.80	1 085.60
2	Фара для автобуса Икарус	шт.	1	259.60	259.60
3	Дверь металлическая	шт.	2	1 722.80	3 445.60
4	Аккумулятор	шт.	3	1 038.40	3 115.20
Итого					7 906.00

Итого Семь тысяч девятьсот шесть руб. 00 коп.

Товар отпустил _____ Товар принял _____

Рис. 17.3. Структура документа "Расходная накладная"

последовательности однородных записей, содержащих собственно данные документа (рис. 17.3).

Объем информации в документе

$$W_{док} = W_о + W_и, \tag{17.1}$$

где $W_о$ – объем описательной, $W_и$ – информационной части документа, кб.

В свою очередь, объем описательной части

$$W_о = \sum_{i=1}^{n} W_i, \tag{17.2}$$

где W_i – объем информации в i-м поле описательной части документа; n – количество полей в записи описательной части документа, а объем информационной части документа

$$W_и = N_з \sum_{j=1}^{m} W_j, \tag{17.3}$$

где $N_з$ – количество записей в информационной части документа; W_j – объем информации в j-м поле информационной части документа; m – количество полей в записи информационной части документа.

С помощью этих зависимостей можно определить потребность в дисковой памяти для хранения документов, нагрузку на локальную сеть, обоснованно выбрать технические средства и тип системы управления базами данных (СУБД) при проектировании информационных систем.

Пример. Объем описательной части документа $W_о$ = 32 б, информационной части $W_и$ = 150 б. В течение суток на предприятии формируется до 30 документов. Требуется определить объем дисковой памяти, необходимой для хранения документов в течение года.

$W = 32 \cdot 30 \cdot 365 + 150 \cdot 30 \cdot 365 = 2$ Мб.

Таким образом, для хранения данных только по этому документу необходимо иметь объем дисковой памяти 2 Мб.

Одним из важных показателей рациональной организации информационных потоков является степень дублирования информации. Следует отметить, что

степень дублирования на разных уровнях может быть различной. Дублирование на уровне документов имеет место, когда содержание одного документа частично или полностью повторяет содержание другого. Количественно дублирование информации на этом уровне можно оценить двумя показателями: степенью и кратностью дублирования. Степень дублирования указывает на ту долю информации, которая содержится в двух и более документах:

$$S_{д} = \frac{W_{д}}{W_{док}} \cdot 100\%, \qquad (17.4)$$

где $W_{д}$ – объем информации, повторяющийся в других документах; $W_{док}$ – общий объем информации документа.

Кратность дублирования $K_{дубл}$ определяется количеством документов, в которых повторяется одна и та же информация.

17.2. ДОКУМЕНТООБОРОТ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Персоналу технической службы в ходе производственного процесса приходится решать комплекс взаимосвязанных задач (рис. 17.4).

Результаты работы персонала фиксируются в определенных документах. На информационном уровне все подразделения предприятия очень тесно взаимодействуют между собой.

Документооборот только технической службы АТП включает более 120 документов. Из общего количества документов доля первичных составляет 21% (технические паспорта, путевые листы, ремонтные листы, требования на запасные части и т.д.). Доля документов с НСИ составляет 6% (маршруты и режимы работы, нормы расхода топлива, ресурс шин, периодичности и трудоемкости ТО и пр.).

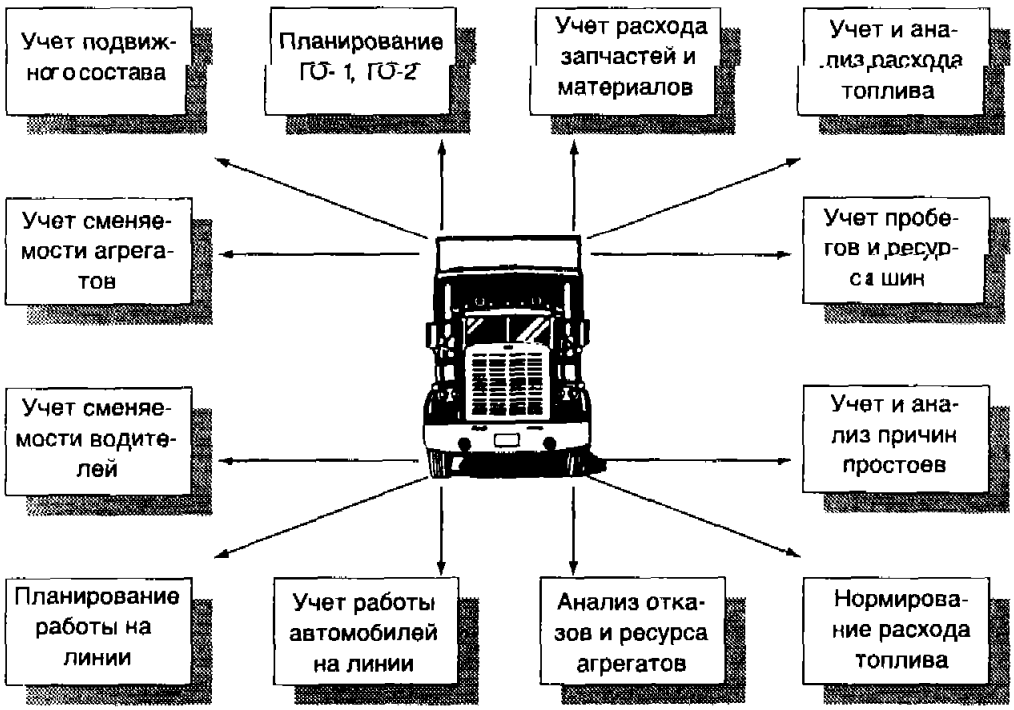


Рис. 17.4. Перечень типовых задач, решаемых персоналом автотранспортных предприятий

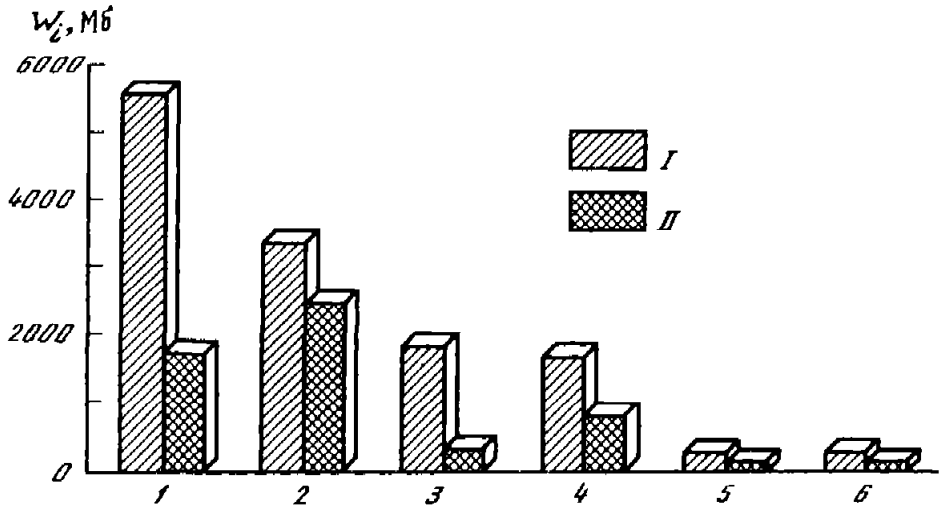


Рис. 17.5. Месячные объемы (*I*) и дублирование (*II*) информации на пассажирских АТП (300 автомобилей)

1 – обработка путевых листов, *2* – учет топлива, *3* – запчастей, *4* – ТО и ремонта, *5* – шин, *6* – подвижного состава

Больше всего – вторичных документов (73%): это различные отчетные формы (справки, сводки, ведомости, картотеки, журналы и т.д.).

Общий объем информации, обрабатываемой в АТП в течение месяца, составляет порядка 50 кб на один автомобиль. Доля НСИ в этом объеме составляет 3%, больше половины объема обрабатываемой информации (55%) содержится в первичных документах, вторичные формы содержат примерно 42% данных.

С большинством первичных документов работает несколько подразделений предприятия. Например, требования на запасные части "двигаются по маршруту": автоколонна → ЦУП → склад → бухгалтерия, при этом каждое подразделение вносит в них свою информацию, которая однако, не повторяет уже имеющуюся.

Содержание вторичных документов частично или полностью дублирует информацию первичных. Например, при выдаче запасных частей в картотеку складского учета переносятся сведения из требования, при получении запасных частей – из накладной. При обработке путевых листов формируется множество сводок, справок и отчетов, при этом выполняется сортировка и разноска содержащихся в них сведений (по маркам, автомобилям, автоколоннам, водителям и т.д.). Анализ документооборота показал, что содержание 77% вторичных документов состоит только из дублированной информации, а в 23% выходных форм частично повторяются сведения первичных документов, что является одной из предпосылок автоматизации систем управления. Примерное распределение объемов информации и ее дублирование по подразделениям пассажирского АТП приведено на рис. 17.5. Каждая служба предприятия стремится сформировать свой перечень необходимых ей документов, что неизбежно приводит к дублированию информации, к дополнительным затратам времени на ее перенос из одних документов в другие и сопровождается частичным искажением данных (появлением ошибок).

При реализации на АТП информационных систем необходимо в первую очередь совершенствовать и упрощать документооборот. Требуется сохранить минимальный набор нормативно-справочных и первичных документов, подлежащих вводу в ЭВМ; процессы хранения, поиска, передачи и формирования вторичных документов необходимо полностью автоматизировать, что избавит персонал от рутинной работы.

Глава 18

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ И СЕТЕВОЙ ТЕХНИКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

18.1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

При информатизации управления производственными процессами предприятий необходимо руководствоваться общими правилами, лежащими в основе построения современных информационных систем.

Основой любой информационной системы является база данных. Персонал имеет доступ к базе данных через пакет прикладных программ или автоматизированные рабочие места. АРМ – проблемно-ориентированный программно-технических комплекс, вынесенный на рабочее место конечного пользователя и автоматизирующий в режиме диалога некоторый набор управленческих процедур. АРМы можно условно разделить на обеспечивающие внесение информации в БД и позволяющие извлекать данные из БД и представлять их пользователям. В базу данных системы информация может быть внесена

1) из первичной документации (технический паспорт, путевой лист и т.п.);

2) от персонала АТП (заявка на ремонт, требование на получение запасных частей и т.п.);

3) через средства автоматической идентификации объектов (магнитной, штриховой, радиочастотной и пр.).

Если первичный документ появляется от сторонней организации (например, технический паспорт на автомобиль), то данные в компьютер вносятся с уже готового документа. Если документ является внутренним (например, ремонтный лист), то нет необходимости его ручного формирования. Сведения о характере неисправности могут быть внесены в компьютер со слов персонала (в данном случае – водителя), а документ (в случае необходимости) будет сформирован системой автоматически и выведен на печать. Если требуется абсолютная достоверность информации и существует соответствующая техническая возможность, то данные могут попадать в компьютер, минуя персонал – через средства автоматической идентификации объектов. В этом случае вообще отпадает необходимость в формировании первичных документов, система может сразу выдать соответствующую сводку (например, сведения о работе водителей на линии без путевых листов). Естественно, при реализации информационных систем необходимо придерживаться второго или третьего пути.

Извлечение информации из базы данных осуществляется двумя способами:

1) формирование и выдача на экран монитора или на бумажные носители в виде выходных форм отчетных сведений о деятельности подразделений предприятия;

2) получение управленческих решений с помощью экспертной системы.

Формирование выходных форм – это наиболее легко реализуемый, традиционный путь, однако персонал должен обладать достаточным опытом и знаниями, чтобы принять правильное решение на основе анализа данных вторичных документов. Использование экспертных систем – путь более сложный с точки зрения программной реализации, однако более эффективный с точки зрения обоснованности и оптимальности принятых решений.

При реализации на АТП информационных систем рекомендуется следующее:

- реализация обмена информацией между подразделениями АТП через локальную компьютерную сеть;

- ревизия всей структуры и схемы документооборота предприятия, т.е. сокращение до минимума первичной документации и (по возможности) формирование ее на ЭВМ, исключение из оборота всех вторичных и промежуточных носителей информации;
- отделение нормативно-справочной информации от текущих данных и ее хранение на магнитных носителях;
- использование единой нормативно-справочной информации всеми подразделениями предприятия;
- однократный ввод первичной информации в ЭВМ с использованием всех возможностей контроля ошибок ввода;
- перераспределение задач между подразделениями АТП с целью сокращения обменных информационных потоков;
- работа всех информационных подсистем в режиме реального времени;
- соблюдение определенных этапов разработки и реализации системы.

18.2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

На АТП преимущественно используется децентрализованная технология обработки данных, при которой персонал предприятия сам обрабатывает все первичные документы и формирует необходимые выходные формы без каких-либо посредников.

Общая структурная схема информационной системы АТП (рис. 18.1) включает комплекс взаимосвязанных автоматизированных рабочих мест. Функции отдельных АРМ будут разными для различных типов АТП (пассажирские, грузовые, таксомоторные и пр.). Однако, вне зависимости от этого, все рабочие места должны работать в рамках единой (локальной) сети и использовать общую базу данных.

Внедрение информационных систем на АТП необходимо выполнять в определенной последовательности. Все рабочие места связаны на информационном уровне и "подпитывают" друг друга определенными данными. На первой стадии запускаются рабочие места, обеспечивающие систему нормативно-справочной информацией, на второй – текущей первичной информацией, и на третьей – формирующие выходные формы.

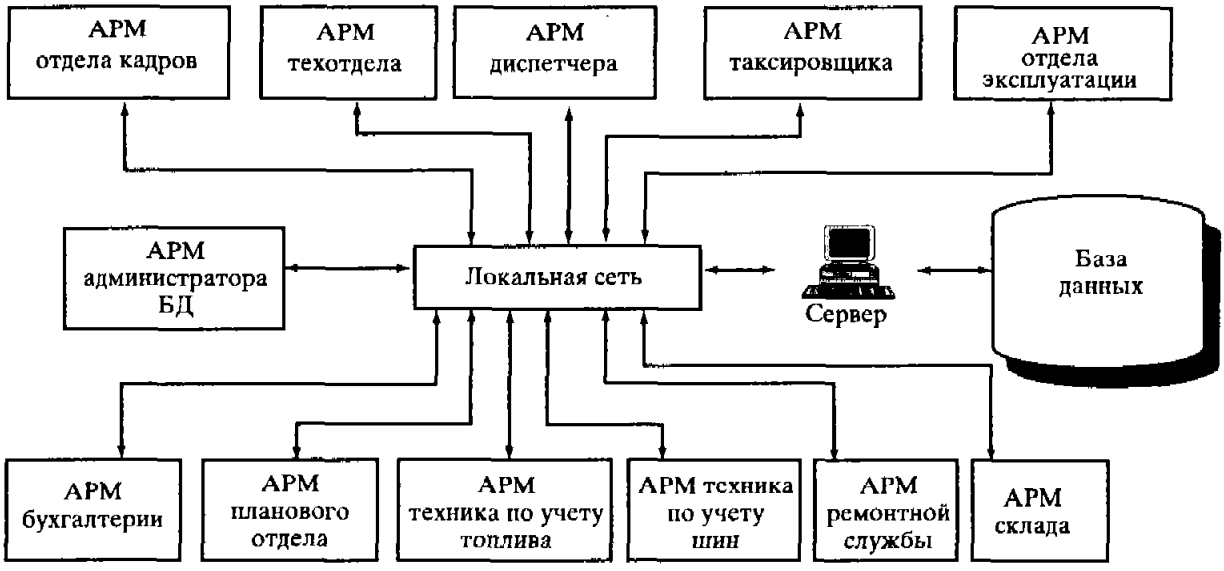


Рис. 18.1. Структура информационной системы автотранспортного предприятия

При реализации комплексной системы предприятия в первую очередь необходимо реализовать АРМ "Техотдел" и "Кадры", поскольку без сведений о подвижном составе и персонале другие подсистемы эффективно работать не будут.

На втором этапе необходимо реализовать подсистемы работы диспетчера, обработки путевой документации и учета расхода топлива. В результате комплексной обработки путевых листов будут формироваться сведения о расходах топлива, отработке водителей и о пробегах автомобилей.

На третьем этапе возможна реализация рабочих мест бухгалтерии (начисление заработной платы) и планового отдела (формирование форм анализа работы предприятия).

На четвертом этапе, после того как в системе налажен учет пробегов, можно реализовать АРМ техника по учету долговечности шин, АРМ ремонтной зоны (планирование ТО-1 и ТО-2, диспетчерское управление постановкой на ТО и в ремонт, учет работ исполнителей при ТО и ремонте автомобилей), АРМ склада.

Задачи, решаемые персоналом АТП, можно условно разделить на две группы: учетно-статистические и управленческие. Внедрение информационных систем на АТП необходимо начинать с решения учетно-статистических задач (учет работы персонала, расхода топлива, запасных частей, ремонтов и пр.). После того как будут отлажены процессы сбора, хранения информации и формирования форм отчетности, можно переходить к реализации задач второго уровня – управления работоспособностью парка, затратами на топливо, шины, запасные части и т.п.

Анализ применения ЭВМ на АТП показал, что при переходе к машинной обработке данных объемы обрабатываемой информации сокращаются по первичным документам в 2 раза, вторичным – в 10–15 раз. В целом при использовании ПЭВМ затраты на обработку информации могут быть снижены на 60%. При этом после внедрения информационной системы трудоемкости работ распределятся следующим образом: ввод данных в ПЭВМ – 95–96%, обработка информации и получение выходных форм – 4–5%.

Таким образом, при внедрении ПЭВМ наиболее слабым звеном в технологической цепочке обработки данных остается ручной ввод информации в базу данных. Эту процедуру можно автоматизировать на основе средств автоматической идентификации объектов.

18.3. БЕЗБУМАЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ

Итак, 95–96% времени персонала тратится на ввод первичной информации в ПЭВМ. Кроме того, могут быть случаи сознательного искажения данных, особенно на пассажирском транспорте (приписки выполненных рейсов, изменение показателей регулярности движения, снижение плановой выручки и т.п.). Чтобы снизить трудозатраты на ввод первичных данных и обеспечить достоверность информации, используются средства идентификации объектов (магнитная, штриховая, радиочастотная) и системы контроля работы транспорта.

Сущность идентификации заключается в том, что объектам (автомобилям, персоналу, видам работ, запасным частям и т.д.) присваиваются уникальные коды. Коды наносятся непосредственно на объекты, например, в виде штриховых этикеток, радиочастотных меток и др., а в базе данных компьютерной системы уникальным кодам присваивается определенная информация, характеризующая эти объекты (например, наименование запасной части, ее стоимость, наличие на складе и пр.). С помощью сканеров (устройств считывания кодов) можно фиксировать действия над объектами (приход, отпуск) или изменение их состояния (отправка в ремонт, на ТО), фиксировать дату и время выполнения различных действий, сохранять эту информацию в автономных накопителях и передавать в компьютерные системы в автоматическом режиме. Эффективность применения

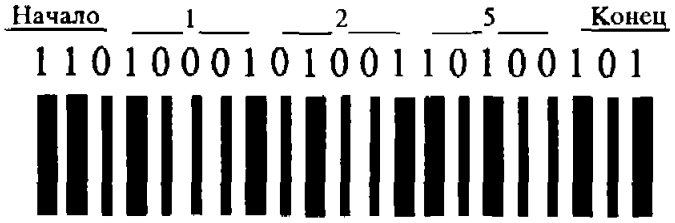


Рис. 18.2. Номер ремонтного листка 125, закодированный с помощью штрихового кода "2 из 5"

средств автоматической идентификации обусловлена практически мгновенным вводом информации в компьютер, при этом исключается возможность случайного или сознательного искажения данных.

Технологии применения магнитного и штрихового кодирования практически идентичны. В обоих случаях используются карточки с нанесенной на них закодированной информацией, которая может быть автоматически считана специальными устройствами. Штриховой код может быть определен как своеобразный алфавит, с помощью которого можно кодировать и впоследствии расшифровывать информацию автоматическим путем. Полоски штрихового кода символизируют две цифры: широкая линия соответствует цифре 1, узкая – цифре 0. Каждый код включает в себя следующие три элемента: набор линий старта (начало кода), закодированные данные, набор линий конца кода. Существует порядка 20 видов штриховых кодов. Самый простой носит название – "2 из 5" (табл. 18.1). Этот код позволяет кодировать только цифры (от 0 до 9), каждая цифра кодируется пятью штрихами, два из которых широкие, а три – узкие. Пробелы в этом коде никакой информации не несут и их ширина равна ширине узкого штриха.

Например, ремонтный листок номер 125, закодированный с помощью этого кода, будет иметь последовательность цифр – 11010001010011010101 (рис. 18.2). Некоторые коды имеют более сложную структуру. Например, в коде "39" значащими являются и темные, и светлые штрихи, он позволяет кодировать цифровую и символьную информацию.

Средства штриховой идентификации в основном применяются для решения задач учета движения (приход, уход) различных объектов (товары, услуги, материальные ценности). Кодированию подлежат как сами учитываемые объекты, так и их получатели или поставщики (это могут быть автомобили, запасные части, агрегаты, детали, смазочные материалы, документы, виды работ и пр.). В качестве

Таблица 18.1

Алфавит штрихового кода "2 из 5"

Кодируемая информация	Информационный символ кода				
	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	1
4	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1
8	1	0	0	1	0
9	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0
Начало кода	1	1	0		
Конец кода	1	0	1		

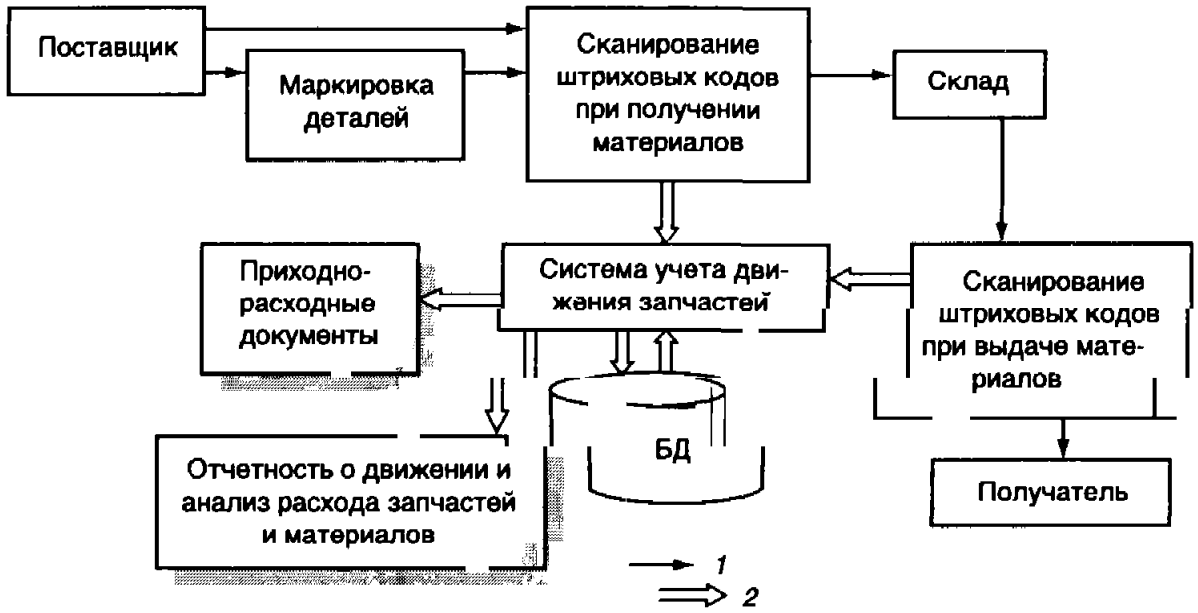


Рис. 18.3. Схема учета движения запчастей в АТП с использованием штрихового кодирования

1 – движение материалов, *2* – информации

поставщиков и получателей могут выступать персонал (кладовщики, водители, ремонтные рабочие) и подразделения (склады, производственные зоны, участки). Штриховое кодирование может применяться в следующих решаемых на АТП задачах учета:

- движение запасных частей и материалов на складах;
- работа подвижного состава на линии;
- внутригаражное перемещение автомобилей;
- расход топлива;
- работа исполнителей ремонтных зон.

С помощью штриховой идентификации объектов можно вводить в ПЭВМ до 88–90% первичных данных, т.е. значительно снизить долю рутинных работ. В целом по предприятию трудозатраты на ввод данных в ЭВМ могут быть снижены на 78–80%.

Наиболее типичная задача, где применяется штриховая идентификация, – учет движения материальных ценностей (рис. 18.3). В этом случае каждому виду материалов в базе данных присваивается уникальный код. Этот код печатается (в виде штриховой этикетки) и наклеивается на деталь (на стеллаж или на упаковку). Для идентификации запасных частей можно использовать или номер детали по каталогу, или номенклатурный (складской) номер. Обычно номер детали по каталогу состоит из 11–18 знаков, номенклатурный номер – из 5–6 знаков. Если система используется только в рамках предприятия, то эффективнее использовать более короткий код (номенклатурный номер). Если использовать штриховое кодирование в рамках всей отрасли (АТП, автозаводы, СТОА, магазины запасных частей и т.д.), то штриховая идентификация должна быть единой для всех, и в этом случае в качестве кода необходимо использовать номера деталей по каталогу.

При оформлении прихода материалов на АТП при помощи сканеров в ЭВМ вводятся коды поступающих материальных ценностей и их количество. Система учета движения запасных частей принимает эту информацию, разносит ее по соответствующим электронным картотекам и (в случае необходимости) формирует приходные документы. Если на поступивших деталях (или стеллажах склада) отсутствуют штриховые коды, то они формируются при помощи специальных программ, печатаются и наклеиваются на соответствующие детали или коробки.



Рис. 18.4. Принципиальная схема автоматизации управления ресурсом шин на базе средств автоматической идентификации объектов

При выдаче запасных частей кладовщик считывает штриховой код получателя, затем штриховые коды выдаваемых деталей и указывает их количество. Эта информация через сканер попадает в систему учета запасных частей, выполняется корректирование соответствующих картотек и (при необходимости) формируются расходные документы. В системе учета движения запасных частей имеется блок прикладных программ, позволяющих выполнять анализ расхода запасных частей с формированием соответствующих форм отчетности.

В последние годы значительно возрос интерес к автоматизации управления эксплуатацией различных элементов автомобилей на основе оперативной информации об их техническом состоянии. Рассмотрим эту проблему на примере управления ресурсом шин с использованием штрихового и радиоволнового кодирования (рис. 18.4). Шины идентифицируются либо с помощью этикеток со штриховым кодом, либо с помощью ретрансляторов на микросхемах. Штриховые этикетки приклеиваются к боковой поверхности шины резиновым клеем, а штриховые коды наносятся специальными чернилами, устойчивыми к растяжению и трению. Считывание штрихового кода выполняется с помощью сканера. Радиоволновая микросхема прикрепляется к внутренней боковой поверхности шины, при этом место ее расположения отмечается на внешней стороне специальной меткой. Микросхема не имеет элементов питания, она возбуждается радиоволнами специального сканера, подносимого к ней на расстояние 15–20 см. При возбуждении микросхема передает сканеру специальный сигнал в виде десятизначного идентификационного числа (номер шины), которое запоминается и хранится в сканере.

При использовании автоматизированной системы механик считывает с помощью сканера номер автомобиля, номер шины, для каждой из которых измеряется и вводится в запоминающее устройство сканера глубина протектора. Эта информация хранится в переносном накопителе сканера в течение дня, а затем переносится в стационарный компьютер, где периодически обрабатывается с помощью специальных программ. Компьютер анализирует износы по типам шин, по рисункам протекторов, по автомобилям, маршрутам работы и т.д. Это позволяет оперативно реагировать на отклонения в темпах изнашивания, прогнозировать затраты, связанные с износом шин, оценивать качество работ фирм, занимающихся производством шин и восстановлением протекторов и т.д.

Эффективность информационной системы зависит от ее структуры (количество и состав АРМ, перечень решаемых задач, используемые технические средства и т.д.), а применение информационных систем увеличивает эффективность работы не только персонала, но главным образом самого производства (рис. 18.5).

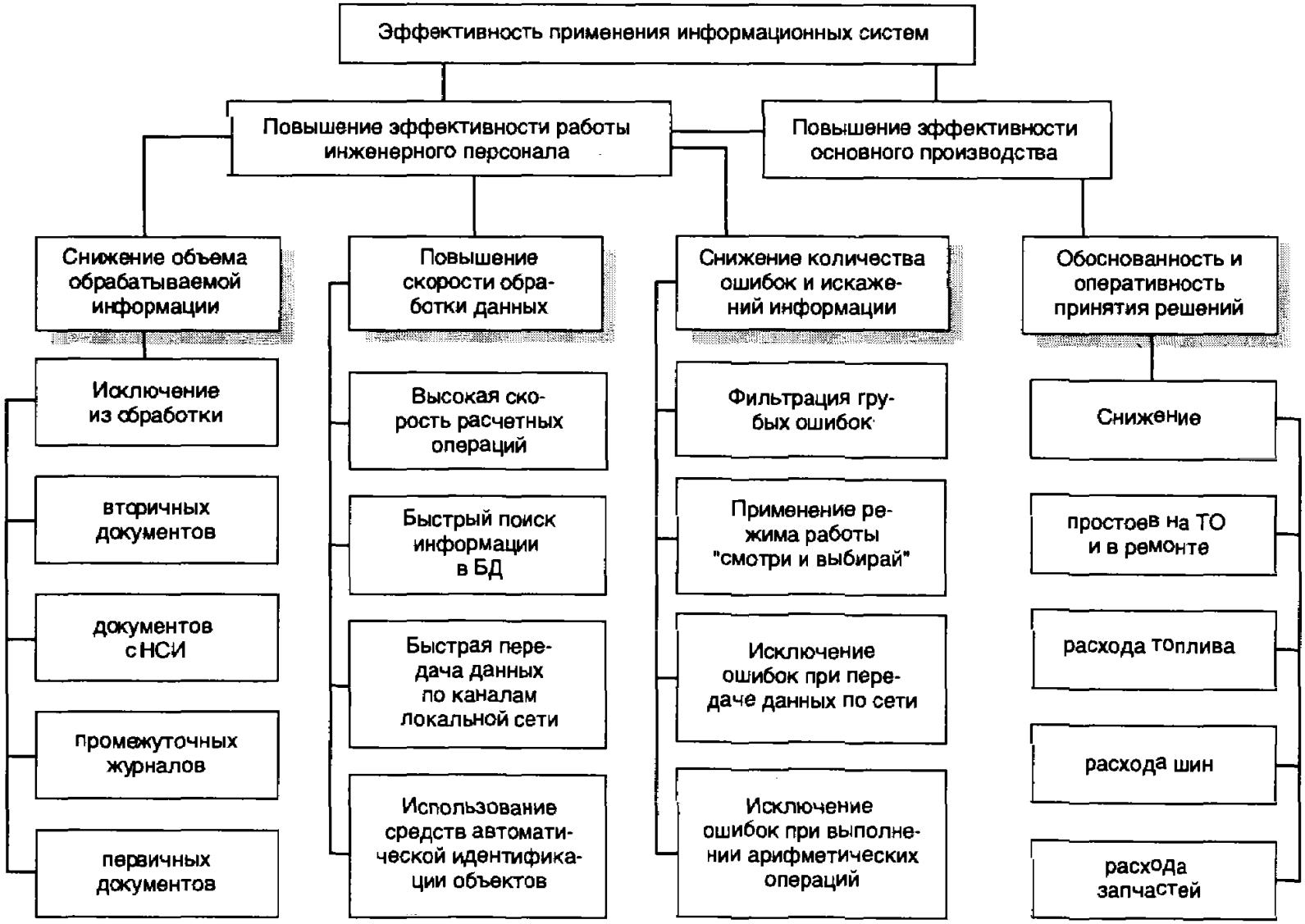


Рис. 18.5. Факторы, определяющие повышение эффективности работы предприятия при использовании информационных систем

При использовании ЭВМ происходит сокращение объемов информации, обрабатываемой персоналом вручную (до 60%), скорость и оперативность обработки данных увеличивается в сотни, даже в тысячи раз, при резком сокращении числа ошибок. Однако основная доля эффективности (55–60%) приходится на задачи управления основным производством в результате повышения обоснованности и оперативности принятия решений, индивидуализации контроля исполнения, снижения простоев в ремонте, расхода запчастей, экономии топлива, шин и т.п.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ТРЕТЬЕМУ РАЗДЕЛУ

1. Назовите основные задачи ИТС.
2. Какими ресурсами обладает ИТС?
3. Назовите основные этапы управления, какова роль руководителя при управлении?
4. Каково значение целевой функции при управлении и принятии решений?
5. Составьте анкету для априорного ранжирования по организационным или технологическим вопросам, решаемым в курсовом или дипломном проекте.
6. Сравните априорное ранжирование и метод Дельфи при принятии решений на уровне ИТС АТП.
7. Сравните методы принятия решений в условиях определенности, риска и неопределенности. Приведите примеры.
8. Сравните централизованную и децентрализованную системы управления производством ТО и ремонта автомобилей.
9. Какие методы и формы применяются при организации производства ТО и ремонта автомобилей?
10. Каковы основные принципы ЦУП? Дайте краткую характеристику его подразделений.
11. Перечислите основные виды документов, используемых ИТС АТП.
12. Каково назначение лицензирования и сертификации на автомобильном транспорте, в чем сходство и различие?
13. С помощью каких показателей можно оценить совершенство применяемых на производстве информационных технологий?
14. Какие основные требования предъявляются к информационным системам АТП или СТО?
15. Приведите примеры безбумажных технологий получения и обработки производственной информации. Каковы преимущества этих технологий?

Раздел четвертый

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Глава 19

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

19.1. ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Материально-техническое обеспечение (МТО) автомобильного транспорта, являющееся важным элементом системы технической эксплуатации (см. приложение 1), предназначено для обеспечения автопредприятий подвижным составом, агрегатами, запасными частями, автомобильными шинами, аккумуляторами и эксплуатационными материалами. Правильная организация МТО и наличие на АТП необходимых запасных частей и материалов обеспечивают стабильность производственного процесса, позволяют поддерживать автомобили в технически исправном состоянии и сокращать продолжительность ремонта.

Подвижной состав. В настоящее время в стране выпускается около 150 моделей автомобильной техники (грузовые и легковые автомобили, автобусы, специализированные автомобили, прицепы и полуприцепы) различных марок: ЗИЛ, ГАЗ, КамАЗ, "Урал", ЛиАЗ, ПАЗ, УАЗ, ВАЗ, "Москвич" и др. Кроме того, АТП широко используют подвижной состав, выпускающийся в других странах: МАЗ, КрАЗ, БелАЗ, "Татра", "Икарус", "Шкода", "Мерседес-Бенц", "Вольво", "Форд", "Сааб", БМВ, "Опель", "Рено", "Ниссан" и др. Автомобильный парк страны превышает 30 млн ед. и укомплектован отечественными и зарубежными автотранспортными средствами (АТС) всех существующих категорий (табл. 19.1).

АТП укомплектованы обычно несколькими типами и моделями автомобилей, и число их в отдельных случаях достигает 10 и более. Своевременный заказ, получение и доставка на АТП новой автомобильной техники – одна из функций материально-технического обеспечения.

Запасные части. Запасные части – это механические детали и узлы, детали и узлы топливной аппаратуры, электрооборудования и приборов, подшипники качения, изделия из стекла, резины, асбеста, войлока и текстиля, пробки, пластмассы, картона и бумаги. На их долю приходится около 70% номенклатуры изделий и материалов, используемых автомобильным транспортом. В целом по парку номенклатура запасных частей для грузовых, специализированных автомобилей и автобусов насчитывает около 200 тыс., а для легковых автомобилей – более 150 тыс. наименований.

Номенклатура запасных частей по каждой модели автомобиля содержит до 1,5 тыс. наименований, и любая из них может понадобиться на АТП в любой момент времени. Это существенно осложняет МТО, особенно если АТП располагает несколькими моделями автомобилей. Поэтому определение потребности и рациональных объемов хранения запасных частей, их заказ, своевременное получение и правильное хранение являются основной и наиболее сложной задачей МТО.

Таблица 19.1

Категории автотранспортных средств

Транспортное средство	Категория АТС по классификации	
	ЕЭК ООН	Конвенции о дорожном движении
Механические транспортные средства,		
имеющие менее 4 колес, рабочий объем двигателя более 50 см^3 и максимальную скорость более 50 км/ч	L3, L4, L5	A
для перевозки пассажиров, имеющие не менее 4 колес и не более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	M1	B
для перевозки пассажиров, имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя) и максимальную массу, не превышающую 5 т	M2	D
для перевозки пассажиров, имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя) и максимальную массу более 5 т	M3	D
грузовые, максимальная масса которых не превышает 3,5 т	N1	B
грузовые, максимальная масса которых более 3,5 т, но не превышает 12 т	N2	C
грузовые, максимальная масса которых более 12 т	N3	C
Прицепы,		
максимальная масса которых не превышает 0,75 т	O1	–
максимальная масса которых более 0,75 т, но не превышает 3,5 т	O2	–
Прицепы (полуприцепы),		
максимальная масса которых более 3,5 т, но не превышает 10 т	O3	–
максимальная масса которых более 10 т	O4	–

Автомобильные шины и аккумуляторы. Эти виды технических изделий не входят в номенклатуру автомобильных запасных частей, и поэтому их учитывают отдельно. В стране выпускается около сотни моделей различных шин и камер для легковых и грузовых автомобилей, автобусов и прицепов. Еще больше шин самых разных типов и размеров, в том числе пригодных для отечественных автомобилей, поступает на рынок запасных частей и материалов из-за рубежа. Номенклатура используемых на автомобилях аккумуляторных батарей отечественного и иностранного производства насчитывает около 100 наименований.

Топливносмазочные материалы. Имеющийся парк автомобилей использует около 100 наименований отечественных ТСМ.

Выпускаются бензины А-72, А-76, АИ-91, АИ-93, АИ-95 (ГОСТ 2084-77) и А-80, А-92, А-96, АИ-98 (ТУ 38.001165-97). Производятся также четыре марки неэтилированного бензина повышенного качества (ГОСТ 51105-97) и шесть марок "городского" бензина с улучшенными экологическими характеристиками (ТУ 38.401-58-171-96 и ТУ 38.301-25-41-97). Выпускаются три основные марки (Л, З, А) дизельного топлива по ГОСТ 305-82, экологически чистое дизельное топливо трех марок (ДЛЭЧ-В, ДЛЭЧ, ДЗЭЧ) по ТУ 38.1011348-89, зимнее топливо с деп-

рессорными присадками ($ДЗ_П$-15/-25, $ДА_П$-35/-45) по ТУ 38.401-58-36-92, экспортное топливо ДЛЭ и ДЗЭ по ТУ 38.401-58-110-94; пять марок газообразного топлива; моторные масла более 25 марок (М-8-$Г_2$, М-8-В, М-10-$Г_2$, М-12-$Б_2$, М-$Г_2К$, М-6_3/12–$Г_1$ и др.); трансмиссионные масла более 10 марок (ТМ-2-18, ТМ-3-9, ТМ-5-9, ТМ-3-18, ТМ-5-18 и др.); пластичные смазки более 10 марок (солидол С, смазка 1–13, Конталин-1, Литол-24, Фиол-2М, ЦИАТИМ-221, ШТРУС-4, Зимол), масла для гидравлических систем более 10 наименований (МГ-15-В, МГ-22-Б, МГ-10-Б, МГ-32-А и др.), масла А, Р и МГТ для гидромеханических передач.

Технические жидкости. Общее их число насчитывает более 20 наименований. В зависимости от назначения они подразделяются на охлаждающие (антифризы марок ОЖ-6, ОЖ-40 и ОЖ-60, тосолы А-40 и А-65М), тормозные (БСК, "Нева", "Томь", "Роса" и др.), амортизаторные (ГРЖ-12, АЖ-12Т, МГП-12) и пусковые (Холод-Д40, НИИАТ ПЖ-25, "Арктика").

Лакокрасочные материалы. Для поддержания надлежащего внешнего вида автомобилей и защиты металлических поверхностей от коррозии применяются лакокрасочные материалы (лаки, краски, грунтовки, шпатлевки, растворители и т.д.), насчитывающие более сотни отечественных наименований. Еще больше таких материалов поступает на рынок из-за рубежа.

Технологическое оборудование. Уборочно-моечное, подъемно-транспортное и подъемно-осмотровое, смазочно-заправочное, диагностическое, ремонтное и другое оборудование, а также специальный инструмент, применяемый при проведении ТО и ремонта подвижного состава, – более 200 наименований.

Прочие материалы. Перечень материалов, которые используются для удовлетворения хозяйственных нужд АТП, также достаточно велик. Среди них: металлы (прутки круглые и шестигранные, листовая сталь, проволока, швеллеры, двутавры и уголки различных размеров, свинец, олово, медь, припой, стальные и латунные трубки и т.п.); режущий и мерительный инструмент (сверла, плашки, метчики, напильники, резцы, фрезы, развертки, цековки, штангенциркули, микрометры, линейки, индикаторы и др.); электротехнические устройства и материалы (провода, электродвигатели, трансформаторы, пускатели, предохранители, щиты распределительные, лампы электрические и т.д.); химикаты (растворители и краски общего назначения, серная и соляная кислоты, клеи, олифа, шампуни технические, полировочная паста и т.д.); ремонтно-строительные материалы (доски, фанера, цемент, алебастр, кирпич и т.д.); спецодежда для рабочих.

Таким образом, на предприятиях автомобильного транспорта применяется несколько десятков тысяч наименований разнообразных изделий и материалов. Работникам МТО необходимо заблаговременно определить потребность в них, в нужном количестве заказать, вовремя получить и рационально использовать.

19.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОТРЕБНОСТЬ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ И МАТЕРИАЛАХ

Всю совокупность факторов, определяющих потребность в запасных частях, делят на четыре группы: конструктивные, эксплуатационные, технологические и организационные (рис. 19.1).

В число конструктивных факторов входят уровни надежности, сложности и унификации конструкции.

Потребность в запасных частях возрастает при снижении надежности автомобилей (см. гл. 5). Поэтому для поддержания в технически исправном состоянии автомобилей с высокой и низкой надежностью необходимо разное количество запчастей.

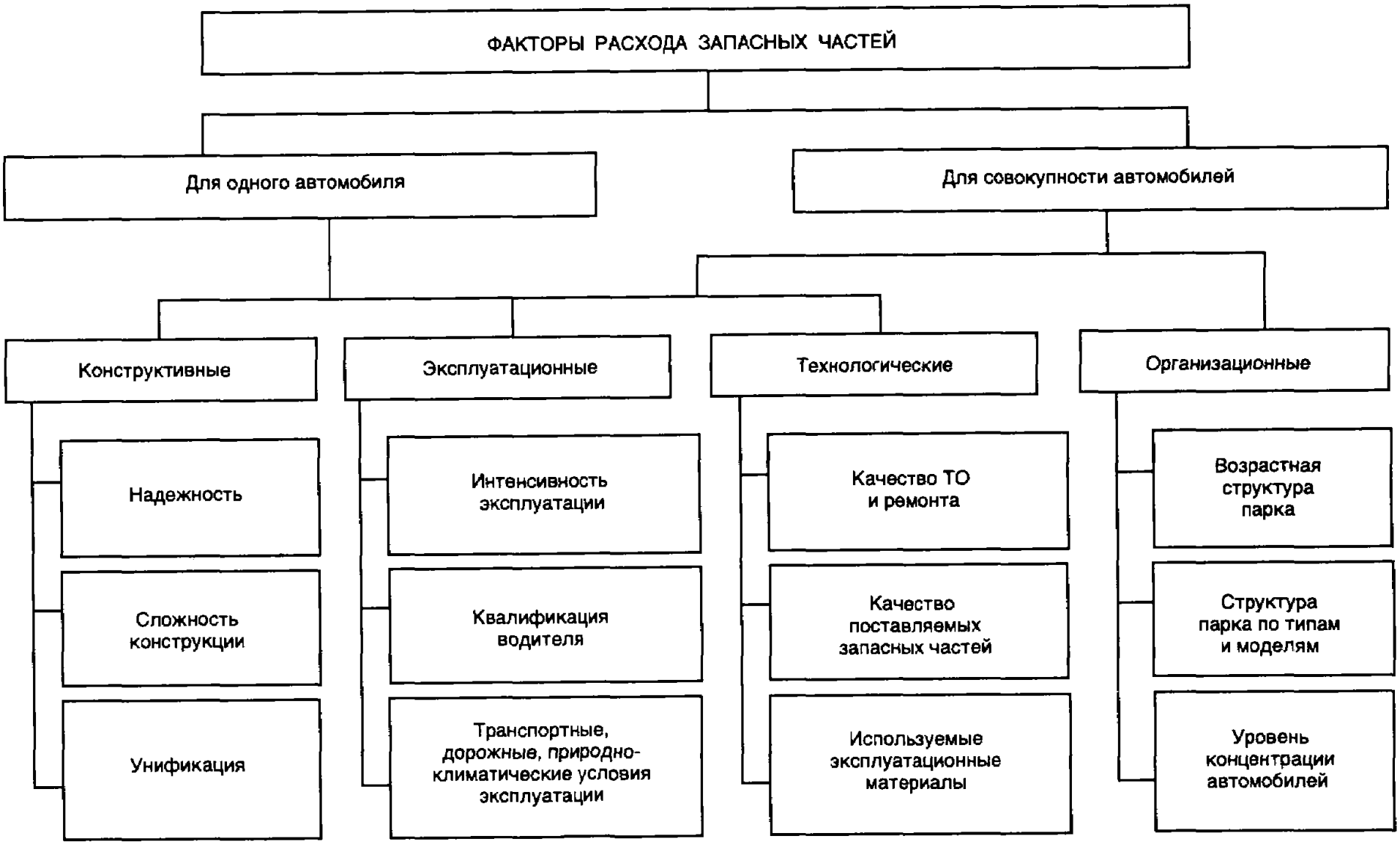


Рис. 19.1. Классификация факторов, определяющих потребность в запасных частях

Таблица 19.2

Зависимость номенклатуры запасных частей, расходуемых на ремонт, от пробега, шт.

Тип автомобиля	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
Легковой среднего класса	45	70	92	120	148	176
Автобус большого класса	60	125	175	200	230	265

Таблица 19.3

Зависимость накопленных затрат на запасные части автомобилей ЗИЛ-431410 от природно-климатических условий, %

Климатический район	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
Умеренный	8	32	100 (условно)	264	480	800
Холодный	36	76	200	472	816	1280

В свою очередь, надежность зависит от пробега автомобиля с начала эксплуатации. По мере его увеличения наблюдается расширение в несколько раз номенклатуры запасных частей, расходуемых на поддержание работоспособности автомобиля. Уже на третьем году эксплуатации эта номенклатура в 2–3 раза больше, чем в первый год, что обусловлено выходом из строя большего количества деталей по мере старения автомобиля (табл. 19.2). Наличие на АТП разномарочного парка автомобилей, имеющих различную надежность, а именно это имеет место на практике, значительно осложняет МТО.

Развитие автомобилестроения характеризуется постоянным улучшением технико-экономических показателей автомобилей. Достигается это в основном за счет усложнения конструкции и, следовательно, увеличения номенклатуры конструктивных элементов. Соответственно увеличивается и номенклатура необходимых запчастей.

Одним из способов сокращения номенклатуры конструктивных элементов автомобилей является их унификация.

В число эксплуатационных факторов, влияющих на расход запчастей, входят: интенсивность эксплуатации, квалификация водителя, транспортные, дорожные (см. гл. 5, 8) и природно-климатические условия. Чем выше интенсивность эксплуатации автомобилей и ниже квалификация водителя, тем больше при прочих равных условиях расход запасных частей.

С ухудшением дорожных и природно-климатических условий также происходит существенное увеличение расхода запчастей (табл. 19.3).

В числе технологических факторов наибольшее влияние на потребность в запчастях оказывает качество ТО и ремонта автомобилей. Чем оно ниже, тем больше отказов и тем больше деталей требуется для поддержания парка в технически исправном состоянии. Низкое качество используемых запчастей и материалов сказывается аналогичным образом.

Организационные факторы также заметно влияют на потребность в запчастях. Чем меньше моделей автомобилей в парке АТП и чем меньше их средний возраст тем меньше запчастей необходимо иметь в наличии.

На практике находят применение следующие методы определения потребности в запасных частях.

По номенклатурным нормам (Н), устанавливающим средний годовой расход конкретной детали на 100 автомобилей в год. Основой определения номенклатурных норм являются данные по надежности деталей и методы их пересчета в потребность (см. § 5.4). При этом номенклатурная норма рассчитывается для определенных эталонных условий (см. § 8.3).

Данный метод используют заводы-изготовители при определении объемов производства запасных частей для обеспечения всего парка автомобилей, находящихся в эксплуатации.

С помощью номенклатурных норм определяют потребность в запасных частях крупные и средние АТП, имеющие развитую ПТБ (автокомбинаты, автобусные и таксомоторные парки, автобазы агропромышленных предприятий, строительно-монтажных управлений и др.):

$$П_{зч} = \frac{НА}{100} K_п K_1 K_2 K_3, \qquad (19.1)$$

где $Н$ – номенклатурная норма расхода детали, шт. на 100 автомобилей в год; $А$ – наличный помодельный парк, шт.; $K_п$ – коэффициент, учитывающий отклонение среднегодового пробега автомобиля от пробега, заложенного в норму; K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации, модификацию подвижного состава и природно-климатические условия.

Мелкие АТП и владельцы автомобилей, СТО и авторемонтные мастерские при планировании своей деятельности могут определять потребность в запасных частях по формуле (19.1), а в случае отсутствия номенклатурных норм – по фактическому расходу деталей за предыдущие периоды или приобретать их на рынке по потребности.

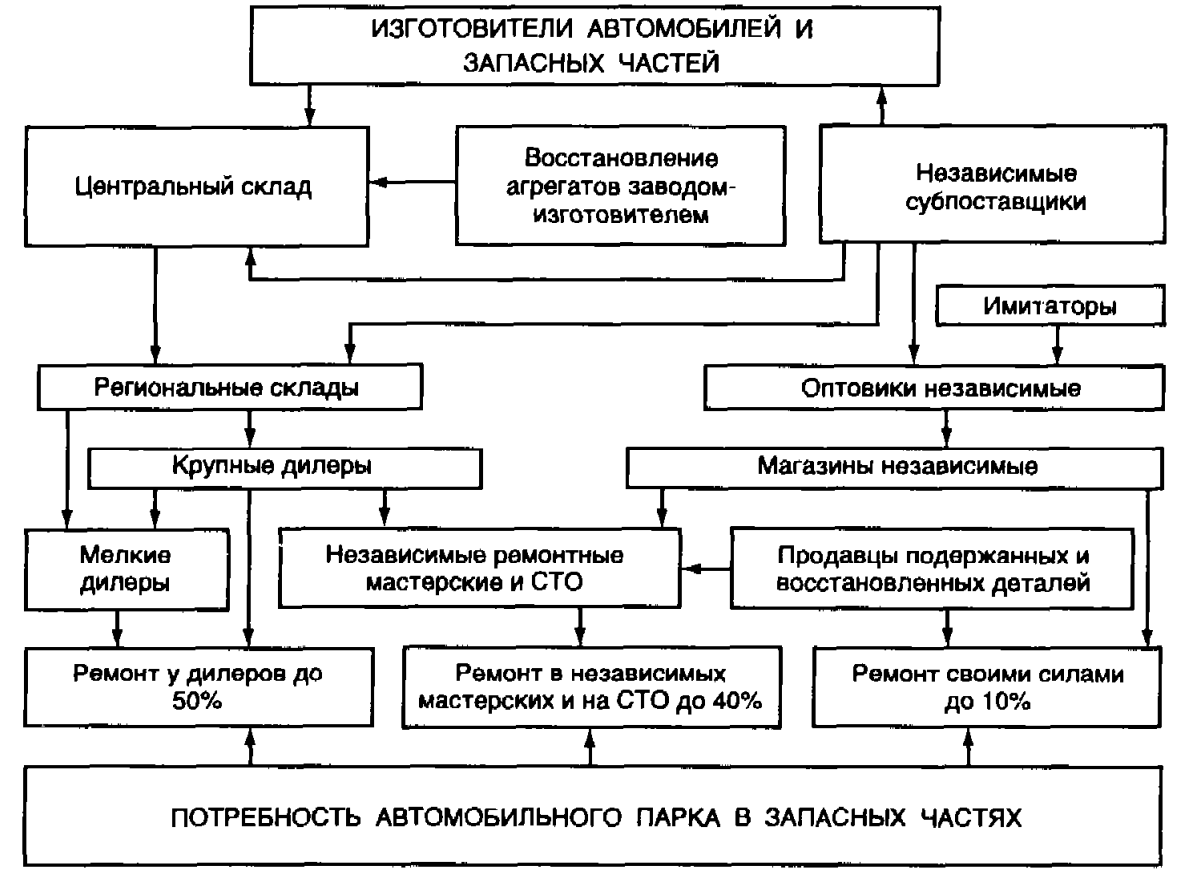
По фактическому рыночному спросу на запасные части (потоку требований), который должным образом обобщается, систематизируется и трансформируется в планы их производства заводами-изготовителями.

Главным условием применения этого метода является достоверность исходной информации по спросу и наличие оперативной обратной связи в системе МТО. Неточность информации и колебания спроса компенсируются многоуровневой системой складирования запасных частей и созданием на каждом из них определенных резервных запасов.

Смешанный метод, предусматривающий комбинацию первых двух. Потребность АТП в других материалах для ремонтно-эксплуатационных нужд определяется на основе прогрессивных норм их расхода (нормы расхода топлива и смазочных материалов, нормы расхода материалов и инструментов, нормы расхода ремонтно-эксплуатационных материалов на ТО и ТР автомобилей и др.), которые разработаны Министерством транспорта России.

19.3. СИСТЕМА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

В России до 1991 г. функционировала централизованная система МТО, которая через сеть государственных складов обеспечивала распределение подвижного состава, запасных частей и эксплуатационных материалов среди потребителей. В настоящее время происходит трансформация этой системы в рыночную со значительным использованием зарубежного опыта (рис. 19.2).



а



б

Рис. 19.2. Структура системы обеспечения автомобильного транспорта запасными частями за рубежом (*а*) и в России (*б*)

Основой зарубежной системы является товаропроводящая сеть заводов-изготовителей автомобилей. Обычно она состоит из складов трех уровней: центрального склада запасных частей, региональных складов и складов дилеров. Некоторые фирмы применяют четырехуровневую систему, которая предусматривает обслуживание группы региональных складов с зональных складов.

Центральный склад является основным звеном системы. На нем хранят около 80% номенклатуры запасных частей, необходимой для удовлетворения спроса парка автомобилей данной фирмы, эксплуатируемого в стране и за рубежом.

Поступление деталей на склад производится с заводов фирмы (оригинальные запчасти) и с заводов субпоставщиков в соответствии с планом, составленным на основании данных о движении запчастей за предыдущий год и данных об изменении парка автомобилей. Средний запас деталей каждого наименования поддерживается на уровне четырехмесячной годовой потребности, а общая номенклатура деталей составляет 20–40 тыс. наименований.

При центральном складе имеется вычислительный центр, в функции которого входят: учет парка автомобилей, регистрация заказов, контроль реализации запасных частей, контроль запасов, учет трудозатрат, бухгалтерский учет и т.д.

Региональные склады являются отделениями центрального склада фирмы. Они располагаются в районах сосредоточения парка автомобилей и предназначены для удовлетворения потребности в этих районах. Например, у фирмы "Рено" на территории Франции расположено 14 региональных складов, а у фирмы "Фиат" на территории Италии – 43 таких склада.

Региональные склады создаются и на территории других стран, имеющих значительный парк автомобилей данной фирмы.

Размеры региональных складов определяются потребностью в запасных частях обслуживаемых ими районов. На них хранят 60% общей номенклатуры запасных частей (10–15 тыс. деталей) и 2,5–3-месячный запас по каждому их наименованию.

Региональные склады ежедневно сообщают центральному складу сведения о движении запасных частей. Обработка их на ВЦ позволяет определить номенклатуру, объем и время поставки очередной партии запчастей. Пополнение запасов региональных складов производится с центрального склада фирмы, а в некоторых случаях – прямо с заводов субпоставщиков.

В зоне действия регионального склада располагается крупный центр ТО фирмы или крупный дилер, осуществляющий продажу автомобилей, их ТО и ремонт.

Склад центра ТО фирмы (или крупного дилера) обеспечивает собственную потребность в запчастях, а также потребности мелких дилеров, расположенных в зоне его действия. На нем хранят 20% общей номенклатуры запасных частей, преимущественно высокого спроса (5–7 тыс. деталей). Средний их запас по каждому наименованию равен 1,5-месячной потребности.

Массовым звеном системы являются *дилеры*, которые покупают детали на складах центров ТО (крупных дилеров) или на региональном складе и продают их владельцам автомобилей, главным образом путем установки при проведении ремонтных работ.

Номенклатура и объемы хранимых запасных частей определяются размером СТО дилера (от 400 до 1000 наименований). При этом учитывается, что в случае отсутствия какой-либо детали она будет доставлена со склада центра ТО фирмы (крупного дилера) или с регионального склада в течение 1–2 дней, а иногда и нескольких часов.

Параллельно с дилерской сетью на местах имеется значительное количество других предприятий автосервиса (независимые ремонтники). Как правило, это небольшие частные СТО и мастерские, осуществляющие самые разные виды ремонтных работ (ремонт и окраска кузовов, ремонт двигателей и др.). Их

услугами пользуются до 40% владельцев, в основном после окончания срока гарантии.

Независимые ремонтники обеспечиваются запасными частями через дилеров и независимые магазины. Ими также используются подержанные детали.

Остальные 10% владельцев (АТП, имеющие свою ремонтную базу; частные владельцы с низкими доходами) обслуживают и ремонтируют принадлежащие им автомобили своими силами.

Таким образом, дилеры и независимые мастерские потребляют основную массу запасных частей. В этих условиях изучение спроса и планирование поставок деталей в регион облегчаются. Региональные склады превращают случайный спрос потребителей в свой спрос, поддающийся анализу и прогнозу. Это, в свою очередь, позволяет определить размеры оптовых заказов заводам-субпоставщикам, планировать производство запасных частей и гибко управлять их совокупным запасом.

Кроме продуцентов автомобилей на рынке запасных частей действует ряд других предприятий. В первую очередь это специализированные фирмы по изготовлению деталей и узлов, используемых заводами-изготовителями в качестве комплектующих (независимые субпоставщики). Они поставляют продуценту детали и узлы, используемые при сборке новых автомобилей. Те же детали в качестве запасных частей поступают на центральный и региональные склады продуцента. Кроме того, эти же достаточно мощные фирмы, например "Солекс" (карбюраторы), "Бош" (топливная аппаратура), "Гирлинг" (тормозные системы), торгуют своими изделиями через независимых оптовиков и магазины запчастей (см. рис. 19.2,*а*).

Второй достаточно многочисленной группой конкурентов являются предприятия-имитаторы, изготавливающие запчасти специально для продажи на рынке. Обычно они производят детали узкой номенклатуры и продают их по более низким ценам, чем основные поставщики. При этом ни качество, ни соответствие стандартам не гарантированы. Однако их продукция находит покупателей среди населения с низким уровнем дохода.

К третьей группе конкурентов относятся фирмы, занимающиеся разборкой списанных автомобилей и продажей подержанных деталей, а также предприятия по восстановлению изношенных деталей и агрегатов. Эти детали покупают независимые ремонтные мастерские, мелкие частные СТО и небогатые владельцы автомобилей.

Обнаружив потерю части доходов вследствие деятельности последних двух групп конкурентов, крупные фирмы-производители в начале 80-х годов стали организовывать качественное восстановление изношенных деталей своими силами. Ими же производится капитальный ремонт двигателей и других агрегатов.

Структурная схема складывающейся в России рыночной системы материально-технического обеспечения автомобильного транспорта представлена на рис. 19.2,*б*.

Все отечественные заводы–изготовители автомобилей, за исключением ВАЗ и КамАЗ (по состоянию на 2000 г.), еще не создали современную сбытовую инфраструктуру, включающую центральный и региональные склады запасных частей и предприятия дилеров. Однако дилеры без обязательств уже появились и число их увеличивается. Они осуществляют продажу автомобилей и запасных частей к ним, а также в небольших объемах осуществляют ремонтные работы и постепенно приобретают черты полноправных дилеров.

Продажей запасных частей к отечественным автомобилям занимается множество мелких, средних и больших предприятий (оптовики, магазины, рынки), которые получают детали как у заводов–изготовителей автомобилей и запасных частей, так и у имитаторов (отечественных и зарубежных). Появились на рынке и независимые ремонтники, приобретающие запасные части у перечисленных выше предприятий, включая предприятия, торгующие подержанными и восстановленными деталями.

На рынке работает достаточно большое количество различных агентских фирм, которые торгуют оптом и в розницу запасными частями к изделиям, используемым производителями автомобилей в качестве комплектующих (например, запасные части к изделиям Ярославского завода топливной аппаратуры, Рязанского завода автомобильной аппаратуры и др.). Поскольку производители автомобилей запасные части к этим узлам не поставляют (не созданы региональные склады, нет дилеров), спрос на них удовлетворяют агентские фирмы.

Потребителями запасных частей на рынке являются многочисленные предприятия разных форм собственности и владельцы автомобилей. В первую очередь это крупные АТП, имеющие большой, но достаточно однотипный парк, располагающие собственной ПТБ (автобусные парки, автокомбинаты, таксомоторные парки). Они сами оптом закупают необходимые запчасти и материалы, хранят их на своих складах и используют для проведения ТО и ремонта.

Другие крупные предприятия, имеющие большой разномарочный парк и свою развитую ПТБ (агропромышленные предприятия, крупные заводы, строительно-монтажные управления, горнодобывающие предприятия), из-за сравнительно большой необходимой номенклатуры покупают запчасти мелким оптом и в розницу, пользуясь услугами посредников.

Многочисленная группа средних и мелких АТП, имеющих небольшой автопарк, – типичные мелкооптовые и розничные потребители запасных частей и материалов. Мелким оптом и частично в розницу приобретают запчасти, в том числе оригинальные, восстановленные и подержанные, различные авторемонтные предприятия и мастерские, осуществляющие капитальный ремонт агрегатов и узлов. Кроме того, они сами продают восстановленные агрегаты и детали на рынке.

Таким образом, существующий в настоящее время рынок автомобильной техники и запасных частей постепенно приближается по структуре к зарубежному. Однако его характерной особенностью является наличие многочисленных посредников, которые не имеют четких обязательств перед покупателями и не гарантируют качество поставляемой продукции и услуг.

Основным способом устранения этого недостатка является создание современной развитой товаропроводящей и сервисной инфраструктуры, в том числе и заводов-изготовителей.

Глава 20

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ

20.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ И ОБЪЕМОВ ХРАНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СКЛАДАХ

Очевидно, что хранить все выпускаемые в качестве запасных частей детали у дилера, и тем более на АТП, не рационально. Это приведет к значительному увеличению запасов, росту складских площадей и, самое главное, к неэффективному использованию запасов – большая их часть останется лежать "мертвым грузом". С другой стороны, поскольку выход деталей из строя носит случайный характер, то теоретически в любой момент может понадобиться любая из запасных частей.

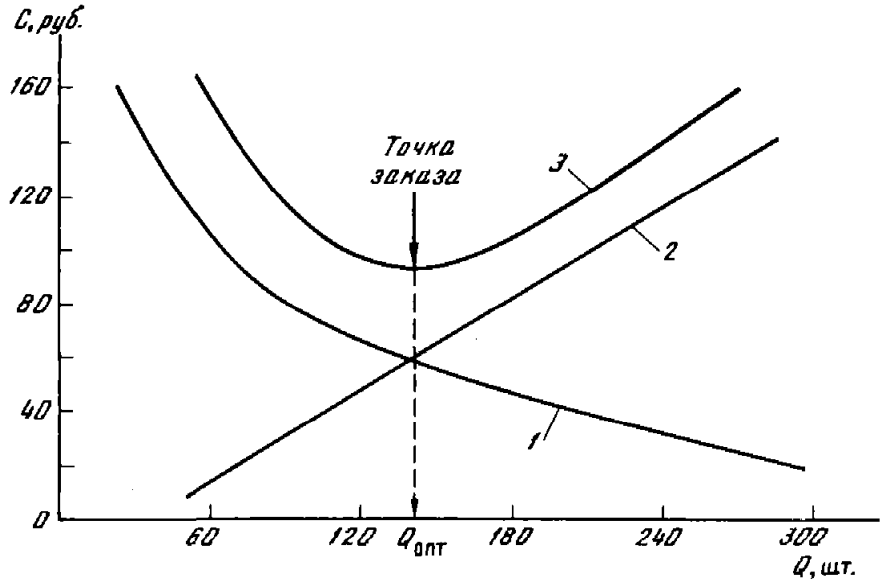


Рис. 20.1. Определение оптимального размера и момента заказа запасных частей
1 – затраты на закупку, *2* – на хранение, *3* – суммарные

Изучение отечественного и зарубежного опыта организации МТО показало, что решается эта сложная задача путем применения складской формы продвижения продукции от изготовителей к потребителям, заключающейся в централизации различных по номенклатуре и объему запасов на складах различных уровней.

По мере необходимости детали нужной номенклатуры со склада высшего уровня передаются на склад низшего уровня, поддерживая тем самым необходимый для удовлетворения спроса запас на каждом из них.

Определение номенклатуры запасных частей и объемов хранения на складах разного уровня осуществляется различными методами. В основу наиболее распространенного положено деление всей номенклатуры запасных частей для каждой модели автомобиля по частоте спроса на группы *A*, *B* и *C* (см. рис. 3.6).

Первая группа (детали высокого спроса) включает около 20% общей номенклатуры запасных частей. Ими удовлетворяется около 85% заказов потребителей, а стоимость составляет 65% стоимости всей потребляемой номенклатуры. Именно эти детали чаще всего выходят из строя, и заменой их у дилеров, на СТО и АТП устраняют большую часть неисправностей и отказов.

Вторая группа (детали среднего спроса) включает около 20% общей номенклатуры, но ими удовлетворяется только 10% спроса на запасные части, а стоимость составляет около 30%.

Третья группа (детали редкого спроса) включает более 60% общей номенклатуры. Ими удовлетворяется 5% спроса на запасные части, стоимость составляет около 5%.

Детали, относящиеся к той или иной группе, определяют на основе анализа продаж за предыдущие периоды и перераспределяют с учетом текущей информации о спросе и движении запасных частей в системе.

Для определения объема хранения каждой детали и момента заказа очередной партии для пополнения запаса применяются различные методы – от простейших таблиц спроса до сложных экономико-математических расчетов. С их помощью определяют размер заказа и количество заказов в году, при которых суммарные затраты на закупку и хранение одной детали минимальны (рис. 20.1).

Если одновременно заказать всю годовую потребность в деталях, то затраты на закупку (подготовка заказа, получение и доставка, контроль и др.) будут на единицу заказа минимальными, а затраты, связанные с хранением, – максималь-

ными. Например, при годовой потребности в 300 деталей и единовременном их заказе запас в течение года будет изменяться от максимального, равного 300, до минимального, равного нулю. При этом расходы на хранение будут определяться средним по году уровнем запаса, равным 150 деталям.

Если размер заказа сократить в 10 раз (до 30 деталей), то расходы на хранение будут определяться новым средним уровнем запаса, равным 15 деталям, т.е. сократятся, а затраты на закупку увеличатся (вместо одного – 10 заказов).

Оптимальный размер заказа Q по критерию минимизации совокупных затрат на хранение запаса и повторение заказа рассчитывается по формуле Вильсона:

$$Q = \sqrt{2AS / C}, \qquad (20.1)$$

где A – затраты на закупку единицы заказа, руб.; S – годовой расход данной детали, шт.; C – затраты на хранение единицы заказа, руб.

Сеть сбыта строится таким образом, чтобы гарантировать получение клиентами деталей, относящихся к группе A, в течение суток, а к группам B и C – через 2–3 сут. после поступления заказа. Для обеспечения этого объемы хранения деталей во всех звеньях сети регулируются так, чтобы на складах дилеров хранились 1–2-месячные запасы деталей высокого спроса, а на региональных – 2–3-месячные запасы деталей высокого и среднего спроса.

20.2. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА СКЛАДАХ

Формирование и контроль запасов – основные составляющие, от которых зависит своевременное устранение дефицита или затоваривания. Они предусматривают поддержание такого соотношения деталей частого и нерегулярного спроса, которое обеспечивает высокую оборачиваемость запасов, при удовлетворительном обеспечении покупателей, и оптимальные расходы на их содержание.

Эта цель достигается решением следующих задач:

- учет текущего уровня запаса на складах различных уровней;
- определение размера минимального (страхового) уровня запаса;
- расчет размера заказа;
- определение интервала времени между заказами.

Для удовлетворения спроса в любой момент, независимо от задержек в поставках или от скачка заказов, применяют систему, предусматривающую наличие страхового запаса (рис. 20.2). Из графика видно, что наличие страхового запаса, например в 50 деталей, позволило обеспечить продажи в одном случае в период запаздывания поставки, а в другом – при непредвиденном увеличении спроса выше расчетного.

Установление рационального уровня страховых запасов крайне важно, так как отклонения от оптимума приводят к снижению сбыта и потере клиентуры либо к дополнительным расходам по содержанию лишних запасов.

Средний текущий запас также является важным показателем,

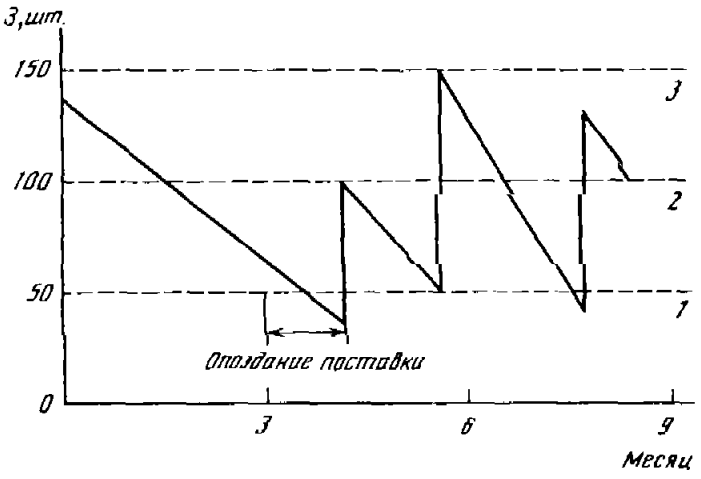


Рис. 20.2. Упрощенная схема движения запасов на складе

1 – страховой, *2* – средний текущий, *3* – максимальный запас

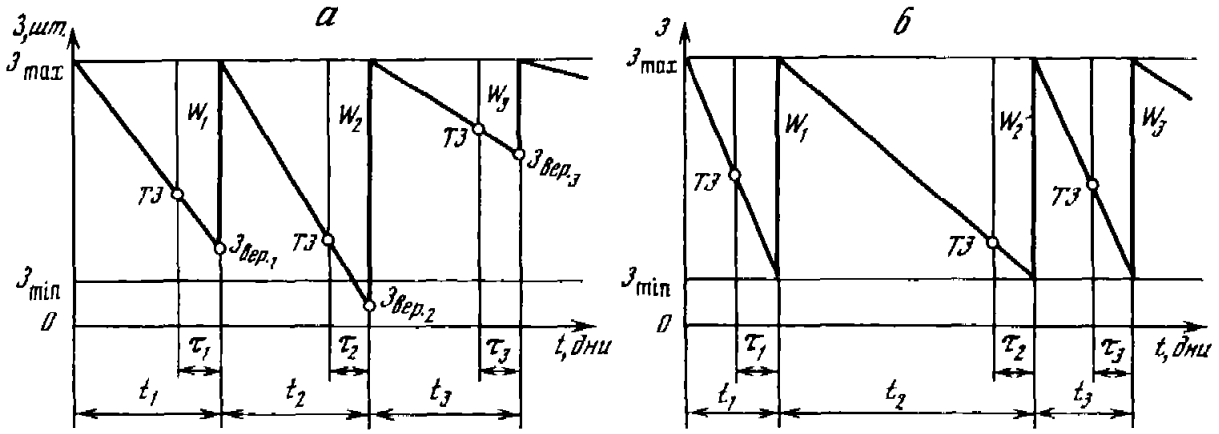


Рис. 20.3. Методы управления запасами на складах

так как определяет среднюю величину средств, вложенных в запасы и среднюю стоимость их содержания.

Оптимальный размер запасов каждой детали определяется с учетом разделения номенклатуры по частоте спроса. Для деталей группы *A* в общий размер запаса включается наибольший страховой запас, чем обеспечивается покрытие любых скачков спроса. Для деталей постоянного спроса (группа *B*) в размер запаса включается средний страховой запас, а для деталей группы *C* – низкий или нулевой страховой запас. Периодичность контроля наличных запасов на складе также разная: группы *A* – частый контроль, например раз в неделю; группы *B* – раз в месяц; группы *C* – раз в квартал.

Для управления запасами на складах запасных частей с целью обеспечения оптимального их уровня применяют два метода: метод с постоянной периодичностью поставок (рис. 20.3,*а*) и метод с постоянным объемом поставок (рис. 20.3,*б*).

Сущность 1-го метода: запасные части заказываются и поступают на региональный склад или склад дилера через равные промежутки времени ($t_1 = t_2 = t_3$), а регулирование размера запаса осуществляется путем изменения объема партии поставки ($W_1 \neq W_2 \neq W_3$). Поставка осуществляется несколько раз в месяц (например, 10, 20 и 30 числа), а заказ на склад высшего уровня направляется за несколько дней до поставки (например, 8, 18 и 28 числа) ($\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$). Управление складскими запасами заключается в том, что в момент заказа (*ТЗ*) по фактическим данным о наличии деталей данного наименования на складе устанавливается вероятный размер их запаса $З_{вер.1}$ в момент поставки и заказывается партия, равная разности между максимальным запасом $З_{max}$ и вероятным $З_{вер\,1}$ ($З_{max} - З_{вер\,1}$). Тем самым обеспечивается гарантированное наличие на складе требуемого количества деталей, достаточного для полного удовлетворения спроса.

Достоинство этого метода в простоте. Однако он применяется только в случае, когда запасные части расходуются достаточно равномерно.

Сущность 2-го метода заключается в фиксированном размере заказа. Поступление запасных частей происходит равными, заранее определенными партиями ($W_1 = W_2 = W_3$), но интервалы между поставками различны ($t_1 \neq t_2 \neq t_3$). Очередной заказ производится, когда запас снижается до определенного, так называемого порогового, уровня. Он рассчитывается таким образом, чтобы поступление очередной партии произошло в момент, когда фактический запас деталей на складе достигнет $З_{min}$.

При этом методе достигается поступление партий поставок одинакового размера, снижаются затраты на доставку и содержание запаса, но требуется систематический и непрерывный контроль запасов.

20.3. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА И УЧЕТА РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Номенклатура материальных ценностей, хранящихся на среднем АТП, может достигать 3–4 тыс. наименований и подразделяется на

- агрегаты, узлы и запасные части,
- эксплуатационные материалы,
- материалы общего назначения,
- малоценные и быстроизнашивающиеся материалы.

Для облегчения учета всю хранимую номенклатуру кодируют с помощью многоразрядного логического кода. Для этого агрегаты, узлы и детали для ТО и ТР, по аналогии с кодированием, используемым в каталогах запасных частей, делят на группы и подгруппы. Номер группы определяет агрегат, номер подгруппы – узел, а порядковый номер подгруппы – деталь.

Материалы общего назначения обычно разбивают на 10 групп: металлы, инструменты и приспособления, электротехнические устройства и материалы, хозяйственные товары, химикаты, ремонтно-строительные материалы, вспомогательные материалы, спецодежда, станки и прочие материалы. Каждая из групп также делится на 10 подгрупп по признаку однородности материалов и получает свой второй номенклатурный номер. Каждую подгруппу, в свою очередь, подразделяют на 10 частей, из которых каждая получает свой номенклатурный номер и т.д. Таким образом, каждый материал, хранящийся на складе, имеет определенный трех- или четырехзначный номер, который полностью его характеризует.

Изделия и материалы располагают на специальных стеллажах, позволяющих быстро отыскивать то, что необходимо для производства.

Запасные части обычно хранят на многоярусных стеллажах. Агрегаты автомобиля устанавливают на специальных подставках.

Металлы в прутках хранят на многоярусных стеллажах в горизонтальном положении. Листовые металлы – в кипах или в вертикальном положении в клетках стеллажей.

Легковоспламеняющиеся материалы и кислоты хранят в огнестойком изолированном помещении. Бутыли с кислотой располагают отдельно, в отгороженном помещении в специальной мягкой таре.

Моторные, трансмиссионные и другие смазочные материалы хранят на специальных складах. На этих же складах хранят технические жидкости и пластичные смазки.

Монтажный, режущий, контрольно-измерительный инструмент и приспособления хранят в инструментально-раздаточной кладовой в многоярусных клеточных стеллажах, с тем чтобы каждый номенклатурный номер имел свою отдельную ячейку.

В такелажной кладовой хранят и выдают погрузочный инвентарь (брезенты, веревки, цепи и т.п.), а также выполняют его просушку, ремонт, учет и пополнение. Для хранения такелажа применяют полочные многоярусные стеллажи.

Склад утиля оборудуется специальной тарой. Он принимает от производства негодное имущество и отработанные материалы и сдает их соответствующим организациям для вторичного использования или утилизации.

Шины и другие резинотехнические изделия и материалы хранят на специальных складах, желательно в подвальных или полуподвальных помещениях, температура в которых не должна превышать +20 °С, а относительная влажность 50–60%. Кроме того, помещения для хранения шин должны быть защищены от дневного света. На складах для хранения резиновых материалов не допускается хранение материалов, отрицательно действующих на резину: керосина, бензина и т.п.

Покрышки хранятся на деревянных или металлических стеллажах в вертикальном положении и располагаются на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов. При долгосрочном хранении их необходимо периодически (раз в квартал) поворачивать, меняя точку опоры. Складывать покрышки в штабеля, укладывая друг на друга, не допускается. Камеры хранятся на специальных вешалках с полукруглой полкой слегка накачанными, припудренными тальком или вложенными в новые покрышки. Периодически (через 1–2 мес.) камеры также поворачивают, меняя точки опоры.

Сырую резину, применяемую при ремонте, хранят в рулонах на полках стеллажей. Клей для ремонта – в закрытой стеклянной посуде.

Таким образом, на АТП должны функционировать основной материальный склад (запасные части, материалы, имущество), специализированный склад для приема, хранения и выдачи ТСМ; склад утиля. Основной склад должен иметь в своем составе секции для шин, лакокрасочных материалов и химикатов.

Учет материальных ценностей, поступающих на склад, а также выданных производству и возвращенных обратно, осуществляется с использованием типовой первичной документации, утвержденной Министерством финансов РФ: приходного ордера (формы М-3 и М-4), акта о приемке материалов (формы М-10 и М-11), накладной на внутреннее перемещение материалов (формы М-12 и М-13), накладной на отпуск материалов "на сторону" (формы М-14 и М-15), карточки складского учета (форма М-17), ведомости учета остатков материалов на складе (форма М-20), справки об отклонениях фактического остатка от установленных норм запаса (форма М-34).

При поступлении на склад новых запасных частей и материалов оформляется приходный ордер. Поступление материалов от подразделений АТП (сдача запасных частей собственного изготовления, возвращение неиспользованных материалов, сдача на склад отходов и т.п.) оформляется накладной в двух экземплярах. Таким же образом оформляется перемещение материалов со склада на склад.

Запасные части и материалы отпускают производству на основании требования, подписанного руководителем ИТС. Для оперативного контроля за использованием установленного лимита вносится соответствующая запись в карту учета использования лимита. На средних и крупных АТП широко используется отпуск материалов производству по лимитно-заборным картам (формы М-8 и М-9), оформляемым срокам на 2 мес. Один ее экземпляр находится на складе, другой – у потребителя. Отпуск материалов "на сторону" оформляется специальной накладной, которая выписывается в трех экземплярах.

Общий учет материальных ценностей на АТП обычно ведется по сальдовому методу: на складах осуществляется количественный учет, а в бухгалтерии – стоимостный. Данные первичных документов по приходу и расходу на складе заносятся в карточки складского учета, в которых указывается остаток запасных частей, материалов и быстроизнашивающихся изделий в натуральном выражении. В бухгалтерии на основе этих же документов составляются оборотные ведомости. В конце каждого месяца остатки с карточек складского учета переносятся в сальдовые книги, подсчитывается их общая стоимость, и итоги сравниваются с оборотными ведомостями.

При поступлении материальных ценностей их оценка и учет производятся по фактической себестоимости приобретения (стоимость, уплаченная поставщику, плюс транспортно-заготовительные расходы). При отпуске ценностей производству в документацию вносится та же оценка.

Глава 21

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

21.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ТОПЛИВА

Основные факторы, влияющие на расход топлива, связаны с механическими потерями в двигателе и трансмиссии, а также с преодолением сопротивления движению автомобиля, которое складывается из расходов на преодоление сопротивления качению, аэродинамического сопротивления и сил инерции.

Топливный баланс автомобиля характеризуется следующей зависимостью:

$$Q_\Sigma = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \qquad (21.1)$$

где Q_Σ – суммарный расход топлива на движение автомобиля; Q_1 – расход топлива на преодоление механических, тепловых и насосных потерь в двигателе; Q_2 – на преодоление сопротивления качению; Q_3 – аэродинамического сопротивления; Q_4 – механических потерь в трансмиссии; Q_5 – сил инерции автомобиля; Q_6 – подъемов и спусков.

При равномерном движении легкового автомобиля по горизонтальной дороге со скоростью 60 км/ч доля основных составляющих топливного баланса характеризуется следующими цифрами: Q_1 = 66%; Q_2 = 13,5%; Q_3 = 10%; Q_4 = 10,5%, а при движении со скоростью 100 км/ч – соответственно 45%, 20%, 26%, 9%.

Повышения топливной экономичности можно достичь совершенствуя конструкцию автомобиля и его агрегатов: уменьшением массы автомобиля, повышением КПД двигателя и трансмиссии, снижением сопротивления качению и аэродинамического сопротивления.

Эксплуатационный расход топлива, как правило, превышает контрольный расход, приведенный в технической характеристике автомобиля. Обусловлено это тем, что в реальных условиях эксплуатации на расход топлива оказывает влияние ряд дополнительных факторов (рис. 21.1), которые на уровне пользователя автомобилем можно разделить на управляемые и учитываемые.

При эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата наблюдается резкое увеличение эксплуатационного расхода топлива – изменение температуры окружающего воздуха от 0 до –20 °С увеличивает расход топлива на 12%, а до –40 °С – на 28%. Обусловлено это ухудшением теплового режима работы двигателя, тяжелыми условиями движения, необходимостью периодического прогрева двигателя на стоянках, снижением КПД трансмиссии и др.

Эксплуатация автомобилей в жаркой сухой местности вызывает снижение наполнения цилиндров и переобогащение рабочей смеси, перегрев двигателя и его систем. В результате этого топливная экономичность существенно ухудшается. Так, при повышении температуры окружающего воздуха с 20 до 40 °С удельный расход топлива у дизеля увеличивается на 30%.

При эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья также наблюдается ухудшение топливной экономичности. На каждые 1000 м подъема в среднем на 12–13% снижается мощность двигателя, а экономичность ухудшается на 12–15%.

Встречающиеся на практике характерные неисправности двигателя и других агрегатов оказывают существенное влияние на расход топлива. Например, увеличение пропускной способности главного жиклера карбюратора, нарушение герметичности клапана экономайзера, увеличение зазора в контактах прерывателя, раннее или позднее зажигание, нарушение зазоров в газораспределительном меха-

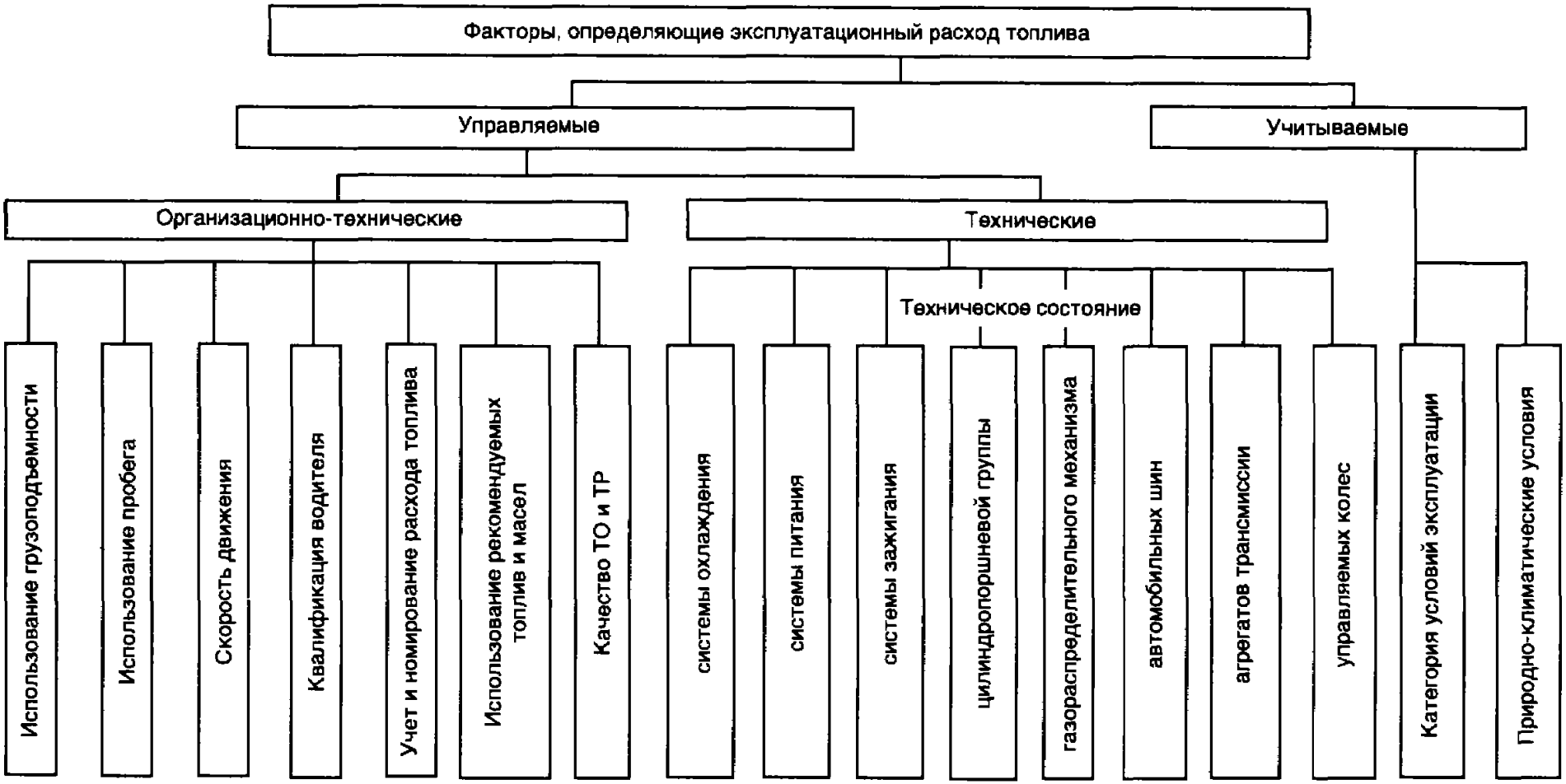


Рис. 21.1. Классификация факторов расхода топлива

низме приводят к увеличению расхода топлива на 7–20%. Другие, также часто встречающиеся на практике, неисправности (снижение давления воздуха в шинах, выход из строя одной свечи или форсунки, неправильные углы установки колес, уменьшенные зазоры в тормозных механизмах) могут увеличить расход топлива на 8–30%. Поэтому ИТС АТП необходимо обеспечивать качественное проведение ТО и ТР и поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии.

21.2. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

Нормирование расхода ТСМ и других материалов – это установление допустимой меры их потребления в эксплуатации.

Нормирование расхода топлива. Нормы расхода топлива на автомобильном транспорте – это плановые показатели его расхода на единицу пробега и единицу транспортной работы. Они являются нормами технологическими, т.е. включают расход топлива, необходимый для осуществления транспортного процесса. Расход топлива на ремонт автомобилей и прочие хозяйственные расходы в состав этих норм не включаются и формируются отдельно.

Нормы расхода топлива разрабатываются в соответствии с методикой определения базовых норм расхода топлива на АТ, утверждаются Министерством транспорта РФ и периодически (раз в 2–3 года) пересматриваются.

Для автомобилей общего назначения установлены следующие виды норм:

- базовая норма на 100 км пробега автомобиля;
- норма на 100 т·км транспортной работы;
- норма на ездку с грузом.

Базовая норма устанавливается для однозначно определенных дорожно-эксплуатационных, климатических и нагрузочных условий работы. Норма на транспортную работу зависит от разновидности двигателя (бензиновый, дизельный или газовый) и полной массы автомобиля. Норма расхода топлива на ездку с грузом учитывает увеличение расхода, связанное с маневрированием в пунктах погрузки–выгрузки.

Базовые нормы расхода топлива на 100 км пробега автомобиля устанавливаются в следующих измерениях:

- для бензиновых и дизельных автомобилей – в литрах;
- для автомобилей, работающих на сжиженном газе, – в литрах;
- для автомобилей, работающих на сжатом природном газе, – в метрах кубических (при нормальных условиях);
- для газодизельных автомобилей: сжатого газа – в кубических метрах, дизельного топлива – в литрах.

Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится с помощью ряда поправочных коэффициентов увеличения или снижения базовых норм.

Нормы расхода топлива устанавливаются раздельно по автомобильному бензину, дизельному топливу, сжиженному и сжатому газу и служат для нормирования расхода этих ресурсов на АТП, планирования их потребления, оценки эффективности использования и расчетов налогообложения.

При работе автомобилей в зимнее время базовые нормы расхода топлива увеличиваются: в южных районах страны – на 5%, в северных районах – на 15%, в районах Крайнего Севера – на 20%, в остальных районах страны – на 10%. Увеличение базовых норм предусмотрено также при работе автомобилей в черте города, в горных местностях, при перевозке грузов, требующих пониженных скоростей движения, для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет, и в

ряде других случаев. При работе автомобилей на внегородских дорогах с усовершенствованным покрытием базовые нормы уменьшаются. При необходимости применения одновременно нескольких надбавок они алгебраически складываются.

Ниже приведены формулы, по которым определяют нормативные значения расхода топлива для различных видов автомобилей.

Легковые автомобили.

$$Q_н = 0{,}01 H_S S(1 \pm 0{,}01 Д), \qquad (21.2)$$

где $Q_н$ - нормативный расход топлива, л.; H_S – базовая норма расхода топлива на пробег, л/100 км; S – пробег автомобиля, км; $Д$ – поправочный коэффициент к норме, %.

Автобусы. Для автобусов нормативное значение расхода топлива определяется так же, как для легковых автомобилей.

При наличии на автобусе штатных независимых отопителей нормативный расход топлива определяется следующим образом:

$$Q_н = 0{,}01 H_S S(1 + 0{,}01 Д) + H_{от} T, \qquad (21.3)$$

где $H_{от}$ – норма расхода топлива на работу отопителя или отопителей, л/ч; T – время работы автобуса с включенными отопителями.

Бортовые грузовые автомобили, седельные тягачи. Для этих автомобилей и автопоездов нормативное значение расхода топлива определяется по следующему соотношению:

$$Q_н = 0{,}01(H_{S.АП} S + H_W W)(1 + 0{,}01 Д), \qquad (21.4)$$

где $Q_н$ – нормативный расход топлива, л или м^3,

$$H_{S.АП} = H_S + H_д G_{пр}$$

– норма расхода топлива на пробег автопоезда, л/100 км или м^3/100 км; $H_д$ – норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 т·км или м^3/100 т·км; H_S – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля (тягача), л/100 км или м^3/100 км; H_W – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км или м^3/100 т·км;

$$W = G_{гр} S_{гр}$$

– объем транспортной работы, т·км; $G_{гр}$ – масса груза, т; $S_{гр}$ – пробег с грузом; $G_{пр}$ – собственная масса прицепа или полуприцепа, т.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов установлена следующая норма на 100 т·км транспортной работы: бензин – 2 л, дизельное топливо – 1,3 л, сжиженный нефтяной газ – 2,5 л, сжатый природный газ – 2 м^3; при газодизельном двигателе – 1,2 м^3 природного газа и 0,25 л дизельного топлива.

При работе бортовых автомобилей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами норма расхода топлива на пробег автопоезда увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов: бензин – 2 л, дизельное топливо – 1,3 л, сжиженный газ – 2,5 л, природный газ – 2 м^3; при газодизельном двигателе – 1,2 м^3 природного газа и 0,25 л дизельного топлива.

Самосвалы. Для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов значение нормативного расхода топлива определяется следующим образом:

$$Q_н = 0{,}01 H_{S.АП.С} S(1 \pm 0{,}01 Д) + H_z z, \qquad (21.5)$$

где $H_{S.АП.С} = H_S + H_W(G_{пр} + 0{,}5q)$ – норма расхода топлива самосвального автопоезда, л/100 км; H_W – норма расхода топлива на транспортную работу и на допол-

нительную массу прицепа или полуприцепа $G_{пр}$, л/100 т·км (или м^3/100 т·км); H_z – дополнительная норма расхода топлива на каждую ездку с грузом за смену независимо от типа двигателя и грузоподъемности: бензин, дизельное топливо, сжиженный газ – 0,25 л, природный газ – 0,25 м^3; q – грузоподъемность прицепа, т; z – количество ездок с грузом за смену.

Фургоны. Для автомобилей-фургонов (ГАЗ-2705 "Газель", ГАЗ-33022 "Газель", ГСЗА-3704, ПАЗ-3742 и др.), выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, нормативное значение расхода топлива определяется так же, как для бортовых грузовых автомобилей.

Для фургонов, работающих с почасовой оплатой, нормативное значение расхода определяется так же, как для легкового автомобиля, плюс 10% надбавки.

Специальные автомобили. Специальные и специализированные автомобили делятся на две группы: автомобили, выполняющие работу во время стоянки (автокраны, компрессорные, бурильные и т.п.), и автомобили, выполняющие работу во время движения (снегоочистители, поливочные и т.п.).

Нормативный расход топлива для специальных автомобилей первой группы определяется по формуле

$$Q_н = (0{,}01H_{S.c}S + H_т T + (1 \pm 0{,}01Д), \qquad (21.6)$$

где $H_{S.c}$ – базовая норма расхода топлива на пробег специального автомобиля, л/100 км (если специальный автомобиль предназначен также для перевозки груза, норма расхода топлива рассчитывается с учетом транспортной работы $H'_{S.c} = H_{S.c} + H_W W$); $H_т$ – норма расхода топлива на работу специализированного оборудования, л/ч (или расход топлива на выполненную операцию); T – время работы оборудования, ч (или количество выполненных операций).

Нормативный расход для автомобилей второй группы:

$$Q_н = 0{,}01(H_{S.c}S' + H''_S S'')(1 \pm 0{,}01Д), \qquad (21.7)$$

где S' – пробег спецавтомобиля к месту работы и обратно, км; H''_S – норма расхода топлива на пробег при выполнении специальной работы во время передвижения, л/100 км; S'' – пробег автомобиля при выполнении специальной работы при передвижении, км.

Нормирование расхода смазочных материалов. Нормы расхода масел устанавливаются для каждой марки и модели автомобилей в литрах на 100 л общего нормативного расхода топлива, а нормы расхода пластичных смазок – в килограммах на 100 л расхода топлива. Значения установленных норм расхода масел и смазок уменьшаются на 50% для всех автомобилей (кроме ВАЗ и легковых иностранных), находящихся в эксплуатации до 3 лет, и увеличиваются до 20% для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет.

Для автомобилей отечественного производства и их модификаций, на которые отсутствуют индивидуальные нормы расхода масел и смазок, установлены временные нормы (табл. 21.1).

Нормирование расхода электрической энергии, тепла и воды заключается в установлении плановой меры их потребления. Сравнение фактических затрат с нормативными показателями позволяет оценить эффективность использования этих ресурсов на АТП.

Электрическая энергия. Автотранспортные предприятия обеспечиваются электроэнергией в соответствии с договором, который заключается с организацией, эксплуатирующей местную электросеть. В нем оговариваются установленная и максимальная единовременно потребляемая мощность, а в приложении приводится заявка на необходимое количество электроэнергии с разбивкой по месяцам.

Таблица 21.1

Временные нормы расхода масел, л, и смазок, кг, на 100 л общего расхода топлива

Вид масел (смазок)	Легковые, грузовые автомобили и автобусы, работающие на бензине	Грузовые автомобили и автобусы, работающие на дизельном топливе	Внедорожные автомобили-самосвалы, работающие на дизельном топливе
Моторные масла	2,4	3,2	5,0
Трансмиссионные масла	0,3	0,4	0,5
Специальные масла	0,1	0,1	1,0
Пластичные смазки	0,2	0,3	0,2

Таблица 21.2

Пример расчета нормативного годового расхода электроэнергии

Потребитель	Количество потребителей	Установленная мощность, кВт	Коэффициент использования мощности	Продолжительность работы в сутки, ч	Количество рабочих дней	Расход электроэнергии, кВт·ч
			Технологическое оборудование			
Сверлильный станок	5	1,5	0,12	3	261	705
Токарный станок	3	7	0,12	4	261	2631
Подъемник	6	3	0,10	5	261	2349
			Вспомогательное оборудование			
Вентилятор	*5*	*4,5*	*0,60*	*8*	261	28188
Насос	3	3	0,60	8	261	11275
Компрессор	2	6,5	0,60	4	261	8143
			Освещение наружное и внутреннее			
Лампа ДРЛ-250	20	0,25	1,0	5	261	6525
Лампа ЛБ-80	30	0,1	1,0	8	261	6264
Итого						66080

Расход электрической энергии на АТП складывается из расходов на основное технологическое оборудование, освещение территории и помещений, выработку сжатого воздуха, вентиляцию и подачу воды.

Расчет нормативного расхода электроэнергии W, кВт·ч, проводится по группам оборудования и по каждому потребителю (табл. 21.2) и определяется по формуле

$$W = PДTK, \qquad (21.8)$$

где P – установленная мощность потребителя, кВт; $Д$ – количество дней работы в году; T – продолжительность работы в сутки, ч; K – коэффициент использования мощности.

Техническое обслуживание и ремонт сетей проводятся потребителем или поставщиком электроэнергии. Линия разграничения, показывающая, какая часть

электросети относится к потребителю, а какая – к поставщику, определяется актом о балансовой и иной ответственности. Счетчики расхода электроэнергии могут находиться на балансе потребителя или поставщика. Перерасход энергии предприятие оплачивает по повышенному тарифу.

Надлежащее содержание электрохозяйства на АТП (техническое обслуживание и ремонт, проверка электроприборов, своевременное включение и выключение освещения и др.) позволяет существенно сократить расход электроэнергии и заметно снизить плату за нее.

Тепловая энергия. Расход тепла на АТП складывается из расходов на отопление $Q_{от}$, вентиляцию $Q_в$ и горячее водоснабжение $Q_{г.в}$. Годовое нормативное количество тепла определяется как сумма составляющих нормативных расходов

$$Q_{общ} = Q_{от} + Q_в + Q_{г.в}. \quad (21.9)$$

Они рассчитываются на основе данных об объеме отапливаемых зданий, температуре внутри них, средней температуре наружного воздуха; данных о расходе горячей воды потребителями в течение года и др.

Нормативный годовой расход тепла на отопление, кДж:

$$Q_{от} = 4{,}19qV_з(t_{вн} - t_{н.в})TДK_с \cdot 10^{-3}, \quad (21.10)$$

где q – удельная тепловая характеристика[1] здания, ккал/м^3·ч·°С; $V_з$ – объем здания, м^3; T – продолжительность работы отопления в сутки, ч; $Д$ – продолжительность отопительного периода, дней; $t_{вн}$ – температура внутри помещения, °С; $t_{н.в}$ – средняя температура наружного воздуха, °С; $K_с$ – коэффициент, учитывающий тип системы отопления.

Нормативный годовой расход тепла на вентиляцию, кДж,

$$Q_в = 4{,}19qV_з(t_{вн} - t_{н.в})TДn \cdot 10^{-3}, \quad (21.11)$$

где n – кратность воздухообмена в помещениях.

Нормативный годовой расход тепла на горячее водоснабжение, кДж;

$$Q_{г.в} = 4{,}19q_{г.в}CV_з(t_{г.в} - t_{х.в})TДK \cdot 10^{-3}, \quad (21.12)$$

где C – теплоемкость воды, ккал/л·°С; $q_{г.в}$ – часовой расход горячей воды всеми потребителями, л/ч; $t_{г.в}$ – температура горячей воды, °С; $t_{х.в}$ – температура холодной воды, °С; K – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период.

Общий расход тепла на АТП $Q_{общ}$ определяет размер платы за теплоснабжение. На практике его, как правило, определяют аналитически. Поскольку результат расчета зависит от ряда меняющихся во времени параметров (см. формулы (21.9) – (21.11)), расчетное потребление тепла может отличаться от фактического. В связи с этим на АТП целесообразно устанавливать стандартные счетчики, что позволит точно определять расход тепла и размер оплаты.

Водопотребление. Годовой расход воды на АТП складывается из расходов на производственные и хозяйственно-бытовые нужды, мойку полов и территории, пожаротушение.

Предприятия обеспечиваются водой централизованно из водопроводной сети либо осуществляют ее забор из артезианской скважины или открытого водоема. Основанием для этого является договор, заключаемый с местной водоснабжающей организацией, в котором оговариваются балансовая ответственность сторон, размеры потребления воды и порядок оплаты.

---

[1] 4,19 – коэффициент перевода калорий в джоули.

Нормативный годовой расход определяется суммированием номинальных расходов всех потребителей (технологическое и вспомогательное оборудование, душевые и др.). Общий расчетный расход определяет размер платы за воду.

Фактическое потребление воды на АТП зависит от ряда изменяющихся факторов и может отличаться от расчетного. В связи с этим целесообразно устанавливать стандартные водомеры, что, как правило, позволяет уменьшить размер взимаемой с АТП платы за воду.

21.3. ПЕРЕВОЗКА, ХРАНЕНИЕ И РАЗДАЧА ТОПЛИВ И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перевозка жидкого топлива. Жидкое топливо доставляется на АТП и АЗС с нефтебаз в автомобилях-цистернах. Для транспортирования и заправки топлива в полевых условиях применяют автомобили-топливозаправщики, снабженные насосом и раздаточным устройством.

Количество топлива, отпускаемого нефтебазой в цистерны автомобилей, определяют взвешиванием на автомобильных весах или по объему и удельному весу топлива, залитого в цистерну. Поэтому каждая автоцистерна должна иметь паспорт местных органов стандартизации, удостоверяющий ее вместимость в кубических метрах и грузоподъемность в тоннах.

При приемке топлива на нефтебазе проверяют наличие и правильность оформления документов, количество и качество топлива. Для этого определяют высоту налива топлива в цистерне, а также после 10 мин отстоя – наличие воды. При расхождении фактического количества топлива с данными товарно-транспортной накладной составляется акт с указанием количества принятого топлива за подписями сдающего и принимающего нефтепродукт.

Из цистерны топливо сливается в подземные резервуары самотеком или с помощью насосов.

Хранение и раздача топлива. Различают наземное, полуподземное и подземное хранение.

Подземное хранение получило наибольшее распространение и имеет ряд преимуществ: менее огнеопасно, дешевле в эксплуатации, не требует для слива топлива насосных установок и, самое существенное, снижает как потери топлива от испарения, так и ухудшение его качества в процессе хранения.

Известно, что смесь паров бензина с воздухом взрывоопасна, в случае когда в воздухе содержится 2,4-5% паров бензина (по объему). Такое соотношение характерно для температуры воздуха 0 °С и ниже.

Учитывая, что и при температуре выше 0 °С смесь паров бензина с воздухом в резервуаре может оказаться взрывоопасной, необходимо предусматривать меры, обеспечивающие полную пожарную безопасность. Для этого при хранении бензина и других видов топлива в резервуарах применяют различные защитные системы: с огневыми предохранителями, с использованием инертных газов или жидкостей и основанные на принципе полного насыщения.

Наибольшее распространение получила система хранения топлива с огневыми предохранителями. Резервуар сообщается с внешней средой, но воздух может попасть в него, только пройдя огневой предохранитель, который представляет собой две латунные сетки (200 ячеек на 1 $см^2$), установленные в трубопроводе на расстоянии 2 см одна от другой (рис. 21.2).

Устройство топливохранилищ дизельного топлива отличается от рассмотренного наличием приемной трубки с поплавком для забора топлива с верхних слоев и дополнительных фильтров между резервуаром и раздаточной колонкой. При транспортировке, хранении и раздаче дизельного топлива необходимо принимать

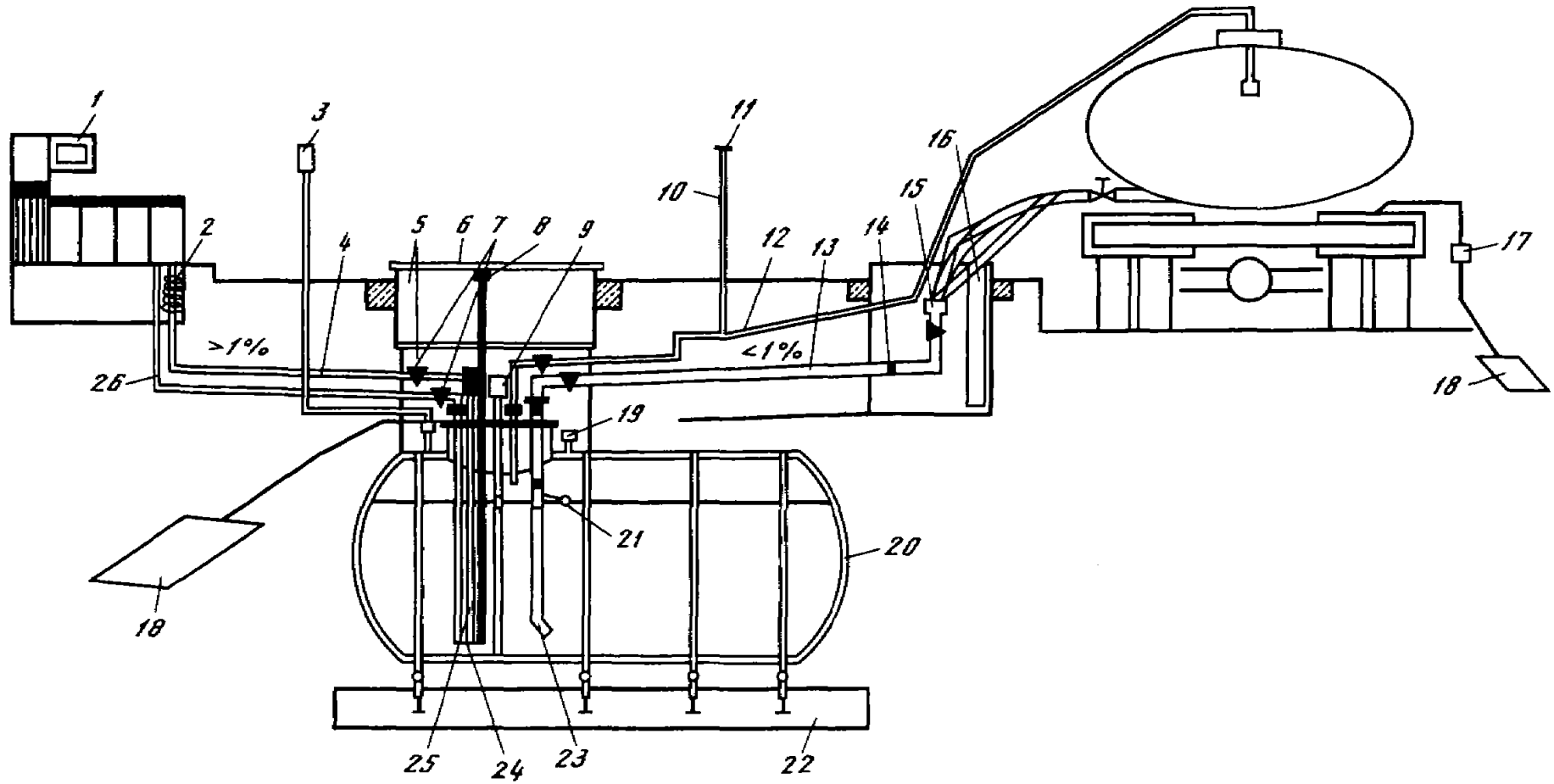


Рис. 21.2. Схема подземного хранилища топлива, оснащенного устройствами, уменьшающими загрязнение окружающей среды

1 – топливозаправочная колонка; *2* – гибкий трубопровод; *3* – труба контроля уровня антифриза; *4* – трубопровод к колонке; *5* – колодец горловины резервуара; *6* – крышка люка; *7* – компенсатор трубопровода; *8* – мерная труба; *9* – дистанционный уровнемер; *10* – труба дыхательного клапана; *11* – дыхательный клапан; *12* – труба возврата паров в топливозаправщик; *13* – сливная магистраль; *14* – огневой предохранитель; *15* – муфта сливная; *16* – контрольная труба утечки топлива; *17* – заземление бензовоза; *18* – заземляющий контур; *19* – вентиль выпуска воздуха из рубашки; *20* – резервуар; *21* – датчик максимального уровня; *22* – фундамент; *23* – сливная труба; *24* – обратный клапан с огневым предохранителем; *25* – всасывающая труба; *26* – труба возврата паров топлива из колонки

меры, исключающие попадание в него пыли и воды. Емкости, в которых хранят и перевозят топливо, а также баки автомобилей периодически следует промывать.

В местах хранения топлива нельзя пользоваться открытым огнем. Заправлять автомобили разрешается только при неработающем двигателе. АЗС должна быть оборудована огнетушителями и ящиками с песком. На опорах наружного освещения должны быть установлены молниеотводы. Все металлические и токоведущие части электрооборудования и колонки заземляют, а магнитный пускатель монтируют в закрытом помещении.

Газобаллонные автомобили заправляют сжиженным нефтяным газом на стационарных автомобильных газонаполнительных станциях (АГЗС). Применяют также передвижные заправочные станции, смонтированные на автомобильном шасси. В первом случае газ из подземного резервуара под давлением 1,6–2,0 МПа подается к заправочным колонкам. Во втором – поступает в баллон автомобиля из автоцистерны. В обоих случаях заправляемые автомобили необходимо устанавливать на горизонтальной площадке, с тем чтобы уровень жидкости в баллоне не превысил максимального значения (85–90% его вместимости).

Во время заправки запрещается: подтягивать гайки соединений металлическими инструментами, курить. Если после заправки двигатель плохо запускается или работает с перебоями, его следует остановить и откатить автомобиль на расстояние не менее 15 м от газораздаточного устройства. Запрещается заправлять автомобиль при наличии в кузове взрывоопасного груза.

Газонаполнительные станции должны быть оснащены углекислотными огнетушителями, иметь ящики с песком и гидрант для воды. Автомобили тоже оснащаются углекислотными огнетушителями.

Заправка газобаллонных автомобилей, работающих на сжатом природном газе, производится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС). Газ на АГНКС поступает по магистральному трубопроводу под давлением 0,4–1,2 МПа, очищается от механических примесей и компрессорами сжимается до 25 МПа. Проходя затем через влагомаслоотделитель и блок осушки, он поступает в аккумулятор высокого давления, а оттуда через специальные узлы запорной и регулирующей арматуры по трубопроводам направляется к заправочным колонкам.

Колонки расположены в специальных боксах, куда въезжают автомобили для заправки. Они снабжены шлангом высокого давления, присоединяемым к наполнительному вентилю автомобиля, и имеют контрольный манометр. Количество заправленного газа определяется исходя из разности давлений в баллонах до и после заправки по специальной номограмме.

Для дозаправки газобаллонных автомобилей на линии используются специальные передвижные установки, в которых газ находится в аккумуляторных агрегатах под давлением 25 МПа. Для таких же целей применяют батареи стандартных автомобильных баллонов, установленных на специально оборудованных для этого автомобилях.

Наполнение баллонов автомобиля сжатым газом при заправке осуществляется под действием перепада давлений между аккумулятором установки и баллонами автомобиля. Количество заправленного газа определяется по таблицам, разработанным ВНИИГАЗ. Исходными данными служат начальное и конечное давление газа в баллонах (МПа) и температура окружающей среды (°С).

Автомобильные баллоны для сжатого природного газа должны подвергаться периодическому освидетельствованию на специальных пунктах. Срок освидетельствования баллонов из легированной стали – раз в 5 лет, баллонов из углеродистой стали – раз в 3 года.

Сжатые и сжиженные газы пожароопасны. При поступлении в атмосферу их объем увеличивается соответственно в 600 и 300 раз, образуя взрывоопасную

смесь. В случае пожара на автомобиле надо немедленно закрыть магистральный и баллонный вентили, увеличить частоту вращения коленчатого вала и израсходовать газ из газопроводов. Вспыхнувший газ нужно тушить углекислотным огнетушителем, направляя струю не навстречу огню, а наоборот, чтобы сбить его.

Хранение и раздача смазочных материалов. Масла перевозят в автоцистернах, бочках или специальной таре и хранят в соответствующим образом оборудованных помещениях-складах.

Склад масел располагается обычно в полуподвальном помещении рядом с постом смазки, что обеспечивает слив в резервуары самотеком масел из транспортной тары и отработанных масел с постов смазки. Для каждого сорта смазочного материала предусматривают отдельную емкость. Здесь же хранят керосин, промывочные жидкости для системы смазки двигателя, тормозную жидкость и антифриз.

На крупных АТП масла из складских резервуаров насосами подаются по трубопроводам к раздаточным устройствам, размещенным на постах смазки. Отработанные масла собирают и затем перекачивают в автомобиль-цистерну для вывоза.

В небольших автохозяйствах для заправки автомобилей моторными и трансмиссионными маслами, а также пластичными смазками используют стационарные и переносные маслораздаточные установки.

21.4. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Автомобильный транспорт является крупным потребителем материальных и энергетических ресурсов, которые подразделяются на первичные и вторичные (рис. 21.3).

К первичным ресурсам, используемым АТП в ходе производственной деятельности, относятся новые автомобили, агрегаты, узлы, приборы, запасные части, автошины, аккумуляторы, технологическое оборудование и инструмент; топливные, смазочные и другие эксплуатационные материалы, различные изделия и материалы для хозяйственных нужд (см. гл. 19). Кроме того, АТП потребляют значительное количество тепловой и электрической энергии и воды.

К вторичным ресурсам относятся отработавшие свой срок агрегаты, узлы и детали автомобилей, аккумуляторы, моторные и трансмиссионные масла, техни-

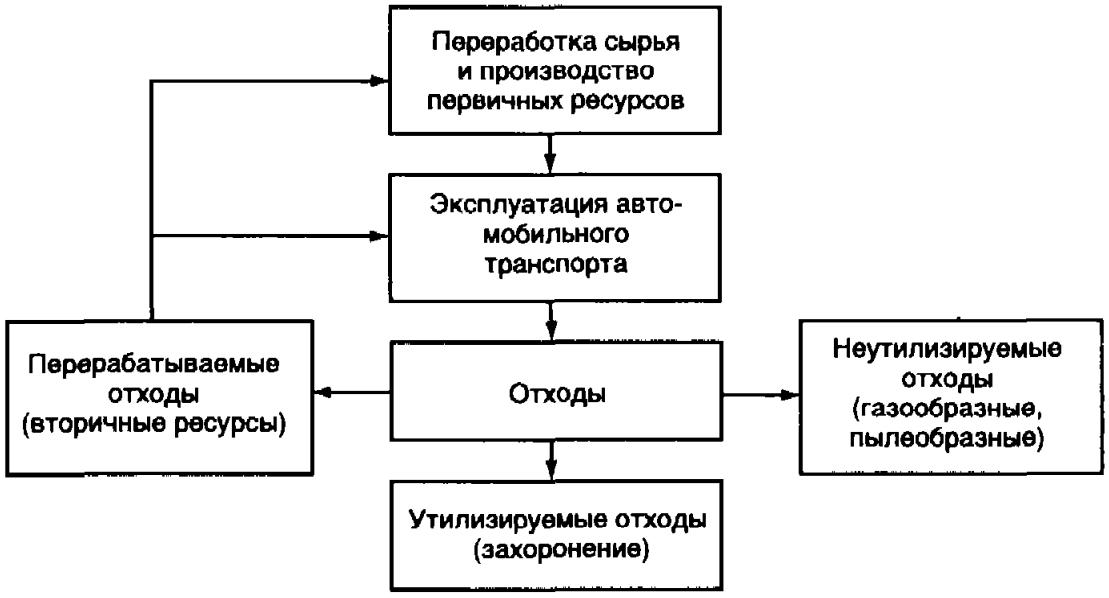


Рис. 21.3. Схема потребления первичных и вторичных ресурсов на автомобильном транспорте



Рис. 21.4. Классификация производственных отходов автотранспортного предприятия

Таблица 21.3

Источники и количество основных вторичных ресурсов, образующихся на комплексных АТП

Источник образования и вид ресурсов	Количество ресурсов, кг/1 авт. в год		
	легковой	грузовой	автобус
Зоны ТО-1, ТО-2, ТР: отработанные масла, смазки, фильтры	37,9	145,7	227,7
Сварочный участок: электроды, окалина	0,5	1,9	3,1
Аккумуляторный участок: свинец, электролит, пластмасса	2,7	10,9	16,1
Шиноремонтный участок: покрышки, камеры, ободные ленты	43,7	160,2	262,0
Моечный участок: осадок очистных сооружений, нефтешлам	25,8	96,2	154,4
Другие производственные участки:			
металлолом черный	62,8	349,6	437,4
металлолом цветной	43,4	140,1	229,7
промасленная ветошь	2,8	12,3	17,7
промасленные опилки	2,1	8,7	11,4
люминесцентные лампы	1,3	1,4	1,5
Всего	223,0	927,0	1361,0

ческие жидкости, шины, отходы черных и цветных металлов и др. Они являются частью отходов автотранспортного предприятия, образующихся в процессе работы автомобилей и проведения ТО и ремонта на АТП (рис. 21.4).

Две другие части представляют собой утилизируемые и неутилизируемые отходы (см. рис. 21.3). Первые включают отходы, не годные для переработки (невозвратная тара, коксовый и сварочный шлак, сметаемый с территории АТП мусор, твердые бытовые отходы и др.). Они собираются на АТП и вывозятся для захоронения на свалках. Вторые представляют собой газообразные и пылевые выбросы, образующиеся при движении автомобилей и поступающие в окружающую среду (*CO*, C_xH_y, NO_2, CO_2, продукты износа шин, тормозных накладок и др.).

Из общего количества отходов, образующихся на АТП, около 70% приходится на долю вторичных ресурсов (табл. 21.3). Существенно сократить их расход позволяет повторное их использование на АТП (отремонтированные двигатели, коробки передач, редукторы, шины и др.) и при производстве первичных ресурсов, потребляемых автотранспортом.

Экономное расходование первичных ресурсов на АТП обеспечивается следующим. Во-первых, комплектованием парка автомобилями, имеющими высокую надежность, и применением качественных эксплуатационных материалов. Во-вторых, соблюдением норм, правил и требований действующей системы ТО и ремонта, предусматривающей своевременное проведение и выполнение в полном объеме регламентных работ ЕО, ТО-1, ТО-2, качественного ремонта и поддержание тем самым автомобилей в технически исправном состоянии. В обоих случаях увеличивается срок службы наличного подвижного состава, снижается расход запасных частей, топливно-смазочных и других эксплуатационных материалов, что

существенно сокращает потребность АТП в первичных ресурсах. В-третьих, соблюдением действующих норм расхода изделий и материалов на ремонтно-эксплуатационные и хозяйственные нужды и организацией на АТП строгого учета их потребления. В-четвертых, использованием и переработкой вторичных ресурсов, образующихся в процессе ТО и ремонта автомобилей.

Рассмотрим основные мероприятия, обеспечивающие экономию этих ресурсов.

Моторное топливо. 1. Поддержание автомобилей в технически исправном состоянии и осуществление контроля за расходом топлива (см. § 21.1) обеспечивает наибольший эффект.

2. Совершенствование организации перевозочного процесса обеспечивает значительное снижение удельного расхода топлива на единицу транспортной работы и позволяет в масштабах страны экономить сотни тысяч тонн бензина и дизельного топлива. Повышение коэффициентов пробега и грузоподъемности на 1% снижает удельный расход топлива бензиновых автомобилей на 0,62%, а дизельных – на 0,59%. Использование автомобилей с прицепами, по сравнению с одиночными автомобилями, снижает удельный расход в среднем на 30%.

3. Применение в качестве моторного топлива для грузовых и легковых автомобилей сжиженного и сжатого газа сокращает потребление жидких топлив и обеспечивает значительную экономию природных ресурсов нефти.

4. Использование бензинов повышенного качества, например неэтилированного бензина с добавкой метилтретбутилового эфира (МТБЭ), снижает расход топлива на 3–5%. Применение дизельного топлива с содержанием серы 0,05% снижает износы, повышает ресурс двигателей и тем самым уменьшает расход запасных частей и других первичных ресурсов.

5. Оборудование открытых стоянок современными средствами подогрева или разогрева в зимний период эксплуатации позволяет исключить дополнительный расход топлива на прогрев двигателей.

6. Установка на серийных бензиновых автомобилях бесконтактных систем зажигания (БСЗ) высокой энергии и экономайзера принудительного холостого хода снижает расход топлива на 7–10% и одновременно улучшает экологические характеристики двигателей.

7. Обучение водителей рациональным приемам управления автомобилем в процессе движения обеспечивает заметную экономию топлива – разница в расходе при вождении по одному и тому же маршруту водителями разной квалификации достигает 18%.

Значительные потери топлива происходят в процессе его транспортировки, хранения и при заправке автомобилей.

К ним относятся утечки из резервуаров и трубопроводов, проливы при перекачке из бензовозов в резервуары АЗС, утечки из пистолетов и шлангов топливозаправочных колонок и др.

Основными причинами и источниками потерь являются:

- разбрызгивание топлива при заполнении автоцистерн (0,5–0,6% вместимости цистерны);
- испарение бензина при неплотно закрытой горловине цистерны (0,7–1,7% вместимости цистерны);
- испарение топлива при сливе в резервуар открытой падающей струей (0,3–0,4% сливаемого топлива);
- остаток топлива в автоцистерне и в сливных рукавах (1,2–2,0% сливаемого топлива);
- испарение бензина из резервуаров (при заполнении на 90%–0,3% вместимости, при заполнении на 20%–9,6% вместимости);
- испарение бензина из неплотно закрытого резервуара (1,2% вместимости);

Таблица 21.4

Мероприятия по сокращению потерь моторного топлива на АЗС и пунктах заправки

Источник и причина потерь	Мероприятия
Испарение топлива из резервуаров в результате "дыхания"	Газовая обвязка резервуаров в общую "дыхательную систему". Использование "дыхательных" клапанов повышенного давления и систематический контроль их состояния. Сокращение продолжительности слива топлива из автоцистерн. Увеличение коэффициента заполняемости резервуаров. Применение системы улавливания паров бензина, вытесняемых из резервуара при сливе
Утечка топлива	
при сливе в резервуары АЗС	Применение совершенных соединительных устройств. Контроль исправности сливного оборудования
при заправке автомобилей	Использование автоматически перекрывающихся раздаточных пистолетов. Контроль исправности топливозаправочных колонок
из резервуаров в результате нарушения их герметичности	Своевременное и качественное выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию резервуаров и арматуры
Неполный слив топлива из автоцистерны в резервуары	Устройство наклонных площадок для установки автоцистерн при сливе. Использование индикаторов полного слива

- утечка топлива через неплотные соединения, пропускающие 2 капли в 1 с (1,3 т/год);
- испарение бензина из резервуара, не оснащенного дыхательным клапаном (0,4% вместимости);
- пролив топлива при заправке ведрами (200 кг на 1 автомобиль в год);
- загрязнение и обводнение при транспортировке и хранении.

Общие потери бензина при несоблюдении правил транспортировки автоцистернами могут достигать 1,0–1,5% объема перевозки, потери при хранении в резервуарах на АЗС и в АТП – 4–5% объема хранения, потери при заправке автомобилей – 1,5% объема заправки.

Наибольшая часть потерь (около 75%) приходится на испарение. Полностью их предотвратить нельзя, но можно значительно уменьшить путем рациональной организации работ и поддержания на должном уровне технического состояния оборудования.

Остальные потери происходят в основном из-за неудовлетворительного технического состояния средств хранения, транспортирования, перекачки, заправки и несоблюдения правил их эксплуатации. В отличие от потерь на испарение они могут быть полностью устранены.

Основные причины и мероприятия по предотвращению и сокращению потерь моторного топлива приведены в табл. 21.4.

Агрегаты, узлы, запасные части. Значительная экономия этих ресурсов обеспечивается за счет ремонта двигателей и других агрегатов автомобилей, а также топливных насосов и других сложных узлов, аккумуляторов, шин и восстановления основных деталей (блоков цилиндров, коленчатых и распределительных валов, шатунов, клапанов, дисков сцепления картеров коробки передач и редуктора и т.д.). Эти работы следует выполнять на специализированных предприятиях, что может существенно сократить потребность в новых изделиях и запасных частях.

Вторичные ресурсы. Около 50% вторичных ресурсов, образующихся на АТП, составляют *отходы черных и цветных металлов* (кузова и кабины списанных автомобилей, утильные детали и др.). Сдача образовавшегося металлолома непосредственно металлургическим заводам для переработки (см. рис. 21.4 и табл. 21.3) сокращает их потребность в соответствующем природном сырье.

В состав металлолома входят различные изношенные и непригодные для ремонта детали, изготовленные из качественных материалов (полуоси, шкворни, рессорные пальцы и т.п.), которые могут использовать сами АТП или другие предприятия в качестве заготовок.

Изношенные автомобильные шины (17% общего количества вторичных ресурсов) восстанавливаются на шиноремонтных заводах наложением нового протектора и повторно используются на АТП.

Не подлежащие восстановлению покрышки следует собирать и передавать специальным организациям для переработки и последующего изготовления различных изделий (плиток отделочных, наполнителя изделий из бетона и др.).

Отработанные моторные и трансмиссионные масла (16% общего количества вторичных ресурсов) АТП используют в качестве котельного топлива или сдают для переработки на маслорегенерационные станции или на нефтеперерабатывающие заводы.

Отработавшие свой срок аккумуляторы вместе с электролитом сдают специализированным организациям по сбору вторичного сырья или непосредственно на аккумуляторные или перерабатывающие заводы, где они используются для производства вторичного свинца, сурьмы и серной кислоты.

Люминесцентные лампы также сдают организациям вторичного сырья. Содержащаяся в них ртуть извлекается и повторно используется при производстве.

Загрязненная при мойке автомобилей вода и стоки с территории АТП также являются вторичным ресурсом. В связи с этим АТП обязаны с помощью специальных сооружений очищать сточные воды от взвешенных частиц и нефтепродуктов. Очистные сооружения с системой оборотного водоснабжения обеспечивают вторичное использование воды непосредственно на АТП. Собранные нефтепродукты и нефтешлам очистных сооружений также сдают для вторичного использования.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ЧЕТВЕРТОМУ РАЗДЕЛУ

1. Назовите основные виды изделий и материалов, используемых автомобильным транспортом.
2. Классифицируйте факторы, влияющие на расход запасных частей, и характеризуйте степень их влияния.
3. Какими методами определяют потребность в запасных частях?
4. Назовите каналы, по которым запасные части поступают к потребителям в нашей стране и за рубежом.
5. Характеризуйте типы складов, входящих в фирменную систему обеспечения потребителей запасными частями.

6. Каким образом определяются номенклатура и объем хранения запасных частей на складах различных уровней?

7. На какие группы по частоте спроса подразделяется номенклатура запасных частей? Каким образом определяются детали, входящие в каждую из групп?

8. Как определяют размер и периодичность заказа запасных частей?

9. Какими методами осуществляется управление запасами, хранящимися на складах запасных частей?

10. Каким образом осуществляется учет расхода материальных ценностей на АТП?

11. Характеризуйте влияние факторов, определяющих эксплуатационный расход топлива.

12. Какие составляющие определяют нормируемый расход топлива легковых, грузовых автомобилей и самосвалов?

13. Каким образом нормируется расход смазочных материалов?

14. Как устроены современные АЗС с подземным хранением топлива?

15. Назовите основные методы ресурсосбережения, используемые на АТП.

Раздел пятый

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Глава 22

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

22.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Бóльшая часть территории России расположена в умеренном и холодном климатических районах. Климат изменяется от морского на северо-западе до резко континентального в Сибири и муссонного на Дальнем Востоке. Средние температуры января на территории России имеют вариацию от 0 до –50 °С, июля – от +1 до +25 °С. Климатические факторы учитываются при установлении технических требований, в выборе режимов испытаний, планировании, нормировании и организации технической эксплуатации, хранения, транспортирования подвижного состава автомобильного транспорта, приборов и других технических изделий, предназначенных для эксплуатации.

В качестве основных климатических факторов при районировании территории для технических целей принимаются температура и относительная влажность воздуха.

Все климатические районы, кроме умеренного, создают особые условия для подвижного состава. Особые условия, как правило, характеризуются сочетанием неблагоприятных факторов. Так, для холодного климатического района на севере и востоке страны характерны не только низкая температура окружающего воздуха, ветры, но и более тяжелые дорожные условия (снежные заносы зимой, работа на дорогах с переходными покрытиями и др.). Для жаркого сухого и очень жаркого сухого климатических районов, кроме высокой температуры, – солнечная радиация и большая запыленность воздуха.

Для повышения эффективности транспортного процесса и технической эксплуатации автомобилей в особых условиях используют автомобили в специальном исполнении (северном, горном и т.д.); корректирование нормативов технической эксплуатации автомобиля (см. гл. 8); средства и способы, облегчающие пуск двигателя автомобиля.

Следует использовать специальные топлива и смазочные масла, тормозную и другие жидкости, рассчитанные на применение при низких и высоких температурах. Автомобили в северном исполнении должны иметь также технические средства, облегчающие проходимость (лебедки и др.).

22.2. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Основными факторами отрицательного воздействия на ресурс двигателя автомобиля являются низкая температура масла, поступление холодного воздуха и топлива, понижение общего теплового режима двигателя, увеличение сопротивления шин и трансмиссии, аэродинамического сопротивления. В результате возрастают так называемые пусковые износы и износы в процессе дальнейшей эксплуатации.

Рассматривая повышенные пусковые износы, следует отметить, что существенная их доля приходится не только на период пуска, но и на послепусковой прогрев. В период пуска на сопрягаемых поверхностях деталей двигателя имеется холодная, достаточно прочная остаточная пленка масла. После нескольких секунд работы двигателя эта пленка разогревается и под одновременным воздействием температуры, механических нагрузок и химически агрессивной среды начинает разрушаться, а новые порции масла поступают в недостаточном количестве, что увеличивает интенсивность изнашивания. Затем, по мере прогрева двигателя и масла, темп изнашивания снижается. Износы за период пуска и послепускового прогрева, например, дизельного двигателя грузового автомобиля составляют около 7% в общем износе двигателя за время его эксплуатации. При температуре окружающего воздуха –15 ÷ –30 °С холодный пуск и работа двигателя в период прогрева дают износ, эквивалентный получаемому при 18–26 км пробега.

Пусковой износ может увеличиваться в 8–12 раз при нарушении режимов послепускового прогрева: раннее форсирование числа оборотов коленчатого вала, длительная работа на малых оборотах холостого хода.

При холодных пусках двигателя происходит интенсивное накопление конденсатов бензина и воды в моторном масле, что существенно увеличивает износ цилиндров и поршневых колец. Источником образовавшегося конденсата является окружающий воздух и продукты горения углеводородного топлива. Поэтому количество конденсата воды определяется начальной температурой и режимом прогрева двигателя, в меньшей степени – влажностью воздуха. Этот конденсат испаряется из масла медленно, особенно зимой, когда температурный режим двигателя понижен.

Конденсат бензина, образующийся при соприкосновении топлива с непрогретыми деталями двигателя, попадает в масло, в процессе прогрева быстро теряет легкие фракции, которые испаряются. Тяжелые фракции, в том числе соединения серы, сохраняются и накапливаются в моторном масле и усиливают процессы коррозии.

Пониженная температура окружающего воздуха оказывает отрицательное воздействие на двигатель не только в период пуска и послепускового прогрева, но и в начальный период движения. Это связано с понижением теплового режима двигателя и возрастанием нагрузки. Так, при температуре охлаждающей жидкости 40 °С темпы изнашивания гильз блока цилиндров возрастают в 4 раза, а при температуре 50 °С – в 2 раза по сравнению с нормальными температурными условиями (70–85 °С).

Средняя нагрузка на двигатель при понижении температуры от 0 до –40 °С может увеличиться на 25% и более в результате возрастания сопротивления качению шин, потерь в трансмиссии и некоторого роста аэродинамического сопротивления воздуха, которое существенно при повышенных скоростях движения автомобиля.

Ухудшения условий работы агрегатов и систем автомобиля при низких температурах окружающего воздуха сказываются на распределении отказов в течение года (рис. 22.1) и соответствующем изменении трудоемкости их устранения (рис. 22.2).

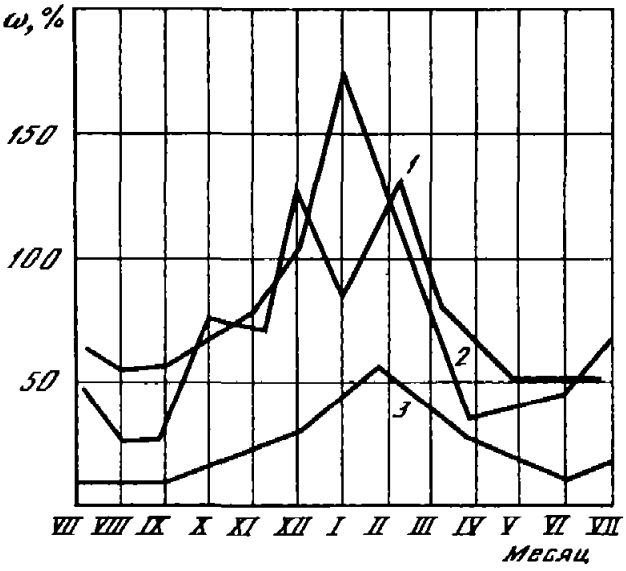
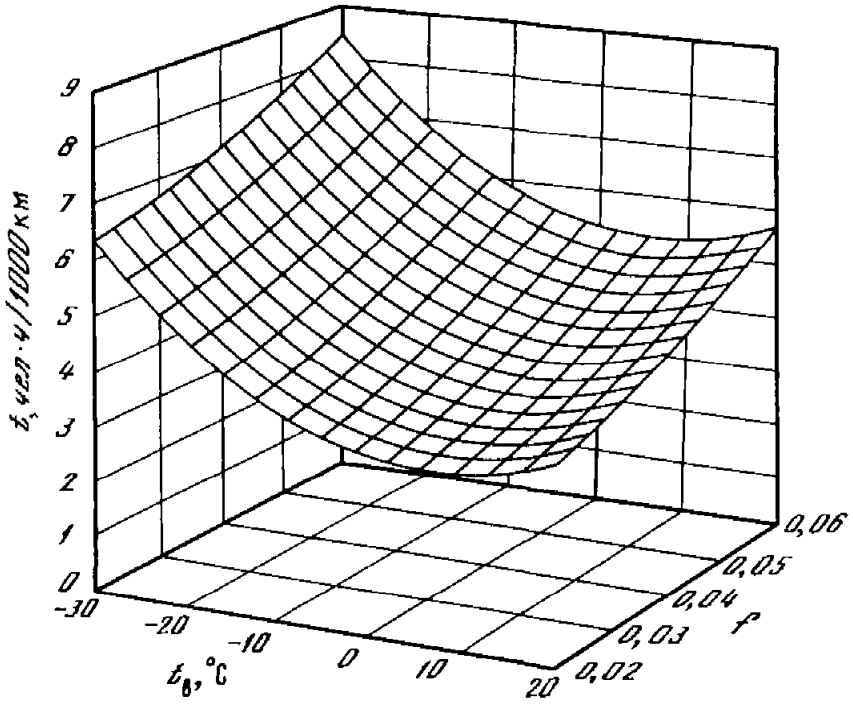


Рис. 22.1. Распределение отказов по месяцам года

1 – двигатель; *2* – подвеска; *3* – рулевой механизм

Рис. 22.2. Влияние температуры окружающего воздуха и коэффициента сопротивления качению шин *f* на удельную трудоемкость текущего ремонта автомобиля ЗИЛ-131 (по данным Н.С. Захарова)



Эксплуатация автомобилей при отрицательных температурах сопряжена также с увеличением расхода топлива (рис. 22.3), которое объясняется неполнотой сгорания, связанной с ухудшением испарения и распыления топлива; более длительной работой двигателя на пониженных и неустановившихся режимах и дополнительными затратами топлива на прогрев двигателя; повышением сопротивления в агрегатах трансмиссии из-за загустевания масел; увеличением сопротивления качению колес при движении по зимней дороге и аэродинамического сопротивления вследствие повышения плотности воздуха. Особенно значительные расходы топлива связаны с прогревом двигателя и шин после длительной стоянки автомобиля на открытой площадке при низкой температуре воздуха (рис. 22.3 и 22.4).

Суммарные потери топлива за счет стоянок (т.е. на прогрев двигателя на остановке и прогрев агрегатов и шин после стоянки) при типичных режимах движения и температуре окружающего воздуха –40 °С составляют, относительно безостановочного движения, в городе – от 2,6 до 9%, за городом – около 2,5%.

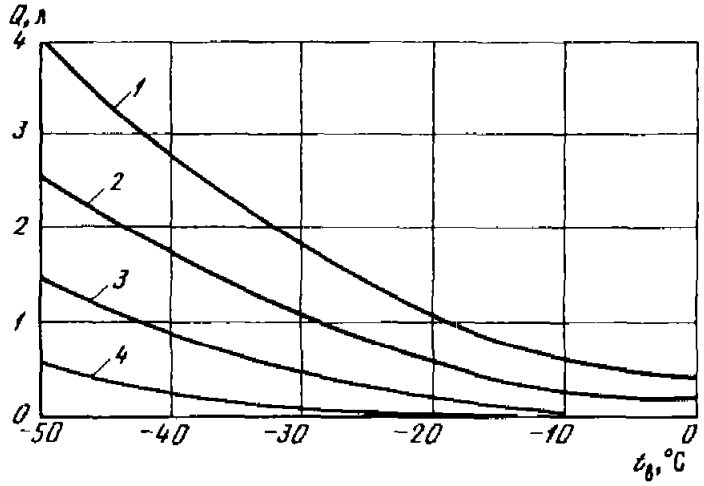


Рис. 22.3. Дополнительный расход топлива на прогрев агрегатов трансмиссии и шин автомобилей типа "Урал" после стоянки длительностью *1* – 2 ч; *2* – 1,5, *3* – 1, *4* – 0,5 ч (данные Тюменского государственного нефтегазового университета)

В реальных условиях при низкой температуре окружающего воздуха указанные факторы взаимодействуют и существенно увеличивают расход топлива автомобилей. В связи с этим эксплуатационные нормы расхода топлива в зимнее время в зависимости от климатического района увеличиваются на 5–20%.

Диапазон отрицательных температур атмосферного воздуха накладывает свой отпечаток на работу дизельного двигателя и топливной аппаратуры, поскольку температура окружающей среды влияет на вязкость (рис. 22.4) и плотность топлива, работу фильтрующих элементов, их пропускную способность и тонкость фильтрации. Увеличение вязкости ведет к укрупнению капель в факеле, ухудшению распыливания и испарения топлива. Топливо с большой вязкостью догорает на такте расширения, что ухудшает экономичность двигателя и повышает дымность отработавших газов. Крупные капли за счет большой кинетической энергии, приобретаемой при впрыскивании, увеличивают длину факела. Часть топлива попадает на стенки камеры сгорания, ухудшая процесс смесеобразования.

Низкие температуры неблагоприятны и для электростартерного пуска двигателя автомобиля при хранении его на открытой стоянке или в неотапливаемом помещении. Затруднение пуска обусловлено прежде всего сложностью создания необходимой частоты вращения коленчатого вала, ухудшением условий смесеобразования и воспламенения смеси. Для обеспечения надежного пуска двигателя должно быть выполнено условие $n_{дв} \geq n_{min}$, где $n_{дв}$ – частота вращения коленчатого вала, n_{min} – минимальная частота вращения, обеспечивающая процесс подготовки рабочей смеси в карбюраторном двигателе или достаточную температуру конца сжатия в дизельном.

Минимальной пусковой частотой вращения коленчатого вала двигателя принято называть частоту, при которой обеспечивается пуск двигателя за две попытки продолжительностью каждая 10 с для карбюраторных и 15 с для дизельных двигателей и интервале между попытками не более 1 мин.

Минимальная пусковая частота зависит от конструкции и технического состояния двигателя, баланса положи-

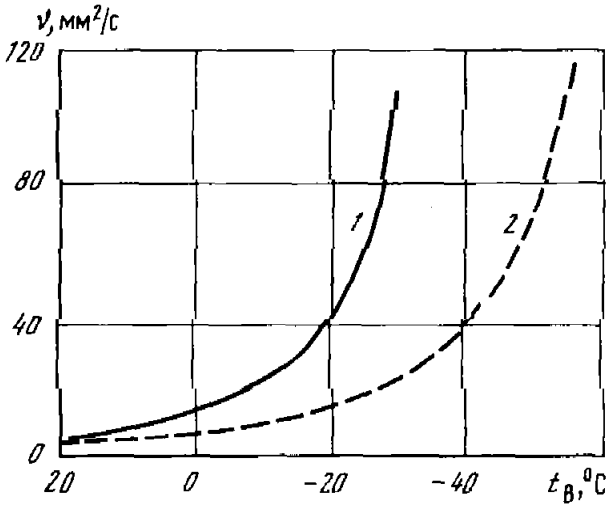


Рис. 22.4. Температурная зависимость вязкости дизельного топлива
1 – летнего, *2* – зимнего

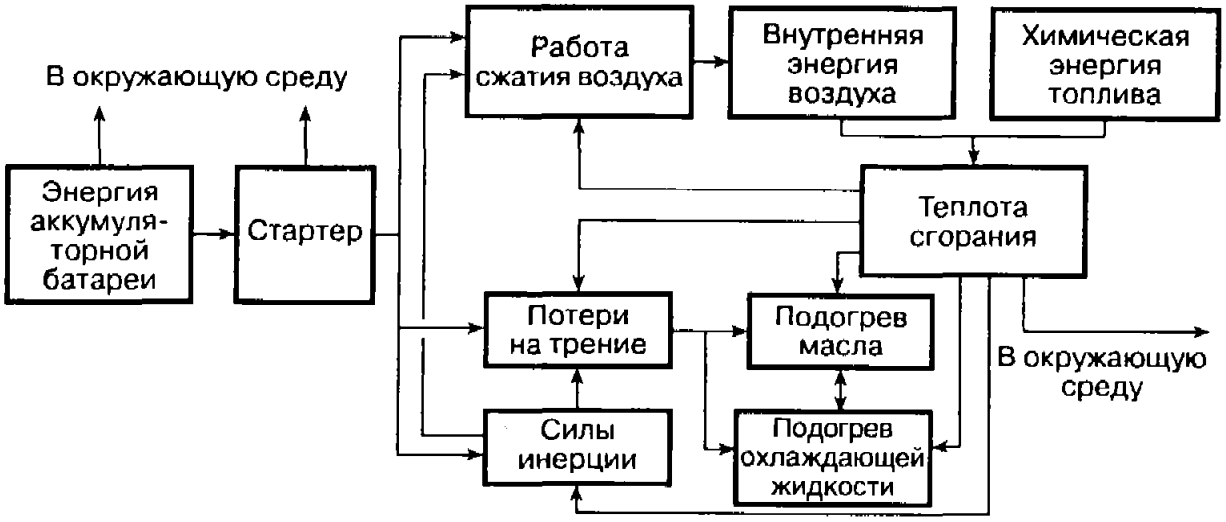


Рис. 22.5. Баланс потоков энергии при пуске двигателя

тельных и отрицательных потоков энергии при цикле движения (рис. 22.5) и температуры окружающего воздуха (рис. 22.6).

Дизельные двигатели имеют более высокую минимальную пусковую частоту вращения (для четырехцилиндровых дизелей при –17 °С – 2000 об/мин). При температуре –40 °С и ниже пуск двигателя без его разогрева внешним источником тепла практически невозможен.

При зимнем пуске двигателя существенную роль играет энергия аккумуляторной батареи (АКБ) и химическая энергия топлива. Энергия АКБ, являющаяся первой составляющей энергетического баланса при пуске двигателя, расходуется на привод стартера. В свою очередь, стартер производит работу по сжатию воздуха, преодолению сил трения, преодолению сил инерции. Часть потока энергии АКБ и стартера составляет теплота, которая уходит безвозвратно в окружающую среду (так называемая отрицательная часть). Эти потери тем больше, чем больше перепад температур между АКБ и стартером, с одной стороны, и окружающей средой – с другой.

Для получения минимальной пусковой частоты вращения стартер должен развивать суммарный крутящий момент

$$M_c = M_к + M_j + M_т, \qquad (22.1)$$

где $M_к$ – момент, затрачиваемый на сжатие воздуха; M_j – на преодоление сил инерции; $M_т$ – на преодоление сил трения.

Расчеты M_c на примере дизельного двигателя с рабочим объемом 11,2 л дают следующие результаты:

при 0 °С:

$M_j = 10{,}5$ Н · м (3%); $M_к = 117{,}7$ Н · м (38%); $M_т = 176{,}6$ Н · м (59%);

при –20 °С:

$M_j = 10{,}5$ Н · м (3,5%); $M_к = 117{,}7$ Н · м (16,5%); $M_т = 598{,}4$ Н · м (80%).

Таким образом, в рассматриваемом диапазоне температур основной составляющей минимального необходимого крутящего момента стартера является $M_т$ (от 30 до 59–80%), на втором месте – $M_к$ (15–40%). Характерно, что моменты $M_к$ и M_j практически не изменяются с температурой. Момент же $M_т$ даже в рассмотренном ограниченном диапазоне температур изменяется почти в 3,5 раза главным образом по причине увеличения вязкости масла при снижении температуры.

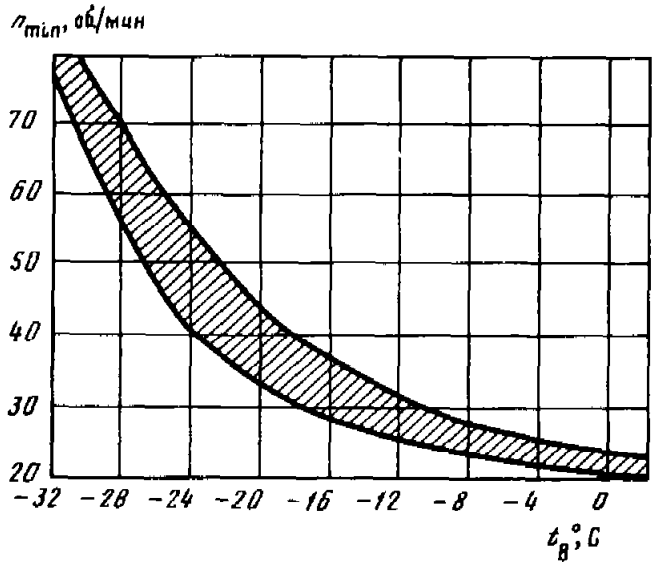


Рис. 22.6. Поле минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей в зависимости от температуры окружающего воздуха

Затраты на сжатие воздуха связаны главным образом с увеличением внутренней энергии рабочего тела и температурой воздуха. Полученная таким образом энергия проявляется в теплоте сгорания.

Второй положительной составляющей энергетического баланса двигателя при пуске является химическая энергия топлива. Теплота сгорания топлива, полученная в результате суммирования энергии АКБ, реализуемой в работе по сжатию воздуха, и химической энергии топлива, в свою очередь, влияет на другие составляющие энергетического баланса двигателя при пуске.

Суммарная энергия, полученная от указанных источников, несколько повышает температуру масла и расходуется на снижение потерь на трение. Однако как температура охлаждающей жидкости, так и температура масла могут быть повышены не только описанным способом (чего при низких температурах крайне недостаточно), но и путем применения внешних источников тепла – подогревателей масла и охлаждающей жидкости.

Получение пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя в большой степени затруднено из-за снижения энергетических возможностей АКБ (рис. 22.7), которое происходит в первую очередь из-за изменения ее внутреннего сопротивления (при понижении температуры):

$$U = E - IR, \qquad (22.2)$$

где U – напряжение на клеммах АКБ, В; E – электродвижущая сила батареи, В; R – внутреннее сопротивление батареи (сопротивление перемычек, пластин, электролита, сепараторов), Ом; I – сила тока, А, отдаваемая АКБ.

При понижении температуры E изменяется незначительно, а произведение IR существенно возрастает из-за увеличения как силы разрядного тока, так и внутреннего сопротивления АКБ. Сопротивление пластин и перемычек практически не зависит от температуры, а сопротивление электролита, а также внутреннее сопротивление сепараторов с понижением температуры возрастает за счет сужения каналов, в которых находится электролит.

Одновременно с падением напряжения U при низких температурах понижается и емкость аккумуляторной батареи. В среднем при понижении температуры электро-

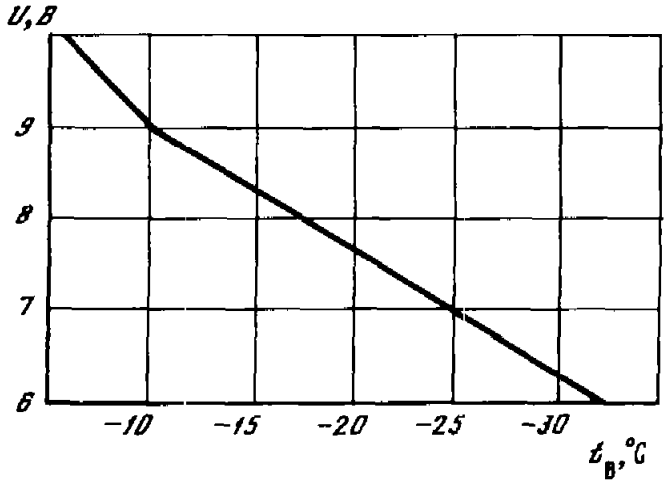


Рис. 22.7. Зависимость напряжения полностью заряженной аккумуляторной батареи от температуры при стартерном режиме

лита на 1 °С емкость АКБ снижается на 1,0–1,5%. При температурах электролита ниже –30 °С батарея не принимает заряд и фактически эксплуатируется разряженной до 50–60% номинальной емкости. Ухудшение условий смесеобразования и воспламенение рабочей смеси при низких температурах существенно затрудняет пуск двигателя.

На воспламенение смеси в цилиндрах дизельного двигателя влияет температура всасываемого воздуха, охлаждающей жидкости, масла, электролита и топлива. Снижение температуры всасываемого воздуха приводит к охлаждению стенок цилиндров и снижению температуры воздуха в конце такта сжатия T_c. Для надежного воспламенения рабочей смеси в цилиндре дизеля эта температура должна быть выше температуры самовоспламенения топлива на 200–300 °С:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n-1}, \qquad (22.3)$$

где T_a – температура всасываемого воздуха; ε – степень сжатия; n – показатель политропы сжатия.

В зимнее время температура всасываемого воздуха снижается. Кроме того, из-за увеличения теплоотдачи находящегося в цилиндрах двигателя воздуха в холодные стенки двигателя уменьшается значение показателя политропы сжатия n. Таким образом, при снижении температуры окружающего воздуха T_a уменьшается и, следовательно, ухудшаются условия воспламенения смеси и пуск двигателя.

Эффект снижения температуры охлаждающей жидкости, масла и электролита АКБ у карбюраторного и дизельного двигателей аналогичен.

22.3. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ПУСК ПРИ БЕЗГАРАЖНОМ ХРАНЕНИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Одним из важнейших факторов, снижающих эффективность работы автомобилей на территории с экстремальными климатическими условиями, является большое количество времени, затрачиваемое на их подготовку к выпуску на линию в условиях их безгаражного хранения. В настоящее время даже в суровых климатических условиях от 30 до 50% парка грузовых автомобилей хранится на открытых площадках. При безгаражном хранении при низких температурах используются различные способы и средства, облегчающие выпуск автомобилей на линию.

К этим средствам относятся оборудование, приспособления и материалы.

Как способы, облегчающие пуск двигателя, так и средства, обеспечивающие тепловую подготовку агрегатов и систем транспортных средств, могут быть индивидуальными или групповыми.

Тепловая подготовка – обобщенный термин, не раскрывающий существа, но указывающий на факт подачи тепла от внешнего источника. Она осуществляется с помощью подогрева или разогрева. Подогрев автомобиля – тепловая подготовка его в течение всего периода межсменного хранения. Разогрев – тепловая подготовка, начинающаяся за время, меньшее продолжительности стоянки автомобиля между сменами.

Важную роль в организации хранения подвижного состава играет комплекс мероприятий по подготовке автомобилей к их работе зимой.

Облегчение пуска двигателей и поддержание теплового режима агрегатов в условиях низких температур обеспечивается в основном: сохранением тепла от предыдущей работы двигателя; использованием тепла от внешнего источника; применением средств, обеспечивающих холодный пуск двигателя.

Таблица 22.1

Системы аккумулирования тепла

Вместимость теплового аккумулятора, л	4,6	5	7,5	9
Габариты, мм	164 × 340	164 × 370	164 × 513	164 × 596
Теплоемкость (от –20 °С до +90 °С), Дж/К	550	600	900	1070
Масса прибора, кг	2,4	2,6	3,3	3,8
Общая масса, включая жидкость, кг	7,0	7,6	10,8	12,8

Сохранение тепла в двигателе от предыдущей работы. При этом способе сохранение тепла обеспечивается применением стеганых чехлов, закрывающих радиатор и капот автомобиля. Аккумуляторная батарея утепляется чехлом и слоем стекловаты толщиной до 30 мм. Чехлами можно также утеплять картер двигателя, топливный бак и масляные фильтры.

Продолжительность остывания двигателя до допустимых пределов при утеплении чехлами и скорости ветра 1–5 м/с колеблется от 8 ч при 0 °С до 0,5 ч при –30 °С. Этот способ применяется при остановках автомобилей в пути или при его кратковременных стоянках в условиях умеренно низких температур. Применение чехлов при подводе тепла к агрегатам от внешнего источника уменьшает расход тепла на 40–50%.

Кроме того, для сохранения тепла применяются системы аккумулирования (табл. 22.1). Система, как правило, состоит из стального термоизолирующего корпуса цилиндрической формы и смонтированного на нем интегрированного термостата, контролирующего работу электрического жидкостного насоса, клапана, отвечающего за поступление охлаждающей жидкости и всей системы охлаждения в целом. Аккумулятор тепла монтируется в систему охлаждения автомобиля. Его вместимость составляет примерно 50% объема жидкости системы охлаждения. Конструкция аккумулятора позволяет сохранить температуру находящейся в нем жидкости на уровне 80 °С при наружной температуре –25 °С до трех сут. Во время движения автомобиля электронный термостат регулярно контролирует температуру двигателя. Когда двигатель достигает оптимальной для работы температуры, холодная жидкость медленно поступает обратно в систему охлаждения за счет регулирующего клапана, заменяя горячую охлаждающую жидкость, которая может быть использована при следующем холодном пуске.

Перед пуском двигателя насос аккумулятора закачивает горячую жидкость в блок двигателя, а часть холодной жидкости поступает в аккумулятор. Тем самым обеспечивается быстрый разогрев двигателя. При –25 °С уже через 1,5–2 мин температура двигателя поднимается до 20–22 °С, существенно облегчая пуск двигателя.

К достоинствам аккумуляторов тепла можно отнести их полную независимость от каких-либо источников энергии. К недостаткам – возникающие проблемы их установки, особенно на современный легковой автомобиль, из-за плотности компоновки агрегатов и узлов в подкапотном пространстве. Кроме того, использование таких систем не позволяет сохранить тепло агрегатов трансмиссии, осуществить интенсивный разогрев масла в поддоне картера двигателя.

Использование тепла от внешнего источника. Для пуска двигателя эта группа способов применяется при длительном хранении автомобиля, в том числе и в меж-

Таблица 22.2

Получение теплоносителя для группового подогрева

Источник тепла	Горячая вода	Пар	Горячий воздух	Газовоздушная смесь
Водогрейный котел	В теплообменнике	–	В теплообменнике	–
Паровой котел, промышленная паровая сеть	То же	Непосредственно в котле или от сети	То же	–
Теплогенератор или огневой подогреватель	"	–	"	В теплогенераторе или огневом подогревателе
Электрокалориферы или электронагреватели	В электронагревателе	–	В электрокалорифере	–

сменное время. При этом тепло от внешнего стационарного источника, размещенного на территории предприятия, может быть использовано в режиме группового подогрева двигателя или его разогрева (табл. 22.2).

Степень подогрева (разогрева) двигателя оценивают по температуре охлаждающей жидкости в рубашке охлаждения блока цилиндров. Учитывая, что при длительном подогреве разница в температурах рубашки охлаждения и наиболее холодных частей двигателя (подшипников коленчатого вала) меньше, чем при разогреве, температура в головке цилиндров должна быть при подогреве 40–60 °С, а при разогреве 80–90 °С.

Разогрев горячей водой заключается в том, что горячая вода непосредственно от водогрейного котла по трубам при помощи насосов подается через гибкий шланг в систему охлаждения двигателя. Отвод воды осуществляется через сливной кран по отводным шлангам в котел. Таким образом, устанавливается циркуляция горячей воды по замкнутому контуру двигателя. При этом давление воды должно быть не менее 30–35 кПа, а температура – не более 90 °С. Применение этого способа в настоящее время ограничено.

Наиболее простым методом разогрева двигателя является проливка системы охлаждения горячей водой температуры 85–90 °С при открытых сливных кранах двигателя.

Для обеспечения пуска двигателя при температуре воздуха выше –10 °С достаточно объема горячей воды, равного вместимости системы охлаждения; при температуре от –10 до –20 °С необходимо 1,5–2 таких объема воды; при более низких температурах – не менее 2,5–3 объемов.

Разогрев и подогрев двигателей паром применяется при наличии пара в автотранспортных предприятиях. Используют один из двух способов: без возврата конденсата и с его возвратом. В первом случае пар от котла направляется к подогреваемому двигателю и вводится в его систему охлаждения через горловину радиатора; в системе охлаждения пар отдает тепло и конденсат стекает на площадку. Основным преимуществом данного способа является простота и высокая интенсивность процесса. К числу его недостатков следует отнести: возможность образования трещин блока вследствие местных перегревов (при охлаждении 1 кг пара на 1°С выделяется 2260 кДж, а воды – 4,2 кДж); необходимость постоянного питания котлов свежей водой взамен безвозвратно потерянного конденсата и, следова-

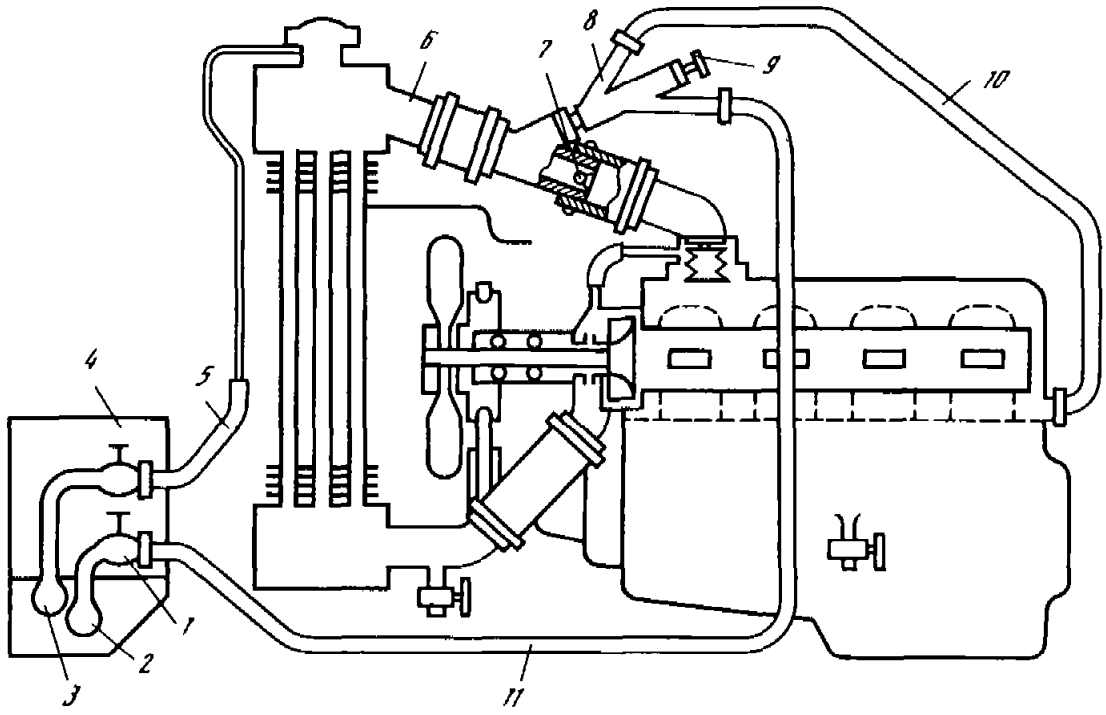


Рис. 22.8. Схема устройства подогрева двигателей горячей водой или паром

1 – вентили; *2* – теплотрасса; *3* – конденсатопровод; *4* – шкаф; *5* – шланг пароотводной трубки; *6* – нагнетательный трубопровод; *7* – обратный клапан; *8* – инжектор; *9* – маховичок регулировочной иглы инжектора; *10* – всасывающий трубопровод; *11* – шланг теплотрассы

тельно, усиленное отложение накипи в котлах; образование стекающим на площадку конденсатом наледей, затрудняющих подход к автомобилю, что требует систематической уборки площадки и может привести к травмам.

Разогрев паром двигателя и его систем, а также агрегатов трансмиссии, ходовой части в автобусных парках может выполняться на специализированных постах обогрева, размещенных в зоне ЕО, на которые отбуксируется автобус. Через направленные сопла под автобус по всему периметру подается пар, вследствие чего осуществляется интенсивный разогрев автобуса и его агрегатов. При этом конденсат, скапливаясь на поверхности агрегатов и деталей автобуса, скатывается вниз на решетчатую площадку обогрева.

Применение обогрева с возвратом конденсата приводит к усложнению оборудования пароподогрева за счет строительства возвратного трубопровода. Интенсивность обогрева двигателей меньше, чем при первом способе, так как не весь пар конденсируется в системе охлаждения.

Устройство подогрева горячей водой или паром имеет шкаф *4* (рис. 22.8), в котором располагаются присоединительные вентили теплотрассы *2* конденсатопровода *3*. Система охлаждения автомобиля через стояки с вентилями *1* и дюритовые шланги *5* и *11* с ниппельными гайками на концах подсоединяется к теплотрассе *2* и конденсатопроводу *3*. Давление воды или пара в теплотрассе – от 0,03 до 0,15 МПа. Вращая маховичок *9* регулировочной иглы инжектора, устанавливают интенсивность подогрева двигателя. К моменту выхода автомобиля на линию температуру в системе охлаждения доводят до 80 °С. Расход пара при этом составляет 4–6 кг на один разогрев, время разогрева 15–30 мин.

Разогрев и подогрев двигателя горячим воздухом находят все более широкое применение. Для этого площадки безгаражного хранения оборудуют установками, состоящими из узлов подогрева, подачи и распределения воздуха. Узел подогрева воздуха компонуется из электрических калориферов или огневых подогревателей

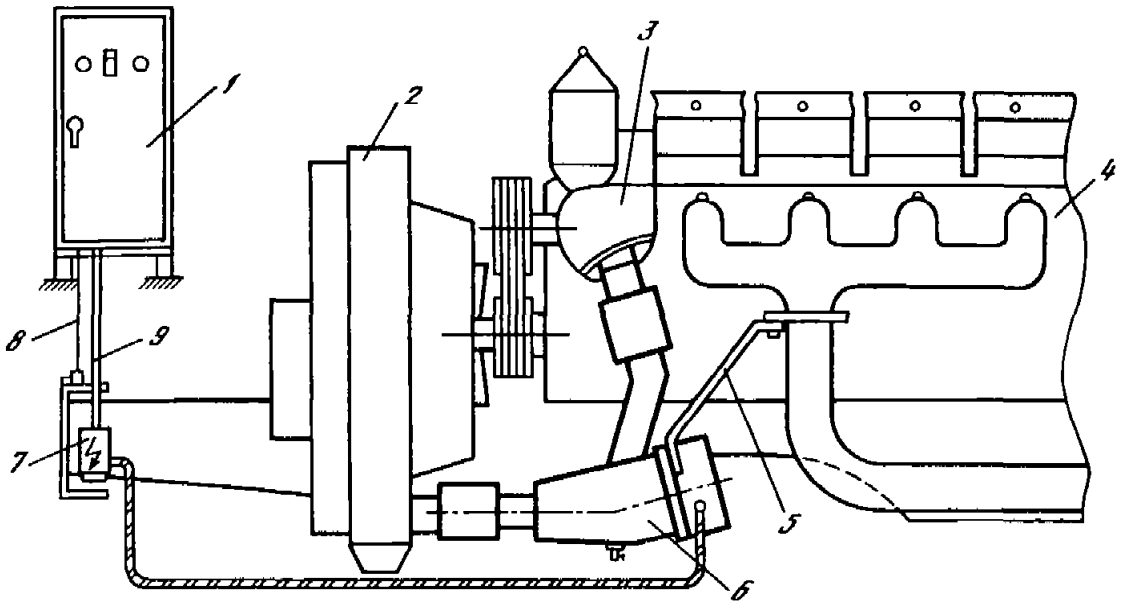


Рис. 22.9. Схема электроподогрева ОН-338 двигателей автомобилей КамАЗ

1 – аппаратный шкаф; *2* – радиатор системы охлаждения двигателя; *3* – водяной насос; *4* – контур циркуляции системы охлаждения двигателя; *5* – дополнительный кронштейн крепления теплообменника к двигателю; *6* – теплообменник; *7* – соединительная коробка со штепсельным разъемом; *8* – гибкий провод заземления; *9* – соединительный кабель

рекуперативного типа. В огневых калориферах воздух нагревается за счет сжигания твердого, жидкого или газообразного топлива. Применяются огневые калориферы типа ВПТ-400, ВПТ-600, ВП-1, АПВ 280/190 или их аналоги. Для подачи воздуха в калориферы применяются вентиляторы ВР или ЭВР-4, ЭВР-6, СВМ № 5 и др. Вентилятор устанавливают перед калорифером, чтобы обеспечить подачу холодного воздуха. Горячий воздух от калорифера подается к автомобилю посредством утепленных трубопроводов. При этом возможен обогрев аккумуляторной батареи и агрегатов трансмиссии.

Способ разогрева и подогрева двигателя с использованием электроэнергии быстро распространяется в последние годы. Устройства для электрического разогрева (подогрева) двигателей просты по конструкции и удобны в эксплуатации. Наиболее широкое применение получили электронагревательные элементы с закрытыми твердыми проводниками тока. Система электроподогрева ОН-338 двигателей автомобилей КамАЗ (рис. 22.9) включает в себя узлы, монтируемые на автомобиле и устанавливаемые на площадках хранения.

На автомобиле монтируют теплообменник *6*, который посредством подводящего и отводящего патрубков включен в контур циркуляции системы охлаждения двигателя *4* между радиатором *2* и водяным насосом *3*; соединительную коробку *7* со штепсельным разъемом для подключения к аппаратному шкафу *1*. В нижней части теплообменника имеется краник для слива охлаждающей жидкости, а также предусмотрено дополнительное крепление *5* теплообменника к двигателю. В корпус теплообменника вмонтирован теплоэлектронагреватель (ТЭН) мощностью 2,5 кВт.

На площадке хранения автомобилей устанавливают аппаратный шкаф, в котором размещены пускорегулирующая и защитно-отключающая аппаратура, а также контур заземления электрооборудования. Теплообменник с электронагревательным элементом подключают к аппаратному шкафу соединительным кабелем *9* через разъемы, находящиеся в аппаратном шкафу и соединительной коробке. Заземляют автомобиль гибким проводом *8*, соединяющим корпус автомобиля с контуром заземления электрооборудования. Прогрев двигателя и узлов

системы охлаждения обеспечивается термосифонной циркуляцией охлаждающей жидкости через теплообменник.

Тепловая подготовка автомобильных двигателей с помощью инфракрасных излучателей основана на физических свойствах инфракрасных лучей, которые поглощаются в очень тонком слое твердого тела, вызывая его нагрев, и практически не поглощаются чистым воздухом. Излучатели, или горелки, представляют собой плитку из керамики с большим количеством каналов малого диаметра. Плитка закрепляется в металлическом корпусе и ограждается металлической сеткой. При работе горелки сгорание газа происходит в каналах керамической плитки. В результате поверхность керамики разогревается до температуры 700–950 °С и выделяет лучистую энергию, которая в нагреваемом предмете превращается в тепловую. Для тепловой подготовки автомобильных двигателей используются серийно выпускаемые промышленностью газовые инфракрасные излучатели, на базе которых разработаны автомобильные подогреватели, состоящие из теплообменника, последовательно включенного в систему охлаждения двигателя, и инфракрасного излучателя.

Применяемые в стационарных условиях горелки монтируются на площадке стоянки на расстоянии 300–500 мм от обогреваемого агрегата. Площадка оборудуется специальными упорами для колес и направляющими, исключающими неточности при установке автомобилей над горелками и их повреждение. Подогреватель монтируется под картером двигателя, причем инфракрасный излучатель является съемным элементом и составляет принадлежность установки, а не автомобиля. Беспламенный нагрев жидкости в теплообменнике вызывает термосифонную циркуляцию в системе охлаждения. В качестве топлива в подогревателях используют сжатый природный и сжиженный нефтяной газ. Различают пять видов тепловой подготовки:

- стационарный предпусковой разогрев с подачей газа автомагистральной сети;
- стационарный предпусковой разогрев с использованием группы баллонов;
- газоподогрев с использованием передвижной установки с баллоном для сжиженного газа;
- газоподогрев с использованием остатков природного газа из баллонов передвижного газозаправщика;
- индивидуальный газоподогрев с использованием сжатого природного газа от системы питания газобаллонного автомобиля.

Устройство индивидуального газоподогрева предназначено для использования на газобаллонных автомобилях и обеспечивает надежный пуск их двигателя при температуре окружающего воздуха до –30 °С. Время разогрева составляет 1–1,5 ч. Расход газа в режиме подогрева уменьшает запас хода на 10–15 км.

Основным преимуществом газоподогрева, по сравнению с другими способами, является относительно низкая стоимость.

Индивидуальные предпусковые подогреватели и отопители электрические (рис. 22.10) *и топливные (воздушные и жидкостные)* (рис. 22.11) нашли широкое применение в практике технической эксплуатации автомобилей.

К первой группе относятся изделия, у которых основным элементом является электронагреватель закрытого типа, внутри которого смонтирована спираль накаливания. Одновременно эта спираль играет роль предохранителя, защищая двигатель от перегрева. Для монтажа элемента на блоке двигателя используются технологические отверстия либо лючки системы охлаждения. При выборе типа нагревающего элемента учитываются объем системы охлаждения, расстояние между стенками рубашки охлаждения, толщина и материал стенок блока цилиндров. Обогрев двигателя происходит за счет конвективного теплообмена и термосифонной циркуляции жидкости в системе охлаждения. Если конструкция блока двигателя не позволяет использовать данный тип подогревателя, то можно

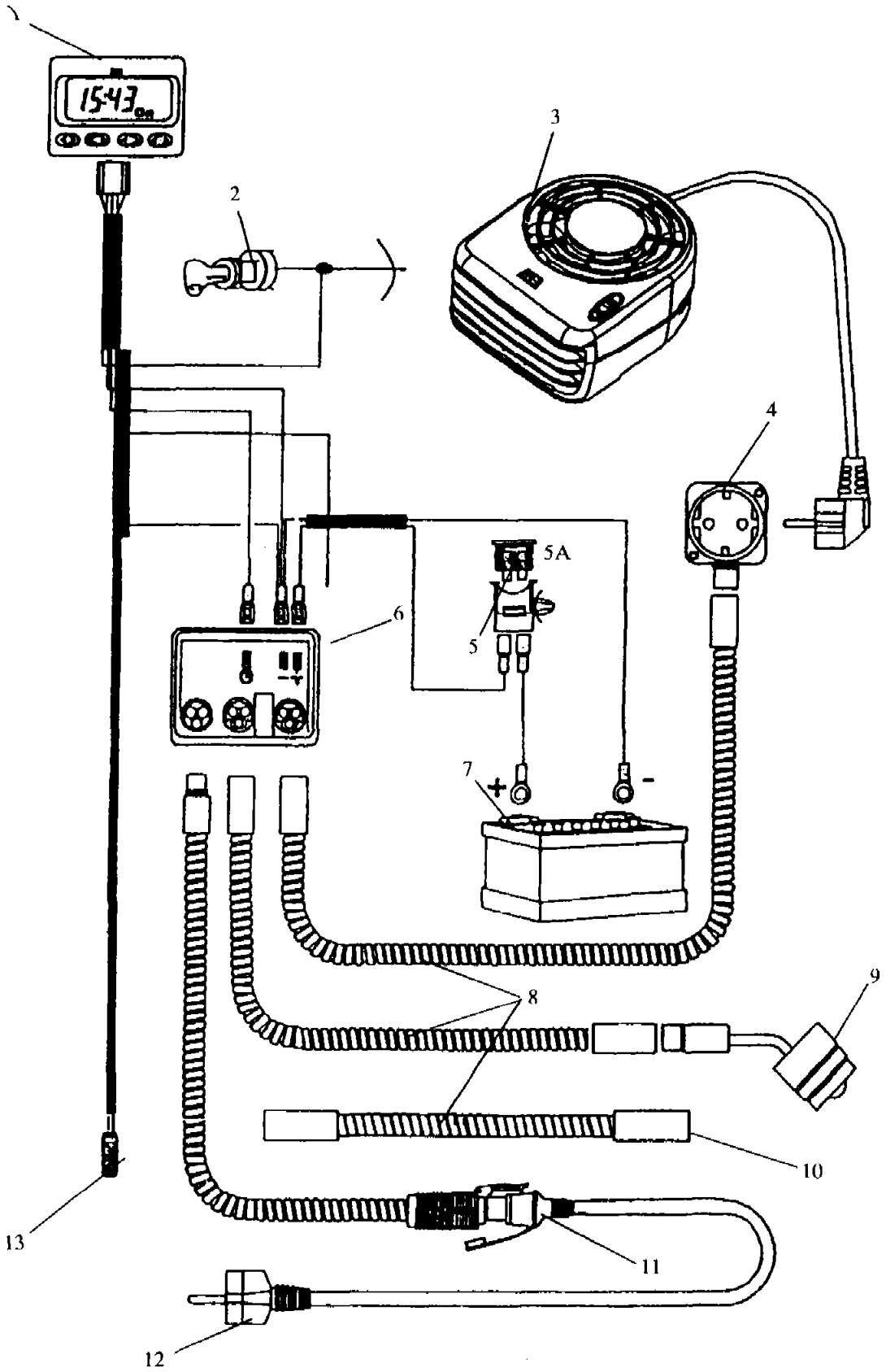


Рис. 22.10. Принципиальная структурная схема модульной системы предпускового электроподогрева легковых автомобилей

1 – блок управления; *2* – замок зажигания; *3* – электрообогреватель салона; *4* – розетка обогревателя салона; *5* – предохранитель; *6* – зарядное устройство; *7* – аккумуляторная батарея; *8* – удлинительный бронированный кабель; *9* – нагревательный элемент системы охлаждения двигателя; *10* – штекерные разъемы; *11* – розетка; *12* – вилка для подключения к сети 220 В; *13* – датчик контроля температуры за бортом

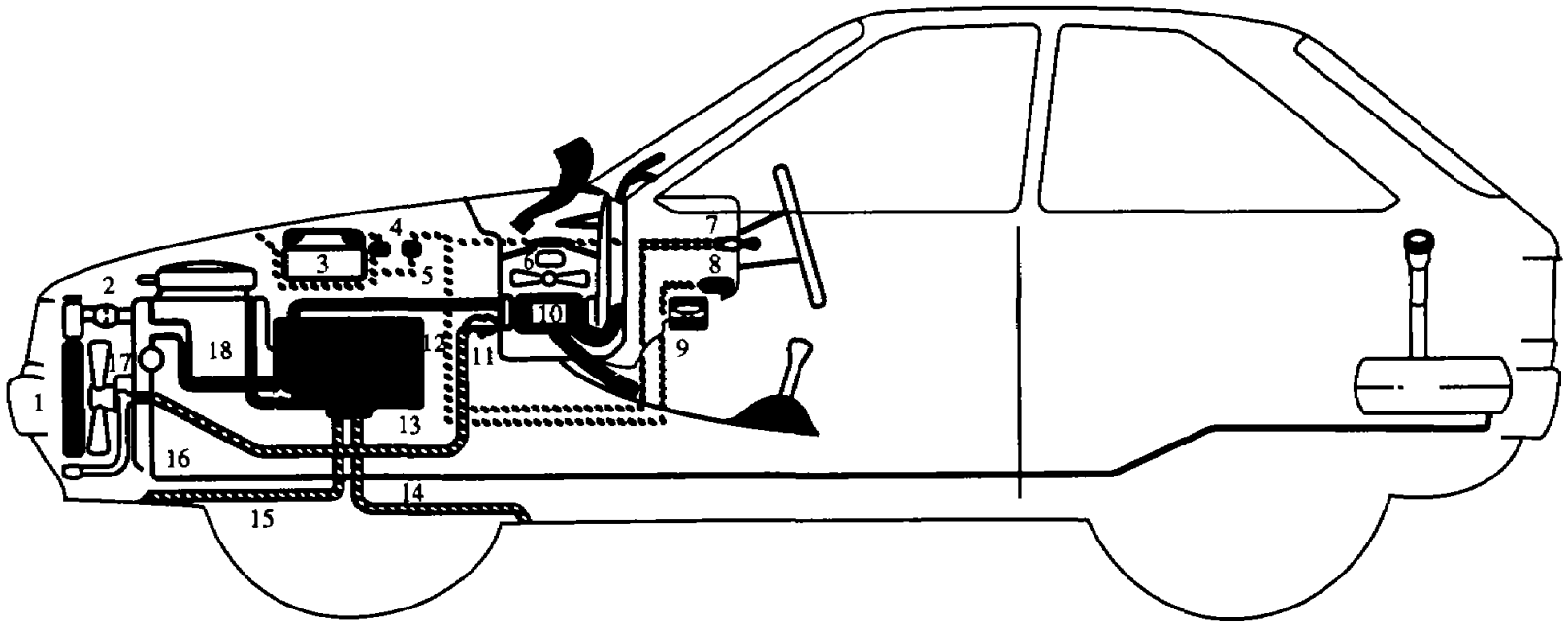


Рис. 22.11. Расположение элементов автономного жидкостного отопителя (АЖО)

1 – радиатор; *2* – термостат; *3* – аккумулятор; *4* – предохранитель; *5* – реле включения вентилятора штатного отопителя салона (ШОС); *6* – вентилятор ШОС; *7* – выключатель ШОС; *8* – аварийная блокировка; *9* – таймер; *10* – ШОС; *11* – регулировочный кран ШОС; *12* – блок управления АЖО; *13* – АЖО (с топливным и циркуляционным насосом – не показаны); *14* – отвод газов (глушитель); *15* – подвод воздуха; *16* – подвод топлива; *17* – насос системы охлаждения; *18* – двигатель автомобиля

применять подогреватели со специальными фланцами, контактные или блоковые шланговые, врезаемые в систему охлаждения. Для обогрева двигателей воздушного охлаждения предназначены специальные подогреватели, устанавливаемые непосредственно в масляный картер двигателя. Они же могут быть использованы и на двигателях с жидкостным охлаждением для подогрева масла.

Время прогрева двигателя зависит от температуры окружающего воздуха. Как показала практика, примерно через 3 ч после подключения подогревателя к сети переменного тока 220 В температура системы охлаждения двигателя в среднем на 50 °С превышает температуру окружающего воздуха. После достижения теплового равновесия температура двигателя не поднимается, а тепловая энергия рассеивается в воздухе. Подогреватель двигателя может находиться в подключенном состоянии очень долго, не вызывая опасения, что сам подогреватель или двигатель повредятся от перегрева. Дальнейшая работа подогревателя при отсутствии термореле не дает значительного эффекта и приводит только к ненужным затратам электроэнергии.

Для обогрева салона существуют модели подогревателей (см. рис. 22.10) *3* мощностью 1400 и 2000 Вт и габаритами 75 × 146 × 165 мм и 90 × 200 × 200 мм соответственно. Они могут быть легко установлены практически в любом месте салона, не влияя на его дизайн. Особенностью салонных обогревателей является применение устройства, позволяющего автоматически регулировать мощность обогревателя в зависимости от температуры всасываемого воздуха. По мере повышения температуры воздуха в салоне мощность нагрева постепенно уменьшается. Таким образом, салон эффективно прогревается при минимальном использовании электроэнергии. Для обеспечения безопасности внутрисалонные обогреватели имеют предохранители, которые отключают обогреватель, если температура в салоне достигает 25–30 °С. Повторное включение возможно примерно через 30 мин после остывания.

В схему управления электроподогревателем включено зарядное устройство *6*, позволяющее подзарядить аккумуляторную батарею *7* при хранении автомобилей, что особенно важно для современных автомобилей, имеющих большое количество потребителей электроэнергии.

Зарядное устройство имеет массу 240–300 г, выполнено в водозащитном корпусе и защищено от короткого замыкания и переполюсовки питания. Отличительной чертой этого устройства является способность самостоятельно определять степень разряда аккумулятора и автоматически в процессе заряда регулировать зарядный ток. При достижении напряжения 14,4 В зарядное устройство переходит в режим подзарядки. В режиме подзарядки сила тока падает до 0,8 А, а напряжение – до 13,7 В. Работа зарядного устройства контролируется встроенным светодиодом и начинается сразу после подключения системы к сети 220 В. Зарядное устройство может работать и в теплое время года. Таким образом, аккумулятор постоянно поддерживается в рабочем состоянии, что значительно увеличивает срок его службы и облегчает пуск.

Управляет работой всего комплекса блок управления *1*. Габариты прибора позволяют легко разместить его в любом месте панели и даже на противосолнечном козырьке. Блок позволяет запрограммировать два времени включения начала движения автомобиля, например в 8 и 18 ч. При этом можно задать время подогрева автомобиля в ручном (1, 2 и 3 ч) или автоматическом режимах. При установке автоматического режима система в зависимости от температуры воздуха определяет и регулирует необходимое время для подогрева автомобиля. Кроме того, на дисплей блока управления может выводиться информация о напряжении на клеммах аккумуляторной батареи, о температуре наружного воздуха, предупреждение о гололеде.

Для подключения к электрической сети используется патентованная влаго- и грязезащищенная розетка *11*, полностью исключающая неправильное подключение силового кабеля. Малые габариты и аккуратный дизайн позволяют разместить ее за облицовкой радиатора (или врезать в бампер).

Топливные отопители предназначены для облегчения пуска двигателя и обогрева салона (кабины) автомобилей при низких температурах окружающего воздуха. Эксплуатируются отопители на бензине и дизельном топливе (т.е. они работают на том же топливе, что и двигатель автомобиля) от бортовой сети 12 и 24 В.

Топливные отопители можно разделить на жидкостные и воздушные. В первом случае отопитель врезается в систему охлаждения двигателя (см. рис. 22.11). Для обеспечения движения охлаждающей жидкости используется, как правило, циркуляционный насос. Подогретая жидкость поступает в двигатель и в отопитель салона. За час работы в зависимости от мощности агрегат прокачивает от 500 до 700 л охлаждающей жидкости (существуют модели, способные прокачать за час 6000 л жидкости), потребляя при этом от 250 г до 1 л бензина. Жидкостные отопители при температуре воздуха –20 °С способны прогреть двигатель до 55 °С и салон автомобиля до 20 °С за 40–45 мин работы.

Воздушные отопители предназначены только для обогрева салонов, кабин автомобилей. У наиболее часто встречающихся воздушных отопителей пропускная способность составляет от 70 до 218 м^3 воздуха за час работы. Для управления отопителями существуют как механические, так и электронные таймеры. Некоторые модели отопителей оснащены дистанционной системой управления (типа Telestart), способной управлять работой отопителя на расстоянии до 600–1000 м.

Преимуществами индивидуальных подогревателей являются разогрев двигателей в любых условиях независимо от источника энергии и возможность использования в качестве охлаждающей жидкости антифриза. Кроме того, практика показывает, что при использовании предпускового подогревателя двигателя на легковых автомобилях расход топлива сокращается на 0,1–0,5 л в расчете на один пуск. За зимний сезон эксплуатации владельцу легкового автомобиля приходится в среднем осуществить 300–500 пусков двигателя, следовательно, за это время можно сэкономить от 30 до 150 л топлива.

Недостаток индивидуальных подогревателей – относительно высокая стоимость и недостаточный подогрев коренных и шатунных подшипников коленчатого вала.

Организационно-технические мероприятия зимней эксплуатации. Помимо применения специальных устройств и методов эксплуатация автомобилей при низких температурах обеспечивается

- тщательным и своевременным выполнением ТО при проведении сезонного обслуживания, особенно по системам питания, зажигания, охлаждения и смазки (см. гл. 8, 11 и 12);
- применением соответствующих сезону топлив, масел, эксплуатационных жидкостей и шин;
- использованием депрессорных присадок к топливу и маслам, облегчающих пуск;
- применением пусковых жидкостей.

Многообразие условий, в которых эксплуатируются автомобили в зимнее время, и широкий набор различных средств и способов, облегчающих пуск, требуют обоснованного их выбора (рис. 22.12). Степень готовности автомобиля к работе в зимнее время определяется температурным состоянием его узлов, механизмов и агрегатов, т.е. его температурным полем, которое для каждого агрегата перед началом пуска (прогрева) оценивается средней температурой наиболее нагретой и наиболее холодной точек.

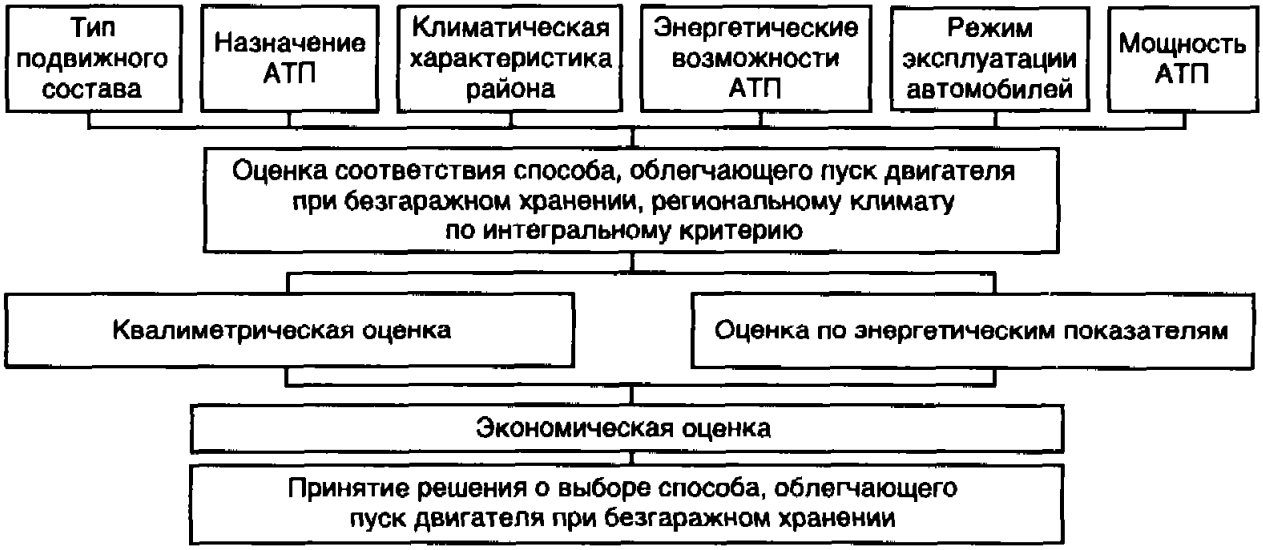


Рис. 22.12. Схема выбора способа облегчения пуска двигателя

Определяющими показателями при подготовке к работе при низких температурах воздуха ($t_в$) являются температуры:

- двигателя +20 °С;
- масляного фильтра (по степени надежности подачи отфильтрованного масла) +15 °С;
- аккумуляторной батареи (по возможности пуска двигателя стартером) –5 °С;
- коробки передач (по сопротивлению проворачиванию) –10 °С;
- салона кабины (по условиям работы водителя) +5 °С.

Для сравнения фактически получаемого теплового поля с граничными величинами МАДИ для ряда групповых способов, облегчающих пуск двигателя, разработаны номограммы. На рис. 22.13 подобная номограмма приведена на примере двигателя. В номограмме по оси абсцисс нанесена шкала температур бензинового двигателя грузового автомобиля средней грузоподъемности, а по оси ординат – шкала температур окружающего воздуха. Вертикальной линией, параллельной оси ординат, обозначена граница температуры (+20 °С), до которой необходимо прогреть данный агрегат (элемент).

Наклонные линии характеризуют фактическое температурное состояние двигателей при различных способах, облегчающих пуск. В левом верхнем квадранте построен график $\varphi(t)$, характеризующий потерю эффективности функционирования агрегата (элемента) в случаях его недостаточного по отношению к граничным величинам обогрева.

Потери эффективности получены путем нормирования характеристик фактического функционирования элемента при реальных температурах по отношению к данным о функционировании того же элемента при граничных значениях температур. При построении такой характеристики в качестве меры потери эффективности могут быть использованы сведения об износе двигателя при холодном пуске и температуре $t_в$ в единицах эквивалентного пробега:

$$L_э(t) = \frac{270}{t_в + 40}. \qquad (22.4)$$

При граничном значении температуры $t_в = 20$ °С $L_э(20\ °С) = 4{,}5$ км.

Нормирование износа по отношению к "граничным износам", т.е. износам при граничной температуре, позволяет оценить их величину при любой температуре в

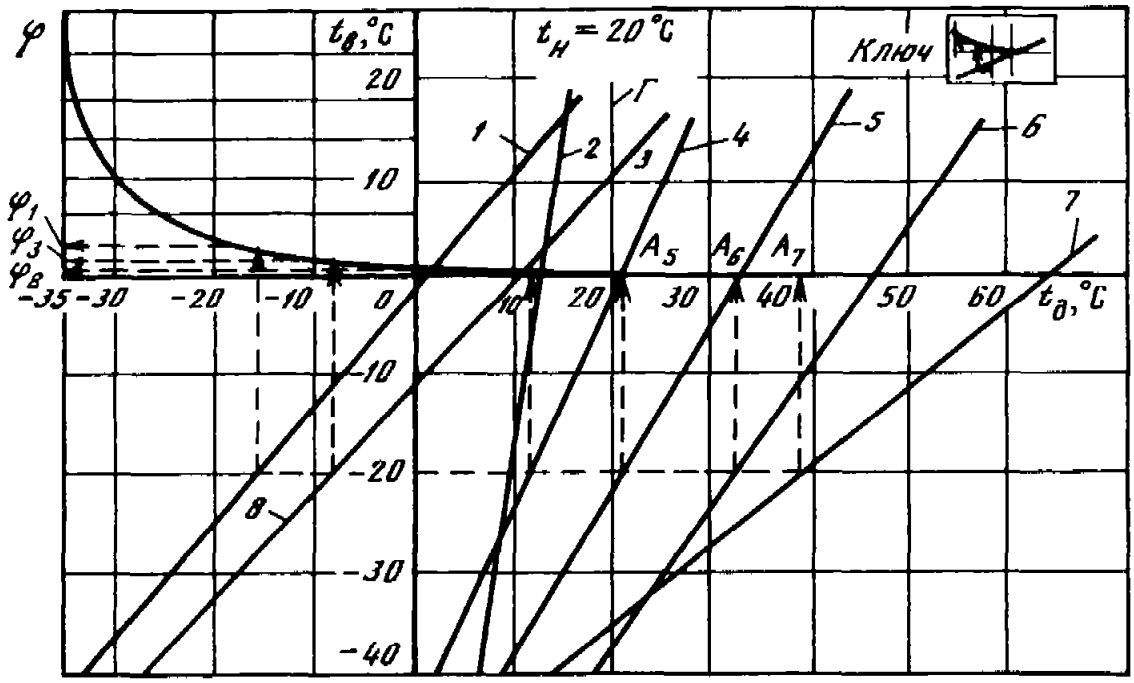


Рис. 22.13. Номограмма для оценки способов тепловой подготовки двигателя по температурному состоянию

$\varphi(t)$ – функция потери эффективности; *1* – электроподогрев масла в картере двигателя при безгаражном хранении; *2* – воздухоразогрев; *3* – разогрев стационарной газовой горелкой; *4* – воздухоподогрев; *5* – разогрев подачей воздуха в картер двигателя; *6* – водоподогрев; *7* – электроподогрев; *8* – подогрев стационарной газовой горелкой; *Г* – линия разграничения, соответствующая t = 20°С

безразмерных единицах:

$$\varphi(t_в) = \frac{L_э(t)}{L(20\,°C)} = \frac{270}{(t_в + 40)\cdot 4{,}5} = \frac{60}{t_в + 40}.$$

Например, при $t_в$ = –20 °С $\varphi(t) = \dfrac{60}{(-20)+40} = 3$ при $t_в$ = –30 °С $\varphi(t_в) = 6$ и т.д.

Оценка тепловой подготовки каждого из агрегатов проводится в соответствии с ключом, имеющимся на номограммах.

Линии *1–8* на рис. 22.13, располагающиеся справа от вертикальной линии *Г* (20 °С), относятся к случаям, когда способ облегчения пуска двигателя соответствует требованиям тепловой подготовки агрегата. Часть линий номограммы, расположенных левее линии *Г*, соответствует неполной тепловой подготовке, так как в этом случае имеют место потери эффективности по выбранному критерию.

Например, у способов, обозначенных номерами *3* и *8* (подогрев и разогрев инфракрасными лучами), при $t_в$ = –20 °С потери эффективности оцениваются отрезком $\varphi_{3,8}$, в то время как у способа, обозначенного позицией *1* (электроподогрев масла в картере двигателя), потери эффективности оцениваются отрезком φ_1. Из рисунка видно, что при температуре воздуха $t_в$ = –20 °С $\varphi_1 > \varphi_{3,8}$, т.е. износы двигателя при электроподогреве или разогреве инфракрасными лучами меньше.

Номограмма позволяет определить и случаи излишнего расхода энергии, приводящие к перегреву двигателя. Так, при $t_в$ = 20 °С применение способов *5–7* приводит к перегреву двигателя. Перегрев оценивается длиной отрезков по оси абсцисс, обозначенных A_5, A_6, A_7.

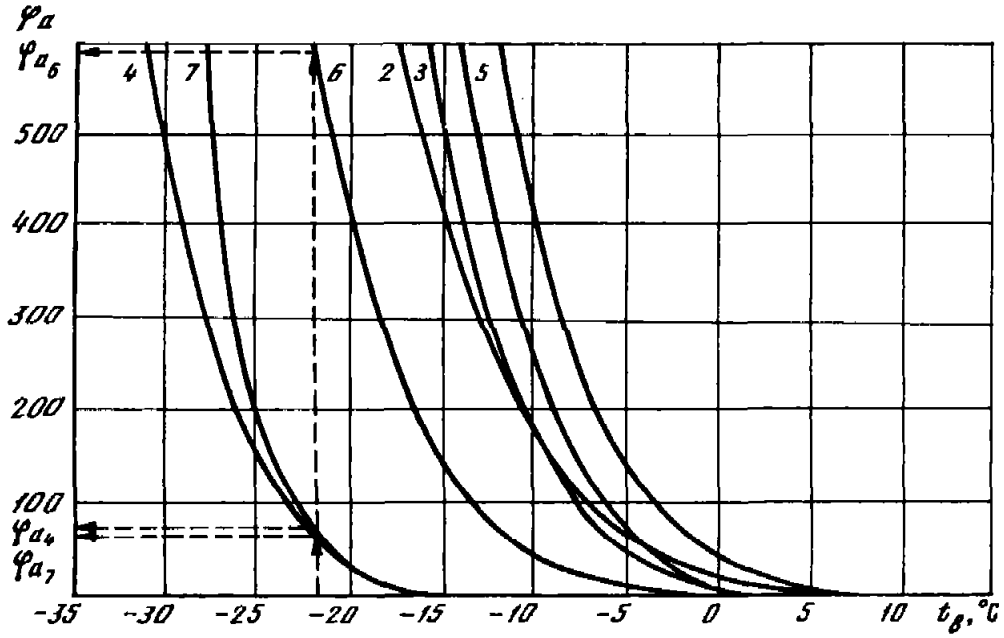


Рис. 22.14. Оценка различных способов тепловой подготовки двигателя по интегральным показателям

Обозначения см. на рис. 22.13

Для интегральной оценки теплового состояния автомобиля применяется номограмма (рис. 22.14), по оси абсцисс которой отложены температура окружающего воздуха, а по оси ординат – значение интегральной функции суммарных потерь эффективности всего автомобиля в целом $\varphi_a(t)$.

При построении номограммы использованы и суммированы с учетом степени важности данные дифференциальной оценки обогрева агрегатов (см., например, рис. 22.13).

Сравнительная оценка способов облегчения пуска двигателей интегральному показателю проводится в следующем порядке: по оси абсцисс выбирается характерная для региона температура воздуха. Как правило, это средняя температура января, для которой определяются значения показателей $\varphi(t_в)$.

Критерием выбора группового способа, облегчающего пуск двигателя при безгаражном хранении, является минимальное значение $\varphi_a(t)$. Например, при температуре воздуха –22 °С воздухоподогрев (*4*) и электроподогрев двигателей (*7*) более эффективны, чем водоподогрев двигателя (*6*).

Таким образом, возможно выбрать способ исходя из технологических возможностей. Однако каждый пуск автомобиля при низких температурах сопровождается потерей энергии $Q_п^i$, зависящей от температуры окружающего воздуха и применяемого способа облегчения пуска (рис. 22.15).

Оценка способов облегчения пуска двигателей автомобилей *по энергетическим показателям*, разработанная МАДИ, основана на определении и сравнении годовых энергетических затрат $Q_Г^i$ в различных климатических условиях:

$$Q_Г^i = \sum_{t_{min}}^{t_{max}} Q_п^i N_t, \qquad (22.5)$$

где N_t – число пусков, соответствующих определенному интервалу отрицательной температуры (обычно Δt = 5 °С), t_{min}, t_{max} – минимальная и максимальная температуры, соответствующие зимнему периоду эксплуатации. При расчетах принимается t_{max} = 0 + +5 °С.

Рис. 22.15. Затраты энергии (теплоты) на один пуск при обогреве двигателей в зависимости от температуры окружающей среды

Обозначения см. на рис. 22.13

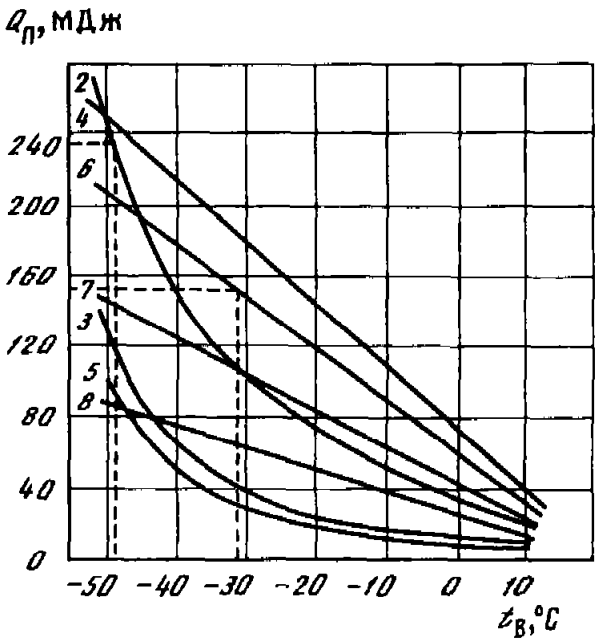
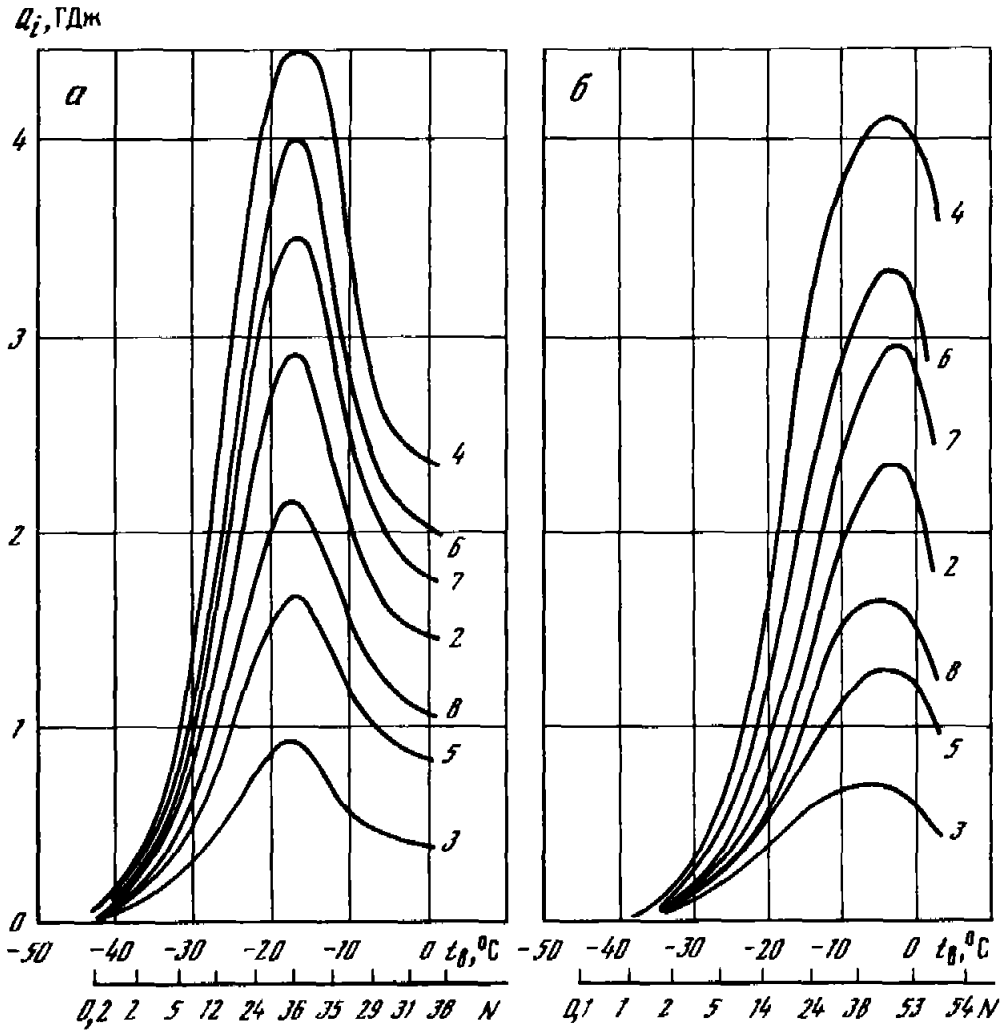


Рис. 22.16. Затраты энергии на обогрев двигателей грузового автомобиля средней грузоподъемности при безгаражном хранении в зимний период

а – Иркутск; *б* – Москва. Обозначения см. на рис. 22.13



Так как число дней с отрицательными температурами в разных климатических районах существенно различается, то в зависимости от способа облегчения пуска будут изменяться затраты на один пуск (см. рис. 22.15) и годовые энергетические затраты (рис. 22.16).

Экономическая оценка и обоснование выбора способов облегчения пуска дви-

гателя основаны на сопоставлении всех видов затрат, включая и капиталовложения при сравниваемых способах, с получаемым экономическим эффектом в результате экономии топлива, повышения ресурса автомобиля и повышения производительности.

Экономические показатели различных способов, облегчающих пуск, в большой степени определяются

- условиями расположения и режимом работы автотранспортного предприятия; видом и стоимостью доступного источника энергии;
- расположением теплотрассы относительно территории АТП; наличием котельной, ТЭЦ вблизи АТП; наличием и стоимостью строительных материалов;
- продолжительностью зимнего периода в регионе и др.

22.4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ И ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Автомобильные дороги пересекают горы и хребты на больших высотах (1500–2000 м над уровнем моря) по перевалам. Для таких дорог характерны большие (до 10–12%) продольные уклоны, серпантины (до 10 на 1 км пути), значительная извилистость (15–18 поворотов на 1 км) с закруглениями малых радиусов (8–10 м), недостаточная ширина проезжей части и земляного полотна, деформация покрытий и плохая видимость. Отдельные участки дорог разрушаются во время ливней и дождей.

Кроме того, погода в высокогорных районах неустойчива: в течение суток наблюдаются большие колебания температуры. Так, например, в летнее время днем на солнце температура может достигать +30 ÷ +40 °С, а ночью падать до –5 ÷ –10 °С. В зимнее время часты заносы и гололедица.

Перечисленные факторы влияют на надежность автомобилей (табл. 22.3), затрудняют движение транспорта, снижают скорость, повышают транспортные расходы и служат основной причиной дорожно-транспортных происшествий.

Таблица 22.3

Распределение отказов, %, по агрегатам и системам автомобилей КамАЗ-5511 в различных условиях эксплуатации (по данным Турсунова А.А.)

Агрегат и система	Местность		Агрегат и система	Местность	
	горная	равнинная		горная	равнинная
Двигатель	21,5	14,7	Колеса и ступицы	12,0	7,5
Сцепление	4,9	6,3	Рулевое управление	3,5	6,2
Коробка передач	1,7	7,1	Тормоза	16,7	10,3
Карданная передача	3,8	6,3	Электрооборудование	11,0	12,5
Ведущие мосты	3,4	7,1			
Рама	0,3	–	Платформа	4,9	6,3
Подвеска	9,6	5,4	Кабина	4,4	3,6
Передняя ось	2,3	6,7	Автомобиль в целом	100	100

Спецификой горных условий обуславливается ряд особенностей в работе автомобиля. Так, на каждые 1000 м высоты над уровнем моря мощность карбюраторных двигателей автомобилей из-за уменьшения плотности воздуха и снижения весового заряда снижается в среднем на 12%, увеличивается расход топлива, ухудшается работа тормозов с пневматическим приводом.

Сложность вертикального профиля и извилистость горных дорог влияет на режим работы и энергонагруженность тормозных систем автомобилей. Количество торможений на 1 км пути при движении по горным дорогам достигает 10–19, на отдельных участках маршрутов горных дорог температура поверхностей трения достигает у задних тормозных механизмов 460–490 °С, у передних – 270–290 °С. При движении автобуса среднего класса с постоянной скоростью на участке дороги одной и той же протяженности с изменением уклонов в 5 раз (от 2% до 10%) энергонагруженность тормозных механизмов может увеличиться в 17 раз.

Вследствие передачи больших крутящих моментов ведущими колесами при движении на подъем, частых торможений на длительных спусках, а также многочисленных поворотов с малыми радиусами происходит интенсивное изнашивание шин.

Отрицательно сказываются на надежности состояние дорожной сети и сложность профиля дорог. В результате этого в процессе движения более интенсивно используются и, как следствие, менее надежно работают двигатель, тормоза, подвеска (см. табл. 22.3), значительно чаще нарушаются крепления и регулировки. Все это вызывает ускоренный износ деталей и узлов, усталостные явления в них и, в конечном счете, отказ.

Повышенная влажность воздуха в горных условиях, особенно в районах с субтропическим климатом, вызывает ускоренную коррозию клемм электропроводки автомобиля, деталей, узлов, агрегатов, особенно кабины, кузова, оперения и нормалей.

Все это свидетельствует о том, что при эксплуатации автомобиля в горных условиях необходимо обратить особое внимание на техническое состояние органов управления автомобиля, приборов освещения и сигнализации и правильность их установки, проведение крепежных и регулировочных работ.

Для обеспечения нормальной эксплуатации автомобилей в горной местности необходимо произвести техническую подготовку автомобилей к работе в горных условиях, сократить на 40% периодичность ТО и строго выполнять специальные правила вождения в горной местности. Кроме того, практика показывает, что на высоте 3000–4000 м номинальную грузоподъемность автомобилей следует снижать на 25–35%.

Для уменьшения расхода топлива карбюраторными двигателями полезно производить высотное корректирование карбюраторов. В частности, уменьшить пропускную способность жиклеров на 10–20% путем их замены; снизить уровень бензина в поплавковых камерах на 2–3 мм по сравнению с нормой.

Специфическими особенностями зоны жаркого климата, влияющими на надежность автомобилей, являются высокая температура, запыленность, низкая относительная влажность воздуха, солнечная радиация и др. Автомобили, предназначаемые для перевозок в условиях жаркого климата, должны иметь усиленные системы охлаждения двигателя замкнутого типа, устраняющие потери охлаждающей жидкости от испарения, а также масляные радиаторы для охлаждения масла двигателя. На автомобилях, работающих в пустынно-песчаной зоне, необходима усиленная фильтрация воздуха, топлива, масла. Шины, резинотехнические изделия и детали из полимерных материалов, топливо, масло, тормозная жидкость и другие материалы должны быть рассчитаны на обеспечение надежной работы при высоких температурах.

Аккумуляторная батарея должна быть размещена в наименее нагреваемой зоне автомобиля. Кабина водителя, отсек пассажиров должны быть отделены от двигателя надежной теплоизоляцией и иметь оборудование для вентиляции и кондиционирования. Крыша должна иметь эффективную теплоизоляцию от нагрева солнечными лучами.

Для уменьшения нагрева поверхности автомобиля, на которые попадают солнечные лучи, окрашиваются в светлые тона, стойкие к солнечной радиации, на сиденья надеваются легкие чехлы.

При эксплуатации автомобилей в условиях жаркого климата необходимо не допускать использования воды вместо антифриза в системе охлаждения, поскольку появляется накипь, которая ухудшает теплоотдачу, вызывает перегрев, снижает мощность, экономичность и надежность двигателя.

Оптимальный температурный режим двигателей обеспечивают антифризы марок 50 и Тосол А-40. Рациональным является применение автомобилей с усиленными радиаторами и увеличенным числом лопастей вентилятора системами охлаждения. При заправке охлаждающей жидкостью, маслами желательно не проливать их на агрегаты и детали, так как мокрые места быстро покрываются толстым слоем пыли.

В условиях жаркого климата происходит быстрое старение гидравлических масел в связи с ускорением процессов окисления под действием повышенных температур, попаданием в гидросистему пыли и частиц износа трущихся деталей, которые являются катализаторами процессов окисления. Предпочтительными для этих условий являются масла, содержащие антиокислительные и защитные присадки, а для механизмов, работающих в тяжелых условиях при повышенных давлениях (гидроприводы автомобилей-самопогрузчиков, гидротрансформаторы и др.), целесообразно использовать, особенно летом, более вязкие масла.

Естественное снижение надежности и увеличение трудоемкости ТО и ТР автомобилей, работающих в горной местности и при высоких температурах, учитывается ресурсным и оперативным корректированием нормативов технической эксплуатации (см. гл. 8 и 9).

Глава 23

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

23.1. АВТОМОБИЛИ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ

1. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ

Специфические технические, технологические, организационные и другие особенности технической эксплуатации пассажирских автомобилей определяются условиями эксплуатации и требованиями к этим видам перевозок. Рассмотрим их на примере городских маршрутных автобусных перевозок, составляющих 64% городских пассажирских перевозок и 53% всех видов пассажирских перевозок страны.

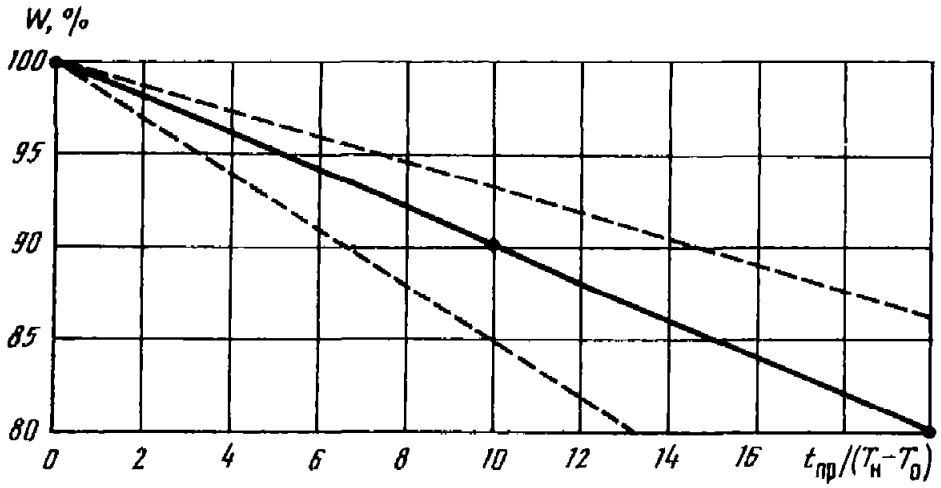


Рис. 23.1. Зависимость величины транспортной работы W от потерь линейного времени $t_{пр}/(T_н - T_0)$ – отношение потерь линейного времени ко времени работы на маршруте

1. Работа по расписанию, соблюдение регулярности перевозок предъявляют повышенные требования к техническому состоянию автобусов, их безотказности в течение смены, а также оперативному устранению возникших линейных отказов (техническая помощь на линии, резервирование и пр.) (рис. 23.1).

2. Эксплуатация на густонаселенных территориях при постоянном взаимодействии с пассажирами, пешеходами требует обеспечения дорожной и экологической безопасности.

3. Обеспечение комфортабельных и безопасных условий перевозок пассажиров определяет требования к техническому состоянию кузова и салона (двери, подножки, окна, сиденья, освещение, вентиляция, отопление, средства эвакуации и связи).

4. Существенная вариация условий эксплуатации автобусов на различных маршрутах движения даже в пределах одного города или региона (табл. 23.1), влияет на большинство показателей работы (табл. 23.2, 23.3). Учет условий эксплуатации осуществляется оперативным корректированием режимов технического обслуживания и уточнением классификации условий эксплуатации для маршрутных автобусов (см. гл. 8).

5. Большая ресурсоемкость (капиталовложения, подвижной состав, производственная база, эксплуатационные затраты) и дотационность городских автобусных перевозок, составляющая от 30 до 80%, требуют проведения целевых мер по экономии всех видов ресурсов и объективности распределения и использования дотации по группам автобусов (парки, колонны, маршруты движения) с учетом условий эксплуатации, состояния производственно-технической базы и персонала.

Таблица 23.1

Характеристика маршрутов движения городских автобусов

Светофоры, ед./км	Повороты, ед./км	Остановки, ед./км	Переключения передач, ед./км	Знак "Уступи дорогу", ед./км	Плотность транспортного потока авт./100м	Количество пассажиров на перегоне, чел.	Скорость, км/ч
0,05–4,32	0,20–2,52	0,73–3,71	5,76–25,32	0–0,76	0,5–11,5	14–115	12,9–27,4

Таблица 23.2

Влияние факторов сложности маршрута движения на показатели работы городских автобусов

№	Фактор	Влияние на				
		расход топлива	ресурс шин	потери линейного времени	напряженность труда водителя	выбросы вредных веществ
1	Дорожные условия	0,17	0,50	0,17	0,17	0,17
1.1	Состояние дорожного покрытия	0,085	0,25	0,11	0,068	0,068
1.2	Угол продольного уклона трассы маршрута	0,029	0,085	0,05	0,034	0,051
1.3	Тип дорожного покрытия	0,056	0,165	0,01	–	–
1.4	Видимость дороги в плане	–	–	–	0,051	–
1.5	Скорость ветра	–	–	–	0,017	–
1.6	Атмосферное давление	–	–	–	–	0,017
1.7	Температура и влажность воздуха	–	–	–	–	0,034
2	Транспортные условия	0,33	0,17	0,33	0,50	0,50
2.1	Плотность движения транспортного потока	0,099	0,051	0,099	0,20	0,20
2.2	Наполняемость салона автобуса по перегонам	0,132	0,068	0,13	0,15	0,15
2.3	Вид перекрестка	0,066	0,034	0,066	0,10	0,10
2.4	Количество полос движения	0,033	0,017	0,033	0,05	0,05
3	Условия движения	0,50	0,33	0,50	0,33	0,33
3.1	Радиус поворотов трассы маршрута	0,05	0,099	0,05	0,099	0,033
3.2	Скорость движения автобуса на перегоне	0,15	0,066	0,15	0,033	0,099
3.3	Длина перегона	0,10	0,083	0,10	0,066	0,066
3.4	Частота плановых и внеплановых остановок	0,20	0,132	0,20	0,132	0,132

Таблица 23.3

Режимы работы двигателя автомобиля, %, при движении в крупных городах

Тип автомобиля	Холостой ход	Разгон	Установившееся движение	Торможение
Легковой	30	25	25	20
Автобус на маршруте				
легком	32	35	28	5
средней сложности	34	40	20	6
тяжелом	40	45	9	6

6. Интенсивная эксплуатация, характеризуемая значительным (250 км и более) среднесуточным пробегом маршрутных городских автобусов, ужесточает требования к организации технического обслуживания и ремонта.

Большинство этих особенностей свойственно и таксомоторным перевозкам, для которых отсутствует жесткая привязка к расписанию движения и маршрутам (кроме маршрутных такси).

Режимы движения автомобилей, степень загрузки их салона, конструктивные особенности и техническое состояние автомобильных дорог достаточно часто изменяются, поскольку таксомоторы осуществляют перевозки пассажиров как в центральной, так и в периферийной части города.

Сравнение указанных режимов с широко известными ездовыми циклами позволяет отметить их существенные различия по соотношению времени работы автомобилей при различных режимах движения, что определяет особенности технической эксплуатации автомобилей-такси и автобусов в различных регионах (корректирование нормативов периодичности, трудоемкости, ресурса, расхода запасных частей, установление индивидуальных норм расхода топлива, ресурса шин, нормативов по экологической безопасности и т.д.).

2. УТОЧНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАРШРУТНЫХ АВТОБУСОВ

В общепринятую классификацию условий эксплуатации (см. гл. 8) применительно к маршрутным городским автобусам вводится "сложность маршрута" для учета длины перегона (расстояния между остановками) $l_п$, коэффициента использования пассажировместимости γ и плотности транспортного потока ρ, в котором движется автобус данного маршрута. Рекомендуется следующая группировка маршрутов движения (табл. 23.4):

по длине перегона: первая группа – $l_п > 0{,}54$ км, вторая – $l_п = 0{,}38 \div 0{,}54$ км, третья – $l_п = 0{,}25 \div 0{,}38$ км и четвертая – $l_п < 0{,}25$ км;

Таблица 23.4

Классификация городских автобусных маршрутов по сложности

Категория сложности маршрута	Средняя длина перегона, км			
	Более 0,54	0,38–0,54	0,25–0,38	Менее 0,25
1	$П_1$–$И_1$, $И_2$, $И_{3,4}$ $П_2$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_3$–$И_1$, $И_2$	$П_1$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_2$–$И_1$, $И_2$		
2	$П_3$–$И_3$, $И_4$ $П_4$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$	$П_2$–$И_3$, $И_4$ $П_3$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_4$–$И_1$	$П_1$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_2$–$И_1$, $И_2$, $И_3$	
3		$П_4$–$И_2$, $И_3$, $И_4$	$П_2$–$И_4$ $П_3$–$И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_4$–$И_1$, $И_2$	$П_1$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_2$–$И_1$
4			$П_4$–$И_3$, $И_4$	$П_2$–$И_2$, $И_3$, $И_4$ $П_3$–$И_1$, $И_2$
5				$П_3$–$И_3$, $И_4$ $П_4$–$И_1$, $И_2$, $И_3$, $И_4$

Таблица 23.5

Зависимость коэффициентов корректирования K_{1c} нормативов от категории условий эксплуатации и сложности маршрута

Категория условий эксплуатации	Категория сложности маршрута	Коэффициент корректирования K_{1c}			
		периодичности ТО	удельной трудоемкости ТР	ресурса	расхода запасных частей
1		1,00	1,00	1,00	1,00
2		0,90	1,10	0,90	1,10
3	1	0,80	1,20	0,80	1,25
	2	0,78	1,24	0,78	1,28
	3	0,76	1,28	0,76	1,31
	4	0,74	1,32	0,74	1,34
	5	0,72	1,36	0,72	1,37
4	1	0,70	1,40	0,70	1,40
	2	0,68	1,42	0,68	1,45
	3	0,66	1,44	0,66	1,50
	4	0,64	1,46	0,64	1,55
	5	0,62	1,48	0,62	1,60
5		0,60	1,50	0,60	1,65

по коэффициенту использования пассажировместимости: первая группа ($П_1$) – $\gamma < 0,40$, вторая ($П_2$) – $\gamma = 0,40 \div 0,58$, третья ($П_3$) – $\gamma = 0,58 \div 0,75$ и четвертая группа ($П_4$) – $\gamma > 0,75$;

по плотности транспортного потока: первая группа ($И_1$) – $\rho < 0,4$ авт./100 м, вторая ($И_2$) – $\rho = 0,4 \div 0,7$ авт./100 м, третья ($И_3$) – $\rho = 0,7 \div 1,3$ авт./100 м и четвертая группа ($И_4$) – $\rho > 1,3$ авт./100 м.

Коэффициенты корректирования нормативов ТО и ремонта (табл. 23.5) используются при определении периодичности ТО, ресурса агрегатов и подвижного состава, удельной трудоемкости ТР, расхода запасных частей и технологическом расчете.

Оценка влияния сложности маршрута движения (см. табл. 23.2) на напряженность труда водителя позволяет корректировать заработную плату водителей автобусов с учетом этого фактора. При этом для первой категории сложности рекомендуется применять коэффициент корректирования, равный 1,0; для второй – равный – 1,05; третьей – 1,1; четвертой – 1,15 и пятой – 1,2.

Закрепление автобусов за определенными маршрутами позволяет оценивать затраты на ТО и ремонт и общие эксплуатационные затраты на перевозки для городских автобусов с учетом сложности маршрута движения. На рис. 23.2, 23.3 в качестве примера приведены номограммы для оперативного планирования удельных затрат на ТО и ремонт и удельных эксплуатационных затрат автобусов "Мерседес-Бенц-О-325" и "Икарус-280".

Для определения удельных затрат на ТО и ремонт или удельных эксплуатационных затрат необходимо по оси ординат отложить значения длины перегона $l_п$ того или иного маршрута движения и из полученной точки провести параллельно оси абсцисс линию до пересечения с изолинией заданного коэффициента использования пассажировместимости (*1–4*). Из полученной точки пересечения восстановить перпендикуляр до пересечения с изолинией заданного возраста подвижного состава (*5–8*). Из найденной точки пересечения провести параллельную оси абсцисс линию

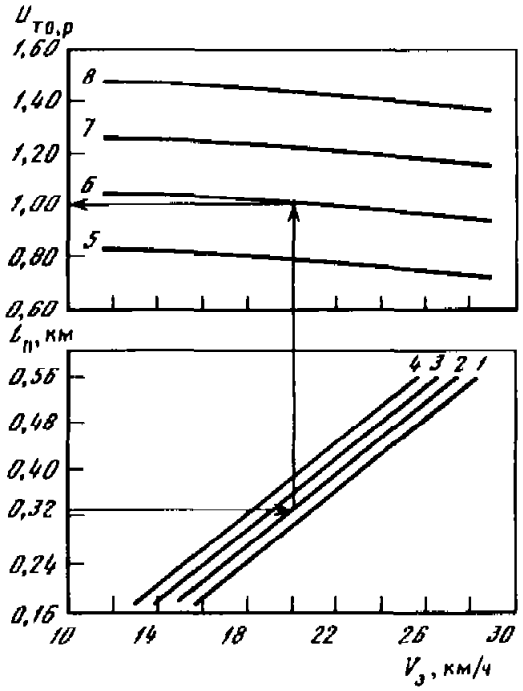


Рис. 23.2. Номограмма для определения плановых удельных затрат на ТО и ремонт $U_{ТО,Р}$ автобуса "Мерседес-Бенц-О-325"

Коэффициенты использования пассажировместимости 1 – $\gamma = 0$; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – γ = = 1,5; наработка с начала эксплуатации в долях от нормативного ресурса $L_к$: 5 – 0,25 $L_к$; 6 – 0,75 $L_к$; 7 – 1,25 $L_к$; 8 – 1,75 $L_к$

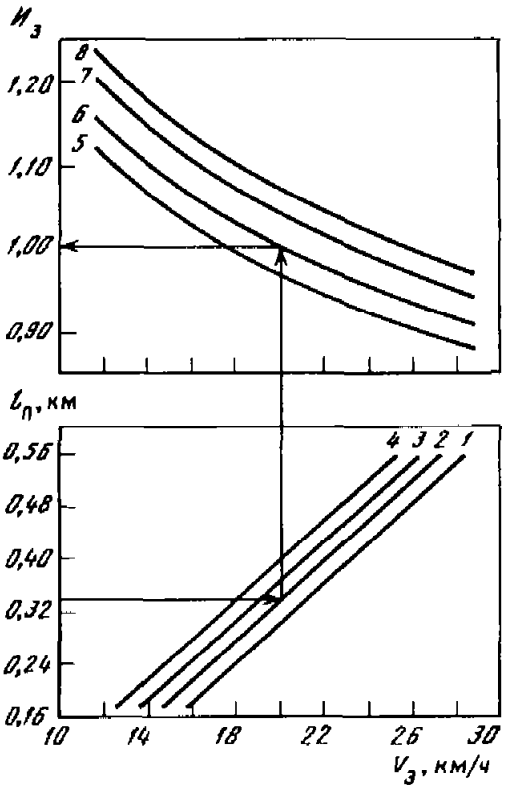


Рис. 23.3. Номограмма для определения плановых удельных эксплуатационных затрат $И_э$ автобуса Икарус-280

Обозначения см. на рис. 23.2

до пересечения с осью затрат. Полученное в результате значение затрат является искомым.

Удельные затраты на ТО и ТР – $U_{ТО,Р}$ и эксплуатационные затраты $И_э$ приведены в относительных единицах (индексах). При этом за единицу приняты удельные затраты при $V_э$ = 20 км/ч, γ = 0,5, пробеге автобуса с начала эксплуатации, равном 75% от нормативного ресурса.

Объективный учет условий эксплуатации конкретных маршрутов позволяет нормировать и контролировать затраты на обеспечение работоспособности автобусов, а также распределять планируемые дотации между группами городских автобусов (предприятия, колонны, бригады и т.д.) с учетом фактических условий их эксплуатации.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ НА ЛИНИИ

Под надежностью перевозочного процесса следует понимать способность пассажирского автомобиля или автобуса осуществлять перевозки пассажиров в соответствии с правилами перевозок и расписанием движения, сохраняя при этом параметры технического состояния в заданных пределах.

Если работоспособное состояние сохраняется постоянно при работе на линии, то это характеризуется как линейная безотказность пассажирского автомобиля или автобуса. Важнейшими параметрами линейной безотказности являются наработка (средняя наработка) на линейный отказ, потери линейного времени по техническим причинам, параметр потока линейных отказов и т.д.

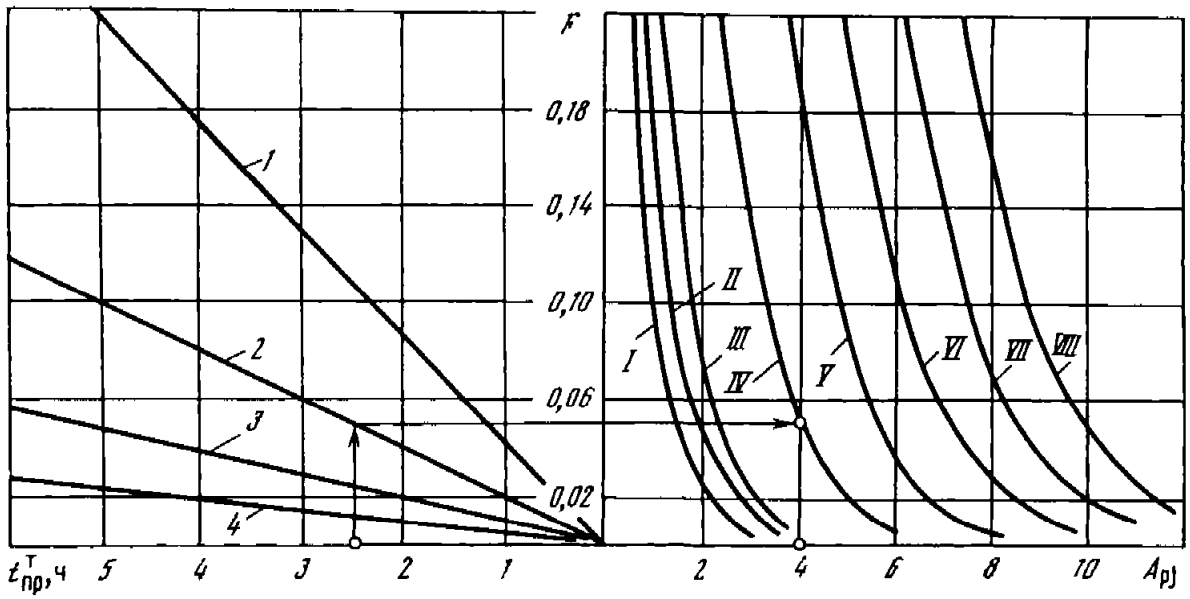


Рис. 23.4. Номограмма для определения необходимого размера резерва автобусов

Общее время работы автобусов на маршруте: *1* – 25; *2* – 50; *3* – 100; *4* – 200 ч; число отказов: *I* – 0,6; *II* – 0,8; *III* – 1,0; *IV* – 2,0; *V* – 3,0; *VI* – 4,0; *VII* – 5,0; *VIII* – 6,0. *F* – вероятность отказа автобусов на маршруте

Анализ работы городских автобусов показывает, что на линейную безотказность оказывает влияние ряд факторов, характеризующих практически все подсистемы технической эксплуатации – систему и организацию ТО и ремонта, производственно-техническую базу, подвижной состав, персонал, систему снабжения и резервирования и условия эксплуатации.

Наибольшее влияние на уровень работоспособности городских автобусов на линии оказывают

совершенствование системы и организации ТО и ремонта – 28–30%;

квалификация, организация и стимулирование труда водителей (14–15%) и ремонтных рабочих (17–18%);

резервирование и техническая помощь на линии (17–18%).

Для оказания технической помощи на линии на конкретном предприятии или в группе предприятий создается служба технической помощи, располагающая:

автомобилями технической помощи, способными при необходимости буксировать автобус на предприятие, устранить отказ или неисправность на линии; для этого автомобили технической помощи имеют на борту запас запасных частей, эксплуатационных материалов, резинотехнических изделий, инструмента и оборудования;

двухсторонней связью предприятие–техническая помощь, линейный автобус–предприятие;

квалифицированным персоналом технической помощи, способным устранить не менее 70–80% линейных отказов без буксировки.

Обычно техническая помощь оснащается приборами для проверки электрооборудования автомобилей, стендами для разборки и сборки карбюраторов, бензонасосов и форсунок, сварочным аппаратом, электродрелью, верстаком с тисками, стеллажами и ящиками для размещения шанцевого инструмента, запасных частей, резинотехнических изделий, смазочных материалов и технических жидкостей.

Отказавший на линии автобус в случае необходимости может быть заменен исправным резервным. Размер резерва определяется исходя из потока линейных отказов и необходимости обеспечить определенное число работоспособных автобусов на маршруте; делать это рекомендуется по специальной номограмме (рис. 23.4).

Входными данными при этом являются:

общее время работы на линии автобусов рассматриваемого маршрута (группы маршрутов) за вычетом времени нулевых пробегов $T_{нj} - T_{oj}$;

общие потери линейного времени по техническим причинам $t^{т}_{п.рj}$;

общее число линейных отказов на маршруте $\omega_j L_j$.

Имея данные по потерям линейного времени по техническим причинам и общему числу линейных отказов на маршруте, определяется теоретический $A_{рj}$ и необходимый $A_{р.нj}$ резерв автобусов:

$$A_{р.нj} = k_в A_{рj}, \qquad (23.1)$$

где $k_в = N_{вj}/(N_{пj} + N_{вj})$ – коэффициент преждевременных возвратов автобусов в парк по техническим причинам; $N_{вj}$ – число возвратов в парк с j-го маршрута; $N_{пj}$ – число простоев по техническим причинам на j-м маршруте.

Например, при $t^{т}_{прj}$ = 2,5 ч, $T_{нj} - T_{oj}$ = 50 ч, параметре потока отказов ω_j = = 0,5 *отк./1000 км* и *общем пробеге* L_j = 4 *тыс. км по номограмме теоретический резерв* составит $A_{рj}$ = 4 (авт.). С учетом $k_в$, составляющего для данного маршрута 0,25, необходимый размер резерва: $A_{р.нj}$ = 0,25 · 4 = 1 (авт.).

4. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Организация ТО и ремонта пассажирских автомобилей имеет определенные особенности. В частности, при проведении ежедневного обслуживания пассажирских автомобилей выделяется специальный пост, на котором с помощью шланговой мойки, пылесосов и специальных щеток проводят мойку и уборку салона и кабины пассажирского автомобиля.

При проведении ТО-1 допускается выполнение сопутствующего ремонта в объеме не более 20% от ТО-1. Операции сопутствующего ремонта при ТО-1 имеют трудоемкость не более 5–7 *чел.·мин.*

ТО-2 организуется, как правило, на тупиковых или проездных постах канавного типа. Допускается проведение ТО-2 на подъемниках. Особенно выгодно организовать ТО-2 на напольных постах с использованием комплектов передвижных стоек. При проведении ТО-2 пассажирский автомобиль освобождается от работы на линии. В зоне ТО-2 обычно выполняется 85–90% работ технического обслуживания, а оставшиеся работы проводятся на соответствующих ремонтных участках со снятием узлов и агрегатов автомобилей. В процессе ТО-2 проводится и сопутствующий ремонт, объем которого не превышает 20% от объема ТО-2. Операции сопутствующего ремонта, выполняемые при ТО-2, имеют трудоемкость не более 20–30 чел.·мин.

Для определения технического состояния пассажирских автомобилей без разборки их узлов и агрегатов и подготовки ТО-2 в пассажирских автотранспортных предприятиях организуется поэлементное диагностирование (Д-2). Д-2 проводится в отдельной производственной зоне и включает в себя проверку технического состояния двигателя и его систем, элементов ходовой части и трансмиссии. Д-2 проводится, как правило, на тупиковых постах канавного типа с использованием специальных диагностических комплексов, включающих стенд тяговых качеств, диагностический комплект, анализатор двигателя, компрессометр, динамометрическую рукоятку и т.д.

Постовые работы текущего ремонта обычно выполняются на тупиковых или проездных постах канавного типа. Допускается проведение ТР на подъемниках. ТР

проводится, как правило, в производственной зоне, смежной с ТО-2, на универсальных постах. Для замены двигателей обычно создаются специализированные посты в количестве 20–30% от общего числа постов в зоне ТР.

Для повышения качества обслуживания и ремонта специальных узлов и агрегатов из состава агрегатного участка на крупных АТП могут выделяться цехи (участки) по ремонту гидромеханической передачи, тормозов.

В связи со старением автомобильного парка и повышением требований к внешнему виду пассажирских автомобилей в последнее время на территории пассажирских автотранспортных предприятий или централизованных производств развиваются кузовные и малярные производства, использующие современное оборудование и технологии (комплекты передвижных стоек, гидро- и пневмопрессы, стапеля, окрасочно-сушильные камеры, устройства для антикоррозионной обработки кузовов легковых автомобилей и ферм автобусов и т.д.).

Для обеспечения оперативного управления производством ТО и ТР пассажирских автомобилей используются АСУП (см. гл. 18).

Планы-графики технических обслуживаний составляются с учетом планов-графиков выхода автобусов на маршруты. При реализации планов-графиков выхода на маршруты необходимо учитывать рекомендации по рациональному распределению автобусов по маршрутам с учетом сложности маршрутов, возраста и технического состояния подвижного состава.

Ежедневно при выпуске подвижного состава пассажирского автотранспортного предприятия на линию осуществляется выборочная проверка токсичности отработавших газов (см. гл. 27). Запрещается выпускать на линию пассажирский автомобиль, нарушающий требования по экологической безопасности.

Хранение пассажирских автомобилей осуществляется следующим образом:

- легковые таксомоторы – в отапливаемых закрытых многоэтажных стоянках;
- автобусы – на открытых стоянках с использованием электроподогрева.

23.2. АВТОМОБИЛИ ДЛЯ МЕЖДУГОРОДНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК

1. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗОК, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕХНИЧЕСКУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Международная и региональная специализация и кооперация, а также конкуренция производителей стимулируют обмен товарами и услугами и развитие международных и междугородных перевозок автомобильным транспортом.

С 1970 по 1997 г. на международных перевозках стран, входящих в Европейскую конференцию министров транспорта (ЕКМТ), объем грузовой транспортной работы, т·км, увеличился в 2,8, а пассажирской, пасс.·км – в 2,2 раза.

Международная перевозка – это поездка груженого или порожнего автотранспортного средства, пункты отправления и прибытия которого находятся в двух разных государствах, с транзитом или без транзита через одно или несколько других государств. Интересы международных автоперевозчиков России, содействие их профессиональной деятельности осуществляется Ассоциацией международных автомобильных перевозчиков (АСМАП), являющейся членом Международного союза автомобильного транспорта (МСАТ) – консультативного органа при ООН. Услугами АСМАП пользуются (по данным 1999 г.) более двух тысяч предприятий, насчитывающих более 15 тыс. автотранспортных средств.

К междугородным перевозкам относятся перевозки грузов или пассажиров, выполняемые за пределы пункта дислокации предприятия на расстояние свыше 50 км.

Необходимо отметить следующие основные особенности международных перевозок, влияющих на техническую эксплуатацию автомобилей.

- Применение многоосных (5–6 осей), большегабаритных и большегрузных автопоездов на междугородных (длиной до 20 м полной массой до 38 т) и международных (длиной до 18,5 м полной массой до 44 т) перевозках вместимостью до 120 м^3, оснащенных мощными, как правило, дизельными, двигателями до 280–400 кВт, с турбонаддувом и электронной системой управления, автоматическими и полуавтоматическими многоступенчатыми (до 18 передач) коробками передач, антиблокировочными тормозными системами, интегрированной со спальным местом кабиной и множественными дополнительными системами и устройствами (кондиционирования, вентиляции, связи, информации и т.п.). Отмечается (среди североамериканских производителей) возврат к капотной компоновке, позволяющей более свободно варьировать двигателями различных габаритов, мощности и конструктивных решений. Большое внимание уделяется оборудованию кабины, обеспечивающему комфортабельные условия работы и отдых водителя, его информационное обеспечение и связь.
- Сертификация транспортных средств, участвующих в международных перевозках, т.е. получение одобрения типа транспортного средства в соответствии с директивами Европейского экономического союза (ЕЭС) и правилами Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН (Женевские соглашения, в которых участвует Россия), в состав которой входит Комитет по внутреннему транспорту (КВТ).
- Значительный удельный вес в подвижном составе рефрижераторов, цистерн, транспортных средств, перевозящих тяжеловесные и крупногабаритные грузы. В России действует Ассоциация предприятий и организаций промышленности и транспорта (АСПРОМТРАНС), объединяющая и координирующая работу перевозчиков и владельцев опасных, крупногабаритных и тяжеловесных грузов. Перевозки автомобильным транспортом опасных грузов и соответствующие требования к транспортным средствам регламентированы европейским соглашением о международных перевозках опасных грузов (ДОПОГ), которые конкретизированы для российских перевозчиков методическими рекомендациями АСМАП.
- Обязательное использование согласно европейскому соглашению, регламентирующему работу экипажей транспортных средств (ЕСТР), тахографов на участвующих в международных перевозках транспортных средствах, максимальная полная масса которых, включая прицепы и полуприцепы, превышает 3,5 т, а вместимость более 9 чел.

Россия присоединилась к этому соглашению. Законом Российской Федерации "О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения" (Федеральный закон РФ № 127-ФЗ) перевозчики обязаны с 1998 г. использовать на международных перевозках в России и за ее пределами транспортные средства, оснащенные тахографами. Применение тахографов, помимо контроля перевозочного процесса и режима труда водителя, позволяет планировать техническое обслуживание с учетом загрузки и режимов работы автомобиля, а также оценивать влияние водителя на надежность и топливную экономичность, контролируя максимальную скорость движения, влияющую на интенсивность изменения параметров технического состояния, расход топлива, экологическую и дорожную безопасность.

- Преобладание среди международных и междугородных перевозчиков мелких негосударственных предприятий, предпринимателей и водителей-владельцев (owner-operators). Так, средний размер предприятия междугородных перевозок в России составляет 10 тягачей и 12 прицепов и полуприцепов. В США

водителей–владельцев автомобилей особо большой грузоподъемности (полная масса 15 т и более), в основном занятых междугородными и международными перевозками, 2,8 млн (1998 г.).

Обслуживание и ремонт этих автомобилей проводится преимущественно на фирменных и независимых СТО и ремонтных мастерских, на родственных предприятиях, а также своими силами.

- Длительная работа транспортных средств в отрыве от базы дислокации автотранспортного предприятия, большая протяженность расстояний перевозок, работа автомобилей в ряде случаев по расписанию, предусматривающему доставку грузов или пассажиров "точно в срок" (just in time), нарушение которого приводит к серьезным санкциям, экономическим и конъюнктурным потерям для перевозчиков. Так, среднее расстояние при внутригородских грузовых перевозках составляет 30 км, междугородных – 250 км, международных – 4 тыс. км.
- Международные и междугородные перевозки обычно осуществляются в хороших дорожных условиях при высоких средних скоростях (60–70 км/ч) и относятся преимущественно к I, II и частично, в городах и пригородной зоне, к III категории условий эксплуатации (см. гл. 8).

Особенности, свойственные международным и междугородным перевозкам, повышают требования к надежности и методам ее обеспечения в эксплуатации. Например, при средней наработке на отказ автомобиля 10 тыс. км вероятность его отказа за смену на городских перевозках (сменный пробег 0,15 тыс. км) составит 0,015, на междугородных (длина маршрута 0,8 тыс. км) – 0,12, а на международных при среднем расстоянии 4 тыс. км при прочих равных условиях – 0,33. Чтобы обеспечить в рассмотренном примере вероятность безотказной работы при международных перевозках на уровне междугородных средняя наработка на отказ автомобиля должна быть увеличена в 3,3 раза, а на уровне городских перевозок – в 27 раз.

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Особенности технологии и организации ТО и ремонта автомобилей, участвующих в международных и междугородных перевозках, связаны в основном с конструкцией, габаритами автомобилей и автопоездов, массой агрегатов, проведением ТО и ремонта в составе автопоезда, повышенной персональной ответственностью исполнителей за полноту и качество выполненных работ. Это предопределяет выполнение ТО и ТР на универсальных проездных (для автопоезда) постах, как правило, комплексной бригадой исполнителей, в работе которой может принимать участие водитель.

Основные приемы и методы обеспечения работоспособности этих автомобилей состоят в следующем.

1. Подбор и приобретение для этих перевозок конструктивно более надежных, безопасных и комфортабельных автомобилей, а также комплектующих изделий, отвечающих международным требованиям и стандартам и хорошо зарекомендовавших себя на этих видах перевозок.

2. Выбор для этих перевозок из парка автомобилей, имеющих меньшую наработку с начала эксплуатации, что обеспечивает относительное повышение реализуемого показателя качества (см. гл. 3) и безотказности работы автомобиля в течение рейса. Для международных перевозок – 2–4 года, междугородных – 4–5 лет с начала эксплуатации.

3. Безусловное соблюдение принципов и методов планово-предупредительной системы ТО и ремонта (предпочтение I стратегии – предупреждение отказов и второй тактики (I-2) – обслуживание с учетом состояния агрегата, системы, авто-

Таблица 23.6

Виды и режимы технического обслуживания автомобилей "Скания"

Вид ТО	Обозначение	Периодичность, тыс. км	Трудоемкость, чел. · ч
В период обкатки	R-in	2,5	4,4
Малое	S	45	3,7
Среднее	M	90	7,6
Большое	L	180	8,4

мобиля (см. гл. 2 и 7) (табл. 23.6). Поэтому при проведении ТО особое внимание должно быть уделено комплексной и инструментальной диагностике узлов, агрегатов и систем, обеспечивающих экологическую и дорожную безопасность, а также удовлетворительный внешний вид автомобиля. Использование рекомендуемых заводом-изготовителем топлив, масел, технических жидкостей и запасных частей гарантированного качества. При необходимости с учетом условий эксплуатации и требований к техническому состоянию автомобиля в странах прохождения маршрута производится доукомплектование автомобиля (шины, цепи, устройства противоскольжения, дополнительная сигнализация и др.).

4. Составление (или корректирование) графика технического обслуживания автомобиля таким образом, чтобы проведение ТО предшествовало рейсу и автомобиль не требовал планового обслуживания в процессе выполнения задания.

5. Тщательный инструктаж водителей, обучение их признакам, методам предупреждения и устранения простейших дорожных отказов и неисправностей. Наличие на автомобиле запаса деталей и материалов, а также расширенного перечня инструмента, обеспечивающего устранение простейших отказов и неисправностей, информация у водителей о применимости и взаимозаменяемости топлив, масел, технических жидкостей и шин.

6. Создание условий беспрепятственного и оперативного обслуживания автомобилей на маршруте. Для этого предприятию, осуществляющему международные перевозки на постоянных маршрутах, целесообразно иметь соглашения с доверенными иностранными автотранспортными или сервисными предприятиями и агентствами, предоставляющими необходимую информацию, места стоянки автомобилей и отдыха экипажей, при необходимости оказание технической помощи на линии, проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, длительное время работающих в отрыве от своего предприятия, гарантировать и упрощать процедуру расчетов за выполненные услуги. Например, АСМАП разработал и предлагает кредитные карточки DKV, позволяющие в европейских странах получать услуги по заправке топливом, технической помощи, проведение в случае дорожно-транспортного происшествия ремонта лимитированной стоимости (в 1999 г. 3 тыс. немецких марок) без подтверждения оплаты потребителем и др.

7. В ряде стран получают распространение специализированные предприятия – пункты комплексного обслуживания автомобилей, участвующих в международных перевозках (например, TS – "Truck Stop"), на которых организована охраняемая стоянка, заправка и мойка автомобилей, отдых водителей, оказание технической помощи на линии. При возникновении потребности в ремонте реализуются следующие варианты:

- текущий ремонт на месте персоналом TS или водителем, арендующим рабочее место, и при необходимости специалистом TS;

- вызов в TS персонала дилеров данной марки автомобиля или сервисных предприятий, с которыми TS имеет договор о содействии, для ремонта на месте, включая замену агрегатов и механизмов;
- передача автомобиля или агрегата в ремонт на специализированные предприятия.

При необходимости на TS организуется перегрузка груза на исправный автомобиль или разгрузка и организация хранения автомобиля и груза.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Европейской конференцией министров транспорта предусмотрена выдача специальных разрешений, позволяющих автомобильным перевозчикам, зарегистрированным в государствах–членах ЕКМТ (их по состоянию на 1.01.1999 г. 38, включая Россию), участвовать в перевозках грузов между этими государствами или транзитом по их территории и выполнять неограниченное число поездок в течение срока действия разрешения. Разрешение ЕКМТ выдается транспортному предприятию, зарегистрированному в России, независимо от формы собственности при наличии лицензии на выполнение международных перевозок, выданной Российской транспортной инспекцией, и *безопасных и экологически чистых транспортных средств*. При этом различают "зеленые" и "особо зеленые и безопасные транспортные средства" (das supergrune und sichere Fahrzeug), соответствие которых требованиям подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым производителем или полномочным представителем производителя в стране регистрации транспортного средства (см. табл. 29.2).

Для ускорения идентификации и облегчения перехода границы на передней части транспортного средства устанавливаются специальные знаки с зеленым фоном, свидетельствующие о соответствии автомобиля специальным требованиям. При соответствии требованиям на "зеленый" автомобиль устанавливают знак, содержащий буквы "U" или "E" (Umwelt-Environment), а при соответствии требованиям "особо зеленый и безопасный" – наносится буква "S". Нанесение знаков на автомобиль предполагает обязательное наличие у водителя соответствующих сертификатов. Сертификат на "зеленый" автомобиль оформляется на бледно-зеленой бумаге, а сертификат на "особо зеленый и безопасный" автомобиль имеет дополнительно диагональную темно-зеленую полосу. Бланки разрешений заверяются соответствующими штампами зеленого цвета.

В случае выявления контролирующими органами превышения установленных уровней воздействия на окружающую среду (табл. 23.7) сертификат признается недействительным.

"Особо зеленые и безопасные автомобили" дополнительно должны соответствовать требованиям безопасности, которые подтверждаются *сертификатом конструктивной безопасности*. Этот сертификат подтверждает соответствие транспортного средства на день освидетельствования следующим минимальным техническим требованиям и требованиям безопасности, определенным Директивой 96/96/ЕС.

- Транспортные средства, включая прицепы, должны иметь шины с высотой рисунка протектора не менее 2 мм.
- Транспортные средства, включая прицепы, должны иметь защитный задний бампер в соответствии с Правилом ЕСЕ 58/01 или Директивой 70/221/ЕЕС и последней поправкой Директивы 81/333/ЕЕС.
- Транспортные средства, включая прицепы, должны иметь боковые защитные приспособления (бамперы) в соответствии с Правилом ЕСЕ 73/00 или Директивой 89/297/ЕЕС.

Таблица 23.7

Сертификационные экологические требования к транспортным средствам

Параметр	Вид транспортного средства		
	зеленое	особо зеленое и безопасное	сверхзеленое
	ЕВРО-1	ЕВРО-2	ЕВРО-3
Содержание компонентов в отработавших газах при испытаниях, г/(кВт · ч)			
CO	4,9	4,0	2,1
C_xH_y	1,23	1,1	0,66
NO_x	9,0	7,0	5,0
твердые частицы	0,4	0,15	0,10
Шумоизлучение для транспортных средств, дБ *A*, с двигателем мощностью, кВт			
до 150	78	78	78
более 150	80	80	80

- Транспортные средства должны иметь аварийный предупреждающий сигнал опасности в соответствии с Правилом ЕСЕ 6/01 или Директивой 76/759/ЕЕС и красный предупреждающий треугольник в соответствии с Правилом ЕСЕ 27/03.
- Транспортные средства должны иметь устройства ограничения скорости в соответствии с Правилом ЕСЕ 89 или в соответствии с Директивой 92/24/ЕЕС (ограничение скорости – 86 км/ч).
- Тяжелые и длинномерные транспортные средства должны иметь световозвращающие задние опознавательные знаки в соответствии с Правилом ЕСЕ 70.
- Транспортные средства должны иметь тормозную систему, включая антиблокировочную систему тормозов, в соответствии с Правилом ЕСЕ 13/06 или Директивой 71/320/ЕЕС, с дополнениями Директивы 91/422/ЕЕС.
- Транспортные средства должны иметь рулевое устройство в соответствии с Правилом ЕСЕ 79/01 или Директивой 70/311/ЕЕС, с поправкой Директивы 92/62/ЕЕС.

В соответствии с Директивой 96/96/ЕС проверки соответствия указанным требованиям должны проводиться каждый год, а сертификат соответствия требованиям безопасности должен обновляться каждые 12 мес. Данный сертификат требуется для транспортных средств, включая прицепы, а также для новых транспортных средств. Для новых транспортных средств он выдается производителем транспортного средства или полномочным представителем производителя транспортного средства в стране регистрации транспортного средства.

Требования, соответствующие "сверхзеленым" автомобилям (super green Lorry), действуют для новых с 1.01.2000 г., а всех участвующих в международных перевозках автомобилей – с 1.10.2000 г.

23.3. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

К специализированному подвижному составу (СПС) автомобильного транспорта относятся автомобили и автопоезда, предназначенные для перевозки одного или нескольких однородных грузов и оборудованные различными приспособлениями и устройствами, которые устанавливаются на шасси базового автомобиля

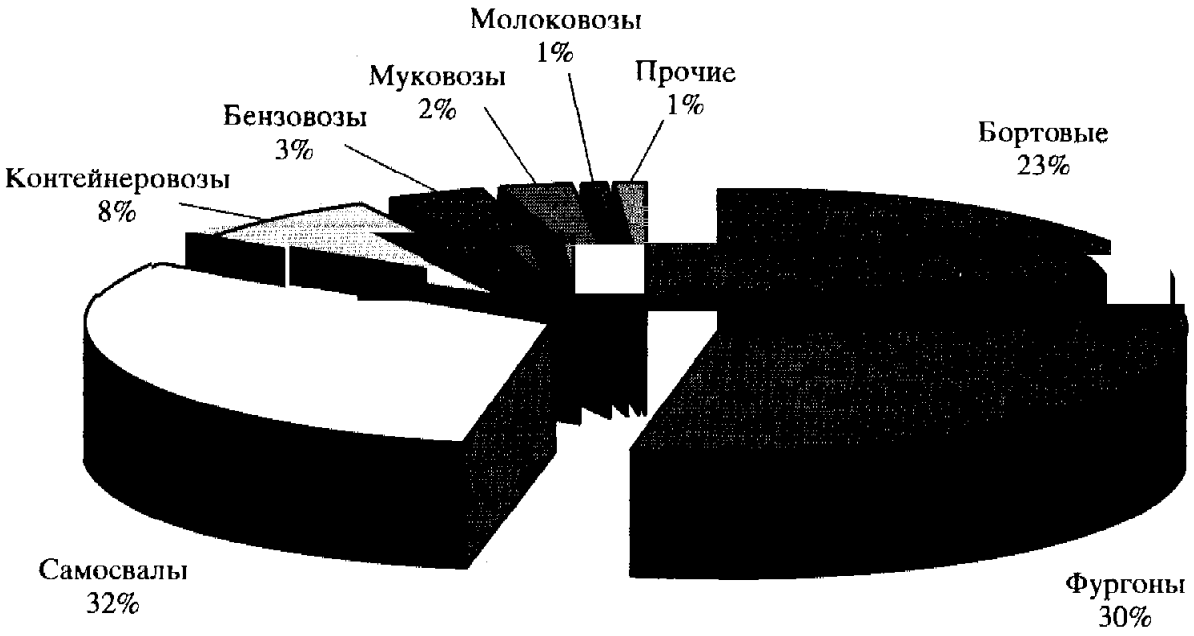


Рис. 23.5. Соотношение различных моделей автомобилей на предприятиях "Мособлавтотранс"

и обеспечивают механизацию погрузочно-разгрузочных работ, сохранность грузов, сокращают загрязнение окружающей среды.

Наибольшее распространение получили

- фургоны общего назначения и для перевозки промышленных, продовольственных товаров, изотермические и рефрижераторы;
- цистерны для перевозки нефтепродуктов, пищевых продуктов, сыпучих продуктов;
- самопогрузчики и контейнеровозы;
- автопоезда для перевозки длинномерных и тяжеловесных грузов и др.

С точки зрения организации и технологии выполнения работ технического обслуживания и ремонта к этой группе автомобилей примыкают, хотя по действующей классификации и не входят в нее, автомобили-самосвалы, включая внедорожные.

По конструкции кузова парк грузовых автомобилей, %, всех отраслей экономики России (и подотрасли "Автомобильный транспорт") распределяется следующим образом:

- бортовые – 48,3 (30,7);
- самосвалы – 25,5 (35,0);
- фургоны – 10,9 (17,5);
- рефрижераторы – 0,6 (1,9);
- цистерны – 6,2 (6,5);
- лесовозы – 1,1 (0,6);
- прочие – 7,4 (7,8).

На конкретных предприятиях это соотношение может быть другим (рис. 23.5).

Удельный вес СПС в общем объеме грузового парка Италии составляет 84%, Англии – 78%, США – 92%. Объемы выпуска и номенклатура СПС растут. Например, на базе шасси автомобиля КамАЗ выпускается по заказу потребителей свыше 94 моделей специализированной автомобильной техники.

Для обеспечения работоспособности специализированного подвижного состава применяется планово-предупредительная система технического обслуживания (см.

гл. 7). Однако организация и технология ТО и ремонта СПС имеет особенности, вызванные наличием дополнительного сложного оборудования, увеличением статической нагрузки на шасси автомобиля, более тяжелыми условиями эксплуатации, действием на кузов дополнительных нагрузок и вибрации при перевозке грузов и др.

Во-первых, возрастает перечень и трудоемкость работ по техническому обслуживанию автотранспортного средства, что вызывает необходимость корректирования нормативов ТО и ремонта, увеличения отдельных участков, цехов и количества ремонтных рабочих. В зависимости от сложности специализированного оборудования трудоемкость ТО и ТР возрастает по сравнению с базовым автомобилем на 10–20%, а периодичность ТО и ремонта автомобиля и норма пробега автомобиля и агрегатов до капитального ремонта изменяются в зависимости от условий эксплуатации (см. гл. 7–8).

Во-вторых, требуется дополнительная специальная подготовка инженерно-технического персонала и ремонтных рабочих.

В-третьих, изменяются некоторые требования к производственно-технической базе предприятия (применение дополнительного технологического оборудования, необходимость увеличения высоты проездных ворот и производственных помещений, выделение специальных постов и участков и т.д.).

В-четвертых, в зависимости от сложности специального оборудования и режимов использования его техническое обслуживание может быть:

- совместным, т.е. одновременно с базовым автомобилем, в рамках установленных видов ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО) и откорректированных периодичностей (фургоны, автомобили–самосвалы, панелевозы и др.);
- раздельным, при котором применяют виды и периодичности ТО специального оборудования, установленные заводами-изготовителями. При этом периодичности ТО устанавливаются в часах работы оборудования (рефрижераторы, цементовозы, и др.), а ТО и ремонт выполняется специализированной бригадой. Работы при этом проводятся как на постах, так и на специальных участках.

Специализированное оборудование автомобилей включает типовые системы, агрегаты, механизмы, соединения и детали (редукторы, коробки отбора мощности, карданы, насосы, фильтры, гидро- и пневмосистемы, крепежные соединения и др.), при обслуживании и ремонте которых выполняются стандартные уборочно-моечные, контрольно-диагностические, смазочные, крепежные, регулировочные, разборочно-сборочные и другие работы (см. гл. 11), и специфические элементы конструкции, свойственные данному виду СПС, особенности обслуживания которых рассмотрены ниже.

Автофургон – это грузовое автотранспортное средство, имеющее закрытый кузов и предназначенное для перевозки различных товаров, продуктов, скоропортящихся грузов и живности, может оснащаться грузоподъемной площадкой. В этом случае состоит из фургона, площадки, узлов подъема и опускания площадки, гидрооборудования (коробка отбора мощности, насос, гидроцилиндр, маслобак, трубопроводы) и пультов управления.

При техническом обслуживании автофургона особое внимание необходимо уделить:

регулярной уборке, мойке и дезинфекции (при перевозке пищевых продуктов) фургона, проверке исправности фиксаторов, дверей и их запоров, внутреннего оборудования кузова, состояния каната, поддерживающих цепей, грузоподъемной площадки;

смазочно-заправочным работам – смазке петель дверей, роликов ползуна, каната, замене масла в гидросистеме.

Периодически, но не реже чем через каждые 6 мес., должно производиться техническое освидетельствование грузоподъемного механизма, при котором осуществляются его осмотр, статические и динамические испытания. Для автофургона в изотермическом исполнении необходимы дополнительные работы по проверке состояния изоляции стенок кузова и дверей, уплотнений дверных проемов. Особое внимание следует уделять изоляции вокруг монтажных отверстий.

Автомобиль вне зависимости от формы собственности может осуществлять перевозки пищевых продуктов только при наличии санитарного паспорта.

Уборку и мойку подвижного состава, занятого на перевозках пищевых продуктов необходимо производить ежедневно по возвращении с линии, а автомобилей-цистерн для перевозки молока, растительного масла, пива и других жидких пищевых продуктов, промывать после каждого слива, с отметкой в товарно-транспортной накладной "машина промыта" и подписью мойщика. По мере необходимости, но не реже 1 раза в 10 дней производится дезинфекция автомобиля.

Автопредприятия и организации, выполняющие санитарную обработку кузовов подвижного состава, приказом или распоряжением назначают ответственное лицо за мойку, обработку и контроль за их состоянием.

Режим санитарной обработки:

а) уборка кузова и кабины – с помощью щеток, веников или промышленного пылесоса;

б) наружная мойка кузова автомобиля – щелочной водой (температура 35–40 °С) вручную или на механизированных моечных установках, с дальнейшим ополаскиванием водой;

в) мойка внутренней поверхности кузова автомобиля – моющим раствором (температура 60–70 °С, расход моющих средств 1 л на 1 м^2 поверхности) при помощи щеток или струйной установки;

г) ополаскивание кузова до полного удаления остатков моющего раствора, сушка и проветривание.

Дезинфекцию кузова автомобиля можно производить только в том случае, если он хорошо отмыт (очищен) от остатков перевозимых пищевых продуктов. Дезинфекция внутренней поверхности кузова должна проводиться дезинфицирующим 2–3%-ным осветленным раствором хлорной извести с содержанием активного хлора 250 мг/л), выдержка дезинфицирующего раствора 10 мин. Расход составляет 0,5 л раствора на 1 м^2 обрабатываемой поверхности. После дезинфекции кузов необходимо тщательно промыть горячей водой, просушить и проветрить до полного исчезновения запаха хлора.

Авторефрижератор представляет собой автомобиль-фургон (прицеп, полуприцеп) с изотермическим кузовом и холодильной установкой. Коэффициент теплопередачи изотермического кузова должен быть не выше 0,4 Вт/м^2 · К.

Холодильная установка – это сложное устройство, которое состоит из компрессора, конденсатора, испарителя, блока управления, маслоотделителя, фильтра-осушителя и других приборов (рис. 23.6). Большинство холодильных установок осуществляют охлаждение и обогрев и называются холодильно-обогревательными установками. Холодильные установки обеспечивают поддержание температурного режима от –25 °С до +12 °С в изотермических кузовах автомобилей-фургонов, прицепов и полуприцепов объемом от 2 до 120 м^3.

Удовлетворяя требования перевозчиков продуктов питания, производители холодильных установок выпускают мультитемпературные системы, позволяющие обеспечивать различную температуру в многосекционных кузовах.

Холодильная установка автомобилей малой и средней грузоподъемности обычно имеет два компрессора: компрессор с приводом от двигателя автомобиля (непосредственно через клиноременную передачу или от автомобильного гене-

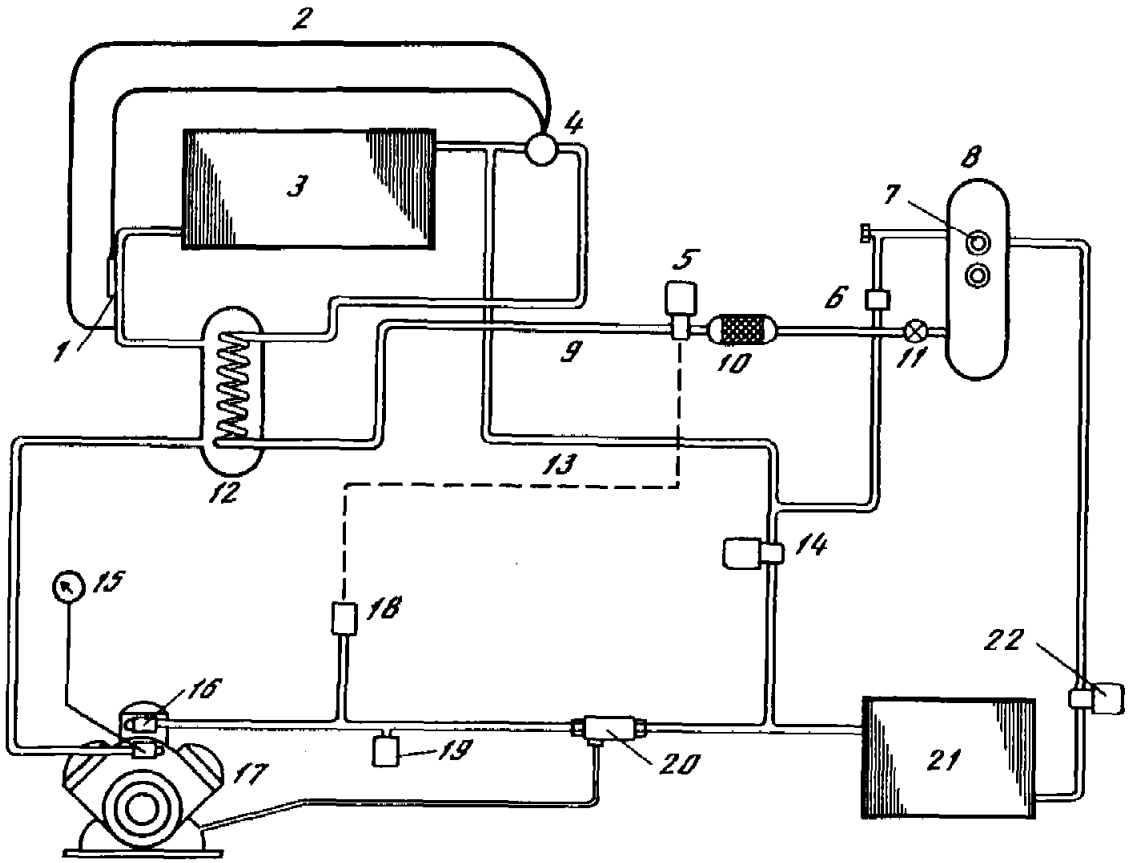


Рис. 23.6. Схема холодильной установки для автомобиля

1 – температурный датчик, *2* – внешний компенсатор, *3* – испаритель, *4* – терморегулирующий вентиль, *5* – электромагнитный клапан жидкости (нормально закрыт), *6* – обходной клапан, *7* – смотровое окно для контроля хладагента, *8* – аккумулятор жидкого хладагента, *9* – жидкостный трубопровод, *10* – фильтр-осушитель, *11* – запорный клапан, *12* – теплообменник, *13* – трубопровод горячего газа, *14* – электромагнитный клапан горячего газа (нормально закрыт), *15* – указатель давления всасывания, *16* – выпускной клапан, *17* – компрессор, *18* – кран регулирования давления, *19* – аварийный клапан высокого давления, *20* – маслоотделитель, *21* – конденсатор, *22* – электромагнитный клапан регулирования давления конденсатора (обычно открыт)

ратора), который называют дорожным, и стояночный компрессор с приводом от электродвигателя и питанием от внешней электросети.

В автомобилях средней и большой грузоподъемности устанавливается один компрессор с приводом от автономного двигателя, обычно дизеля. Для привода компрессора и охлаждения груза на стоянках авторефрижераторы могут дополнительно комплектоваться резервным электродвигателем (напряжение 220, 380 В, мощность 3–11 кВт) с питанием от внешней электросети.

Холодильные установки имеют два варианта управления: электромеханический и микропроцессорный.

Управление на базе микропроцессора – наиболее надежная система управления – имеет следующие преимущества:

- наличие автоматического пускового устройства обеспечивает легкость запуска двигателя;
- большой дисплей позволяет легко считывать информацию о работе холодильной установки;
- использование автоматической системы старт/стоп дает до 75% экономии топлива, снижает эксплуатационные расходы за счет увеличения интервалов между плановыми обслуживаниями и продлевает срок службы холодильного агрегата;

• система самодиагностики и предупреждения дает полную картину эксплуатационных показателей в реальном времени; дефекты обнаруживаются сразу после появления.

На экране дисплея отображаются следующие параметры холодильной установки:

1. Давление всасывания хладагента.
2. Счетчик моточасов при работе холодильной установки от дизеля.
3. Температура двигателя холодильной установки.
4. Температура воздуха на входе в испаритель.
5. Температура воздуха на выходе из испарителя.
6. Температура воздуха в глубине кузова.
7. Наружная температура воздуха.
8. Температура хладагента на выходе из компрессора.
9. Напряжение аккумуляторной батареи холодильной установки.
10. Счетчик моточасов при работе холодильной установки от электродвигателя.
11. Сигналы проверки программного обеспечения.
12. Серийный номер нижний.
13. Серийный номер верхний.
14. Счетчик моточасов до 1-го обслуживания.
15. Счетчик моточасов до 2-го обслуживания.
16. Счетчик общего количества моточасов.

Возможные неисправности, отображаемые на дисплее, для холодильного агрегата с приводом от автономного двигателя и микропроцессорной системой управления представлены ниже:

• низкое давление масла в двигателе – проверить уровень масла;
• перегрев двигателя – проверить уровень охлаждающей жидкости, ремни и загрязненность радиатора;
• высокое давление нагнетания в компрессоре – проверить все ремни, проверить загрязненность конденсатора и помехи прохождению воздуха;
• не запускается двигатель;
• низкое напряжение на клеммах аккумуляторной батареи – проверить кабель и электрические соединения;
• высокое напряжение зарядки аккумуляторной батареи; для защиты электрической системы микропроцессор останавливает работу холодильного агрегата;
• нарушение работы холодильной установки в режиме оттаивания;
• отсутствие зарядки аккумуляторной батареи при работающем двигателе;
• неисправность стартера двигателя холодильной установки;
• высокая рабочая температура компрессора – проверить все ремни, проверить загрязненность конденсатора и наличие помех прохождению воздуха;
• выход из строя датчика температуры воздуха на выходе из испарителя;
• предупреждение о необходимости проведения первого технического обслуживания;
• предупреждение о необходимости проведения второго технического обслуживания и др.

Предприятия–изготовители холодильных установок рекомендуют проводить техническое обслуживание и ремонт своих холодильных агрегатов на сервисных центрах. Предусмотрена четырех-пятиуровневая организация технического обслуживания холодильных агрегатов (табл. 23.8, 23.9). Периодичность ТО устанавливается для холодильных агрегатов с приводом от двигателя автомобиля – в километрах пробега шасси, для холодильного оборудования с приводом от автономного двигателя – по наработке в часах. Поэтому как на автономный двигатель, так и на электродвигатель устанавливаются счетчики моточасов.

Таблица 23.8

Периодичность и трудоемкость технического обслуживания холодильного агрегата малой производительности (с приводом от двигателя)

Вид обслуживания	Трудоемкость, чел.-ч	Периодичность обслуживания, тыс. км							
		5	30	60	90	120	150	180	210
A	1	•	•	•	•	•	•	•	•
B	2		•	•	•	•	•	•	•
C	3			•		•		•	
D	1					•			

Таблица 23.9

Перечень операций обслуживания холодильного агрегата малой производительности (с приводом от двигателя)

Вид обслуживания	Операции
A	Проверить натяжение ремней Проверить работу двигателя автомобиля на малых оборотах и убедиться, что компрессор надежно закреплен Проверить крепление испарителя и холодильного агрегата к кузову
B	Очистить конденсатор и испаритель Заменить ремни дорожного и стояночного компрессоров Заменить фильтр-осушитель Проверить уровень масла в компрессоре Проверить работу пульта управления Проверить работу холодильной установки в режиме оттаивания – включение холодильной установки – отключение вентилятора – отключение холодильной установки – слив конденсата
C	Проверить подшипники натяжных роликов Проверить работу вентиляторов испарителя и конденсатора. Заменить щетки электродвигателей Заменить масло в компрессоре. Использовать только полиэфирное масло, утвержденное фирмой-производителем
D	Заменить сменные реле и предохранители в электрическом отсеке

Техническое обслуживание холодильного оборудования с автономным двигателем проводится со следующей периодичностью: обслуживание A – 500–1000 ч, B – 1200–1500 ч, C – 2200–4500 ч, D – 3000–7000 ч.

Техническое обслуживание и текущий ремонт холодильных агрегатов производится непосредственно на кузове автомобиля-фургона, прицепа или полуприцепа. В случае сложного ремонта холодильный агрегат демонтируют с кузова.

Высота ворот производственного здания должна обеспечивать беспрепятственный въезд в производственную зону нерасцепленных авторефрижераторов-полуприцепов, высота которых достигает 4 м.

При техническом обслуживании холодильного агрегата необходимо использовать исправные лестницы, подставки с ограждениями, ремни безопасности. Мон-

таж-демонтаж холодильных установок должен проводиться с применением подъемно-транспортного оборудования грузоподъемностью до 1 т.

При техническом обслуживании авторефрижератора особое внимание необходимо уделить

- проверке состояния кузова – дверей, уплотнителей, замков, герметичности всех соединений; контролю и устранению повреждений стен и термоизоляции кузова, очистке дренажных трубопроводов и воздуховодов;
- проведению смазочно-заправочных работ – замене масляного, топливного и воздушного фильтров, замене моторного масла в двигателе (через 500–3000 ч в зависимости от типа холодильного агрегата и применяемого масла) и в компрессоре, проверке уровня хладагента (через смотровое окно ресивера), замене охлаждающей жидкости в двигателе (1 раз в 2 года), замене фильтра-осушителя хладагента;
- проверке и техническому обслуживанию холодильного агрегата – очистке змеевиков конденсатора и испарителя от насекомых, грязи и мусора, осмотру и проверке натяжения приводных ремней (допускается прогиб ремней 12 мм на середине расстояния между шкивами), калибровке термостата и термометра (в водяной бане при 0 °С), проверке производительности компрессора и создаваемого им давления.

Перед проведением профилактических или ремонтных работ необходимо обесточить холодильную установку, отсоединив внешний электрический кабель и убедиться, что главный переключатель установлен в положение "выключено".

При ремонте холодильных установок необходимо осуществлять сбор и повторное использование или утилизацию хладагента. В современных холодильных установках используются разрешенные Международной конвенцией озононеразрушающие хладагенты R134A, R404A. Тем не менее при работе с ними необходимо соблюдать меры предосторожности. Хладагент может стать причиной обморожения, серьезных ожогов или слепоты.

Испаритель и конденсатор выполнены из трубок с охлаждающими ребрами, которые могут быть причиной травмы. Поэтому при обслуживании холодильного агрегата рекомендуется надевать защитные перчатки.

Автомобильная цистерна – это специализированное автотранспортное средство, предназначенное для бестарной перевозки жидких, газообразных и некоторых видов сыпучих грузов в специальных емкостях, устанавливаемых на шасси. Особенностью эксплуатации автоцистерн является то, что они, как правило, используются только для перевозки конкретных видов грузов.

Техническое обслуживание автоцистерн рассмотрим на примере автоцистерн для перевозки нефтепродуктов и молока.

Автоцистерна для перевозки нефтепродуктов смонтирована на шасси автомобиля и состоит из следующего специального оборудования: цистерны, топливного насоса с приводом, приемо-раздаточной арматуры с рукавами, фильтров для очистки, контрольно-измерительных приборов, средств пожаротушения и заземления.

При ТО и ТР автоцистерны для перевозки нефтепродуктов особое внимание следует уделять

- обеспечению безопасности – ежедневно проверять герметичность соединений трубопроводов и арматуры, действие приборов освещения и световой сигнализации; комплектность и исправность средств пожаротушения и заземления (металлическая цепь походного заземления надежно крепится к цистерне; часть ее, лежащая на земле, должна быть не менее 200 мм; заземляющее устройство должно иметь трос длиной 5 м, одним концом прикрепленный к цистерне, другим – соединенный с металлическим штырем длиной 0,5 м, заглубляемым в землю);

- надежности крепления корпуса цистерны к раме шасси, трубопроводов, насоса и других узлов, работоспособности дыхательного клапана (клапан должен свободно перемещаться при нажатии на стержень рукой), герметичности корпуса и состоянию покрытия на внутренней поверхности цистерны, герметичности крышки горловины; состоянию напорно-всасывающих рукавов (рукава, имеющие трещины, проколы, отслоения резины, обрывы токопроводников заменяются новыми), состоянию и креплению проводников системы электрооборудования, состоянию и правильности показаний всех приборов;
- смазочно-заправочным работам – смазке подшипников насоса, троса заземляющего устройства, промывке отстойника цистерны и воздушного фильтра, смене масла в гидросистеме привода насоса.

Запрещается производить какие-либо работы с электрооборудованием при включенном питании. Осматривать электрооборудование, заменять предохранители разрешается только при отключенной аккумуляторной батарее.

Запрещается применять при выполнении ТО все виды открытого огня, устанавливать ближе 3 м от цистерны агрегаты, являющиеся источником искрения или пламени.

Перед ремонтом, консервацией и очисткой автоцистерны необходимо

а) слить топливо;

б) наполнить цистерну водой, предварительно закрыв патрубки заглушками, открыть задвижку и произвести перемешивание воды с целью вытеснения остатков топлива; слить воду;

в) пропарить цистерну в течение 6 ч, продуть воздухом в течение 30–40 мин, вновь наполнить ее водой и повторить перемешивание;

г) слить воду и просушить цистерну в течение 5 сут. с обязательной продувкой не менее 2 раз в день.

В период проветривания люк должен быть открыт, автоцистерна должна быть ограждена. Допуск людей в цистерну и производство работ начинаются только после отбора проб газоанализатором.

Работающий внутри цистерны должен быть снабжен спецодеждой, мягкой обувью, ковриком (резиновым, тканевым и т.д.), исправным изолирующим противогазом или противогазом с длинным гофрированным шлангом, конец которого должен быть открыт и выходить в зону с чистым воздухом; должен быть опоясан страховочным поясом с лямками и прочно привязанным к нему страховочным канатом, свободный конец которого должен находиться в руке страхующего на площадке цистерны. Место выполнения работ должно быть оборудовано средствами первой медицинской помощи. При работе внутри цистерны необходимо пользоваться исправными ключами из неискровых материалов. Осевшая грязь внутри цистерны удаляется жесткими капроновыми щетками, чтобы исключить искрообразование.

Автоцистерна для перевозки молока предназначена для бестарной перевозки охлажденного молока к месту его переработки. Состоит из алюминиевой цистерны, люков с крышками, молокопроводов и механизмов управления.

Перед каждым рейсом необходимо проверять крепление цистерны к каркасу; надежность запора и плотность закрывания крышек горловин; плотность закрывания сливных клапанов и заглушек.

Ежедневно необходимо следить за содержанием цистерны в чистоте в соответствии с правилами перевозки молочной продукции; за своевременной мойкой всех частей автоцистерны, соприкасающихся с молоком, за исправностью механизмов управления, панелей управления, прокладок и уплотнений. Молочные цистерны после каждого рейса должны промываться, дезинфицироваться и опломбироваться, о чем делается соответствующая отметка в путевом документе. Мойка

и дезинфекция молочных цистерн должны осуществляться в соответствии с "Инструкцией по санитарной обработке оборудования на предприятиях молочной промышленности" моющей станцией предприятия молочной промышленности моющим и дезинфицирующим растворами под давлением не менее 0,3 МПа.

При техническом обслуживании особое внимание уделять целостности защитного покрытия цистерны (в случае скола или отслаивания краски поврежденное место зачистить и подкрасить пентафталевой эмалью), смазке деталей механизма управления.

Один раз в год необходимо проводить государственную поверку автоцистерны.

Автобетоносмеситель предназначен для транспортирования отдозированных сухих компонентов бетонной смеси, приготовления бетонной смеси в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также для доставки готовой бетонной смеси и выдачи ее потребителю.

Автобетоносмесители имеют следующее специальное оборудование: смесительный барабан, привод барабана (автономный двигатель или привод от коробки отбора мощности, гидростатическая трансмиссия, редуктор), загрузочно-разгрузочное устройство, систему подачи воды, систему управления.

ТО-1 смесителя рекомендуется проводить через 150–250 ч работы (зависит от модели автобетоносмесителя), ТО-2 – через 500 ч и совмещать с очередными ТО базового автомобиля.

Ежедневно, перед тем как приступить к работе на смесителе, рекомендуется смачивать водой смесительный барабан и загрузочно-разгрузочное устройство (это облегчает мойку и очистку автобетоносмесителя по окончании работы). В конце рабочего дня надо провести работы по очистке изделия и на бандаж (опорное кольцо) смесительного барабана нанести графитную смазку, в зимний период слить остатки воды из системы водопитания.

При техническом обслуживании и ремонте необходимо

- проверять состояние передней и задней опор смесительного барабана, состояние лопастей в смесительном барабане (в случае необходимости производить наплавку износившихся кромок), исправность арматуры системы подачи воды;
- проводить смазочно-заправочные работы – смазать трос, оси, шарнирные соединения рычагов и тяг системы управления, подшипники опорных роликов, опору лотка. При СО менять масло в гидросистеме и редукторе.

Водяной бак должен проходить периодическое техническое освидетельствование в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением". Результаты освидетельствования и сроки следующего освидетельствования должны записываться в паспорт сосуда.

Полуприцеп-панелевоз – наиболее распространенный вид транспортного средства для перевозки крупногабаритных железобетонных изделий. Он представляет собой пространственный несущий каркас трапециевидного сечения, оборудованный крепежными цепями (закреплены на верхнем настиле полуприцепа), увязочными лебедками с угловыми зажимами, гидравлическими или механическими опорами, подкладками (резиновый элемент опорной поверхности панелевоза) и откидными башмаками.

При техническом обслуживании и ремонте панелевозов необходимо

- проводить смазочно-заправочные работы – смазывать опорные шейки осей шестерен, храповика, барабана увязочных лебедок, при СО сменить масло в гидросистеме опор;
- проверять состояние рамы, состояние и крепление лебедок панелевоза, состояние и работоспособность опор, состояние и крепление демпфирующих подкладок (при необходимости подтянуть болты или заменить резиновые

элементы), состояние осей откидных башмаков (сломанные – заменить, гнутые – поправить);

- проверять состояние страховочных цепей панелевоза и крюков (обрыв звеньев цепи, увеличение зева крюка более 30 мм не допускается; при зеве более 30 мм подогнуть рог крюка до необходимого размера), состояние тросов лебедок и угловых прижимов. При наличии у каната поверхностного износа или коррозии, достигших 40% первоначального диаметра проволок, обрыве 12 и более нитей на одном витке свивки троса трос должен быть заменен. Оценка износа или коррозии проволок по диаметру проводится с помощью микрометра или иного инструмента, обеспечивающего достаточную точность. Для этого отгибается конец проволоки в месте обрыва на участке наибольшего износа. Замер диаметра проволоки производится после удаления с него грязи и ржавчины.

Высота ворот производственного здания должна обеспечивать беспрепятственный въезд в производственную зону нерасцепленного автопоезда-панелевоза. Посты по обслуживанию панелевозов должны быть по возможности проездными.

Глава 24

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

24.1. ВИДЫ И СВОЙСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Развитие автомобильного транспорта вызывает значительный рост потребления жидкого топлива и увеличивает загрязнение атмосферного воздуха. Одним из радикальных путей решения данной проблемы является расширение использования на автомобильном транспорте так называемых нетрадиционных, или альтернативных, энергоносителей и топлив на их основе.

Альтернативные топлива по ряду физико-химических и эксплуатационных свойств, определяющих конструкцию системы питания и технологии ее эксплуатации, существенно отличаются от традиционных энергоносителей – бензинов и дизельных топлив. Это соответственно не только изменяет конструкцию системы питания и ее эксплуатацию, но и влияет на многие другие составляющие общего процесса технической эксплуатации и смежных связанных с ней направлений. Перевод автотранспортных средств на альтернативные топлива вызывает необходимость проведения комплекса дополнительных мероприятий, связанных с особенностями ТО таких автомобилей, их ремонта, хранения, приспособления ПТБ, топливоснабжения и дополнительной подготовки персонала и специалистов для выполнения этих работ. Значительная часть этих мероприятий является задачами технической эксплуатации и соответственно должна быть обеспечена дополнительными материальными средствами.

Альтернативные топлива подразделяются на топлива коммерческой, перспективной и проблемной групп.

Топлива коммерческой группы достаточно широко применяются в настоящее время и имеют перспективы дальнейшего расширения их использования по мере накопления технологического опыта, развития инфраструктуры, сокращения производства нефтяных топлив. К ним относятся:

- компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) (метан);

• газ сжиженный нефтяной (ГСН) (пропан-бутановая смесь);
• спирты в качестве добавок к бензинам (метанол, этанол, бензометанольная смесь и т.п.).

Для этой группы альтернативных топлив разработаны инфраструктура производства, хранения и заправки. Выпускаются газобаллонные автомобили, оснащенные системами питания этими топливами, и комплекты газобаллонного оборудования для переоборудования автомобилей и их эксплуатации на этих видах топлива.

Перспективные альтернативные топлива – горючие продукты природного или синтетического происхождения, пока не нашедшие широкого применения. К ним относятся:

• сжиженный природный газ (метан);
• водород;
• спиртовые топлива;
• биогаз.

К альтернативным проблемным относятся топлива, по возможности применения которых ведутся поисковые работы. Это

• водобензиновые эмульсии;
• эфиры;
• металлосуспензии.

Газообразные углеводородные топлива подразделяются в зависимости от исходного сырья на нефтяные, природные, промышленные, а также искусственные. Эти газы могут храниться на борту автомобиля в зависимости от агрегатного состояния в сжиженном и газообразном виде. Агрегатное состояние компонентов газообразного топлива является главным свойством, определяющим его вид, способ заправки и хранение на борту автомобиля, существенно влияющим на конструкцию и эксплуатацию газобаллонного автомобиля (ГБА). Основные физико-химические показатели, по которым оцениваются компоненты газообразных топлив, представлены в табл. 24.1.

Из табл. 24.1 следует, что основные компоненты ГСН – пропан и бутан – тяжелее воздуха и, следовательно, более опасны для автотранспортных предприятий. Метан – основной компонент природного газа, наоборот, благодаря низкой плотности почти в 2 раза легче воздуха и, таким образом, не скапливается в рабочих зонах АТП. Метан и ГСН не имеют цвета и запаха, поэтому для обеспечения безопасности при их использовании на автомобилях им придают особый запах – одорируют. В последнее время в соответствии с ГОСТ 27577-91 метан может поступать на автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) неодорированным, что затрудняет обнаружение негерметичности, требует применения течеискателей.

Компоненты газообразных топлив имеют температуру кипения при атмосферном давлении ниже 0 °С.

Очень низкие температура кипения при атмосферном давлении (–161,5 °С) и критическая температура (–82 °С) у метана делают пока технически сложными и экономически неэффективными заправку и хранение его в сжиженном состоянии на борту автомобиля, для чего используются изотермические баллоны с комплексной термоизоляцией. Поэтому в настоящее время распространена заправка и хранение на автомобилях метана в сжатом, или так называемом компримированном, состоянии под высоким давлением – до 40 МПа. На АГНКС в России рабочее давление – 20 МПа. Использование сжиженного метана получает в настоящее время распространение при передвижной заправке природным газом. Для этих целей выпускаются передвижные автогазозаправочные установки (ПАГЗ), работающие на сжиженном природном газе.

Таблица 24.1

Физико-химические свойства газообразных топлив и бензина

Параметр	Вид топлива				
	метан	этан	пропан	бутан	бензин
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	
Относительная молекулярная масса	16	30	44	58	114,2
Плотность жидкости (при температуре кипения и давлении 100 кПа), кг/м^3	416	546	584	600	735
Плотность газовой фазы (при нормальных условиях); кг/м^3	0,717	1,356	2,019	2,703	5,18
Относительная плотность газовой фазы (по воздуху)	0,554	1,048	1,562	2,091	3,78
Критическое давление (абсолютное), МПа	4,58	4,88	4,20	3,60	–
Критическая температура кипения, °С	–82,0	32,3	96,8	152,9	–
Температура кипения при давлении 100 кПа, °С	–161,5	–88,5	–42,1	–0,5	35–180
Теплота сгорания, низшая, массы, МДж/кг	49,7	47,1	45,9	45,4	43,93
Теплота сгорания, низшая объемная, МДж/м^3	33,8	59,9	85,6	111,6	213,18
Теоретически необходимое для сгорания количество воздуха, кг/кг	17,2	16,8	15,7	15,5	14,9
Теоретически необходимое для сгорания количество воздуха, м^3/м^3	9,52	16,66	23,91	30,95	58,61
Температура воспламенения в воздухе при атмосферном давлении, °С	680–750	508–605	510–580	475–550	470–530
Пределы воспламенения объемные при нормальных условиях, %					
нижний	5,3	3,2	2,4	1,9	1,5
верхний	14,0	12,5	9,5	8,5	6,0
Октановое число (ОЧ)	115	125	110	95	92

Пропан и бутан могут храниться в сжиженном состоянии в диапазоне рабочих температур от –40 °С до +45 °С при относительно низком давлении (до 1,6 МПа). Основными преимуществами газов, находящихся в сжиженном состоянии, по сравнению с компримированным газом является большая концентрация тепловой энергии в единице объема, значительно меньшее рабочее давление в баллонах и соответственно меньшая прочность и толщина стенок баллона и запорной арматуры, их

меньшая масса и стоимость. Например, пробег на одном 50-литровом баллоне, заправленном ГСН, для автомобиля ВАЗ составит около 500 км, а КПГ – только 100 км.

Анализ теплофизических свойств топлива и его горючей смеси показывает, что все газы превосходят бензин по теплоте сгорания, однако в смеси с воздухом их энергетические показатели хуже, и этим объясняется снижение почти на 20% мощности современных газобаллонных автомобилей. Вместе с тем высокие октановые числа газообразных топлив позволяют увеличить степень сжатия газовых двигателей за счет изменения конструкции и поднять мощность. Высокие ОЧ требуют увеличения угла опережения зажигания, что может привести к перегреву деталей двигателя. В практике эксплуатации наблюдаются случаи прогорания днищ поршня и клапанов при слишком раннем зажигании и работе на бедных смесях.

Основные горючие компоненты газового топлива имеют пределы воспламенения, значительно смещенные в сторону бедных смесей, что дает дополнительные возможности повышения топливной экономичности.

Газообразные углеводородные топлива при их качественной очистке и подготовке относятся к наиболее чистым в экологическом отношении моторным топливам. Во многих странах этот фактор является определяющим в расширении использования газа на автотранспорте. Выбросы токсичных веществ с отработавшими газами газобаллонных автомобилей по сравнению с бензиновыми значительно ниже.

Газ сжиженный нефтяной (который ранее называли сжиженным нефтяным газом (СНГ)) представляет собой смесь пропана, бутана, изобутана, пропилена, этана, этилена и других фракций и вырабатывается как продукт переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах или при добыче нефти и природного газа в виде отдельной жидкой фракции.

Компонентный состав сжиженного нефтяного газа регламентируется ГОСТ 27578-87 "Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. Технические условия". Стандарт предусматривает две марки газа: зимнюю – ПА (пропан автомобильный) и летнюю – ПБА (пропан-бутан автомобильный). В марке ПА содержится 90 ± 10% пропана, в марке ПБА – 50 ± 10% пропана, остальное – бутан, не более 1% непредельных углеводородов. Допускается некоторое количество метана, этана при условии, что в ГСН марки ПА давление насыщенных паров при температуре –35 °С будет не менее 0,07 МПа (избыточное), а в ГСН марки ПБА давление насыщенных паров при температуре +45 °С – не более 1,6 МПа, а при температуре –20 °С – не менее 0,007 МПа. Давление газа в баллоне практически не зависит от его количества.

На автомобильные газонаполнительные станции поступает и газ по ГОСТ 20448-90 ("Газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового и промышленного потребления. Технические условия"). По этим техническим условиям производятся топлива двух марок: смесь пропан-бутановая зимняя (СПБТЗ) и смесь пропан-бутановая летняя (СПБТЛ), с содержанием пропана 75% и 34% соответственно. Для этих газов предусмотрены более широкие допуски на содержание компонентов, в том числе вредных с точки зрения воздействия на двигатель и топливную аппаратуру (например, серы и ее соединений, непредельных углеводородов и др.).

ГСН в сжиженном виде при незначительном изменении температуры имеет большой коэффициент объемного расширения, поэтому во избежание разрыва баллона при заправке запрещается заправлять его полностью, необходимо оставлять так называемую паровую подушку (фазу). Степень заполнения (полезная вместимость) автомобильных газовых баллонов должна быть в пределах 80–85%. Современная автомобильная арматура газовых баллонов имеет специальное

устройство, автоматически перекрывающее заправочный канал и прекращающее дальнейшую заправку баллона при достижении указанного уровня заправки.

ГОСТ 275777-91 определяет состав КПГ, основным компонентом которого является метан (до 95%), удельную теплоту сгорания (32,6–36,0 МДж/м^3), содержание механических примесей (не более 1 мг/м^3), воды (не более 9 мг/м^3) и ряд других показателей.

При переводе автотранспорта для работы на газовом топливе возникает ряд дополнительных задач, которые частично или полностью решают ИТС предприятий:

- установка (переоборудование) на автомобили газобаллонного оборудования (ГБО), приспособление двигателей к новому виду топлива, организация переосвидетельствования автомобильных газовых баллонов на специализированных пунктах;
- приспособление производственно-технической базы АТП для ТО, ремонта, хранения ГБА и заправки их газообразным топливом;
- организация технического обслуживания и ремонта систем питания ГБА;
- подготовка и аттестация персонала для эксплуатации технического обслуживания и ремонта ГБА;
- нормативно-правовое и технологическое обеспечение перечисленных работ.

24.2. ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ

Установка газового оборудования может производиться непосредственно на заводе–изготовителе автомобиля, на специализированных участках, которые могут располагаться в производственных помещениях АТП, ремонтных мастерских или предприятий автосервиса, и производителями ГБО.

В соответствии с действующим законодательством переоборудование и дальнейшая эксплуатация ГБА может осуществляться только при наличии ряда соответствующих документов, подтверждающих, что ГБО, установленное на автомобиль, соответствует требованиям ТУ, ГОСТ, ОСТ и сам автомобиль после переоборудования соответствует требованиям безопасности, а также, что организация, выполнившая переоборудование и производящая обслуживание и ремонт газового оборудования, имеет на это право. Этими документами являются сертификат соответствия на комплект газобаллонного оборудования для данной модели автомобиля, сертификат соответствия на выполняемые услуги по переоборудованию: проверке герметичности (опрессовке) и регулировочным работам, и лицензия на право выполнения этих работ. Персонал, производящий переоборудование, должен пройти специальную подготовку и иметь удостоверение соответствующего образца.

В зависимости от вида применяемых топлив и типа двигателей автомобили переоборудуются в газобаллонные однотопливные (монотопливные), двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив и двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели).

В зависимости от агрегатного состояния и вида газа автомобили переоборудуются для работы на компримированном или сжиженном природном газе и для работы на сжиженном нефтяном газе.

Технологический процесс переоборудования (рис. 24.1) включает в себя следующие основные этапы: подготовку комплекта ГБО и автомобиля к монтажу, непосредственно монтаж оборудования на автомобиль, проверку герметичности газовой системы на автомобиле и завершается регулировочными работами и оформлением соответствующей документации.



Рис. 24.1. Схема организации переоборудования базовых автомобилей в газобаллонные

Подготовка комплекта позволяет проверить номенклатуру и работоспособность элементов до их установки на автомобиль.

Монтаж включает в себя выполнение разборочно-сборочных работ на кузове, кабине, двигателе при установке комплектующих элементов ГБО:

- закрепление баллонов для хранения газа, заправочного устройства, запорной арматуры и трубопроводов для подачи газа от баллонов; подключение к газовой магистрали и системе охлаждения редукторов высокого давления (только для рабочего давления КПГ 20 МПа) и редуктора низкого давления; установку бензинового клапана для двухтопливных бензиновых систем питания (для инжекторных систем не обязательно); установку электропроводки и электронных приборов для включения и блокировки подачи газа, подключения дополнительных контрольных приборов, устройств и средств оповещения об утечках; установку газосмесительных и дозирующих устройств на двигателе (в карбюраторе, воздушном трубопроводе, впускном коллекторе);
- баллоны крепятся на специальных кронштейнах, у грузовых автомобилей они обычно располагаются на раме, у автобусов – баллоны для КПГ на крыше, в специальной кассете, для ГСН – под кузовом, баллоны легковых автомобилей – в багажнике;
- трубопроводы от баллонов прокладываются по днищу автомобиля или по раме;

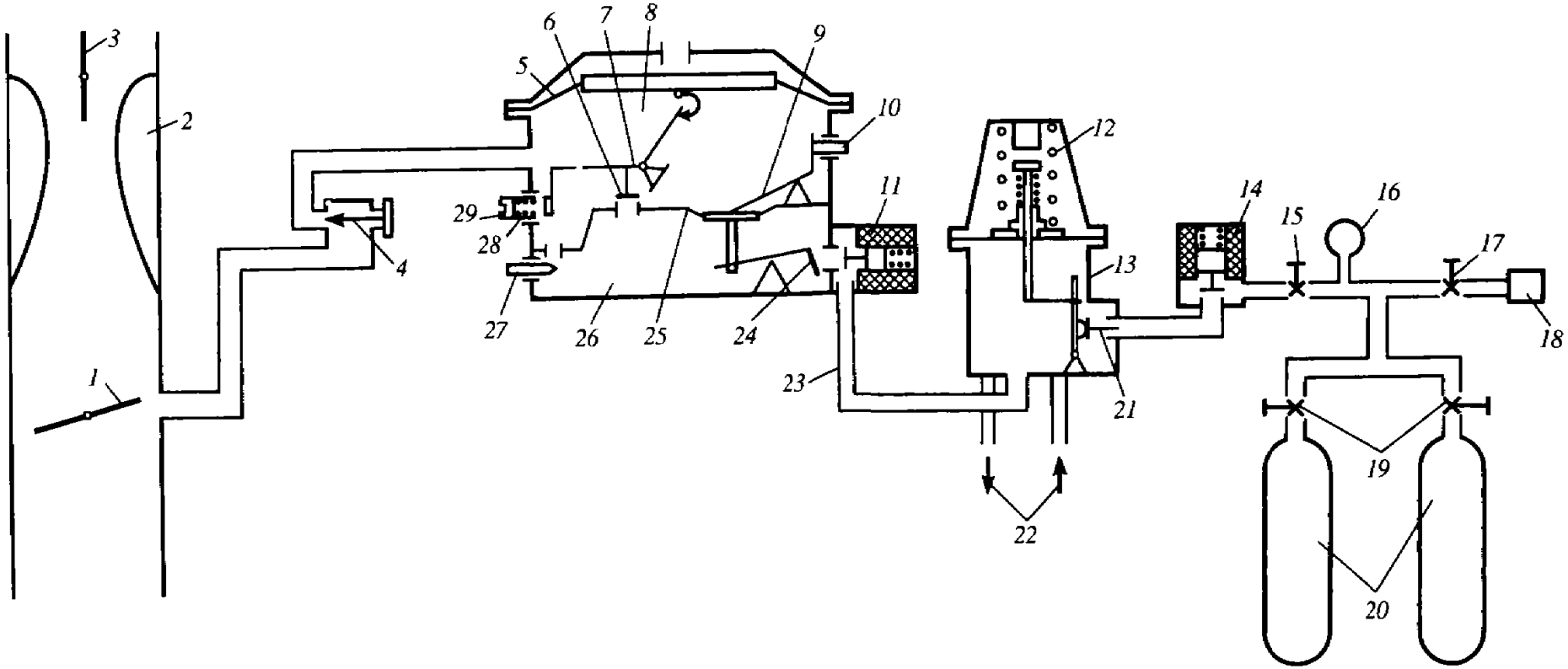


Рис. 24.2. Схема основных узлов газовой аппаратуры

1 – дроссельная заслонка, *2* – смеситель, *3* – воздушная заслонка, *4* – дозатор газа, *5* – мембрана 2-й ступени, *6* – клапан 2-й ступени, *7* – рычаг клапана 2-й ступени, *8* – полость 2-й ступени, *9* – рычаг мембраны 1-й ступени, *10* – регулировочный винт рычага 1-й ступени, *11* – электромагнитный клапан, *12* – пружина редуктора высокого давления (РВД), *13* – РВД, *14* – электромагнитный газовый клапан, *15* – магистральный вентиль, *16* – манометр, *17* – наполнительный вентиль, *18* – заправочный узел, *19* – баллонные вентили, *20* – баллоны, *21* – клапан РВД, *22* – подвод охлаждающей жидкости, *23* – трубопровод от РВД, *24* – клапан 1-й ступени, *25* – мембрана 1-й ступени, *26* – полость 1-й ступени, *27* – винт регулировочный холостого хода, *28* – пружина, *29* – регулировочный винт клапана 2-й ступени

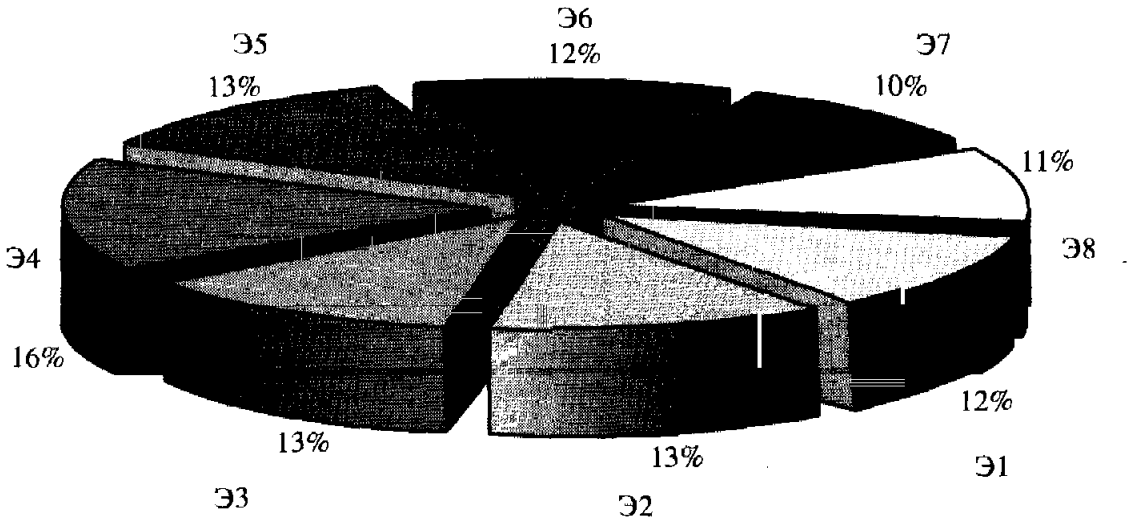


Рис. 24.3. Распределение отказов по элементам газовой системы питания, %

Э1 – редуктор высокого давления; Э2 – редуктор низкого давления; Э3 – электромагнитный клапан (ЭМК); Э4 – трубопроводы и соединения; Э5 – электропроводка системы ГБА, датчики; Э6 – заправочный и расходный вентили; Э7 – приборы измерения давления (манометры); Э8 – неисправности газотопливной аппаратуры ГБА

- редукторы, газовый и бензиновый клапаны располагаются обычно в моторном отсеке, органы управления – на приборной доске в кабине водителя.

После выполнения монтажных работ выполняют проверку герметичности газовой системы рабочим давлением на автомобиле и завершают регулировочными работами и оформлением соответствующей документации.

Стоимость[1] комплекта газового оборудования для ГСН составляет от 5 тыс. руб. для легкового автомобиля до 15 тыс. руб. – для грузового. Трудоемкость переоборудования для легковых и грузовых автомобилей составляет соответственно 6 и 15 чел.·ч. Стоимость[1] комплекта газового оборудования для КПГ составляет от 15 тыс. руб. для легкового автомобиля до 35 тыс. руб. – для грузового. Трудоемкость переоборудования для легковых и грузовых автомобилей составляет соответственно 9 и 20 чел.·ч. Трудоемкость переоборудования газовых и газодизельных автобусов составляет около 40 чел.·ч.

На рис. 24.2 приведена принципиальная схема газовой системы питания автомобиля, работающего на КПГ. Заправка баллонов *20* газом производится через заправочный узел *18*, вентиль наполнительный *17* и баллонные вентили *19*.

Из баллонов КПГ по трубопроводам высокого давления подается к электромагнитному клапану *14*, предварительно пройдя очистку от твердых примесей в фильтре этого клапана.

После открытия электромагнитного клапана *14* газ подается к редуктору высокого давления *13*, где происходит снижение давления газа до 1,0–1,2 МПа. Для предотвращения замерзания примесей влаги, происходящего из-за падения температуры газа при редуцировании в РВД, для подогрева подается жидкость от системы охлаждения двигателя.

Затем газ поступает по трубопроводу в редуктор низкого давления (РНД). В РНД в 1-й (*26*) и 2-й (*8*) ступенях происходит последовательное снижение давления до близкого к атмосферному.

[1] В ценах 2000 г.

Из РНД газ по рукаву подается к дозатору газа *4* и в смеситель *2*, откуда газовоздушная смесь поступает в цилиндры двигателя.

Переключение видов топлива осуществляется при помощи переключателя в цепи электрической схемы. Блокировка подачи газа выполняется при помощи входного клапана *11*, управляемого электронным блоком.

Важными для эксплуатации газобаллонных автомобилей являются вопросы качества и надежности устанавливаемого газового оборудования, которые влияют на безопасность эксплуатации и на стабильность экологических и экономических показателей. На рис. 24.3 представлено распределение отказов по элементам системы ГБО, работающего на КПГ.

24.3. СНАБЖЕНИЕ ГАЗОВЫМ ТОПЛИВОМ

Система снабжения КПГ для заправки ГБА базируется на имеющейся сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций различной мощности или передвижных автогазозаправщиков.

Заправка баллона газом производится в строгом соответствии с правилами техники безопасности АГНКС. Перед началом заполнения баллонов КПГ замеряют остаточное давление в них по показанию манометра и температуру окружающего воздуха и по специальной таблице определяют количество газа, которое будет заправлено. Заправку производят до давления 19,6 МПа (200 кгс/см^2). По состоянию на 2000 г. в России имеется около двухсот АГНКС, производящих от 220 до 500 заправок в сутки. Мощности АГНКС пока используются на 25%, поэтому в отличие от существующих крупных станций с входным давлением 0,4–1,2 МПа наметилась тенденция создания городских и гаражных стационарных малых и средних АГНКС на более низком входном давлении 0,1–0,6 МПа. В типоразмерном ряду представлены перспективные АГНКС производительностью от 0,02 до 7,0 млн м^3/год или от 1 до 250 заправок в сутки и с давлением всасывания от 0,0013 до 20 МПа (табл. 24.2).

Таблица 24.2

Технические данные стационарных АГНКС малой и средней мощности

Параметр	М-45 (М-50)	БК-75/150	МБКИ-60/125	КИ 50/3-7,5
Входное давление газа, МПа	0,03–0,3	0,1–1,2	0,05–1,2	3,0–7,5/30–75
Подача компрессора, м^3/ч	108–240	225–270	250–450	85–210
Производительность, запр./сут	33–86	75–150	60–125	25–63
(млн м^3/год)	(0,65–1,73)	(1,35–3,7)	(2,0–4,1)	(0,5–1,3)
Привод компрессора	Электродвигатель	ДВС (потребление газа – 0,15 млн м^3/год)	Электродвигатель	Электродвигатель
Система охлаждения	Воздушная	Жидкостная	Жидкостная	Воздушная
Установленная мощность, кВт	66	20–36	85–210	16,5–20
Количество обслуживающего персонала, чел./смену	1	2	1	2
Занимаемая площадь (ориентировочно), м^2	200	500	600	400

Примечание. Возможность заправки ПАГЗов есть у всех типов АГНКС.

Таблица 24.3

Технические характеристики ПАГЗов

Параметр	ПАГЗК-1900-25	ПАГЗ-3500-25	ПАГЗ-5000-25
Объем перевозимого газа, $м^3$	1900	3500	5000
Число секций	4	4	5
Число постов заправки	2	2	3
Масса снаряженного ПАГЗ, т	13,9	–	30,0
Тип транспортного средства	Полный прицеп, тягач	Полуприцеп, седельный тягач КамАЗ	Полуприцеп, седельный тягач КамАЗ, МАЗ

Примечание. Давление газа 25,0 МПа.

Заправка с использованием передвижных автогазозаправщиков, расположенных непосредственно на АТП, на площадках возле автодорог и шоссе, на площадках, примыкающих к АЗС, а также в полевых условиях, оказывается экономически оправданной при удалении потребителя от станции на расстояние 10–70 км.

Использование передвижных газозаправочных средств по сравнению с заправкой транспорта непосредственно от АГНКС увеличивает себестоимость КПГ, но снижает транспортные расходы потребителей за счет ликвидации холостых пробегов ГБА.

Для повышения коэффициента опорожнения газобаллонные установки ПАГЗов разделяются на 3–5 секций, последовательно подключаемых к заправляемому автомобилю (табл. 24.3).

ПАГЗы могут также использоваться в качестве транспортируемых газоаккумуляторов.

При этом на площадке заправки оборудуется стационарная автомобильная газонаполнительная станция (АГНС) на 4–6 постов (как и на АГНКС), на которую КПГ доставляется ПАГЗами, наполняемыми на мощных АГНКС. В этом случае оснащение ПАГЗов значительно упрощается, так как не требуется оборудование для заправки автомобилей, коммерческого учета заправляемого газа, сложной арматуры переключения секций.

Таким образом, эта технология использования ПАГЗов даст возможность решить задачу массовой заправки автотранспорта на АТП, даже с учетом пиковых нагрузок по потреблению газа, при выходе автомобилей на транспортные маршруты.

Система снабжения ГСН предусматривает кустовые базы сжиженного газа и АГНС стационарного и передвижного типа (БЦМ-74 или АППЦТ-12 885 М).

Наличие мощных кустовых баз сжиженного газа позволяет создать широкую сеть АГНС. Эти станции производят заправку автомобилей, учет отпущенного газа, хранения запаса газа и слив газа из баллонов автомобилей (рис. 24.4).

Сжиженный газ хранится в подземных резервуарах *5*, из которых через фильтры *3* поступает к центробежным насосам *4* и далее к раздаточным колонкам *6*. Для уменьшения высоты всасывания центробежных насосов в схеме предусмотрены компрессор *1*, создающий в резервуарах давление на 1–2 $кгс/см^2$ выше паров перекачивающего газа. При помощи компрессора сливаются остатки газа из автомобильных баллонов в резервуары АГНС при необходимости ремонта или переосвидетельствования баллонов. Для очистки газа от масла, имеется маслоотделитель *2*.

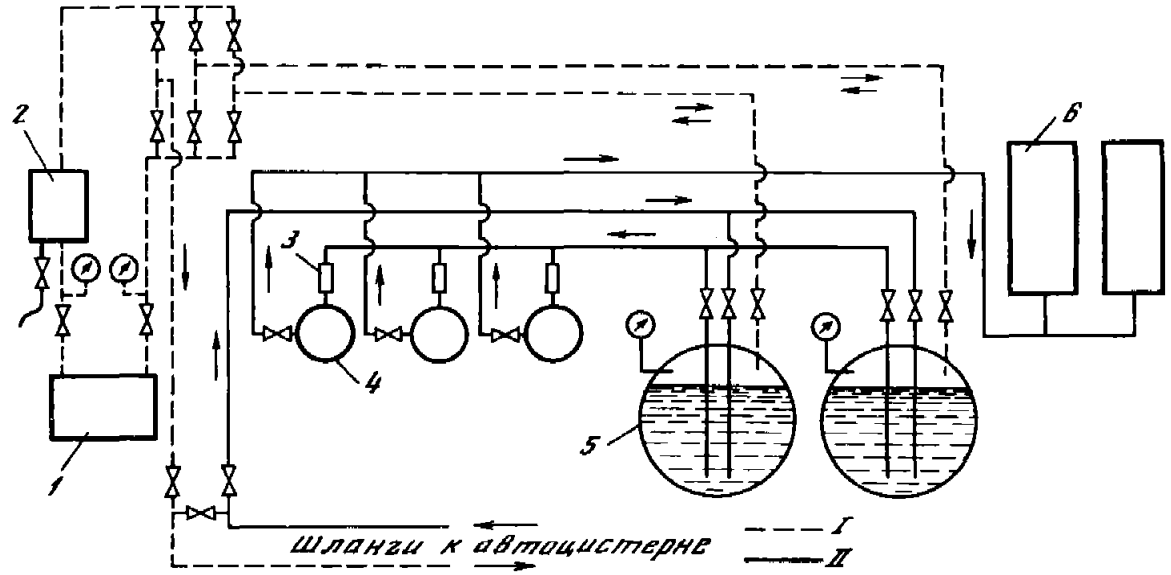


Рис. 24.4. Принципиальная схема стационарной АГНС

I – газовая, *II* – жидкая фаза; *1* – компрессор; *2* – маслоотделитель; *3* – фильтр; *4* – насос ГСН; *5* – подземный резервуар ГСН; *6* – раздаточные колонки

Ниже приведена краткая техническая характеристика типовой АГНС.

Производительность	
млн л/год	26,3
заправок в сутки	600
Размещение резервуаров	подземное
Количество сливных колонок	2
Количество наполнительных (заправочных) колонок	4
Счетчик расхода газа	УИЖГ-20
Площадь земельного участка, м^2	5400

Размещение стационарных АГНС на территории города производится с учетом сокращения пробегов автомобилей для заправки и осуществляется в основном в промышленно-складских зонах города, а также на магистралях с интенсивным движением автотранспорта.

При выборе территории для размещения АГНС следует учитывать, что расстояние от емкостей АГНС до зданий и сооружений должно быть не менее 40 м, до железных дорог – 50 м, до автомобильных дорог – 20 м.

Для мобильного обеспечения газобаллонных автомобилей сжиженным газом служат передвижные АГНС. Передвижная газонаполнительная станция модели АППЦТ-12-885М представляет собой автоцистерну безрамной конструкции с автомобилем-тягачом. В задней части цистерны на подрамнике смонтировано технологическое оборудование, позволяющее заправлять цистерну сжиженным газом, сливать газ в стационарные емкости и заправлять автомобильные баллоны. Газонаполнительные станции АППЦТ-12-885М: объем цистерны 12 м^3, коэффициент заполнения 0,85 и вместимость 10,2 м^3, рабочее давление газа не более 1,6 МПа. Время заправки баллона вместимостью 50 л составляет 5 мин. Габаритные размеры 7550×2400×320 мм. Масса станции с газом 15 600 кг, без газа 10 500 кг. Станция может обеспечивать заправку до 200 ГБА в сутки. Расчетная производительность 345 тыс. т в год.

Передвижные АГНС могут быть использованы в условиях АТП для заправки автомобилей газом. В этом случае на каждые 500 газобаллонных автомобилей достаточно иметь одну станцию АППЦТ-12-885М.

24.4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЕ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ГБА

Организация технической эксплуатации ГБА прежде всего связана с совершенствованием (приспособлением) производственно-технической базы существующих АТП и может быть обеспечена при выполнении следующих условий:

- размещение на территории автопредприятия поста выпуска (слива), аккумулирования газа и дегазации газовых баллонов;
- организация участка ТО и ТР газового оборудования или его совмещение с топливным участком;
- организация поста ТО и ТР газового оборудования и поста диагностики газового оборудования;
- создание системы автоматического контроля воздушной среды, аварийного освещения и вытяжной вентиляции во взрывозащищенном исполнении в производственных помещениях;
- обеспечение электроснабжения потребителей по 1-й категории надежности правил устройства электроустановок (ПУЭ);
- соответствие высоты ворот производственных корпусов высоте переоборудованных автобусов с баллонами на крыше.

Ниже представлены описания требований к участкам, постам, площадкам, помещениям и другим элементам ПТБ, связанным с эксплуатацией ГБА.

Пост проверки герметичности ГБО и выработки газа. Проверку герметичности газовой системы питания ГБА при ЕО следует проводить на постах контрольно-пропускного пункта (КПП). Для проверки газовой арматуры баллонов, расположенных на крыше автобуса, необходимо иметь на КПП осмотровую площадку с лестницей. На посту должны находиться мыльный раствор и течеискатель типа ТИГ-1.

Выработка газа, т.е. израсходование оставшегося в системе газа, производится водителем на специальном посту после закрытия расходного вентиля газовой системы питания. Затем производится переключение двигателя на жидкое топливо.

Пост выпуска (слива), аккумулирования газа и дегазации баллонов. Функциональное назначение поста связано с обеспечением безопасного проведения работ, связанных с нарушением герметичности, заменой и переосвидетельствованием баллонов, а также сварочных и малярных работ и хранения ГБА в помещениях, не отвечающих требованиям пожарной безопасности. Посты выпуска КПГ и слива ГНС имеют различия в устройстве и технологическом процессе опорожнения и дегазации баллонов.

Расстояние от площадки поста выпуска (слива) газа до зданий, сооружений и стоянок автомобилей следует принимать в зависимости от степени огнестойкости сооружения от 9 до 21 м.

При обустройстве поста выпуска (слива) газа необходимо предусматривать следующее:

- наличие отдельной площадки под навесом для выпуска газа в атмосферу, размеры которой должны превышать наибольшие габариты подвижного состава в плане на величину не менее 1 м (КПГ) или 1,5 м (ГСН) с каждой стороны и иметь твердое покрытие, шкафное укрытие (кассету) для баллонов с негорючим (инертным) газом (не менее двух баллонов) с редуцирующим устройством и гибким шлангом для подключения автомобиля к сбросному трубопроводу (свече), а также к баллонам с инертным газом для дегазации баллонов;
- помещение для обслуживающего персонала пункта из расчета 4,5 м^2 на одного работающего.

Пост выпуска (слива) газа рекомендуется выполнять проездным, его размещение на территории предприятия должно обеспечивать свободный проезд к нему от контрольно-пропускного пункта и стоянки автомобилей.

В зависимости от применяемого оборудования возможны три варианта слива ГСН: вытеснительный, компрессорный и теплообменный.

При аккумулировании КПГ хранится в специальной кассете из балонов, из которой можно заправлять ГБА после выполнения ТО или ремонта.

Площадка для хранения газовых баллонов на территории АТП располагается в помещениях или под навесом и предназначается для баллонов, направляемых на переосвидетельствование. Размеры площадки зависят от количества баллонов, поступающих на переосвидетельствование, и ее рекомендуется размещать вблизи поста дегазации баллонов.

Площадки для хранения ГБА. Газобаллонные автомобили хранят на открытых площадках или в помещениях, приспособленных для этого в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Допускается хранение ГБА совместно с автомобилями, работающими на бензине и дизельном топливе. Минимальное расстояние от площадки хранения до зданий и сооружений предприятия в зависимости от категории огнестойкости сооружений и вида газового топлива составляет от 9 до 18 м.

Площадка открытого хранения газобаллонных автомобилей может быть оборудована системой обогрева, конструкция которой исключает нагрев газовых баллонов. На площадке открытого хранения автомобилей, работающих на ГСН, не должно быть колодцев, в которые в случае утечки может поступать ГСН.

Помещения для проведения постовых работ ТО и ТР и хранения ГБА. Помещения, в которых находится газобаллонный автомобиль при проведении ТО и ТР всех его систем, включая газобаллонное оборудование, а также при его переоборудовании, должны соответствовать требования ОНТП-01-91, ВСН-01-89 и НПБ 104-95.

Посты ТО и ТР газобаллонных автобусов могут размещаться в одноэтажных зданиях I, II, III и IV степеней огнестойкости. ТО и ТР газобаллонных автомобилей допускается осуществлять на постах совместно с автомобилями, работающими на бензине и дизельном топливе.

Если свободный объем таких помещений меньше допустимого расчетного, то такое помещение необходимо переоборудовать в соответствии с требованиями для зданий категории А по НПБ-105-95. Для этого определяют соотношение допустимого объема помещения $V_д$, при котором оно не относится к категории А, к его свободному объему $V_с$.

Допустимый объем помещений определяют по заправочным параметрам газобаллонных автомобилей. Для определения взрывоопасности помещения принимается во внимание количество газа, которое может выйти при аварии. Допустимый объем $V_д$ рассчитывается из условия возникновения аварийной утечки всей массы газа M только из одного полностью заправленного баллона или секции баллонов с наибольшей массой газа одного автомобиля независимо от количества находящихся в помещении ГБА. Под секцией понимают резервуары для газа (баллоны), перекрываемые одним вентилем.

Допустимый объем помещения рассчитывается по формуле

$$V_д = 346{,}5\ M,$$

где M – масса поступившего в случае аварийной утечки газа в помещение.

Свободный объем помещения определяется как произведение геометрического объема помещения на коэффициент 0,8 (учитывает объем, занимаемый строи-

Таблица 24.4

Расчетный допустимый объем помещений хранения, ТО и ремонта ГБА

Вид топлива	Модель автомобиля	Вместимость баллона, л	Масса газа в баллоне, кг	Количество		Масса взрывоопасного вещества, кг	$V_д$, м^3
				баллонов	секций		
КПГ	КамАЗ-53208	50	8,3	10	2	41,5	14375
КПГ	ЛАЗ-695 НГ	50	8,3	8	2	33,2	11500
КПГ	Икарус-280	50	8,3	9	1	8,3	2875
КПГ	ЗИЛ-431410	50	8,3	8	1	33,2	11500
КПГ	ГАЗ-31-02	50	8,3	4	1	8,3	2875
КПГ	ГАЗ-31-10	40	6,6	2	1	6,6	2300
ГСН	ГАЗ-31-02	65	29	1	1	29	7900
ГСН	ЗИЛ-431810	258	126	2	1	126	46070
ГСН	ВАЗ 2110	50	23,5	1	1	23,5	6381

тельными конструкциями, подвижным составом, технологическим оборудованием).

Если свободный объем помещений хранения, постовых работ ТО и ТР газобаллонных автобусов меньше допустимого (указан в табл. 24.4), должны быть установлены

- аварийная вентиляция кратностью не менее пяти объемов в час с резервными вентиляторами постоянно действующей естественной вентиляции;
- непрерывно действующая система автоматического контроля воздушной среды с установкой датчиков довзрывочных концентраций;
- электрооборудование согласно ПУЭ для зоны класса В1а, система аварийного освещения во взрывозащищенном исполнении и звуковая сигнализация;
- легкосбрасываемые конструкции в соответствии с требованиями СНиП 2.09.02-85 для помещений категории А.

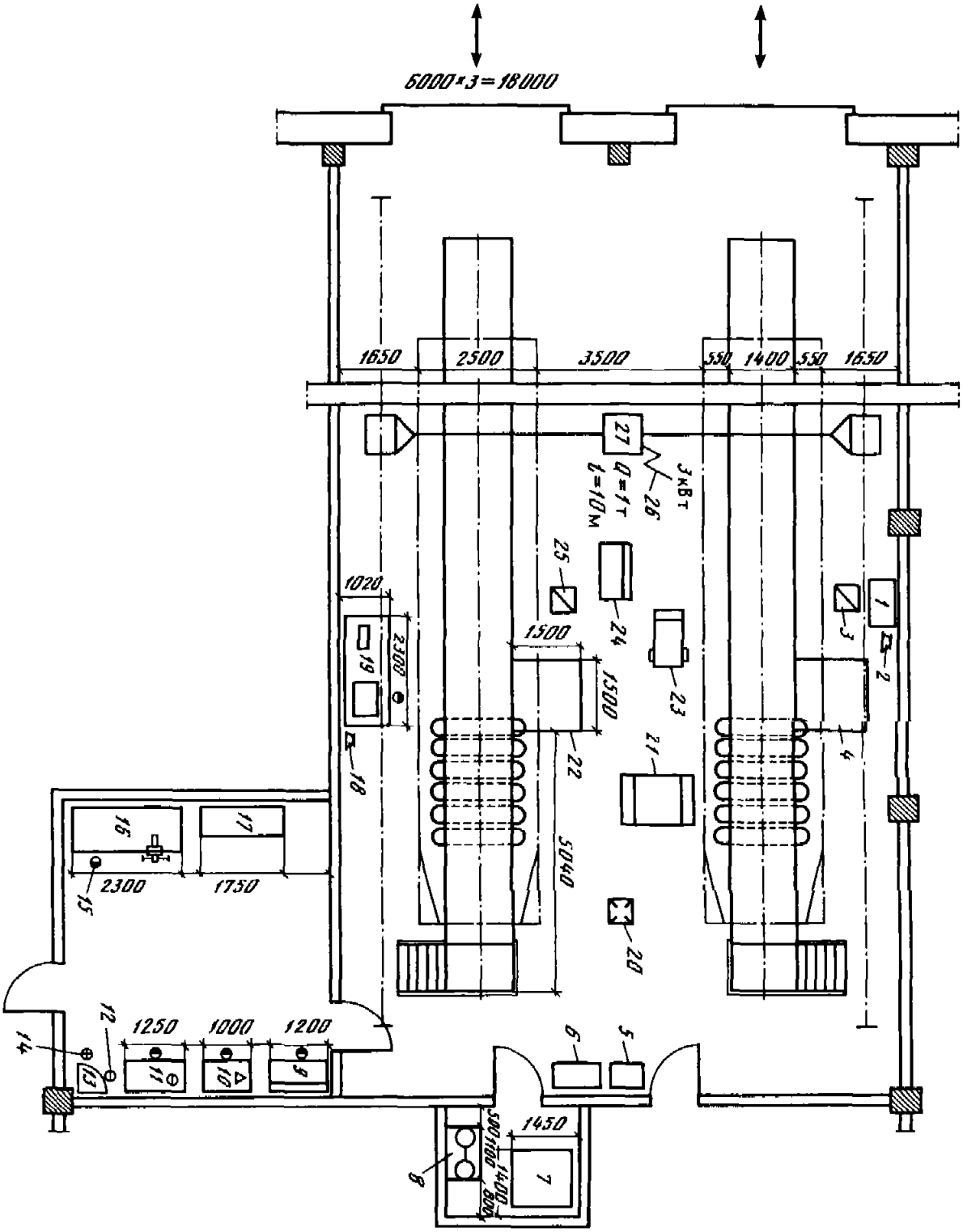
При невозможности осуществления однократного воздухообмена только за счет естественной вентиляции следует дополнительно применять вытяжные вентиляторы во взрывозащищенном исполнении.

Хранение ГБА в подземных помещениях не допускается.

Пост регулировки газовой системы питания. Регулировку приборов газовой системы питания непосредственно на ГБА следует выполнять в отдельном специально оборудованном помещении, изолированном от других помещений перегородками (стенами). Допускается проводить указанные работы на постах Д-2 в отдельном помещении.

Рис. 24.5. Комплексный участок для ТО, ТР и переоборудования ГБА

1, 24 – установка диагностическая для проверки газового оборудования К-277; *2, 18* – розетка переменного однофазного тока; *3, 25* – отсос выхлопных газов; *4, 22* – приямок для ТО и ТР газовых автобусов; *5* – ящик с песком; *6* – шкаф с огнетушителями; *7* – компрессор; *8* – баллоны сжатого воздуха; *9* – шкаф; *10* – установка диагностическая для проверки газового оборудования К-278; *11* – стол; *12* – подвод холодной воды; *13* – мойка деталей; *14* – подвод горячей воды; *15* – рабочее место; *16* – верстак; *17* – шкаф; *19* – стеллаж с газоанализатором; *20* – подвод сжатого воздуха; *21* – лестница-трап для обслуживания кассеты с баллонами; *23* – тележка для транспортировки газовых баллонов; *26* – подвод электроэнергии; *27* – кран-балка


6000×3=18000
1650
2500
3500
550
1400
550
1650
27
Q=1т
l=10м
3кВт
26
25
24
23
22
21
20
1
2
3
4
5
6
7
8
1020
2300
19
18
1500
1500
5040
16
17
15
2300
1750
14
12
13
11
10
9
1250
1000
1200
1450
500
1100
1400
800

Пост должен быть оборудован стендом для проверки газовой системы питания непосредственно на ГБА, комплектом специализированного инструмента, а также устройством для удаления отработавших газов от работающего двигателя.

Участок ремонта приборов газовой системы питания. Ремонт приборов газовой системы, снятых с ГБА, может осуществляться на специализированном участке. Допускается проводить указанные работы в помещении участков ремонта приборов питания карбюраторных и дизельных двигателей. Эти помещения не имеют ограничений (по минимальному свободному объему), предъявляемых к зонам ТО и ТР, так как на участке находится не ГБА с газом в баллонах, а снятая с автомобиля аппаратура.

Участок должен быть оснащен стендом для ремонта газового оборудования К-278, ИС-001 или аналогичным, комплектом инструмента И-149, установкой для мойки деталей газового оборудования. Если обслуживается ГБО, работающее на КПГ, следует предусмотреть второе помещение для машинного отделения, где размещаются компрессорная установка стенда К-278 и аккумуляторы (баллоны) сжатого воздуха. Площадь машинного отделения должна быть не менее 8 м^2. Сжатый воздух под давлением 20,0 МПа используется для проверки герметичности и работоспособности, а также для регулировки и диагностики большинства элементов газового оборудования ГБА. Участок должен быть оборудован обычной вентиляцией, иметь местный отсос на посту разборки газового оборудования и посту мойки оборудования.

Комплексный участок для ТО, ТР и переоборудования ГБА. Опыт эксплуатации газобалонных автомобилей на крупных автотранспортных предприятиях и в автобусных парках показывает, что целесообразно объединять посты ТО, диагностики и участок по ремонту газовой аппаратуры в комплекс.

На рис. 24.5 представлен вариант такого комплекса автобусного предприятия, эксплуатирующего газовые автобусы. Помещения комплекса должны быть изолированы от других помещений и постов зоны ТР перегородками из несгораемых материалов. В зоне расположены две канавы тупикового типа с общим входом. Образованная таким образом зона позволяет на двух постах выполнять различные работы по ТО и диагностированию и разборочно-сборочные работы текущего ремонта ГБО, выполнять работ по монтажу и демонтажу баллонов при их переосвидетельствовании, а также работы по переоборудованию. Для удобства и снижения трудоемкости работ посты оборудованы канавами с дополнительными приямками. Приямки находятся в зоне расположения газового оборудования и позволяют рабочему в полный рост выполнять все работы во вспомогательном и моторном отсеках. Это особенно важно при выполнении работ по контролю герметичности.

Для удобства выполнения работ на крыше автобуса, связанных с контролем герметичности, ремонтом арматуры баллонной группы, а также монтажно-демонтажных работ при переосвидетельствовании баллонов служат специальные подкатные трапы-лестницы. Для выполнения монтажно-демонтажных работ служит кран-балка грузоподъемностью 1 т.

На одном из этих постов может быть расположено необходимое для выполнения контрольно-регулировочных работ оборудование: газоанализатор, дымомер, устройство для отсоса выхлопных газов, подкатные и переносные диагностические стенды для регулировки газового и дизельного оборудования.

На расположенном в смежном помещении участке выполняются работы по ремонту газового оборудования.

В конкретных условиях автопредприятий могут быть различные варианты планировочных решений.

24.5. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА ГБА

В основе организации технологических процессов ТО и ТР газобаллонного автомобиля лежит принцип совмещения технического обслуживания базового автомобиля и ГБО. При организации ТР учитывается надежность элементов газового оборудования (см. рис. 24.3). Дополнительная трудоемкость ТО и ТР связана с обслуживанием и ремонтом ГБО (табл. 24.5).

При организации технологического процесса ТО и ТР газобаллонных автомобилей, а также их хранения в закрытых помещениях возможны две типовые схемы:

схема 1, при которой ГБА поступают в зону ТО и ТР и на хранение с опорожненными и дегазированными баллонами;

схема 2, при которой ГБА поступают в зону ТО и ТР и на хранение без предварительного выпуска газа из баллонов автомобиля при условии герметичности газобаллонного оборудования.

При организации технологического процесса по схеме 1 не требуется выполнения дополнительных мероприятий по реконструкции производственной зоны в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Однако при этом есть потери газа в атмосферу во время его выпуска.

Аккумулирование КПГ и ГСН при сливе позволяет избежать таких потерь, что используется на начальных этапах применения ГБА, пока ПТБ не отвечает всем установленным для этого требованиям.

Организация технологического процесса ТО и ТР ГБА по схеме 2 осуществляется при условии выполнения полного объема работ по приспособлению ПТБ и всех требований по пожарной безопасности и рекомендуется при массовой эксплуатации ГБА.

Рассмотрим варианты технического состояния ГБА, работающих на КПГ и ГСН, и их газовых систем питания.

В соответствии с представленной на рис. 24.6 схемой ГБА при всех видах ТО и ремонта ГБА проходит КТП и поступает на пост проверки герметичности газовой системы питания, затем – на пост выработки газа (который может располагаться здесь же), где перекрываются расходные вентили газовой системы питания, вырабатывается газ и автомобиль перемещается по территории на бензине или дизельном топливе.

Если работа ГБА на нефтяном топливе невозможна (ГБА и автобусы, работающие на монотопливе, – КПГ), въезд ГБА в помещения хранения, ТО и ТР и

Таблица 24.5

Дополнительная трудоемкость ТО и ТР

Тип автомобиля	Вид топлива	ЕО	ТО-1	ТО-2	СО	ТР
		чел. · ч				чел. · ч/1000 км
Легковой	КПГ	0,1	0,7	1,2	2,5	4
Легковой	ГСН	0,1	0,7	1,1	2,5	3
Грузовой	КПГ	0,1	0,8	1,5	2,8	5
Грузовой	ГСН	0,1	0,8	1,3	2,5	4
Грузовой	Газ, дизельное топливо	0,15	1,3	2,4	3,5	7
Автобус	То же	0,15	1,5	2,5	4,1	8

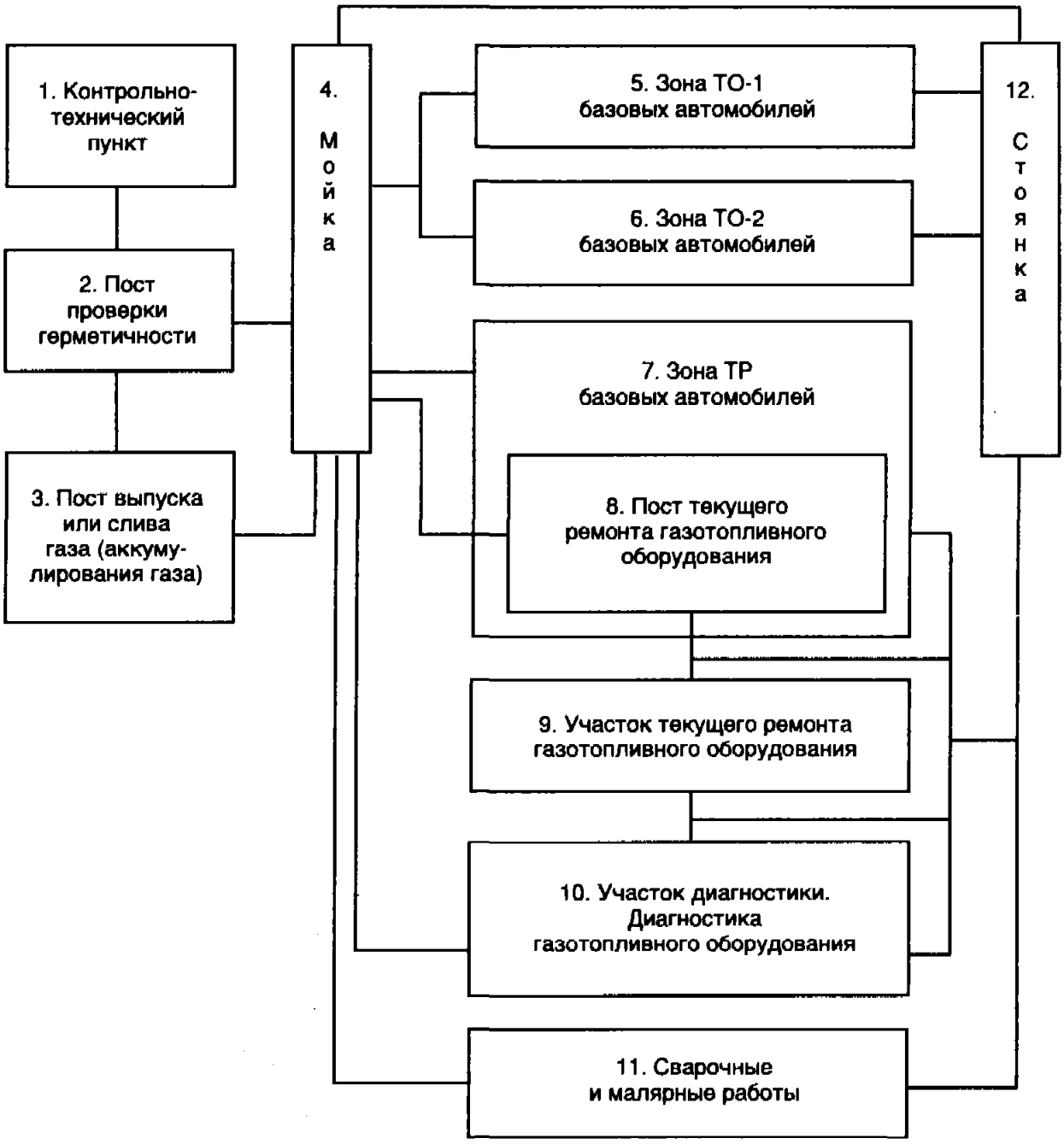


Рис. 24.6. Схема организации технологического процесса ТО, ТР и хранения ГБА

I маршрут – ГБА исправен (1, 2, 4, 12); *II* – ТО ГБА (1, 2, 4, 5, 6, 10, 12); *III* – ТР ГБА (1, 2, 4, 7, 12); *IV* – ТР запорной арматуры баллонов ГТО ГБА (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12); *V* – ТР газотопливного ГБА за исключением запорной арматуры баллонов (1, 2, 4, 7, 8, 9, 12); *VI* – ремонт газотопливного на участке (8, 9); *VII* – регулировочные работы на работающем двигателе (1, 2, 10,12); *VIII* маршрут – сварочно-малярные работы по ГБА (1, 2, 3, 4, 11, 12)

их перемещение внутри помещений может осуществляться на газе при условии, что давление в рабочем баллоне не превышает 5,0 МПа. Вентили остальных баллонов должны быть закрыты.

ГБА с герметичной и исправной газовой системой питания направляется на мойку и затем на стоянку (маршрут I).

При проведении планового ТО-1 или ТО-2 ГБА, а также работ по ТР (кроме сварочных и малярных работ и работ по регулировке газовой аппаратуры на работающем двигателе) он направляется в зоны ТО-1 и ТО-2 или зоны ТР (маршруты II, III).

Текущий ремонт газотопливного (газового) оборудования производится в зоне ТР на специально закрепленном посту ТР газового оборудования и на участке по ремонту газового оборудования (маршруты IV, V, VI).

Для проведения ремонтных работ по элементам газовой аппаратуры, находящимся под давлением газа в баллонах (вентили, арматура, клапаны), необходимо произвести выпуск или слив газа из баллонов и их дегазацию. После этого ГБА поступает в зону ТР на пост ТР газового оборудования (маршрут IV).

При обнаружении других неисправностей газового оборудования, не связанных с герметичностью газовых баллонов и их арматуры, ГБА после проверки герметичности поступает в зону ТР на пост ТР газового оборудования (маршруты V, VI).

Снятая на посту ТР газового оборудования неисправная газовая аппаратура поступает на участок ТР газового оборудования и после ремонта устанавливается на ГБА на посту ТР (маршрут VI).

Текущий ремонт газовой аппаратуры, не требующий ее снятия с автомобиля, проводится при перекрытых расходных вентилях в зоне ТР на посту ТР газового оборудования (маршрут V). Регулировочные работы по газовой аппаратуре на работающем двигателе проводятся на участке диагностики (маршрут VII).

Перед выполнением сварочных и малярных работ на ГБА он, независимо от состояния газового оборудования и наличия газа в баллонах, направляется на пост выпуска газа и дегазации и затем на сварочный и малярный участки (маршрут VIII).

После выполнения всех видов работ ТО и ТР исправные ГБА направляются на стоянку (маршрут I).

Достаточно часто по экономическим причинам автопредприятия в начальный период эксплуатации ГБА не готовы полностью выполнить весь объем дорогостоящих мероприятий по приспособлению ПТБ, необходимых для организации технологического процесса ТО и ТР газобаллонных автомобилей по типовой схеме 2. В таких случаях рекомендуется организовать технологический процесс с использованием так называемой переходной (временной) схемы, что при минимальных затратах обеспечивает соответствие требованиям документации. При работе по переходной схеме ТО и ТР автомобиля и его газового оборудования используется одно или несколько помещений, отвечающих требованиям пожарной безопасности (при условии, что в большинстве случаев не требуется выпускать газ из баллонов).

За основу переходной схемы принимается организация технологического процесса по типовой схеме 2 (см. рис. 24.6). Автомобиль проходит через КТП, пост проверки герметичности газовой системы питания и пост выработки газа, мойку, при необходимости – через пост выпуска (слива) газа и дегазации. Затем ГБА поступает в помещение производственной зоны, соответствующее требованиям пожарной безопасности и приспособленное для ТО и ТР ГБА и его газобаллонного оборудования. Ремонт газовой аппаратуры выполняется на специально оборудованном посту на карбюраторном или на дизельном участке.

Остальные посты, участки и зоны, не соответствующие требованиям пожарной безопасности для ГБА, без изменений используются универсально как для газобаллонных автомобилей (с дегазированными баллонами), так и для обычных (базовых) автомобилей, работающих на жидком топливе.

Для принятия решения о внедрении организации технологического процесса по одной из представленных схем необходимо провести обследование ПТБ автотранспортного предприятия и сравнительный технико-экономический анализ.

Особенность организации ТО автомобиля, работающего на КПГ, состоит в том, что для снижения потерь при выпуске газа и последующей дегазации в день, предшествующий ТО, водителю рекомендуется произвести выработку газа до минимально допустимого давления 1 МПа.

Глава 25

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Эти некоммерческие автомобили обслуживают нужды семьи, их использование имеет свою специфику (табл. 25.1). На 1.01.2000 г. в России их насчитывалось более 23 млн, что составляет 85% парка, в том числе легковых – 91%, грузовых – 37 и автобусов – 29%. Согласно прогнозу МАДИ к 2008–2010 гг. парк этих автомобилей в России может возрасти до 35–40 млн. Удельный вес пассажирских перевозок, приходящийся на индивидуальные легковые автомобили в 37 крупных городах мира, составляет в среднем 62% и изменяется от 31% (Стокгольм) до 81% (Вашингтон).

25.1. СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ

Техническую эксплуатацию индивидуальных автомобилей определяют форма собственности и следующие особенности использования.

1. Более низкая, чем у коммерческих автомобилей, интенсивность эксплуатации. Так, среднегодовой пробег индивидуальных легковых автомобилей в России – 9–10, в том числе иномарок – 12–13; в Швеции – 14–15; в США – 17–19 тыс. км.

2. Значительная сезонная неравномерность использования автомобилей, достигающая в России 50% и более.

3. Парк индивидуальных автомобилей в большинстве стран мира имеет значительный средний возраст и отягощен автомобилями с большим сроком службы. Например, в России средний возраст индивидуальных легковых автомобилей составил (1999 г.) 9,7 лет, в том числе семейства ВАЗ – 9,4; "Москвич" – 9,8; "Волга" – 9,1; Иж – 12,3; УАЗ – 8,6; иномарки – 11 лет. Средняя наработка с начала эксплуатации парка легковых автомобилей, согласно оценкам, составляет 100–105 тыс. км, в том числе отечественные автомобили – 95–100; иномарки – 133–137 тыс. км. Средний возраст легковых автомобилей США за последние 20 лет увеличился более чем в 1,5 раза и составил 8,6 лет. Около 39% легковых автомобилей имеют наработки с начала эксплуатации более 10, а 13% – более 15 лет. Наличие в парке автомобилей большой наработки с начала эксплуатации серьезно усложняет работу по обеспечению их работоспособности: прекращение производства и поставки запасных частей и материалов, существенное возрастание трудоемкости и стоимости ТО и ремонта. Так, средние затраты на ТО и ремонт легкового индивидуального автомобиля по годам эксплуатации изменяются следующим образом относительно средних затрат за весь период эксплуатации: 1–2 года – 10%; 3–5 лет – 70; 6–8 лет – 139; 9–16 лет – 145%.

Таблица 25.1

Распределение среднегодового пробега индивидуальных и служебных (персональных) легковых автомобилей, %

Вид поездок	Автомобиль	
	индивидуальный	служебный
Бытовые	46	20
На работу, с работы	24	17
Служебные	16	55
Отдых, отпуск	14	8

4. Существенное снижение интенсивности использования по мере старения автомобиля. Например, годовой пробег по отношению к среднегодовому за весь период эксплуатации, свойственному данному парку (100%) в зависимости от наработки с начала эксплуатации по ряду стран (Россия, США, Швеция) составляет: до года – 172; 3 года – 122; 6 лет – 88; 9 лет – 63%. Годовой пробег индивидуальных легковых автомобилей в среднем в 2–2,5 раза ниже, чем аналогичных служебных.

5. Увеличивающийся удельный вес вспомогательного и дополнительного оборудования в затратах на ТО и ремонт, который у современных европейских автомобилей достигает в среднем 29% (27–33%).

6. Большая часть парка индивидуальных автомобилей зарегистрирована (Россия – 77%, Швеция – 85%) и используется в городских и пригородных условиях на дорогах с усовершенствованным покрытием, которые согласно принятой в России классификации относятся соответственно к III и II категориям условий эксплуатации (см. гл. 8). Средняя длина поездки индивидуальных легковых автомобилей обычно составляет в городских условиях 9–15 км. Изготовители легковых автомобилей в инструкциях выделяют так называемые тяжелые условия эксплуатации, к которым в разных странах могут быть отнесены: эксплуатация в горной местности, влажном климате; на грунтовых дорогах в условиях запыленности; при низких температурах окружающего воздуха; продолжительные периоды работы двигателя на оборотах холостого хода или малой скорости движения; работа преимущественно "на коротких" плечах – менее 8 км.

Расширяющееся использование индивидуальных легковых автомобилей в хозяйственных нуждах: перевозка в прицепе, багажнике и на съемном багажнике грузов, строительных материалов и конструкций, оборудования, бытовой техники и др.

7. Преимущественно безгаражное или в неотапливаемых гаражах и на неорганизованных стоянках хранение автомобилей, затрудняющее зимний пуск и отрицательно сказывающееся на техническом состоянии прежде всего двигателя, систем питания и зажигания, впрыска, кузова, шин и резинотехнических изделий. Например, в Швеции индивидуальный автомобильный парк хранится в основном (90%) на специальных стоянках и в гаражах, более 50% автомобилей размещаются на открытых стоянках, только 21% – в отапливаемых гаражах и 22 – в неотапливаемых гаражах с электроподогревом.

8. По индивидуальным автомобилям, как правило, отсутствует достоверная и полная информация о содержании и времени проведения работ ТО или ремонта, расходе запасных частей, качестве использованных эксплуатационных материалов и условиях эксплуатации ("история" автомобиля), так как большинство владельцев регулярно не ведет соответствующего учета. Это особенно характерно при приобретении подержанных автомобилей, удельный вес которых в большинстве стран мира остается значительным. Например, в США средняя наработка до первой перепродажи легкового автомобиля составляет 3–5 лет. В Швеции 73% купленных автомобилей составляют подержанные.

9. Большая часть владельцев индивидуальных автомобилей бережно относятся к своей собственности, но не являются водителями-профессионалами и не обладают необходимыми навыками вождения, простейшими приемами контроля технического состояния, проведения ТО и устранения отказов и неисправностей.

10. Владельцы индивидуальных автомобилей не располагают собственной производственной базой и условиями для технического обслуживания и ремонта автомобилей, особенно новых конструкций (впрыск, системы нейтрализации отработавших газов, автоматическая коробка передач и др.). В лучшем случае при наличии капитального гаража собственная "база" ограничивается канавой, набором

Таблица 25.2

Распределение объема работ на станции технического обслуживания легковых автомобилей

Вид работ	Объем, %
Электротехнические	16
Кузовные	16
ТО в соответствии с сервисной книжкой	14
Ремонт узлов и систем	12
Контрольно-диагностические	10
Ремонт подвески	10
Малярные	10
ТО и ремонт тормозной системы	8
Смазочные	2
Шиномонтажные	2
Всего	100
В том числе:	
ТО, включая диагностику	39
ремонт	61

слесарного инструмента, ареометром, зарядным устройством для аккумулятора, простейшим оборудованием для смазки, заправки и подкраски.

11. Несмотря на усложнение конструкции и отсутствие условий значительная часть владельцев обслуживает автомобили вне существующей сервисной системы – своими силами (self-service), с привлечением "своих" механиков, родственников и т.п., что сказывается на характере работ, выполняемых сервисными предприятиями. Из табл. 25.2 следует, что даже на фирменных СТО пока преобладают ремонтные и сложные профилактические работы.

12. Расширяющееся применение в качестве индивидуальных грузопассажирских и грузовых автомобилей малой грузоподъемности, а также автобусов малой вместимости (микроавтобусы, семейные) и автомобилей иностранного производства.

25.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прежде всего на индивидуальные автомобили с учетом специфики их использования распространяются все основные положения и закономерности изменения технического состояния автомобилей, методы, процедуры и технологии поддержания и восстановления работоспособности, рассмотренные ранее (см. гл. 2, 5, 7, 11, 12). Первостепенным и достаточно сложным в реализации условием обеспечения работоспособности индивидуальных, в том числе и коммерческих, автомобилей, является *своевременное проведение профилактических работ*. При этом могут использоваться рекомендации заводов-изготовителей, дилеров, станций технического обслуживания, нормативы системы ТО и ремонта коммерческого транспорта, опыт владельца транспорта и др.

На практике находят применение следующие варианты и методы обеспечения работоспособности автомобилей индивидуального использования.

- Фирменные системы (см. гл. 7), организуемые производителями автомобилей и рассчитанные на проведение ТО и ремонта преимущественно на сервисных и ремонтных предприятиях, работающих по соглашению о привилегиях с заводами-изготовителями: дилеры по продаже новых автомобилей, уполномоченные (authorised) СТО и ремонтные предприятия.
- Системы ТО и ремонта, аналогичные по содержанию и нормативам соответствующей системе, принятой для коммерческих автомобилей (см. гл. 7, 8). Эти системы применяются в основном независимыми (от заводов-изготовителей) сервисными предприятиями и предусматривают выполнение определенных видов ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2,СО) и ремонта с регламентированными перечнями операций, трудоемкостью и другими нормативами, необходимыми для

планирования и организации работы предприятия и расчета с клиентурой. При этой схеме владелец транспортного средства может "прикрепить" свой автомобиль к сервисному предприятию для комплексного обслуживания и ремонта в течение определенной наработки (абонентное обслуживание) или обратиться за конкретной услугой, например произвести смену масла, ТО-2 и т.п.

- Владелец индивидуального автомобиля по своему усмотрению или опыту может выбрать любую стратегию обеспечения работоспособности автомобиля (I – предупреждение, II – устранение отказов и неисправностей) или их комбинации, а именно:

– следование фирменным рекомендациям в течение всего или части срока эксплуатации автомобиля с их реализацией на уполномоченных заводом-изготовителем сервисных предприятиях;

– выполнение по заказу клиента на любых сервисных предприятиях конкретных видов ТО, ремонта или отдельных работ (например, смена масла, балансировка колес, проверка и регулировка токсичности отработавших газов и т.п.);

– выполнение части работ вне существующих сервисных предприятий: своими силами или привлекая независимых специалистов – исполнителей. В последнем варианте юридическая гарантия качества выполненных работ практически отсутствует;

– обращение к сервисным предприятиям только для устранения отказов и неисправностей (стратегия II).

Однако при всех рассмотренных вариантах владелец в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации "О безопасности дорожного движения" несет ответственность за поддержание автомобилей, участвующих в дорожном движении, в технически исправном состоянии.

Если учитывать условия эксплуатации индивидуальных автомобилей, случайность возникновения отказов и неисправностей и вариантность методов и места выполнения работ по ТО и ремонту, то наибольшую сложность для сервисных предприятий в условиях конкуренции представляет определение программы работ и ее ресурсной поддержки персоналом, технологическим оборудованием, запасами деталей и материалов и производственными площадями.

- Для "прикрепленных" к сервисному предприятию индивидуальных автомобилей программа определяется обычным технологическим расчетом (см. гл. 7), в основе которого – режимы ТО и интенсивность эксплуатации автомобилей. При этом согласно договору между предприятием и клиентом конкретная дата проведения работ или фиксируется, или уточняется по мере накопления пробега автомобиля и приближения суммарной наработки к периодичности очередного ТО.
- Остальная часть обслуживаемых автомобилей создает потенциальный поток требований на услуги, определяемый закономерностями пятого вида – процесса восстановления (см. гл. 4, 6), при определении показателей которых используются данные по надежности, предполагаемый размер обслуживаемого парка и пробег автомобилей, тяготеющих (например, территориально) к данному сервисному предприятию.
- Для планирования трудоемкости работ, расхода деталей и материалов используются понятия статистического заезда и расхода материалов. Для индивидуальных автомобилей обычно среднее число заездов на сервисные предприятия составляет два–четыре в год и увеличивается по мере старения автомобилей. Среднестатистическая трудоемкость работ ТО и ремонта по одному заезду составляет 2–4 чел.-ч. Расход запасных частей и материалов определяется на основании данных по надежности и обобщения данных по факти-

ческим расходам при выполнении определенных работ обслуживания или ремонта. Согласно отчетным данным требование по ремонту рабочей тормозной системы легкового автомобиля сопровождается в среднем расходом четырех тормозных колодок с накладками, 0,2 главных тормозных цилиндров, 0,25 тормозных барабанов. Естественно, что эти данные являются ориентировочными, отправными и должны уточняться для конкретного сервисного предприятия на основе собственной информационной базы и обмена информацией с родственными сервисными предприятиями, профессиональными объединениями и ассоциациями.

Фактический поток требований на услуги зависит от пропускной способности предприятия, маркетинговой политики и конкурентоспособности данного предприятия: цены, льготы постоянной клиентуре, гибкое расписание работы, система гарантий и реклама.

Технологические процессы ТО и ТР индивидуальных автомобилей аналогичны коммерческим (см. раздел 2) и отличаются от них благодаря значительно меньшей и нестабильной программе, требующей более широкого применения универсальных и тупиковых постов и мобильного технологического оборудования.

Значительная вариация надежности, сроков службы, условий и режимов эксплуатации индивидуальных автомобилей, уровня жизни и предпочтений владельцев предопределяют функционирование на рынке автосервисных услуг разнообразных предприятий и предпринимателей. Среди них наибольшее распространение при выполнении требований по техническому обслуживанию и ремонту получили следующие.

Дилеры (дилерские станции), торгово-обслуживающие предприятия, осуществляющие торговлю новыми автомобилями, гарантийный ремонт и послегарантийное обслуживание автомобилей. Иногда такие предприятия называют фирменными, хотя, как правило, они являются самостоятельными хозяйственными субъектами, которые могут быть связаны с производителями автомобилей договором франчайзинга (franchise – привилегия, покровительство), согласно которому они приобретают от производителя автомобили и запасные части по оптовой цене, а продают с определенной наценкой, которую используют на функционирование предприятия, рекламу, создание склада запасных частей и т.п. По договору с производителем дилер обязан продавать определенную квоту автомобилей и проводить их гарантийное обслуживание в соответствии с заводской документацией, использовать запасные части и материалы, отвечающие требованиям производителя. Проводить маркетинговый анализ, рекламу и т.д. Для повышения рентабельности дилеры проводят техническое обслуживание и ремонт в послегарантийный период. Часть дилеров занимается покупкой, ремонтом и продажей подержанных автомобилей, а также шин, аккумуляторных батарей и сопутствующих изделий.

Независимые ремонтные мастерские и станции технического обслуживания являются самостоятельными хозяйственными субъектами, не связанными непосредственно с производителями автомобилей и работающими с клиентурой – владельцами транспортных средств. Эти предприятия могут быть комплексными (40–50%) и специализированными (50–60%), выполняющими определенные работы ТО и ремонта: уборочно-моечные, шинные, кузовные, малярные и т.п.

Такие же функции при получении лицензии могут выполнять профилактории и ремонтные мастерские автотранспортных предприятий всех форм собственности.

Предприятия по оказанию технической помощи на линии или по месту стоянки.

Автозаправочные станции и комплексы, 50–60% которых помимо заправки выполняют уборочно-моечные, смазочные и ряд других операций технического обслуживания и простейших операций ремонта, в основном замены деталей, а также продажи запасных частей и сопутствующих изделий.

Примерное распределение объемов обслуживания владельцев индивидуальных автомобилей (Швеция) по видам предприятий и формам обслуживания, %:

На сертифицированных СТО и в мастерских (включая дилеров)	– 31
Прочие СТО и мастерские	– 24
Самообслуживание	– 26
У "хорошего механика"	– 14
На постах при АЗС	– 5

Доля дилерского обслуживания согласно оценке в Швеции и США составляет не более 15–20%.

По мере старения автомобилей масштабы самообслуживания увеличиваются: 1–2 года – 6%; 3–5 лет – 17%; 6–8 лет – 27%; 9–16 лет – 46%.

Отношения между потребителем и исполнителем оформляются соответствующей документацией и действиями сторон:

- Выполнение работ (услуг) по ТО или ремонту оформляется на основании заказа потребителя в виде договора или другого документа установленной формы, который должен содержать следующие реквизиты:
  – юридические адреса исполнителя и потребителя;
  – марка, модель автотранспортного средства, номерной знак, номера основных агрегатов;
  – дата приема заказа, сроки начала и исполнения заказа, сумма аванса (полная сумма);
  – наименование услуг (работ), наименование запасных частей и материалов исполнителя, их стоимость и количество;
  – гарантийные обязательства исполнителя.
- При оставлении автомобиля на период выполнения работ у исполнителя составляется приемо-сдаточный акт, в котором отражается комплектность автомобиля, видимые наружные повреждения и дефекты, а также передаваемые потребителем запасные части и материалы.
- Прием на гарантийный ремонт оформляется рекламационным актом.
- При приемке автотранспортного средства потребителю выдаются копии приемо-сдаточного акта и договора.
- Потребитель имеет право на выборочное проведение отдельных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту. При этом исполнитель не вправе навязывать потребителю дополнительные виды работ, предоставляемые за плату, или обуславливать исполнение одних работ и услуг обязательным исполнением других.
- Исполнитель обязан своевременно предупредить потребителя: о непригодности или недоброкачественности запасных частей и материалов, полученных от потребителя; о возможном ухудшении качества работ при выполнении специфических указаний или требований потребителя; о наличии других, не зависящих от исполнителя обстоятельств, которые угрожают качеству оказываемых потребителю услуг. Если в этих обстоятельствах потребитель настаивает на выполнении своих требований, то исполнитель в одностороннем порядке может расторгнуть договор. Если потребитель не был предупрежден о невозможности выполнения его требований или применения предоставленных им некондиционных запасных частей и материалов, то исполнитель несет ответственность за ненадлежащее выполнение заказа.
- Исполнитель несет ответственность за своевременное выполнение услуги, а также за вред, причиняемый жизни, здоровью и имуществу потребителя в связи с использованием запасных частей и материалов, оборудования, при-

боров, инструментов и иных средств, необходимых для оказания услуг или выполнения работ.

- Претензии по качеству и объему выполненных услуг по техническому обслуживанию и ремонту могут быть предъявлены потребителем в течение определенных в гарантийных обязательствах исполнителя сроков, а при их отсутствии – в течение 6 месяцев со дня принятия работ.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ПЯТОМУ РАЗДЕЛУ

1. Каким образом и почему проявляется влияние низких температур окружающей среды на эксплуатационные свойства автомобилей?

2. Способы и методы облегчения пуска двигателей при безгаражном хранении автомобилей. Каковы их преимущества и недостатки?

3. Рассмотрите энергетический баланс при пуске двигателя и весовой вклад его составляющих.

4. Каковы особенности технической эксплуатации автомобилей в горной местности и при высоких температурах окружающей среды?

5. В чем особенности эксплуатации городских маршрутных автобусов, влияющие на методы обеспечения их работоспособности?

6. Какие факторы определяют сложность городского автобусного маршрута? Что такое категория сложности маршрута?

7. Используя материалы гл. 8, покажите, к какому виду (ресурсному или оперативному) относится корректирование нормативов технической эксплуатации в зависимости от категории сложности автобусного маршрута.

8. Перечислите специфические требования к технической эксплуатации автомобилей, участвующих в международных перевозках. Чем они диктуются?

9. Дайте характеристику системам технического обслуживания и ремонта специализированного оборудования, устанавливаемого на автомобилях. Как они сочетаются с системой ТО и ремонта базовых автомобилей?

10. Перечислите основные виды альтернативных топлив и энергии, применяемых на автомобильном транспорте. Какие виды альтернативных топлив и почему наиболее перспективны в ближайшие годы?

11. Как применение альтернативных видов топлив скажется на организации ТО и ремонта автомобилей?

12. Какие дополнительные требования и по каким причинам предъявляются к производственной базе для обслуживания автомобилей, использующих сжатый природный газ и сжиженный нефтяной?

13. В чем особенности использования и технической эксплуатации индивидуальных некоммерческих автомобилей?

14. Перечислите и дайте характеристику предприятиям, обслуживающим владельцев индивидуальных автомобилей.

Раздел шестой

РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Глава 26

ИСТОЧНИКИ, ВИДЫ И РАЗМЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

26.1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Растущий автомобильный парк оказывает все большее влияние на загрязнение окружающей среды. В мире автомобили ежегодно потребляют 2,1 млрд т топлива и выбрасывают в атмосферу около 700 млн т вредных веществ, в том числе 420 млн т CO, 170 млн т CH, 60 млн т NO_x, 17 млн т сажи и 0,6 млн т свинца (в среднем 1,3 т выбросов на один среднестатистический автомобиль в год). В результате доля автомобильного транспорта в общем загрязнении атмосферы в развитых странах достигла 45–50%.

В России доля автомобильного транспорта в загрязнении окружающей среды достигла 40%, в том числе в городах 50–60%, в мегаполисах 85–90%.

Под вредным воздействием автотранспортного комплекса (АТК) на окружающую среду понимается ее негативное изменение в результате попадания в атмосферный воздух, воду, почву токсичных компонентов отработавших газов (ОГ), продуктов изнашивания деталей, дорожного полотна, отходов производственно-эксплуатационной деятельности, образующихся при движении, в процессе погрузочно-разгрузочных работ, заправке, мойке, хранении, техническом обслуживании и ремонте автомобилей.

Под экологической безопасностью понимается такое воздействие АТК и его подсистем на окружающую среду, население и персонал, которое находится в пределах официально установленных допустимых норм.

В 1991 г. в России был принят закон "Об охране окружающей природной среды", устанавливающий правила регулирования отношений в сфере взаимодействия общества и природы, сохранения естественной среды обитания, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной деятельности, оздоровления окружающей среды. В соответствии с ним в регионах и отраслях, в том числе и на автомобильном транспорте, разрабатываются и реализуются целевые программы снижения вредных выбросов в атмосферу, на почву и в водный бассейн.

Размеры и состав загрязнений окружающей среды зависят от ряда взаимосвязанных факторов, которые изменяются во времени и в пространстве и имеют разный уровень управляемости (рис. 26.1). Их совокупность можно разделить на две группы: управляемые главным образом на уровне вышестоящей системы (государство, регион, город) и управляемые на уровне предприятий АТК и владельцев транспортных средств.

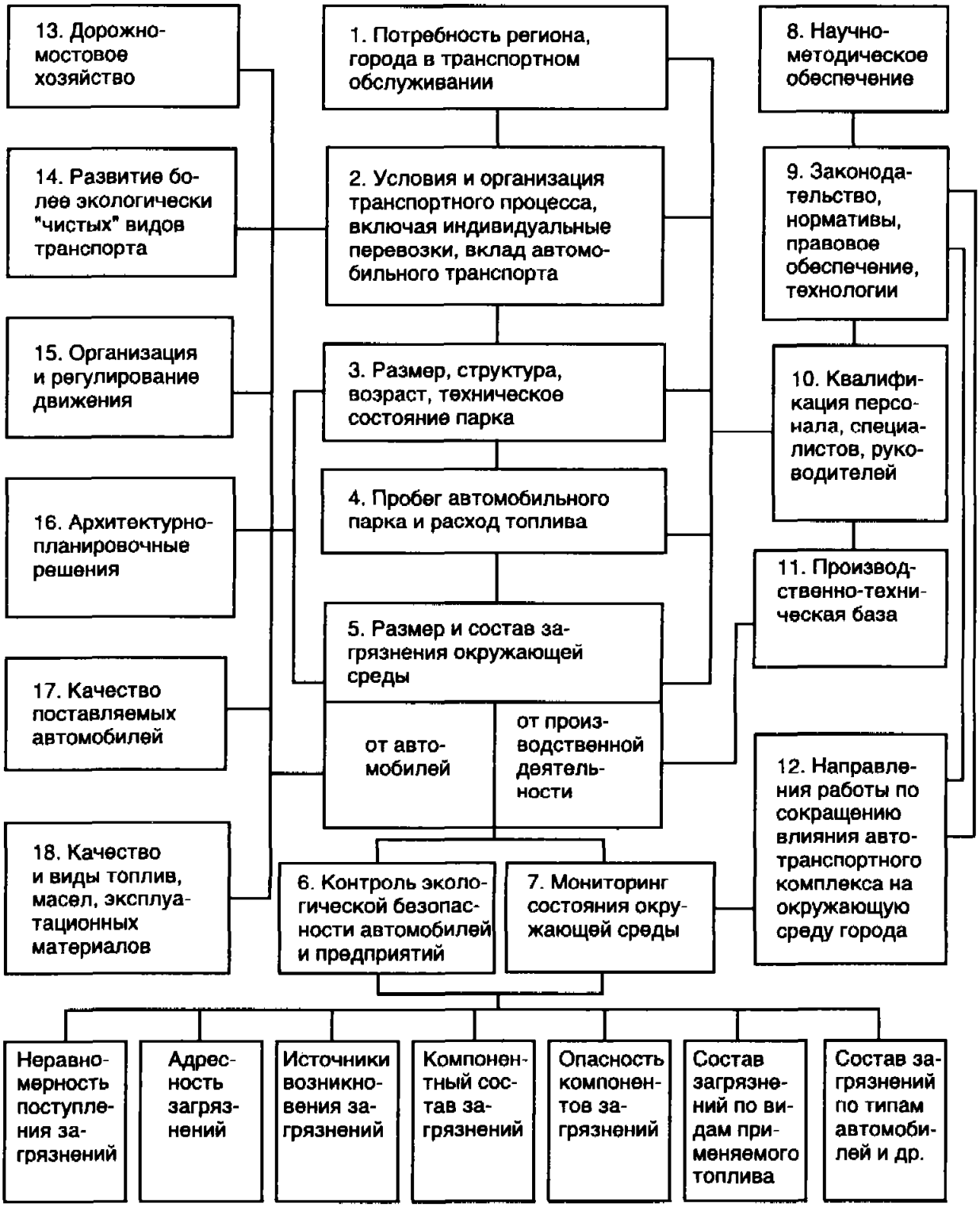


Рис. 26.1. Факторы, влияющие на загрязнение окружающей среды автотранспортным комплексом региона (города)

К первой группе факторов относятся:

- размер, структура автомобильного парка; условия и организация транспортного процесса;
- технический уровень и качество применяемого подвижного состава, качество используемых топлив, масел и эксплуатационных материалов;
- протяженность и состояние улично-дорожной сети и организация дорожного движения;

- уровень развития инфраструктуры автомобильного транспорта и производственно-технической базы предприятий АТК;
- нормативно-правовое и ресурсное обеспечение, регулирование экологической безопасности АТК;
- федеральная и региональные системы контроля технического состояния парка, уровня экологической безопасности автомобилей и автотранспортных предприятий;
- квалификация и уровень экологического образования специалистов и руководителей предприятий АТК.

Вторая группа факторов включает:

- комплектование АТП автомобилями с улучшенными экологическими показателями;
- оснащение автомобилей парка техническими устройствами, снижающими токсичность ОГ;
- управление возрастной структурой парков (см. гл. 4);
- качественное и своевременное выполнение рекомендаций системы ТО и ремонта автомобилей (см. гл. 7);
- применение топлив, масел и других эксплуатационных материалов с улучшенными экологическими показателями;
- применение рациональной организации технологических процессов ТО и ТР с использованием современного технологического оборудования;
- повышение эффективности использования подвижного состава на линии;
- совершенствование нормирования и учета расхода топлив, масел, эксплуатационных материалов;
- применение прогрессивных методов безгаражного хранения и пуска автомобилей;
- совершенствование процессов заправки, хранения и транспортирования топлив и масел;
- очистка сточных вод, сбор и утилизация отходов производства;
- повышение квалификации персонала.

Соотношение загрязнений, образующихся в процессе движения автомобилей и от ПТБ предприятий АТК (выбросы, сбросы, промышленные отходы), а также вклад в них отдельных типов автомобилей и предприятий, представлены на рис. 26.2.

Аналогичные данные получены в других странах. Например, в Финляндии при движении на легковые автомобили приходится 77% массовых выбросов; в США – 67%, а на грузовые и автобусы – 33%, в том числе на бензиновые малой гру-



Рис. 26.2. Баланс и источники загрязнения окружающей среды автотранспортным комплексом большого города

зоподъемности и вместимости – 22%, бензиновые средней и большой грузоподъемности – 4%, дизельные грузовые и автобусы – 7%.

Совершенствование технической эксплуатации автомобилей является одним из важных направлений, обеспечивающих снижение вредных выбросов и повышение экологической безопасности АТК. Вклад ТЭА в решение данной задачи оценивается в 20–25% и состоит, во-первых, в обеспечении и поддержании технического состояния автомобилей и их агрегатов, которое в основном определяет величину вредных выбросов; во-вторых, в сокращении загрязнения среды в процессе хранения, заправки, технического обслуживания и ремонта автомобилей; в-третьих, в экономном расходовании ресурсов (топлива, масла, электроэнергия, вода, запасные части, шины, аккумуляторы, технические жидкости и др.); в-четвертых, в сокращении, сборе и утилизации промышленных отходов и вторичном их использовании.

26.2. ВИДЫ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрим основные виды воздействия АТК на окружающую среду (рис. 26.3).

Потребление природных ресурсов. Для изготовления легкового автомобиля используется 1,5–2 т различных материалов, сырьем для производства которых являются невозобновляемые природные ресурсы, в том числе: сталь и чугун – 67%; цветные и тяжелые металлы – 9; пластики и композиты – 8; жидкости, масла и смазки – 6; резина – 4; стекло – 3; прочие – 3%.

Автомобильный парк России ежегодно потребляет около 150 млн т атмосферного кислорода (в среднем 5–6 т на один автомобиль парка), а автопарк США расходует кислорода в 2 раза больше его естественного прироста на территории этой страны.

Ежегодное потребление воды, расходуемой предприятиями АТК на производственные и хозяйственные нужды в России, составляет 80–100 $м^3$ на один легковой автомобиль парка и 250–300 $м^3$ на один грузовой автомобиль или автобус.

Развитие автомобильного транспорта с каждым годом увеличивает площадь отчуждаемой земли, используемой для размещения АТП, СТО, АЗС, стоянок и постоянно растущей дорожной сети.

Например, для комплексных АТП средняя площадь земельного участка, приходящаяся на один грузовой автомобиль средней грузоподъемности, составляет 163 $м^3$, а площадь стоянок на один грузовой и один легковой автомобили – соответственно 33 и 23 $м^2$.

Выбросы тепла, парниковых газов и озоноразрушающих веществ. При сгорании 1 кг автомобильного топлива образуется в среднем 2,7 кг CO_2, который, скапливаясь в верхних слоях атмосферы, усиливает так называемый парниковый эффект.

При работе один среднестатистический автомобиль выделяет в окружающую среду около 70 тыс. МДж тепла в год, что усугубляет действие парникового эффекта.

В ходе функционирования АТК в атмосферу выбрасываются хлодоны и галлоны, использующиеся в автомобильных кондиционерах, рефрижераторных установках и системах пожаротушения и разрушающие озоновый слой.

Акустическое загрязнение. В крупных городах России уровни шума на магистралях достигают 78–85 дБ *А*, а в жилых помещениях (при санитарной норме 40 дБ *А*) – 55–63 дБ *А*. Основными источниками шумов являются автотранспортные потоки, доля которых в общем уровне городского шума составляет 60–80%.

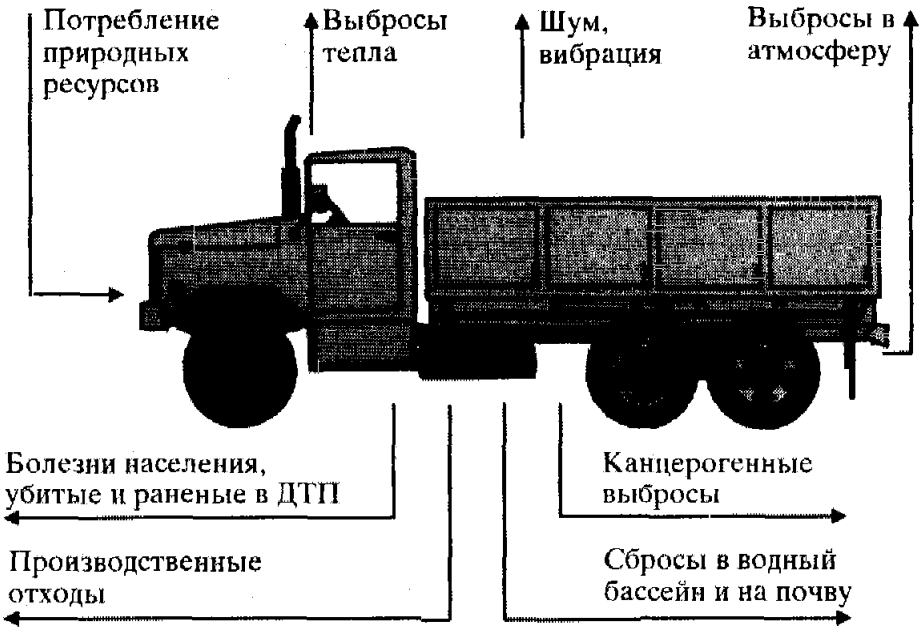


Рис. 26.3. Виды воздействия автотранспортного комплекса на население и окружающую среду

Источниками шума в движущемся автомобиле являются двигатель и его системы впуска и выпуска, коробка передач и другие агрегаты трансмиссии, подвеска, шины и взаимодействие с потоком встречного воздуха. Согласно действующим нормам (ГОСТ 27436-87), допустимый уровень внешнего шума одного нового автомобиля составляет:

- легковой – 80 дБ *А*;
- грузовой с полной массой до 3,5 т – 81 дБ *А*;
- грузовой с полной массой свыше 3,5 т – 86 дБ *А*;
- автобус с полной массой до 3,5 т – 81 дБ *А*;
- автобус с полной массой свыше 3,5 т – 82 дБ *А*.

Уровень внешнего шума автомобилей, находящихся в эксплуатации, особенно имеющих значительные наработки, как правило, выше, чем у нового. Однако он пока не нормирован.

Загрязнение воздушного бассейна. Основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются токсичные вещества, выбрасываемые с ОГ, картерные газы и топливные испарения. Последние включают: испарения из системы питания автомобиля (0,6–1,4 л бензина в сутки), испарения при заправке автомобиля (1,4 г на 1 л заливаемого топлива) и испарения при хранении топлива (55–70 г на 1 т в сутки).

В атмосферу выбрасывается также значительное количество других токсичных веществ: продукты износа дорожных покрытий и шин, образующиеся в процессе движения автомобилей (соответственно 10–12 кг и 8–10 кг на один среднестатистический автомобиль в год), а также продукты износа тормозных накладок, содержащих 30% асбеста и 5% свинца (1,0–1,5 кг на один автомобиль в год). Доля выбросов в атмосферу с ОГ автомобилей в ходе производственной деятельности предприятий АТК (маневрирование на территории АТП, СТО, гаражей, стоянок и др.) незначительна и составляет 1–3% от общих выбросов всего автопарка.

Загрязнение водного бассейна. Основными источниками загрязнения водного бассейна являются сточные воды от мойки автомобилей, содержащие взвешенные

Таблица 26.1

Средняя концентрация загрязнений в неочищенных сточных водах АТП

Тип автомобиля	Взвешенные вещества, мг/л	Нефтепродукты, мг/л
Легковой	400–600	20–40
Грузовой малой грузоподъемности	900–1300	20–50
Автобус	1400–1800	40–50
Грузовой большой грузоподъемности	2200–4000	50–150

вещества и нефтепродукты (80–85% производственных стоков); сточные воды от производственных участков, содержащие тяжелые металлы, кислоты, щелочи, краску, растворители; поверхностные сточные воды с территории АТП, содержащие нефтепродукты, тосол, тормозные жидкости и другие вредные вещества.

Основными загрязнениями в сточных водах являются взвешенные вещества и нефтепродукты (табл. 26.1).

Производственные отходы. Деятельность предприятий АТК сопровождается образованием большого количества промышленных отходов. Наиболее распространенными являются: отработанные масла и смазки, технические жидкости, осадки водоочистных установок; металлический, в том числе свинцовый, лом, отработавшие свой срок автомобильные шины и аккумуляторы, отходы красок, шламы и шлаки. Около 70% образующихся в процессе производства отходов представляют собой вторичное сырье, которое необходимо собирать и использовать.

26.3. КОМПОНЕНТЫ И РАЗМЕРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Автомобильный парк России ежегодно потребляет около 50 млн т моторного топлива. При этом в атмосферу с ОГ автомобилей выбрасывается более 200 различных веществ, часть из которых токсична (табл. 26.2).

По степени воздействия на организм человека токсичные вещества подразделяются на четыре класса: 1 – чрезвычайно опасные, 2 – высокоопасные, 3 – умеренно опасные, 4 – малоопасные.

В число токсичных выбросов автомобилей входят: диоксид серы и соединения свинца – 1-й класс опасности; диоксид азота и альдегиды – 2-й класс; сажа – 3-й класс; оксид углерода и углеводороды – 4-й класс опасности.

Для токсичных веществ установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) (табл. 26.3):

- в рабочей зоне ($ПДК_{р.з}$);
- среднесуточная в атмосфере населенных мест ($ПДК_{сс}$);
- максимальная разовая в воздухе населенных мест ($ПДК_{м.р}$).

Массовые выбросы токсичных веществ в атмосферу от автомобильного парка распределяются следующим образом (Россия/США), %: CO – 74,0/77,5; C_xH_y – 10,4/8,6; NO_x – 13,2/10,5; SO_2 – 1,9/1,1; C – 0,5/2,3; Pb – 0,02/0,002.

Поскольку опасность токсичных веществ неодинакова, приоритетность мероприятий, обеспечивающих повышение экологической безопасности АТК, следует определять не только по массовым выбросам ($G_{мi}$), но и по приведенным ($G_{пi}$). Последние определяются следующим образом. По каждому i-му веществу рассчиты-

вается показатель относительной опасности его в воздухе

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{60}{\text{ПДК}_{cc}\text{ПДК}_{р.з}}}, \tag{26.1}$$

а затем его относительная агрессивность

$$A_i = \alpha_i \lambda_i \delta_i, \tag{26.2}$$

где λ_i – поправка, учитывающая вероятность накопления данного вещества в окружающей среде и пищевых цепях; δ_i – поправка, учитывающая действие данного вещества на живые организмы (табл. 26.4).

Взвешенные по агрессивности и приведенные к CO выбросы определяются по

Таблица 26.2

Состав и концентрации компонентов ОГ автомобильных двигателей

Компонент	Пределы концентрации	
	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель
Азот (N_2), %	74–77	74–78
Кислород (O_2), %	0,3–8,0	2,0–18
Водяной пар (H_2O), %	3,0–13	0,5–9,0
Диоксид углерода (CO_2), %	5,0–12	1,0–12
Оксид углерода (CO), %	0,5–12	0,01–0,4
Оксиды азота (NO_x), %	0,01–0,8	0,004–0,5
Углеводороды (C_xH_y), %	0,2–3,0	0,01–0,3
Альдегиды ($RCHO$), %	0–0,2	0–0,01
Бензпирен ($C_{24}H_{12}$), мг/м^3	0–20	0–10
Сажа (C), мг/м^3	0–100	0–2000
Диоксид серы (SO_2), мг/м^3	0–0,003	0–0,02
Соединения свинца, мг/м^3	0–60	–

Таблица 26.3

Масса выбрасываемых с ОГ в атмосферу токсичных веществ, кг/т топлива, и их предельно допустимые концентрации, мг/м^3

Вещество	Бензин	Дизельное топливо	$\text{ПДК}_{р.з}$	$\text{ПДК}_{сс}$	$\text{ПДК}_{м.р}$
Оксид углерода (CO)	200	45	20,0	3,0	5,0
Углеводороды (C_xH_y)	80	55	100,0	1,5	5,0
Окислы азота (NO_x)	25	35	2,0	0,04	0,085
Диоксид серы (SO_2)	2	4	10,0	0,05	0,5
Соединения свинца	$225 \cdot 10^{-3}$	–	0,0003	0,0003	0,01
Сажа (C)	–	8	4,0	0,005	0,15

формуле

$$G_{\text{пі}} = G_{\text{мі}} A_i, \qquad (26.3)$$

где $G_{\text{мі}}$ – массовый выброс i-го вещества.

Если отнести затраты на соответствующее мероприятие S_n к получаемому в результате его реализации сокращению приведенного загрязнения окружающей среды i-м компонентом $\Delta G_{\text{пі}}$, то полученный показатель будет характеризовать эколого-экономическую эффективность и может служить инструментом выбора первоочередных мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности АТК.

Распределение взвешенных по агрессивности и приведенных к CO выбросов в атмосферу от автомобильного парка России, по сравнению с распределением массовых выбросов, изменяется следующим образом – приведенные (массовые), %: CO – 5,9 (74,0); C_xH_y –1,8 (10,4); NO_x – 43,3 (13,2); SO_2 – 2,5 (1,9); C – 1,3 (0,5); Pb – 45,2 (0,02).

Из приведенных данных видно, что приоритетными являются мероприятия, обеспечивающие для бензиновых автомобилей сокращение выбросов NO_x и соединений свинца, а для дизельных – NO_x и сажи.

С целью ограничения выбросов вредных веществ в атмосферу уровни токсичности ОГ автомобилей в большинстве стран, в том числе в России, регламентированы специальными стандартами и правилами. Необходимо иметь в виду, что для оценки токсичности новых или подготавливаемых к производству автомобилей применяются одни стандарты, а для оценки токсичности автомобилей в эксплуатации – другие (рис. 26.4).

В первом случае на дорогом и сложном оборудовании заводы-изготовители определяют токсичность ОГ новых автомобилей и двигателей.

Бензиновые и дизельные автомобили с полной массой $G_a \leqslant 3{,}5$ т испытываются на стенде с беговыми барабанами, имитирующем движение автомобиля с различными скоростями и нагрузками (ездовой цикл). При этом измеряются удельные выбросы, г/км, CO, C_xH_y, NO_x и выбросы твердых частиц в граммах на одно испытание. Контролируются также выбросы картерных газов и

Таблица 26.4

Показатели относительной опасности и агрессивности веществ, выбрасываемых в атмосферу с ОГ

Вещество	α	A	Вещество	α	A
Оксид углерода (CO)	1	1	Бензпирен	$6{,}3 \cdot 10^5$	$12{,}6 \cdot 10^5$
Оксид азота (NO)	10	15	Твердые частицы, выбрасываемые двигателем:		
Диоксид азота (NO_2)	24,7	41,1	этилированный бензин	–	500
Углеводороды (C_xH_y)	0,63	1,26–3,16	неэтилированный бензин	–	300
Диоксид серы (SO_2)	11	16,5	дизельное топливо	–	200
Сажа (C)	17,3	41,5			
Соединения свинца	4472	22 400			

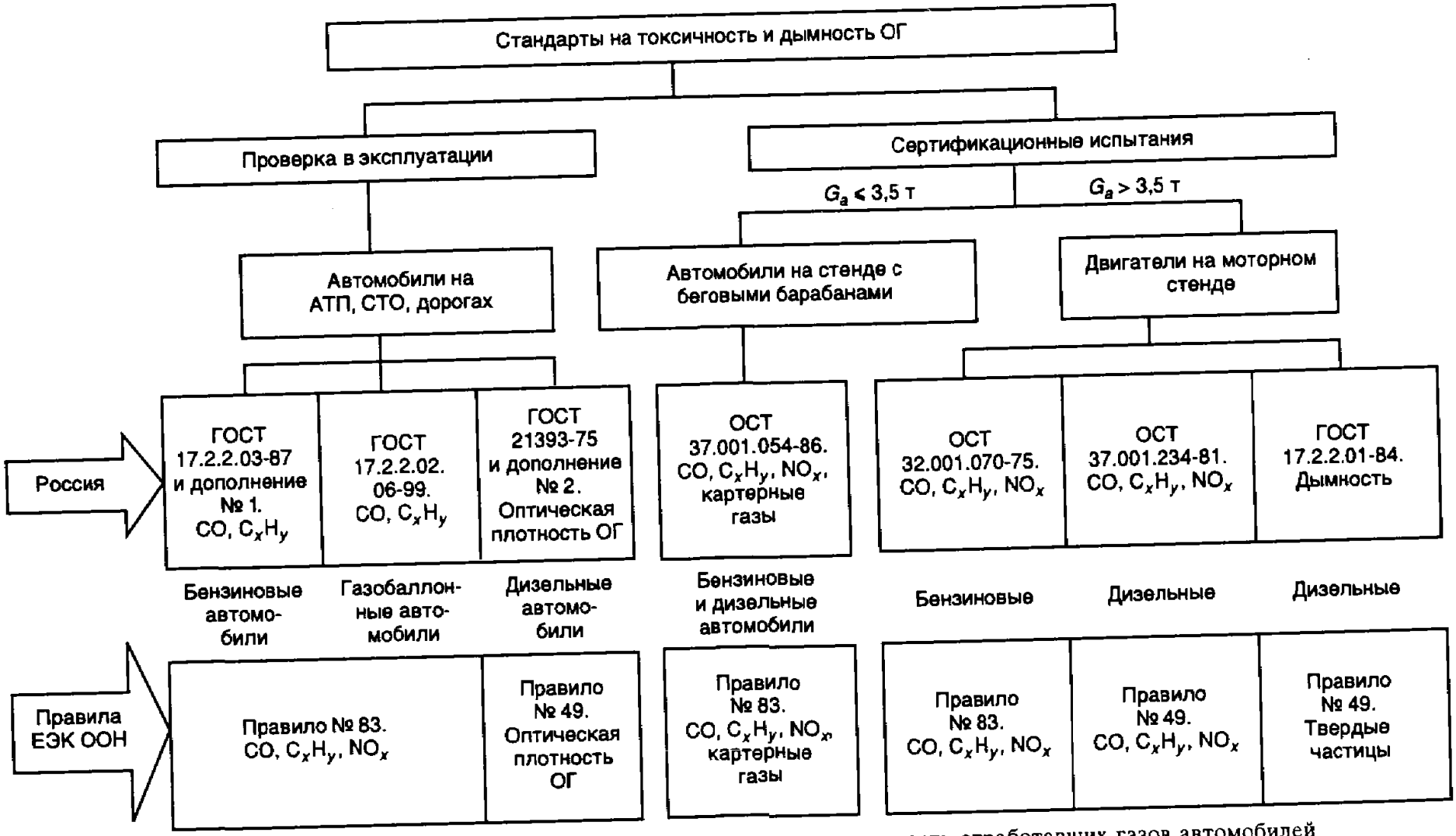


Рис. 26.4. Комплекс стандартов и правил, регламентирующих токсичность отработавших газов автомобилей

ЕЭК – Европейская экономическая комиссия

Таблица 26.5.

Предельно допустимое содержание CO и C_xH_y в ОГ автомобилей

Частота вращения	Объемная доля CO, %	Объемная доля C_xH_y млн$^{-1}$, для двигателей с числом цилиндров	
		до 4	свыше 4
	Бензиновые автомобили		
n_{min}	3,5	1200	3000
$n_{пов}$	2,0	600	1000
	Бензиновые автомобили с каталитическими нейтрализаторами		
n_{min}	1,0	400	600
$n_{пов}$	0,7	200	300
	Автомобили, работающие на сжиженном газе		
n_{min}	3,0	1000 ($V_{дв} < 3$ дм^3)	2200 ($V_{дв} > 3$ дм^3)
$n_{пов}$	2,0	600 ($V_{дв} < 3$ дм^3)	900 ($V_{дв} > 3$ дм^3)
	Газобаллонные автомобили, работающие на сжатом газе		
n_{min}	2,0	700 ($V_{дв} < 3$ дм^3)	1800 ($V_{дв} > 3$ дм^3)
$n_{пов}$	1,5	400 ($V_{дв} < 3$ дм^3)	750 ($V_{дв} > 3$ дм^3)

Примечание. $V_{дв}$ – объем двигателя.

испарения из системы питания. Токсичность бензиновых и дизельных двигателей, устанавливаемых на автомобили с полной массой $G_a > 3,5$ т, оценивается при испытаниях на моторном стенде при различных нагрузках (9-режимный цикл для бензиновых и 13-режимный цикл для дизельных). При этом измеряются выбросы, г/(кВт·ч).

Сравнение полученных результатов с нормативными значениями выбросов, указанными в стандартах, позволяет оценить экологичность вновь созданных конструкций.

Контроль токсичности ОГ автомобилей в эксплуатации (на АТП, СТО, постах ГИБДД) упрощен и выполняется с помощью небольших и недорогих газоанализаторов и дымомеров.

В России в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87, дополнением к нему № 1 (1999 г.) и ГОСТ 17.2.2.02.06-99 г., нормируемыми параметрами токсичности ОГ бензиновых и газобаллонных автомобилей в эксплуатации являются оксид углерода (CO, %) и углеводороды (C_xH_y, млн$^{-1}$). Согласно ГОСТ 21393-75 и дополнению к нему № 2 (1999 г.) нормируемым параметром дымности ОГ дизельных автомобилей является оптическая плотность ОГ. Основным нормируемым параметром является натуральный показатель ослабления светового потока K, вспомогательным – коэффициент ослабления светового потока N.

У бензиновых и газобаллонных автомобилей измерения CO и C_xH_y проводятся на двух частотах вращения коленчатого вала (n_{min} и $n_{пов}$) при прогретом двигателе,

работающем в режиме холостого хода. Величина частот и допустимые значения CO и C_xH_y устанавливаются ТУ завода-изготовителя, и приводятся в инструкции по эксплуатации. Если эти значения не установлены, принимают $n_{min} = 800 \pm 50$ мин$^{-1}$ и $n_{пов} = 3000 \pm 100$ мин$^{-1}$. Предельно допустимые значения CO и C_xH_y для автомобилей, выпущенных после 01.01.99 г., должны быть в пределах, указанных заводом-изготовителем, но не выше приведенных в табл. 26.5.

Оптическая плотность ОГ дизельных автомобилей не должна превышать значений, указанных в табл. 26.6.

Таблица 26.6

Предельно допустимые значения оптической плотности ОГ дизельных автомобилей в эксплуатации

Режим измерения дымности	$K_{доп}$, м$^{-1}$, не более	$N_{доп}$, %, не более
Свободное ускорение:		
дизели без наддува	1,2	40
дизели с наддувом	1,6	50
Максимальная частота вращения	0,4	15

При контрольных проверках дымности автомобилей в условиях эксплуатации, например органами ГИБДД, допускается превышение приведенных в табл. 26.6 норм для режима свободного ускорения не более чем на 0,5 м$^{-1}$.

В соответствии с законом "Об охране окружающей природной среды" ограничиваются выбросы и от производственной деятельности предприятий АТК. Каждому АТП, имеющему ПТБ (стационарные источники загрязнения), органами Роскомприроды и Госкомсанэпиднадзора устанавливаются лимиты предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу, предельно допустимых сбросов загрязнений со сточными водами (ПДС) и лимиты размещения отходов производства.

За загрязнение окружающей среды в пределах установленных лимитов с предприятий взимается плата. В случае превышения лимитов плата увеличивается в 5–10 раз. Установлена также плата за землю и пользование водой.

Размеры платы за загрязнение окружающей среды (ПДВ, ПДС, размещение промышленных отходов) в разных субъектах РФ различны. Среднегодовые расходы АТП по этим платежам, например, в Московской области (1999 г.) составляли: аренда земли – 350 руб./1 автомобиль, водопотребление и водоотведение – 6300 руб./1 автомобиль, размещение и утилизация промышленных отходов – 750 руб./1 автомобиль.

Порядок исчисления и размеры платы за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды определяются правительством РФ.

Глава 27

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Состояние и совершенствование ТЭА на уровне АТП оказывает непосредственное влияние на экологическую безопасность АТК. Именно в АТП и у других владельцев транспортных средств осуществляется хранение, ТО и ТР автомобилей, обеспечивается восстановление их работоспособности и скапливается основная часть производственных отходов. Организация производства, применяемые технологии, качество ТО и ТР в конечном счете определяют техническое состояние, а значит, и величину выбросов вредных веществ при движении автомобилей и от производственной деятельности.

Рассмотрим влияние факторов, обуславливающих экологическую безопасность на уровне АТП.

27.1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

В процессе эксплуатации происходит изменение технического состояния автомобилей, обусловленное износами деталей, изменениями зазоров в сопряжениях и связанным с этим нарушением заводских регулировок в системах, узлах и агрегатах (см. гл. 2). Следствием этого является снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и выбросов вредных веществ (табл. 27.1).

Согласно имеющимся оценкам на 10–15% неисправных автомобилей приходится до 40% всех загрязнений окружающей среды от автомобильного транспорта. Поэтому правильно выбранные и соблюдаемые периодичности и перечни операций технического обслуживания являются одним из основных механизмов влияния ИТС АТП на уровень работоспособности автомобилей, а также на расход топлива, загрязнение окружающей среды и ресурсы автомобилей и агрегатов (см. гл. 7, 8).

Например, увеличение в 1,5 раза периодичности замены масла в двигателе "КамАЗ-740" сокращает его ресурс на 15%, а несвоевременное и неполное выполнение операций ТО – еще на 10–15%.

На токсичность автомобилей в движении главное влияние оказывает техническое состояние двигателя и его систем, на которые приходится около 80–85% всех неисправностей, так или иначе влияющих на токсичность и топливную экономичность (оставшиеся 15–20% неисправностей приходятся на трансмиссию и ходовую часть) (см. табл. 27.1).

Для карбюраторных двигателей характерно следующее распределение неисправностей: свечи зажигания – 38%, карбюратор – 26, прерыватель-распределитель – 21, провода высокого напряжения – 7,5, катушка зажигания – 3,4, цилиндропоршневая группа – 3,3, остальное – 0,8%. Появление этих неисправностей прямо влияет на состав рабочей смеси либо на условия ее сгорания в цилиндрах. В результате концентрация CO, C_xH_y и NO_x в ОГ изменяется в довольно широких пределах. Одновременно в процессе перевозок возрастает удельный расход топлива, г/100 т·км, что, в свою очередь, увеличивает выбросы вредных веществ.

У дизельных двигателей любая неисправность топливной системы (закоксованность сопловых отверстий, неравномерность цикловой подачи, снижение давления

Таблица 27.1

Влияние технического состояния двигателя и автомобиля на расход топлива и токсичность ОГ[1]

Изменение параметра	Увеличение относительно нормы, %		
	расход топлива	выброс CO	выброс C_xH_y
Увеличение пропускной способности главных жиклеров на 10%	6–7	45	9
Повышение уровня в поплавковой камере на 4 мм	2–4	36–40	2
Неплотность посадки клапана экономайзера	20	100–500	20
Преждевременное включение клапана экономайзера	15–17	200	25
Засорение воздушного фильтра	9–10	150–200	130–190
Неправильная регулировка системы холостого хода	30–35	500	100–150
Отклонение зазора в контактах прерывателя на 0,2 мм от нормы	7–8	0	200–300
Отклонение зазора в свечах на 0,2 мм от нормы	3–5	0	300
Отказ одной свечи зажигания	20–30	0	500–900
Отклонение угла опережения зажигания на 1°	0,3–1,0	0	10
Отклонение зазоров в клапанном механизме на 0,2 мм от нормы	7–8	7	80
Нарушение регулировки ТНВД дизельных двигателей	5–25	5–50	5–25
Неисправность форсунок	10–20	25–50	50–100
Неправильная затяжка подшипников ступиц колес	6–7	10	50
Неправильная затяжка подшипников редуктора заднего моста	7	10	50
Снижение давления в шинах на 10–15% от нормы	8	50	20
Отклонение схождения колес на 1 мм от нормы	3–4	–	–
Снижение температуры охлаждающей жидкости в двигателе на 10 °С	2–3	–	–

[1] По данным НПО "Экосистема" и др.

впрыска, снижение давления начала открытия иглы форсунки и др.) также резко изменяет токсичность ОГ.

Увеличение износов и зазоров в сопряжениях нарушает заводские регулировки агрегатов трансмиссии и подвески (коробка передач, редуктор, ступицы колес). Изменяется также взаимное расположение деталей (зазоры в зацеплении шестерен, схождение и развал колес, углы наклона шкворней). В результате увеличиваются потери мощности в трансмиссии и сопротивление движению автомобиля, а

следовательно, растут, и весьма значительно, удельный расход топлива и выбросы вредных веществ.

Таким образом, эксплуатация автомобилей с отклонениями конструктивных регулировочных параметров от нормативных, что достаточно часто имеет место на практике, может увеличить расход топлива на 40–50%, а токсичность ОГ в несколько раз. Поэтому поддержание подвижного состава АТП в исправном состоянии – один из важнейших факторов повышения экономичности и экологичности автомобилей в эксплуатации.

Применение рациональной организации ТО и ТР автомобилей. Техническое состояние парка зависит от уровня организации производственного процесса на АТП. Однако не все предприятия должным образом оснащены и применяют прогрессивную организацию технологических процессов ТО и ремонта с использованием средств диагностирования, позволяющую ИТС объективно оценить техническое состояние автомобилей, определить объемы необходимых технических воздействий и оперативно управлять производственными процессами ТЭ, соблюдая нормативы и требования действующей системы ТО и ремонта (см. гл. 7). В результате эксплуатационные свойства и работоспособность автомобилей на этих АТП восстанавливаются не полностью, что приводит к существенному увеличению выбросов вредных веществ (табл. 27.2).

В связи с этим ИТС должна, во-первых, обеспечить наличие в АТП необходимого технологического оборудования и применять в зонах ТО-1, ТО-2, ТР и на производственных участках передовые технологические процессы, что повысит качество ТО и ремонта и обеспечит требуемый уровень технического состояния подвижного состава. Во-вторых, – организовать постоянный контроль токсичности автомобилей и своевременно принимать необходимые меры по восстановлению экологических показателей парка.

В соответствии с рекомендациями Министерства транспорта РФ на крупных и средних АТП контроль токсичности следует осуществлять на специальных контрольно-регулировочных пунктах (КРП). Их размещают на постах диагностирования Д-1 и оборудуют газоанализаторами (CO, C_xH_y), дымомерами, тахометрами, набором регулировочного инструмента. Ежедневно при возвращении с линии часть автомобилей проходит через КРП, где определяются и регистрируются выбросы CO и C_xH_y или дымность ОГ. На следующий день проверяется другая группа автомобилей и т.д. В результате каждый автомобиль один раз в три недели проходит проверку и весь парк находится под постоянным контролем ИТС.

Если на КРП не удается привести токсичность ОГ в соответствие с требованиями действующих стандартов, информация об этом передается диспетчеру отдела управления производством, который направляет автомобиль на участок диагностирования Д-2. Если в ходе углубленного диагностирования неисправности, вызвавшие повышенную токсичность ОГ, устраняются, автомобиль выпускается на линию, а если нет – направляется в зону ТР для проведения необходимых ремонтных воздействий.

Участок Д-2 должен быть оснащен тяговым стендом, мотор-тестером, газоанализатором и дымомером, компрессометрами, пневмотестером, а также приборами для проверки топливных насосов, форсунок, свечей зажигания, бесконтактных систем зажигания и топливных систем впрыска бензина.

Наличие на участке тягового стенда позволяет провести расширенные по сравнению с требованиями ГОСТ 17.2.2.03-87 испытания по определению токсичности ОГ бензиновых автомобилей. Для этого концентрации CO и C_xH_y измеряются не только в режиме холостого хода, но и под нагрузкой. Это позволяет выявить неисправности (работа экономайзера, вакуумного регулятора опережения зажигания, пропускная способность топливных и воздушных жиклеров, отказ отдель-

Таблица 27.2

Удельные выбросы вредных веществ, г/(кВт·ч), при испытаниях на моторном стенде новых (I) находящихся в эксплуатации (II) двигателей грузовых автомобилей[1]

Тип и состояние двигателя		CO	C_xH_y	NO_x	Твердые частицы	Полиароматические углеводороды	Альдегиды
Дизельный	I	3,5–4,5	2,0–3,0	11,0–14,0	0,3–0,4	0,0007	0,08
	II	7,0–12,0	2,5–4,0	10,0–14,0	0,5–0,8	0,004	0,2–0,4
Бензиновый	I	85–95	8,0–10,0	15,0–17,0	0,05	0,075	0,65–1,0
	II	120–130	12,0–14,0	15,0–17,0	0,1	0,25	2,0–3,0

[1] По данным НАМИ.

ных свечей зажигания, нарушение зазоров в клапанном механизме и плотности посадки клапанов и др.), которые на режимах холостого хода четко не проявляются.

На малых АТП и у владельцев упрощенная проверка токсичности ОГ бензиновых автомобилей может осуществляться при наличии однокомпонентного газоанализатора (CO) и мотор-тестера. Сначала с помощью мотор-тестера проверяют систему зажигания, а затем с помощью простейшего оборудования – уровень топлива в поплавковой камере и работу бензонасоса. Выявленные неисправности устраняют и осуществляют ряд последовательных проверок содержания CO (табл. 27.3).

Таблица 27.3

Виды и последовательность проверок содержания CO

Проверка			Признак нормального технического состояния
Номер	Вид	Назначение	
П-1	Содержание CO на минимальной частоте вращения n_{min}	Правильность регулирования системы холостого хода карбюратора	Содержание CO соответствует нормам ГОСТ 17.2.2.03-87 (не более 3,5%)
П-2	Содержание CO при $n = 0{,}6n_{ном}$	Состояние переходной и главной дозирующих систем карбюратора	CO ≤ 2,0%
П-3	Содержание CO при резком открытии дроссельной заслонки	Работоспособность ускорительного насоса	Увеличение содержания CO до 6% и более
П-4	Содержание CO при n_{min} и $n = 0{,}6n_{ном}$ при снятом воздушном фильтре	Степень загрязнения воздушного фильтра	Незначительное изменение содержания CO в сравнении с П-1 и П-2

Если при проверках П-1 и П-2 концентрация CO соответствует требованиям стандарта, а при П-3 наблюдается резкое увеличение CO, то воздушный фильтр, система холостого хода, главная дозирующая система и ускорительный насос исправны.

При отсутствии на малых АТП возможности выполнить такие проверки их следует проводить на крупных АТП или на специализированных предприятиях. Таким же образом необходимо осуществлять проверку и регулировку дымности дизельных автомобилей малых АТП.

Для ремонта и последующей проверки и регулировки снятых с автомобилей карбюраторов, бензонасосов, топливных и подкачивающих насосов дизелей, а также генераторов, стартеров, прерывателей-распределителей, катушек зажигания и других узлов, производственные участки по ремонту топливной аппаратуры и электротехнические участки крупных и средних АТП должны быть оснащены стендами для испытания топливных насосов высокого давления, контрольно-испытательными стендами для проверки электрооборудования, установкой для безмоторной проверки приборов системы питания бензиновых двигателей, специализированными постами для разборки и сборки ТНВД и форсунок. Применение этого оборудования позволяет быстро обнаружить имеющиеся неисправности, устранить их и провести проверку качества выполненного ремонта.

Нормирование и учет расхода топлив и смазочных материалов (см. гл. 21). Ведение на АТП оперативной отчетности дает возможность постоянно контролировать эффективность использования автомобилей, предотвращать нерациональное потребление топлива и связанное с этим повышение загрязнения окружающей среды. Сравнение нормативного и фактического расходов позволяет оценить топливную экономичность каждого автомобиля за смену и выявить автомобили, допускающие перерасход.

Повышение эффективности использования подвижного состава. Эффективность использования автомобилей на АТП определяется уровнем организации перевозок грузов и пассажиров. Чем выше значения коэффициентов использования пробега β и использования грузоподъемности γ, тем выше производительность и меньше удельный расход топлива на единицу транспортной работы и, как следствие, численность участвующих в перевозках автомобилей и загрязнение окружающей среды.

Управление возрастной структурой парка. Эффективность использования парка по мере увеличения пробега автомобилей с начала эксплуатации снижается, а выбросы вредных веществ увеличиваются. Кроме того, поддержание "старых" автомобилей в технически исправном состоянии увеличивает потребность в ПТБ, рабочей силе, технологическом оборудовании, запасных частях, эксплуатационных материалах, что приводит к росту образующихся производственных отходов. В связи с этим управление возрастной структурой парка (см. гл. 4), определяющее сроки списания старых и поставки новых автомобилей и обеспечивающее повышение эффективности использования ПС, снижает величину выбросов вредных веществ парком АТП.

Совершенствование безгаражного хранения и пуска автомобилей при низких температурах. Сравнительно небольшое понижение температуры охлаждающей жидкости в двигателе (например, с 85 до 40 °C) резко увеличивает токсичность ОГ. У бензиновых автомобилей выбросы CO возрастают на 15–35%, C_xH_y – в 1,2–2,8 раза и расход топлива – на 25–40%, а у дизельных – на 20–30% увеличивается дымность. Существенно увеличиваются выбросы во время пуска в условиях безгаражного хранения автомобиля при низких температурах. Поэтому для снижения загрязнения атмосферы в эксплуатации важно поддерживать оптимальный тепловой режим двигателей и агрегатов автомобилей и применять методы облегчения пуска при низких температурах (см. гл. 22).

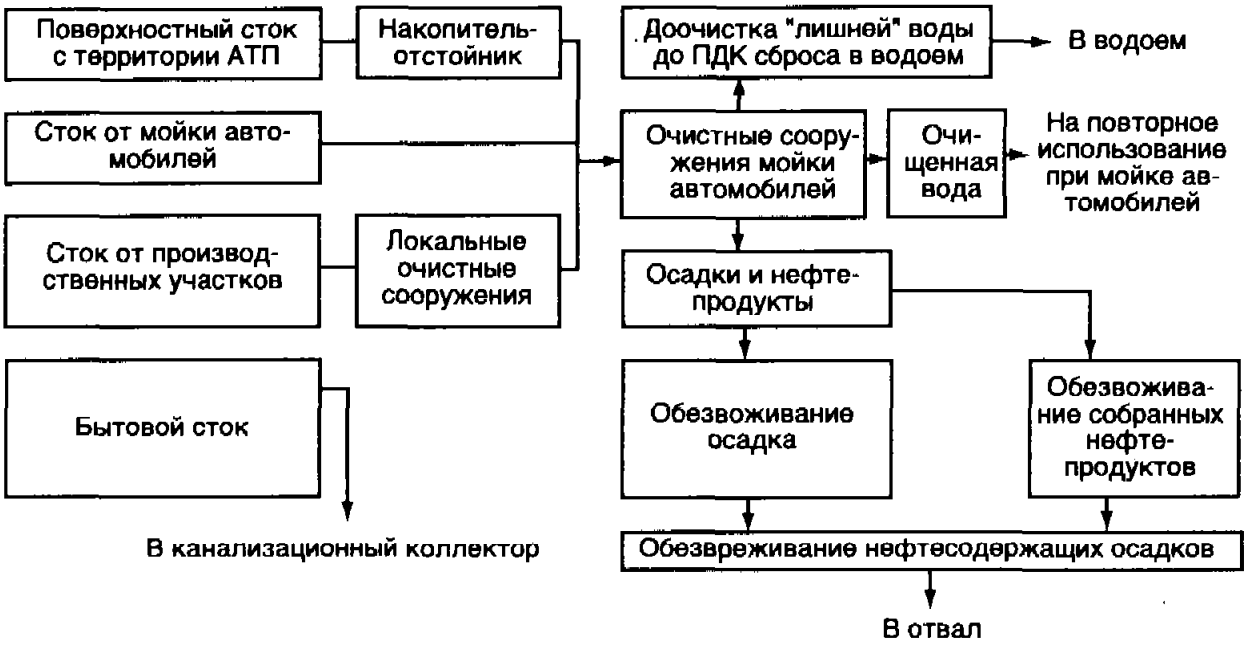


Рис. 27.1. Схема очистки стоков на АТП с повторным использованием воды

Очистка сточных вод, сбор и утилизация отходов производства. Загрязненные воды от производственных зданий и хозяйственно-бытовых сооружений АТП, а также ливневые стоки с их территории могут сбрасываться в городской водосток, в поверхностные водоемы и на почву только после их очистки. Поэтому АТП должно иметь участок для мойки ПС, оснащенный очистными сооружениями с системой оборотного водоснабжения, локальные очистные сооружения для предварительной очистки стоков от производственных участков и накопитель-отстойник для очистки стоков с территории (рис. 27.1). Осадки и нефтепродукты, скапливающиеся в очистных сооружениях, обезвоживают и утилизируют.

На АТП образуется также значительное количество промышленных отходов. Большая часть из них представляет собой вторичное сырье, которое целесообразно перерабатывать. Поэтому отслужившие аккумуляторы и шины, отработанные масла, пластические смазки, технические жидкости и другие отходы необходимо тщательно собирать и хранить в металлической таре на специально оборудованной для этого площадке, не допуская тем самым загрязнения ими ливневых вод и почвы. Объемы отходов не должны превышать значений, оговоренных в разрешении на их хранение, выданном АТП органами санитарно-эпидемиологического надзора. Их следует периодически вывозить в места утилизации или сдавать специализированным организациям, занимающимся сбором и переработкой вторичного сырья.

Таким образом, правильная организация работы с отходами на АТП позволяет решить сразу две важных задачи – снизить загрязнение окружающей среды и одновременно обеспечить качественное сырье для производства промышленных изделий и материалов, в том числе автомобильных (масла, аккумуляторы и др.).

Экологическое обучение и повышение квалификации персонала. Все рассмотренные факторы, определяющие величину вредных выбросов и управляемые на уровне АТП, приводятся в действие руководителями, инженерно-техническими работниками, водителями, рабочими, которые, руководствуясь законодательством, нормативами, знаниями и навыками, обеспечивают организацию и выполнение необходимых природоохранных мероприятий. Однако уровень экологических знаний и квалификация работников во многих АТП недостаточны. Более того, в по-

следние годы, в связи с приватизацией и разукрупнением АТП, положение ухудшилось. Поэтому в системе профессионально-технического, среднего специального и высшего образования необходимо повышать уровень экологической подготовки кадров, а на АТП вести целенаправленную переподготовку работников всех категорий.

В частности, применение рациональных приемов вождения автомобилей позволяет экономить до 20% топлива и снижать выбросы вредных веществ в атмосферу на 20–25%. Поэтому на АТП следует вести специальную подготовку и повышение квалификации водителей. По специальной программе следует также обучать механиков постов диагностирования и рабочих участков ТО, ремонта двигателей, топливной аппаратуры и электрооборудования, от профессионального мастерства которых в первую очередь зависят качество ТО и ремонта, восстановление работоспособности ПС и обеспечение требуемого уровня технического состояния автомобилей. Необходимо также вести переподготовку водителей и ремонтников, обслуживающих газобаллонные автомобили.

Руководителей и инженерно-технических работников АТП следует обучать на экологических курсах при высших и средних учебных заведениях, а кадры массовых профессий – на отраслевых учебных комбинатах и непосредственно на предприятиях. Типовые учебные программы повышения квалификации различных категорий специалистов АТП разработаны НИИАТ Министерства транспорта РФ, МАДИ и другими организациями.

Организация и систематическое проведение обучения указанных групп специалистов во многом облегчит реализацию необходимых природоохранных мероприятий, повысит их эффективность и обеспечит тем самым повышение экологической безопасности АТ.

27.2. КОМПЛЕКТОВАНИЕ ПАРКА АВТОМОБИЛЯМИ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Существующий в России рынок автомобилей позволяет АТП и владельцам транспортных средств при комплектовании парка приобретать и использовать отечественные или иностранные модели легковых, грузовых автомобилей и автобусов с улучшенными экологическими характеристиками и, тем самым, существенно снижать загрязнение окружающей среды в процессе эксплуатации.

Наиболее эффективные конструктивные решения, оказывающие существенное влияние на экологическую безопасность, состоят в следующем.

Повышение надежности. Надежность равноценных в перевозочном процессе автомобилей разных изготовителей может различаться в несколько раз. Применение автомобилей большей надежности при прочих равных условиях благодаря замедлению ухудшения параметров технического состояния позволяет увеличить периодичность ТО, сократить трудоемкость ТО и ТР, увеличить ресурсы агрегатов и автомобиля в целом, т.е. снизить объемы работы по обеспечению работоспособности автомобилей в эксплуатации и сопутствующие им выбросы, сбросы, отходы и сократить расходы материалов и запасных частей.

Совершенствование конструкции двигателей и систем управления рабочими процессами. Изготовители последовательно совершенствуют конструкцию двигателей и их систем, улучшая их экологические показатели. Обеспечивается это, во-первых, благодаря улучшению состава и процесса горения топливной смеси; во-вторых, – совершенствованию систем топливоподачи и зажигания; в-третьих, – применению электронных систем управления работой двигателя и каталитического нейтрализатора ОГ.

Наиболее эффективными конструктивными усовершенствованиями в этой области являются следующие.

Бензиновые автомобили

- Рециркуляция ОГ, обеспечивающая снижение выбросов NO_x на 40–60%, и двухкомпонентные каталитические нейтрализаторы, уменьшающие выбросы CO и C_xH_y на 75–90%.
- Управляемый дозированный впрыск топлива во впускной коллектор, снижающий токсичность ОГ на 25–30%.
- Компьютерная система управления рабочими процессами и составом ОГ с обратной связью, объединяющая дозированный впрыск, электронную систему управления и трехкомпонентный нейтрализатор (см. гл. 12); широко применяется на легковых автомобилях различных фирм и обеспечивает снижение удельных выбросов CO до 2,2 г/км, $C_xH_y + NO_x$ до 0,7 г/км, что соответствует жестким нормам ЕВРО-2.
- Управляемый дозированный впрыск в цилиндры многоклапанного двигателя, обеспечивающий организацию вихревого движения заряда и снижение токсичности до норм ЕВРО-3 (CO до 2,3 г/км, $C_xH_y + NO_x$ до 0,2 + 0,15 г/км).

Дизельные автомобили

- Турбонаддув и промежуточное охлаждение воздуха, что обеспечивает снижение выбросов NO_x и твердых частиц на 30% и на 8% улучшает топливную экономичность.
- Каталитический окислительный нейтрализатор ОГ в сочетании со стартовым нейтрализатором: обеспечивает снижение концентрации CO на 85–90%, C_xH_y – на 75–80%, NO_x – на 20%.
- Повышение давления впрыскивания до 18–20 МПа в сочетании с электронным управлением впрыском; увеличивает степень распыливания топлива, повышает скорость и полноту сгорания и сокращает выброс твердых частиц на 40–60%.

Оснащение серийных автомобилей устройствами, снижающими токсичность отработавших газов. К ним относятся:

Бесконтактные системы зажигания (БСЗ) высокой энергии. Выпускается 10 различных типов БСЗ, предназначенных для замены устаревших систем на легковых, грузовых бензиновых автомобилях и автобусах. Их применение обеспечивает увеличение мощности двигателя на 3–5%, сокращение расхода топлива на 4–7% и уменьшение выбросов вредных веществ на 15–20%.

Бесконтактные системы зажигания высокой энергии в комбинации с экономайзером принудительного холостого хода (ЭПХХ). Установка на бензиновые автомобили этих устройств, по сравнению с традиционной контактно-транзисторной системой зажигания, обеспечивает снижение массового выброса вредных веществ до 30%, а при дополнении микропроцессорной системой управления зажиганием и ЭПХХ (которые тоже выпускаются и продаются) – на 35–42%.

Двухкомпонентные каталитические нейтрализаторы. В табл. 27.4 приведены результаты сравнительных лабораторных испытаний двигателей новых легковых и грузовых автомобилей в соответствии с Правилами ЕЭК ООН, свидетельствующие о значительной эффективности применения двухкомпонентных нейтрализаторов на бензиновых и дизельных автомобилях (данные НАМИ).

Нейтрализаторы достаточно просто устанавливаются в системе выпуска ОГ и подлежат замене после 160 тыс. км пробега.

Катализатор, находящийся внутри нейтрализатора, в процессе эксплуатации загрязняется жидкими и твердыми компонентами ОГ и покрывается сульфатами. Поэтому через каждые 20–25 тыс. км необходимо проводить его регенерацию.

Таблица 27.4

Эффективность применения на стандартных автомобилях двухкомпонентных нейтрализаторов и газомоторного топлива

Тип автомобиля и вид топлива	Система очистки ОГ	Удельные выбросы токсичных веществ, г/км					
		CO	C_xH_y	NO_x	Твердые частицы	ПАУ	Альдегиды
Легковой бензиновый	Без нейтрализатора	6,0–7,0	1,5–2,0	2,0–3,0	0,04	0,015	0,015–0,2
	С нейтрализатором	1,2–1,4	0,3–0,4	1,7–2,7	0,035	0,0045	0,04
Легковой на сжиженном газе	Без нейтрализатора	5,0–5,5	1,5–2,0	3,0–3,5	0,035	0,012	0,15
	С нейтрализатором	1,2–1,4	0,3–0,4	2,9–3,3	0,035	0,004	0,04
Грузовой бензиновый	Без нейтрализатора	85–95	8–10	15–17	0,05	0,075	0,65–1,0
	С нейтрализатором	15–17	1,0–1,2	14–16	0,045	0,01	0,12
Грузовой на сжатом газе	Без нейтрализатора	2–3	2–3	8,5–9,5	0,07–0,1	0,0003	0,045
Грузовой дизельный	Без нейтрализатора	3,5–4,5	2–3	11–14	0,3–0,4	0,0008	0,08
	С нейтрализатором	1,0–1,5	0,7–1,0	10–14	0,2–0,3	0,0002	0,025
	С сажевым фильтром	3,5–4,5	2–3	11–14	0,05–0,07	0,0006	0,08
Грузовой газодизельный	Без нейтрализатора	10–12	8–10	11–13	0,15–0,2	0,0004	0,55
	С нейтрализатором	2–3	1,1–1,22	11–13	0,1–0,15	0,0002	0,035

Примечание. ПАУ – полиароматические углеводороды.

Она включает продувку катализатора сжатым воздухом, промывку горячей водой в течение 3–4 ч, повторную продувку и сушку. После трехкратной регенерации катализатор заменяется.

Газовые системы питания (см. гл. 24). Значительный экологический эффект обеспечивает использование в качестве моторного топлива сжатого природного газа (см. табл. 27.4).

Накладки тормозных колодок и дисков сцепления, не содержащие асбеста и свинца. Применение на АТП этих экологически безопасных изделий позволяет исключить чрезвычайно опасные пылевидные выбросы, содержащие 30% асбеста и 5% свинца, годовой объем которых в целом по парку страны составляет около 45 тыс. т.

27.3. ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ ТОПЛИВ, МАСЕЛ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сокращение и прекращение производства этилированного бензина. Нефтеперерабатывающие заводы заметно увеличили производство неэтилированных бензинов АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98. По состоянию на 2000 г. их доля в общем производстве достигла 50% и продолжает расти.

Неэтилированные бензины не содержат этиловой жидкости с тетраэтилсвинцом. Вместо нее используют высокооктановые кислородсодержащие компоненты – метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) или этанол. Введение в состав бензина этих компонентов (до 5% по массе) обеспечивает требуемое октановое число и снижает в несколько десятков раз (до 0,013 г/дм^3) содержание свинца в топливе.

Повышение качества неэтилированного бензина. В 1998 г. введен ГОСТ Р 51105-97 на автомобильные неэтилированные бензины, который предусматривает повышение их качества до уровня европейских норм EN228. Достигается это за счет снижения содержания серы, бензола и концентрации смол. Предусматривается также модифицирование бензина специальными моющими присадками, обеспечивающими снижение в ОГ концентрации CO до 40%, C_xH_y до 30%.

Повышение качества дизельного топлива. Качество дизельного топлива в основном определяется содержанием серы, зольностью и наличием механических примесей и воды. В соответствии с международными требованиями наличие механических примесей и воды не допускается, зольность не должна превышать 0,01%, а массовая доля серы 0,05%.

Выпускающиеся в России дизельные топлива содержат в несколько раз больше серы. Они подразделяются на два вида. В первом массовая доля серы не более 0,2%, во втором – не более 0,5%. В результате выбросы SO_2 с ОГ автомобилей, по сравнению с малосернистыми топливами, выше в 4 раза и более.

Очевидно, необходимо обеспечить снижение массовой доли серы в производимых топливах до 0,05%, что повысит экологическую безопасность автомобильного парка. Кроме того, при производстве необходимо использовать специальные противодымные присадки, снижающие дымность ОГ дизелей на 30–40%.

Применение в мегаполисах специальных малотоксичных топлив. Экологическая ситуация в мегаполисах и крупных городах за рубежом и у нас в стране особенно неблагоприятна. Одной из мер ее улучшения является производство и применение так называемых городских топлив, имеющих минимальную токсичность.

В Москве, например, в 1997 г. введены единые технические требования к реализуемым моторным топливам. Они предусматривают значительное снижение во всех сортах неэтилированного бензина остаточного количества свинца, массовой доли серы и концентрации смол (табл. 27.5).

В соответствии с указанными требованиями организовано производство городских бензинов.

В Москве организовано производство городских дизельных топлив с улуч-

Таблица 27.5

Требования к городским бензинам АИ-80ЭК, АИ-92ЭК, АИ-95ЭК, АИ-98ЭК

Массовая концентрация свинца, г/дм^3, не более	0,01
Массовая доля серы, %, не более	0,05
Массовая доля бензола, %, не более	3,0
Концентрация смол, мг/100 см^3, не более	5,0

Таблица 27.6

Требования к городскому дизельному топливу ДЭК-Л, ДЭК-3, $ДЭК_п$-Л, $ДЭК_п$-3 (–15 °С), $ДЭК_п$-3 (–25 °С)

Цетановое число, не менее	49
Массовая доля серы, %, не более	0,05
Зольность, %, не более	0,01
Содержание механических примесей	–
Содержание воды	–

шенными экологическими показателями (табл. 27.6). Часть из них модифицированы специальной противодымной присадкой.

Применение масел повышенного качества. Качество применяемых моторных масел тоже оказывает влияние на токсичность ОГ. Масла, особенно содержащие зольные присадки, в цилиндрах двигателя до конца не сгорают и являются дополнительным источником образования твердых частиц. Их доля в общем выбросе твердых частиц, даже у зарубежных двигателей, достигает 40%. Правильный выбор и использование при проведении ТО и ремонта на АТП современных высокосортных моторных и трансмиссионных масел обеспечивает существенное снижение темпов износа деталей, узлов и агрегатов автомобилей и тем самым повышает их надежность. В результате уменьшается количество отказов, снижаются эксплуатационные затраты и сокращаются объемы образующихся производственных отходов.

Применение топлив и масел, соответствующих природно-климатическим условиям. При проведении ТО и ТР автомобилей на АТП не всегда используются топлива и масла, соответствующие сезону (зима, лето), что приводит к значительному увеличению выбросов вредных веществ. Так, использование зимнего дизельного топлива вместо летнего на автобусах "Икарус" увеличивает массовые выбросы на 32–42%. Применение летних масел в зимний период эксплуатации и наоборот также недопустимо, так как это увеличивает износы деталей двигателей, в результате чего возрастают потери мощности и удельный расход топлива и, как следствие, количество выбросов.

Использование обводненных и загрязненных моторных топлив приводит к ухудшению работы дизельных двигателей (увеличиваются темпы износа деталей ТНВД, форсунок, ЦПГ) и возрастанию дымности. Поэтому для надежной очистки от воды и механических примесей дизельное топливо перед заправкой в баки должно отстаиваться: при заборе топлива из верхней части резервуара – не менее 2 сут., а при заборе снизу – не менее 10 сут. Кроме того, необходимо периодически очищать резервуары для хранения топлива и соблюдать правила их эксплуатации. Необходима также своевременная замена топливных фильтров и периодическая промывка топливных баков автомобилей.

Выбор и использование эксплуатационных материалов с улучшенными экологическими показателями. Кроме топлив и масел АТП используют ряд других эксплуатационных и ремонтных материалов, часть из которых токсична. К ним относятся: шпатлевки, грунтовки, краски, растворители, смывки старой краски, электролит, щелочи, кислоты, средства антикоррозионной защиты кузовов, кабин и другие. Поэтому выбор наименее опасных материалов, а также соблюдение правил их хранения, использования и утилизации, уменьшает концентрации вредных веществ в рабочих зонах предприятий.

27.4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Обеспечение экологической безопасности АТК является сложной и ресурсоемкой работой, требующей системного подхода, основанного на четком определении целей системы и подсистем, способов, методов и сроков их достижения и необходимых ресурсов. Поэтому для решения такой задачи, например, на уровне региона, города, группы АТП или владельцев транспортных средств целесообразно разрабатывать целевую экологическую программу, представляющую собой комплекс факторов и мероприятий, обеспечивающих достижение поставленных перед АТК целей (рис. 27.2).

При этом вышестоящей системой является регион (город) с его экологической обстановкой, а подсистемой – АТК, оказывающий наряду с другими подсистемами (промышленность, коммунальное хозяйство и др.) влияние на окружающую среду.

Вышестоящая система устанавливает для АТК и для других подсистем цель первого уровня $ЦН^0$ и время ее достижения в виде допустимых годовых суммарных и покомпонентных выбросов, сбросов и отходов. АТК как подсистема второго уровня устанавливает свои цели $Ц_i^1$ для стационарных и передвижных источников загрязнения таким образом, чтобы было обеспечено достижение генеральной цели $ЦН^0$ в заданное время.

Далее осуществляется декомпозиция целей, например, по схеме: регион ($ЦН^0$) – АТК $\left(ЦН_i^1\right)$ – парк автомобилей $\left(ЦН_j^2\right)$ – парк легковых автомобилей $\left(ЦН_n^3\right)$ – легковой автомобиль конкретной модели $\left(ЦН_m^4\right)$ – конкретный источник загрязнения $\left(ЦН_z^5\right)$;

или: город ($ЦН^0$) – АТК $\left(ЦН_i^1\right)$ – производственно-техническая база $\left(ЦН_k^2\right)$ – СТО $\left(ЦН_g^3\right)$ – малярный участок $\left(ЦН_r^4\right)$ – конкретный технологический процесс $\left(ЦН_l^5\right)$.

Это позволяет для всех уровней АТК назначить свои управляемые, понятные и контролируемые целевые нормативы, оценить их влияние на достижение поставленной цели и определить способы (мероприятия) достижения поставленных целей, например улучшение технического состояния автомобилей, применение топлива с улучшенными экологическими характеристиками, утилизация и вторичное использование отработанных масел, аккумуляторов и т.д.

Таким образом, на третьем уровне дерева систем появляется достаточно большой перечень мероприятий, которые могут в принципе благоприятно сказаться на повышении экологической безопасности АТК и улучшении экологической ситуации в регионе (городе).

Очевидно, что по организационным, ресурсным и другим ограничениям практически одновременно задействовать все мероприятия невозможно. Они составляют лишь потенциальный перечень, из которого при формировании программы для конкретного региона (города), АТП, СТО выбирается некоторая группа мероприятий.

Механизм формирования, корректирования и реализации мероприятий экологической программы представленный на рис. 27.3, учитывает динамичность изменения структуры и условий работы АТК, методов ресурсосбережения, развитие рыночных отношений и других факторов, влияющих на масштабы, содержание и эффективность мероприятий программы, а также наличие обратных связей.

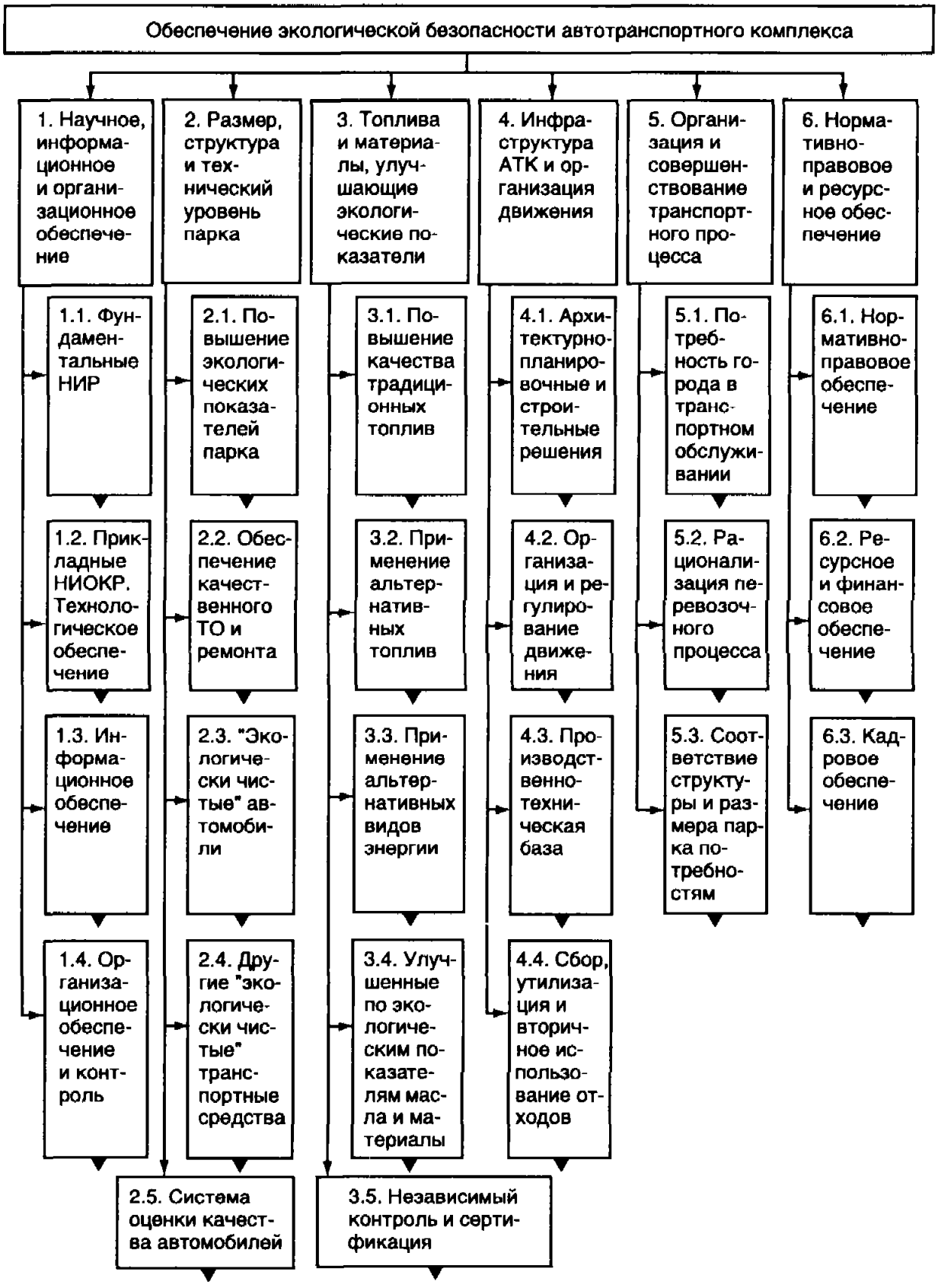


Рис. 27.2. Экологическая безопасность АТК региона

Фрагмент дерева систем

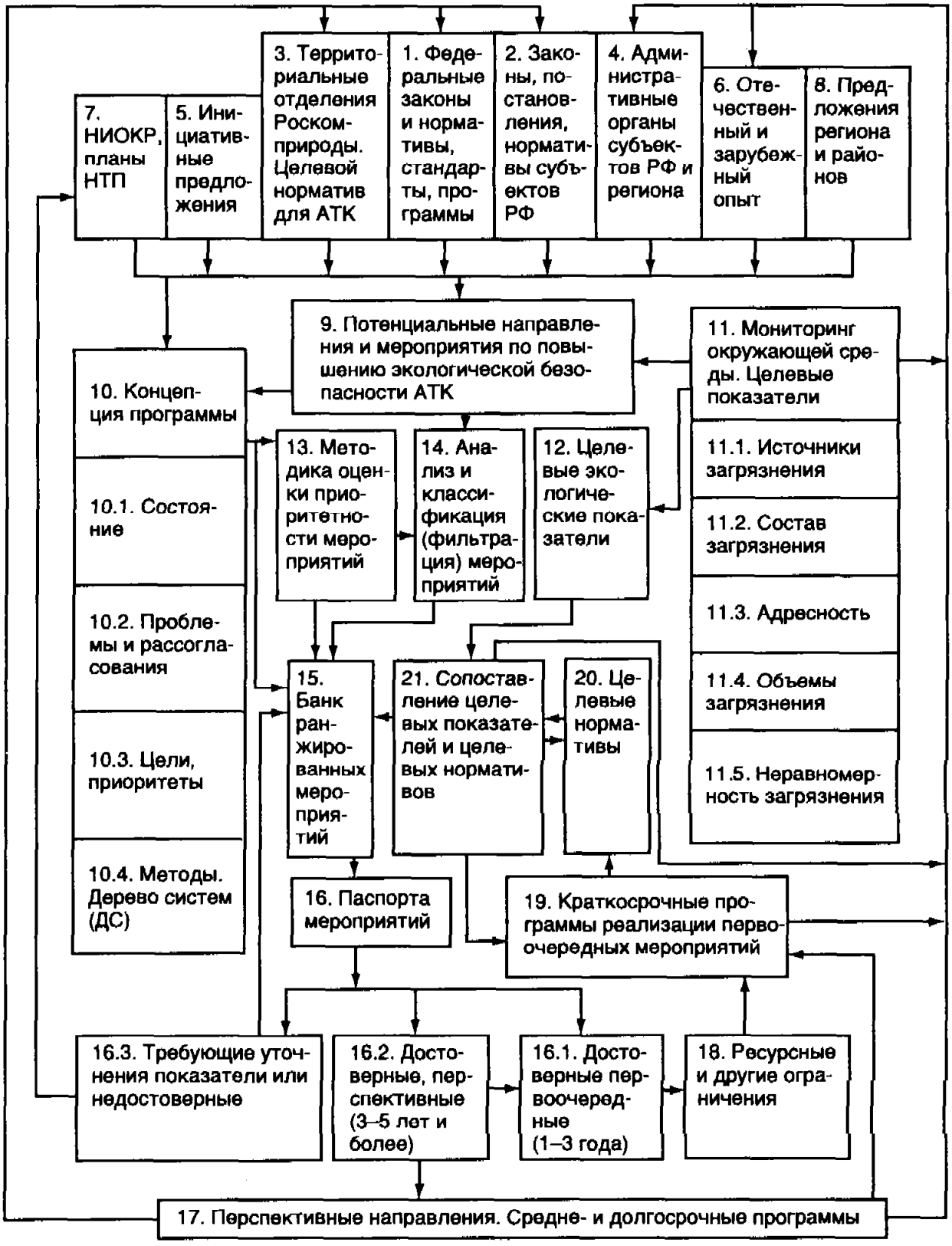


Рис. 27.3. Схема формирования, корректирования и реализации программы снижения вредного воздействия АТК на окружающую среду региона

На основе федеральных и региональных (городских) законов, нормативов, стандартов, постановлений, директив (1–4), обобщения отечественного и зарубежного опыта (6) и результатов НИОКР (7), а также результатов мониторинга окружающей среды и вклада АТК в ее загрязнение (11, 12) для данного региона (города) определяется генеральный целевой норматив для АТК; формируются потен-

циальные направления и мероприятия по повышению экологической безопасности АТК (9); определяется концепция программы (10); разрабатывается методика оценки приоритетности предлагаемых мероприятий (13). Затем, используя методику (13), концепцию (10), целевые показатели загрязнения окружающей среды АТК (12), производятся анализ и классификация предложений по мероприятиям (14); их ранжирование по приоритетности и формирование стандартного банка мероприятий (15), из которых затем выбираются достоверные и первоочередные мероприятия (16.1), имеющие максимальный ранг и являющиеся основой программы краткосрочных мер (19); достоверные и перспективные (16.2), составляющие группу средне- и долгосрочных мероприятий (17), реализуемых, как правило, на федеральном (1) и региональном (2) уровнях; и недостоверные или требующие уточнения показатели (16.3), которые возвращаются для уточнения в банк (15) или для дополнительного исследования (7).

Обязательным элементом таких программ являются целевые нормативы $ЦН_i^j$ (20), определяющие конкретные уровни сокращения загрязнений окружающей среды после реализации намеченных мероприятий в течение заданного времени. Периодическое сопоставление целевых нормативов (20) и целевых показателей (12), полученных на основании объективного мониторинга окружающей среды (11), даст возможность установить уровень выполнения мероприятий программы.

Природоохранная деятельность на АТП организуется и осуществляется в соответствии с действующим законодательством, подзаконными актами, а также экологическими программами вышестоящей системы и нормативными документами. Ответственность за соблюдение установленных правил и требований несет руководитель (владелец) предприятия. Основные из них приведены ниже. АТП, располагающее собственной ПТБ, должно иметь

- экологический паспорт, утвержденный и зарегистрированный подразделением Роскомприроды (расчеты предельно допустимых выбросов в атмосферу, предельно допустимых сбросов в водоемы, объемов образующихся отходов);
- разрешения на ПДВ, водопользование и сброс воды, на хранение и вывоз отходов;
- подлинники актов, протоколов, предписаний, выданных государственными органами по контролю за состоянием окружающей среды;
- государственную отчетность о природоохранной деятельности;
- государственные стандарты на токсичность ОГ автомобилей и другую техническую и нормативную документацию.

Экологический паспорт является документом, характеризующим состояние природоохранных работ на АТП, и оформляется в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04-90.

Расчет ПДВ выполняется в соответствии с "Рекомендациями по оформлению и содержанию проектов ПДВ в атмосферу для предприятий" и согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора. После утверждения расчета в территориальном отделении Роскомприроды АТП получает разрешение на ПДВ установленной формы.

Расчет ПДС выполняется в соответствии с "Методикой расчета ПДС в водные объекты со сточными водами", согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора и территориальным отделением Роскомприроды. Затем АТП заключает договор с региональным органом, контролирующим охрану водных ресурсов, и получает разрешение на водопользование с указанием лимитов водопотребления и водоотведения.

Расчет объемов образующихся на предприятии отходов выполняется в соответствии с "Методикой оценки объемов образования отходов производства

и потребления". На его основе АТП разрабатывает "Проект размещения лимитов промышленных отходов", представляет его в орган Госкомсанэпиднадзора и получает от него разрешение на хранение и вывоз промышленных отходов, в котором указан их перечень, объемы хранения и место утилизации.

АТП должно располагать необходимыми производственными помещениями, оснащенными оборудованием в соответствии с существующими нормами, применять технологии, обеспечивающие высокое качество ТО и ТР, и поддерживать ПС в технически исправном состоянии. Кроме того, предприятие должно быть оснащено приборами для контроля токсичности автомобилей: 1 газоанализатор на 50 бензиновых автомобилей и 1 дымомер – на 50 дизельных.

Малые АТП и владельцы автомобилей, не имеющие ПТБ, обязаны проводить ТО и ТР, а также проверку и регулировку токсичности своего ПС на крупных оснащенных АТП или на специализированных предприятиях и СТО.

Выпускаемые на линию автомобили должны быть технически исправны, а токсичность их ОГ соответствовать действующим экологическим стандартам.

Предприятие обязано проводить организационно-технические и другие мероприятия, обеспечивающие снижение загрязнения окружающей среды и рациональное потребление природных ресурсов, и силами ИТС вести экологическое обучение и повышение квалификации персонала.

АТП должно быть отделено от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Трубы котельных и вентиляционные выводы производственных участков, выбрасывающих вредные вещества (сварочный, аккумуляторный, окрасочный и др.), должны быть оборудованы специальными улавливающими фильтрами. Концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых ПТБ в атмосферу, на границе санитарно-защитной зоны не должны превышать установленные ПДК вредных веществ в воздухе населенных пунктов. Уровни создаваемого предприятием шума также не должны превышать значений, регламентированных санитарными нормами.

Необходимо соблюдать установленные нормы водопотребления и водоотведения, содержать в исправном состоянии очистные сооружения и обеспечивать очистку стоков до уровней, оговоренных в разрешении на ПДС. Следует также строго соблюдать правила сбора, хранения и утилизации промышленных отходов. Приемка и выдача ТСМ должна быть организована таким образом, чтобы исключалась возможность их попадания на почву и в канализацию.

Предприятия, расположенные в регионах, где температура самого холодного месяца достигает –15 °С, должны оснащать открытые стоянки устройствами подогрева или разогрева двигателей.

Государственная отчетность о природоохранной деятельности на АТП, имеющим ПТБ, ведется по следующим формам Госкомстата:

– "Отчет об охране атмосферного воздуха", форма 2-тп (воздух);

– "Отчет об использовании воды (при заборе воды из собственных водоемов)", форма 2-тп (водхоз);

– "Отчет о ходе строительства водоохранных объектов" (предприятия, имеющие предписания от административных органов о таком строительстве), форма 3-ос;

– "Отчет о текущих затратах на охрану природы" (покупка оборудования, приборов, специальной тары для отходов, нейтрализаторов и др.), форма 4-ос;

– "Капитальные вложения на природоохранные цели", форма 18-кс.

Оформленные на специальных бланках отчеты в установленные сроки направляются органам местной администрации.

- Государственный экологический контроль за соблюдением АТП природоохранных требований осуществляют территориальные органы Роскомприроды, Госкомсанэпиднадзора и органы местной администрации, а контроль за

соблюдением лицензионных требований, в том числе экологических, – Российская транспортная инспекция. Руководство АТП обязано создавать им условия для проведения осмотров и замеров и предоставлять всю необходимую документацию.

- Для природоохранной работы на крупных и средних АТП целесообразно создавать специальное структурное подразделение или экологическую группу в составе технического отдела или отдела безопасности движения, а на малых предприятиях приказом руководителя назначать ответственного за эту работу.

В обязанности экологической службы АТП входит систематический контроль токсичности автомобилей, принятие оперативных решений по приведению парка в соответствие с действующими экологическими стандартами; выбор необходимых организационно-технических мероприятий, проверка работы очистных сооружений и соблюдения правил хранения отходов, ведение экологической документации, осуществление контактов с государственными экологическими службами региона. План природоохранных мероприятий АТП должен составляться на основании целевой экологической программы региона и данных о фактическом размере загрязнений, образующихся на данном предприятии.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО ШЕСТОМУ РАЗДЕЛУ

1. Перечислите виды воздействия автотранспортного комплекса на окружающую среду.
2. Назовите токсичные компоненты отработавших газов бензиновых и дизельных автомобилей.
3. Объясните понятие "предельно допустимые концентрации токсичных веществ". Перечислите их виды.
4. Каков состав и масса токсичных веществ, выбрасываемых в атмосферу с отработавшими газами бензинового и дизельного автомобилей?
5. Что такое массовые выбросы вредных веществ и чем они отличаются от приведенных выбросов?
6. Как рассчитываются приведенные выбросы?
7. Как определяется относительная опасность токсичных выбросов отработавших газов автомобиля?
8. Как определяется относительная агрессивность токсичных выбросов отработавших газов автомобиля?
9. Какие вещества в отработавших газах бензиновых и дизельных автомобилей представляют наибольшую опасность?
10. Назовите основные факторы, влияющие на загрязнение окружающей среды автотранспортным комплексом региона.
11. Назовите основные факторы, влияющие на величину загрязнений, образующихся на АТП.
12. Перечислите основные выбросы, сбросы и отходы, образующиеся при производственной деятельности АТП. Каковы их источники?
13. Каковы нормируемые в эксплуатации и при сертификационных испытаниях параметры токсичности бензиновых, газобаллонных и дизельных автомобилей? Чем они отличаются?
14. Перечислите основные технические и организационные мероприятия ИТС, обеспечивающие экологическую безопасность автомобилей в эксплуатации.

Раздел седьмой

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 28

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

28.1. ИНТЕНСИВНАЯ И ЭКСТЕНСИВНАЯ ФОРМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Цель управления любыми системами (участок, цех, ТЭА, предприятие, группа предприятий) – повышение их эффективности. Одним из распространенных методов повышения эффективности систем (подсистем) является их обновление, т.е. применение инноваций – новой техники, технологии, организации производства, информационного обеспечения, новых видов услуг и т.д. Обычно это определяется понятием "научно-технический прогресс" (НТП).

Под научно-техническим прогрессом понимается единое, взаимообусловленное и поступательное развитие науки, техники и технологии, служащее основой социального развития общества. В ряде стран аналогом аббревиатуры НТП является понятие РЕНД (RandD – Research and Development, т.е. исследования и развитие, разработки).

Многочисленные наблюдения показывают, что любые мероприятия по совершенствованию предоставления услуг и развития производства, например наращивание фондов, механизация, применение новых организационных форм и технологий, сначала дают существенную отдачу, а затем получаемый эффект сокращается, т.е. происходит насыщение и проявляется *закон убывающей эффективности использования капиталовложений или других видов ресурсов* (рис. 28.1). Так, повышение уровня механизации процессов ТО и ремонта в среднем АТП на 1% приводит к следующему приросту прибыли: при исходном уровне механизации 10% – на 3,6%; при исходном уровне механизации 34% – на 0,6%; при исходном уровне механизации 45% – только на 0,4%.

Закон убывающей эффективности описывается производственной функцией, общая форма которой:

$$X = AK^{\mu}L^{1-\mu}, \qquad (28.1)$$

где X – выпуск продукции, объемы предоставляемых услуг; A – коэффициент масштаба; K – объем основных производственных фондов; L – численность персонала; μ – коэффициент эластичности выпуска продукции при росте основных фондов; $1-\mu$ – то же при росте трудовых ресурсов.

Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов растет выпуск продукции при росте соответствующего ресурса (основных фондов или трудовых ресурсов) на 1% без изменения его качественного состава.

Следовательно, увеличение применения технически однородных средств, тех-

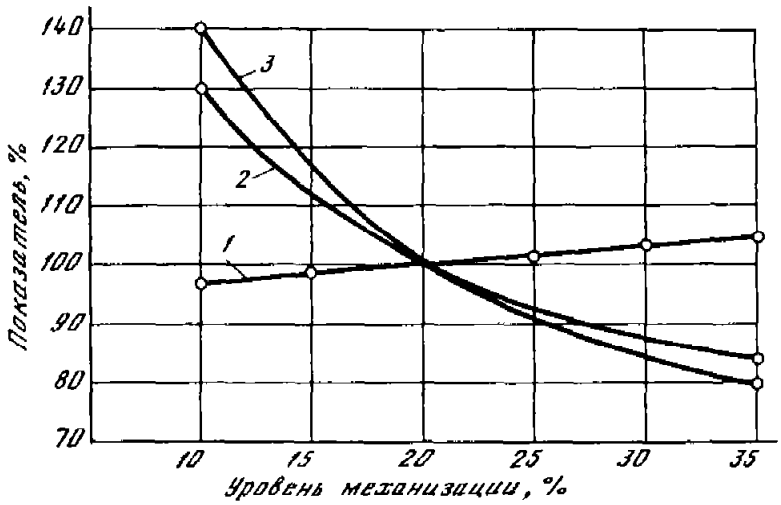


Рис. 28.1. Влияние уровня механизации на коэффициент технической готовности (*1*), расход запасных частей (*2*) и трудоемкость ТО и ТР (*3*)

нологических методов и численное увеличение персонала неизменной квалификации неизбежно приводят к постепенному сокращению интенсивности улучшения показателей эффективности. Это – экстенсивные формы развития производства и общества.

Проведенные исследования показывают, что на производительность труда $П$ практически в равной степени влияют фондовооруженность $Ф$ и уровень технологии производства $У$ (рис. 28.2):

$$П = \sqrt{УФ}. \qquad (28.2)$$

Например, увеличение фондовооруженности на 15% может привести без изменения уровня применяемых технологических процессов к повышению производительности только на 7%. При росте фондовооруженности на 30% – на 14% и т.д. Действие большинства ресурсных и технологических факторов подчиняется этому важному закону. К ним следует отнести состояние производственной базы, механизацию производственных процессов, обеспеченность персоналом (рис. 14.4), выполнение рекомендаций системы ТО и ремонта и др. Расширение масштабов применения неизменной технологии также приводит к сокращению темпов прироста эффективности.

Затухание эффекта при использовании однородных изделий, услуг, технологий, насыщение ими соответствующего рынка объясняются механизмом, аналогичным процессам диффузии, и описываются во времени так называемой *S*-образной (логистической) кривой эффективности:

$$П_э(t) = \frac{П_п}{1 + ae^{-bt}}, \qquad (28.3)$$

где $П_э\ (t)$ – показатель эффективности; $П_п$ – предельное значение показателя эффективности;

$$a = П_п / П_0 - 1; \quad П_0 = П_э(t = 0); \quad b = \frac{(a+1)^2}{aП_п}\left(\frac{\mathrm{d}\,П}{\mathrm{d}\,t}\right)_{t=0}.$$

Величина $(\mathrm{d}П/\mathrm{d}t)_{t=0}$ характеризует интенсивность изменения показателей эффективности в начальный момент реализации нововведения.

Итак, интенсивные формы развития обеспечиваются своевременным переходом к новым техническим решениям, технологическим процессам и формам управления.

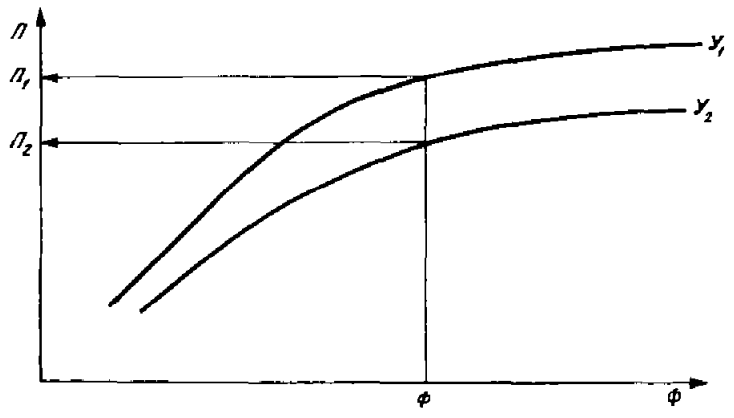


Рис. 28.2. Влияние уровня технологии *У* на производительность
$У_1 > У_2$; $П_1 > П_2$; $Ф = Ф_1 = Ф_2$

Фондосберегающая форма НТП означает опережающий рост производительности или прибыли по сравнению с фондовооруженностью, а фондоемкая – наоборот. Последняя характерна для условий недостаточной замены живого труда овеществленным, значительного удельного веса ручного труда, свойственного, в частности, техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, особенно на комплексных АТП и малых предприятиях. Переход от фондоемкой к фондосберегающей форме развития производства связан с применением новых средств труда и технологий или сменой этапов развития производства в рамках определенной технологии.

Рассмотрим схему замены "старых" изделий, технологий или услуг на "новые". На схеме (рис. 28.3) *1* – кривая эффективности заменяемого объекта или технологии, а *2* и *3* – то же последовательно заменяющих нововведений.

На этапе *I* (стадия разработки и освоения) показатели эффективности новых средств производства или технологии (*2*) могут уступать соответствующим показателям предшественников (*1*). На этом этапе наблюдается фондоемкий период НТП, т.е. отсутствие прибыли, которое связано с дополнительными затратами на исследования, разработки, маркетинговый анализ, конструирование, испытания, обучение и адаптацию персонала. На этом этапе, когда преимущества новых решений еще не ясны, особенно важна правильная техническая и экономическая политика системы (предприятия, организации, отрасли), подкрепляемая реальной финансовой и организационной поддержкой новых разработок.

На этапе *II* показатели эффективности новых средств труда, услуг или технологий (*2*, рис. 28.3) превосходят традиционные (*1*) и начинается фондосберегающий период НТП.

На этапе *III* эти новые изделия или технологии вытесняют традиционные, но одновременно происходит и исчерпание их потенциальных преимуществ и эффект от применения затухает. Назревает необходимость новой замены изделий и технологий *2* на следующее поколение *3* (см. рис. 28.3).

Следовательно, интенсивные и ресурсосберегающие формы развития производства не возникают самопроизвольно, а обеспечиваются своевременным переходом к новым техническим решениям, технологическим процессам и формам управления.

Важнейшей задачей планирования НТП на любом уровне является, во-первых, определение рационального момента начала такого планирования, создание необходимого научного, маркетингового, конструкторского и технологического задела; во-вторых, определение момента перехода к новым техническим, технологическим и организационным решениям.

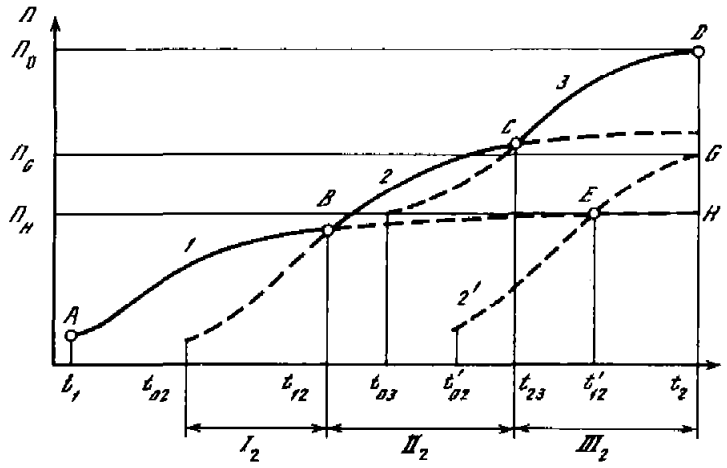


Рис. 28.3. Этапы подготовки и реализации нововведений

Действительно, в первом случае разработка нового объекта (технологии, услуги) была начата с определенным запасом времени в момент t_{02}, а следующего поколения – t_{03}, поэтому общий эффект заменяемых и заменяющих объектов (*1*, *2* и *3*) за период t_1–t_2 характеризуется (например, объем выпускаемой продукции или предоставленных услуг) площадью F под кривой $ABCD$ (см. рис. 28.3).

Если к разработке нового объекта *2′* приступили позже, в момент t'_{02}, то общий эффект от заменяемых *1* и новых *2′* объектов за такой же период получится значительно ниже и будет определяться площадью F_2 под кривой $ABEG$, т.е. $F_1 \gg F_2$. При этом за равные периоды t_1–t_2 третье поколение изделий практически не успеет войти в эксплуатацию и оказать заметное влияние на эффективность системы.

Если продолжать использование первого поколения до момента t_2, то суммарный эффект будет еще меньше (площадь под кривой $ABEH$).

Из рис. 28.3 следует, что при разработке и применении нововведений в реальных системах (парки изделий, технологии, рынки товаров и услуг) действуют субъекты нескольких поколений, конкурируя, дополняя и сменяя друг друга, обеспечивая кумулятивную эффективность системы. Поэтому, так же как и в парках различного возрастного состава (см. § 4.5), при оценке эффективности системы необходимо пользоваться понятием реализуемого показателя качества, учитывающего уровень и темпы насыщения рынка нововведениями. При этом очевидным остается консервативность всей системы, на полное обновление которой необходимо длительное время, тем большее, чем больше сама система. Например, выход на современные европейские и американские нормативы экологической безопасности автомобилей потребовал совершенствования конструкции нескольких поколений автомобилей, продолжавшегося в этих странах 25–30 лет. Аналогичная ситуация и с другими нововведениями: компьютерным управлением рабочими процессами автомобиля, встроенной диагностикой, антиблокировочными системами, применением альтернативных видов топлива, переднеприводными автомобилями и т.д.

В рыночных условиях для реализации нововведений необходима не только их детальная разработка, но и серьезная финансовая поддержка, а также принятие нововведения рынком. Для крупных мероприятий и тем более программ, затрагивающих внешние аспекты деятельности предприятия (клиентура, конкуренты, инвесторы), общепринятым в рыночных условиях инструментом планирования нововведений является бизнес-план.

Бизнес-план – это инструмент среднесрочного планирования производственно-хозяйственной, финансовой и сбытовой деятельности предприятия в рыночных условиях, имеющей конечной целью прирост капитала предприятия и повышение его конкурентоспособности. Бизнес-план занимает промежуточное положение между стратегическим долгосрочным планированием и годовым маркетинговым планом.

Согласно складывающейся международной и отечественной практике бизнес-план помимо вводных (титульный лист, требования к конфиденциальности и др.) имеет следующие основные разделы.

1. Характеристика отрасли, в которой работает или будет работать предприятие, возникающие проблемы и возможные способы их решения, в том числе и на уровне предприятия.

2. Характеристика организационной структуры и персонала предприятия, показывающая способности руководителей и специалистов предприятия эффективно реализовать мероприятия бизнес-плана.

3. Качество, надежность и безопасность нововведения (услуга, изделие, технология и т.д.), определяющие потребительские свойства и спрос.

4. Анализ рынка, показывающий, что нововведение имеет значительный спрос или создает для этого предпосылки.

5. План маркетинга, определяющий стратегию работы предприятия на рынке:

- увеличение объемов продаж (услуг) на существующем рынке;
- освоение новых сегментов рынка;
- разработка и реализация нововведения.

6. Организация производства на предприятии, позволяющая реализовать объемы и качество нововведения.

7. Финансовый план, характеризующий

- прогнозирование объемов реализации услуг по годам;
- определение затрат на реализацию нововведений;
- оценку планируемой прибыли и точки критического объема реализации нововведений (КОР); КОР определяет объем услуг и время достижения равновесия между доходами от реализации нововведения и затратами на его производство и предоставление;
- оценку риска и страхование.

Рентабельность мероприятий бизнес-плана с учетом фактора риска определяется по следующей формуле:

$$R = \frac{(1 - F)DP}{З_{\Sigma}}, \tag{28.4}$$

где F – риск; $(1 - F)$ – вероятность технического успеха мероприятия (мероприятий), характеризующая его техническую (технологическую) осуществимость; D – доля реализуемого объема мероприятия (новые услуги, дополнительные объемы и т.д.); P – прибыль; $З_{\Sigma}$ – общие издержки.

Для составления бизнес-плана рекомендуется сформировать команду – рабочую группу, руководимую первым лицом (или его заместителем) предприятия. В рабочую группу входят специалисты предприятия, для которого составляется бизнес-план, а также сторонние эксперты и консультанты для оценки проекта и выбора наиболее оптимальных путей его осуществления. Как правило, сторонние эксперты и консультанты приглашаются для проведения маркетинговых исследований, финансового планирования, проработки организационно-правовых вопросов.

28.2. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Исходя из системного представления о ТЭА как подсистеме автомобильного транспорта, необходимо выделить следующие основные факторы, которые повлияют на развитие ТЭА в ближайшие 10–15 лет.

1. Продолжится рост автомобильного парка страны, особенно легкового (рис. 28.4), его разнотипности и разномарочности, соответственно увеличивающих нагрузку на ТЭА, обеспечивающую работоспособность этого парка.

2. В парке будет увеличиваться сектор частных автомобилей (более 80% парка), включающий не только легковые, но и грузопассажирские и грузовые автомобили малой грузоподъемности и автобусы (микроавтобусы) малой вместимости. По мере усложнения конструкции автомобилей, ужесточения требований к дорожной и экологической безопасности и повышения жизненного уровня населения удельный вес услуг по обслуживанию этих автомобилей на специализированных предприятиях (мастерские, станции технического обслуживания, дилеры, фирменные предприятия) будет увеличиваться и, согласно международному опыту, достигнет 70–80%.

3. Изменение структуры парков по грузоподъемности и вместимости автомобилей окажет существенное влияние на ТЭА (габаритные размеры и масса автомобилей, масса агрегатов, требования к оборудованию, персоналу и производственной базе и т.п.):

- увеличение удельного веса в парке грузовых автомобилей малой грузоподъемности, микроавтобусов и автобусов малой вместимости, имеющих общую или близкую конструктивную базу с легковыми автомобилями, что облегчает организацию технической эксплуатации этой группы автомобилей;
- дальнейшая специализация грузового парка (до 60–65%), требующего организации технического обслуживания и ремонта специализированного оборудования;
- распространяющееся применение на междугородных и международных перевозках интенсивно используемых (годовой пробег 100 тыс. км и более) автопоездов большой грузоподъемности и габаритов, к которым предъявляются повышенные требования надежности, экологической и дорожной безопасности, отвечающие международным стандартам.

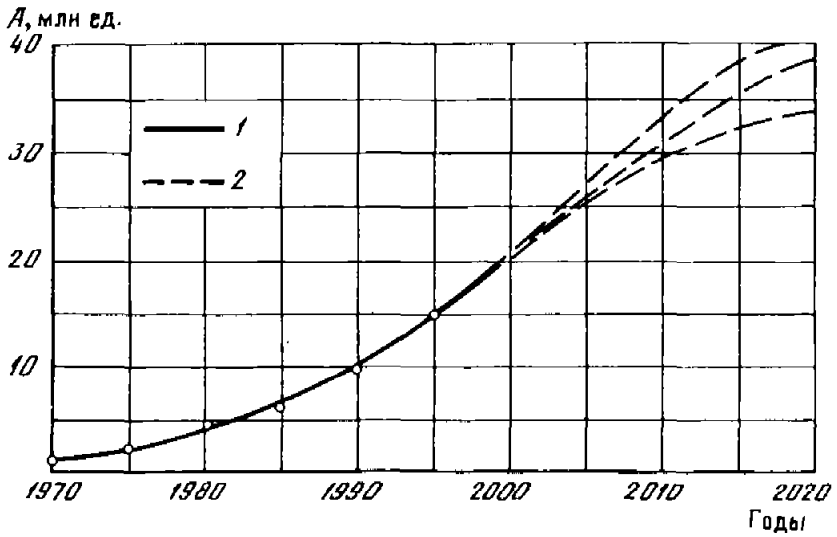


Рис. 28.4. Изменение размера парка легковых автомобилей в России
1 – факт, *2* – прогноз МАДИ

Таблица 28.1

Распределение автомобилей в автотранспортном комплексе

Количество автомобилей у субъекта, ед.	Количество автомобилей (1) и субъектов (2), %					
	1990		1995		2000	
	1	2	1	2	1	2
До 9	5,9	46,4	14,0	71,6	25,7	52,1
10–24	14,1	24,2	19,2	15,4	33,3	38,5
25–49	21,8	16,7	22,1	8,3	14,7	6,1
50–99	20,1	8,2	17,1	3,2	10,5	2,2
100 и более	38,1	4,5	27,6	1,5	15,8	1,1

4. Диверсификация АТП, их разукрупнение, развитие предпринимательства привели к поляризации парков и сосредоточению значительного количества автомобилей на малых по размеру предприятиях (табл. 28.1), которые не располагают достаточной производственно-технической базой, персоналом, технологиями, организационными структурами, способными обеспечить в конкурентной среде требуемые уровни работоспособности своих парков.

Одновременно на АТП и у частных владельцев автомобилей возросли разномарочность и разнотипность парков, усложняющие организацию ТО и ремонта. Среднее число типов автомобилей на предприятии – четыре. Только 23% предприятий имеют один-два типа автомобилей; 43% – пять и более типов.

В связи с этими тенденциями целесообразно восстановление в рыночных условиях (конкуренция, ужесточение требований к качеству) и на иных организационных принципах (уровень хозяйственной самостоятельности, ценообразование, кредит, гарантия качества и сроков выполнения требований) специализированных производств, централизованного технического обслуживания и ремонта с большей, чем на малом АТП, производственной программой (см. гл. 6), создающей предпосылки более эффективного производства (табл. 28.2). Это будет проявляться в виде концентрации, кооперирования и специализации.

Таблица 28.2

Технико-экономические показатели различных видов производства

Параметр	Техническая служба	
	комплексных автотранспортных предприятий	централизованных специализированных производств
Среднее количество деталеопераций, выполняемых на рабочем месте	200	30
Производительность труда, %	100	180–200
Уровень механизации, %	25	40
Продукция с 1 м^2 производственной площади, %	100	200–250
Фондоотдача, %	100	500–600

Концентрация – это объединение ПТБ, трудовых и других ресурсов для выполнения работ ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта. Как правило, концентрация ПТБ связана с укрупнением автомобильных парков и созданием единой организационно-управленческой структуры предприятия. Концентрация приводит к росту производственной программы.

Специализация – это ориентация производства на выполнение определенного вида ограниченной номенклатуры работ по ТО и ремонту подвижного состава, агрегатов, систем, позволяющая эффективно использовать прогрессивные технологические процессы, производительное оборудование, привлекать квалифицированный персонал.

Кооперирование – это совместное выполнение определенных работ или их частей по ТО и ремонту подвижного состава двумя или несколькими предприятиями или производственными подразделениями, предусматривающее организацию между ними четких технологических, организационно-управленческих, хозяйственных и информационных связей.

Специализация оценивается по видам, форме, глубине и уровню концентрации производства.

В системе поддержания работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта общего пользования различают следующие виды специализации: *межотраслевая, отраслевая, региональная, внутрихозяйственная, внутрицеховая* (внутриучастковая или внутрипостовая). Например, специализация по разборке, комплектованию, сборке и обкатке силового агрегата на моторном участке.

Различают следующие формы специализации:

предметная – это специализация подразделений ИТС на проведении работ ТО и ремонта определенных видов подвижного состава; при этом на одном предприятии или в подразделении сосредоточивается различное технологическое оборудование для выполнения комплекса операций по обеспечению работоспособности, например производственно-технические комбинаты по централизованному обслуживанию автомобилей семейства КамАЗ;

агрегатно-узловая – специализация подразделений на ТО и ремонте агрегатов, узлов, систем, например централизованные мастерские по КР двигателей, установке и ремонту газобаллонного оборудования, компьютерных систем;

подетальная – специализация на восстановлении или изготовлении деталей всех видов подвижного состава, например мастерские по восстановлению коленчатых валов;

технологическая – специализация подразделений на выполнении однородных технологических процессов, операций или группы операций, основанная на общности основного технологического оборудования, например мастерские, СТО, централизованные участки по окраске автомобилей, шиномонтажным работам и т.д.;

регламентно-технологическая – специализация по видам ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2);

функциональная – специализация вспомогательных производств, обеспечивающих основной производственный процесс предметами и средствами труда, а также создание необходимых условий труда и быта.

5. Конкуренция на транспортном рынке корректирует цели ТЭА (см. гл. 9), так как требуется своевременное обеспечение работоспособности именно тех автомобилей парка, которые необходимы в данный момент для транспортного процесса (грузоподъемность, специализация, вместимость, комфортабельность и др.). Это обстоятельство, а также необходимость экономии затрат на обеспечение работоспособности автомобилей повышают требования к организации технологических процессов ТО и ремонта, персонализации учета и ответст-

венности, возможные на основе использования новых информационных технологий (см. гл. 18) и научно обоснованных методов выработки и принятия решений (см..гл. 15).

6. Рост цен на традиционные виды моторного топлива, а также требования к экологической безопасности транспортного процесса будут стимулировать применение на автомобильном транспорте альтернативных видов топлива и энергии, требующих развития системы для обслуживания и ремонта соответствующего оборудования. В ближайшие 8–10 лет наибольшее развитие получит сжиженный нефтяной, сжатый и сжиженный природный газ, а также электроэнергия (электромобили и гибридные автомобили), а количество автомобилей, использующих альтернативные виды топлива и энергии, достигнет 8–12% парка.

7. В связи с повышением надежности технических систем автомобиля и расширением применения в конструкции электронных и компьютерных устройств, а также дополнительного оборудования (кондиционирование, отопление и вентиляция, средства связи и информации, защитные устройства и др.) произойдет перераспределение профилактических и ремонтных работ, увеличение удельного веса контрольно-диагностических, регулировочных, электротехнических и аккумуляторных работ, получит развитие новый для технической эксплуатации вид работ – обслуживание и ремонт бортового электронного и компьютерного оборудования, устройств и изделий. Например, в течение гарантийного периода у автомобилей ВАЗ-2102 до 70% требований по устранению отказов и неисправностей приходится на компьютерную систему управления рабочими процессами двигателя и составом отработавших газов, электрооборудование, средства сигнализации и около 30% – на традиционные механические системы.

Усложнение и электронизация конструкции приводят к необходимости применения при технической эксплуатации адекватного контрольно-диагностического и технологического оборудования, требования к надежности, точности и метрологическому обеспечению которого возрастают.

Эти виды работ, требующие привлечения квалифицированного персонала и использования сложного технологического оборудования, будут в основном развиваться на специализированных предприятиях и производствах, включая фирменные.

8. Рост цен на новые автомобили, особенно средней и большой грузоподъемности, и автобусы, сопровождаемый повышением их надежности и сроков службы, будет способствовать более широкому использованию в хозяйственной практике лизинга, а также применения подержанных автомобилей. Это повысит требования к информационной системе ТЭА (предыстория, помашинный учет), скажется на составе и технологии ТО и ремонта.

9. Учитывая важность автомобильного транспорта и его подсистем, включая техническую эксплуатацию, для экономики и безопасности страны, будет восстанавливаться регулирующая роль государства, прежде всего в отношении

- определения технической политики обеспечения работоспособности растущего автомобильного парка независимо от формы его собственности;
- содействия созданию в стране и регионах системы обеспечения работоспособности автомобильного парка, адекватной растущему уровню автомобилей, требованиям перевозочного процесса, дорожной и экологической безопасности;
- поддержки научных исследований, подготовки специалистов и персонала;
- законодательного, нормативного и информационного содействия решению этих задач.

10. Основная цель ТЭА – обеспечение необходимого уровня работоспособности парков – может быть достигнута на единой и пока безальтернативной

научно-методической и нормативной базе – планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта. Поэтому на автомобильном транспорте страны должны быть обеспечены

- ответственность владельцев автотранспортных средств всех форм собственности за выполнение рекомендаций планово-предупредительной системы;
- перманентное совершенствование самой системы и механизмов ее реализации.

Глава 29

ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

29.1. КОНЦЕПЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКА РОССИИ

Растущий автомобильный парк, роль автомобильного транспорта в экономике страны и удовлетворении транспортных потребностей населения, влияние транспорта на экологическую и дорожную безопасность – все это свидетельствует о необходимости восстановления роли государства в регулировании развития автомобильного транспорта и его подсистем, включая техническую эксплуатацию.

С учетом имеющегося отечественного и зарубежного опыта, научных исследований и прогнозов концепция контроля, регулирования и обеспечения технического состояния автомобильного парка России должна включать следующие основные положения.

Приоритетность охраны жизни и здоровья населения и транспортного персонала, охраны окружающей среды, основанная на Конституции и законах Российской Федерации. Это является основным требованием при организации технической эксплуатации и государственного контроля автотранспорта.

Конституционность и законность – наличие четкой нормативно-правовой базы, обеспечивающей во всех субъектах Российской Федерации единые

- требования к конструкции и техническому уровню новых транспортных средств, комплектующих изделий, запасных частей и материалов;
- обязанности изготовителя транспортных средств по отношению к владельцам (гарантийные обязательства, производство запасных частей, информационное обеспечение, участие в сервисной системе);
- порядок допуска изделий и материалов к эксплуатации;
- порядок юридического подтверждения соблюдения установленных требований при производстве и использовании изделий и материалов;
- требования к автомобилям, находящимся в эксплуатации;
- порядок и условия проведения государственных технических осмотров;
- требования к соответствующим нормативам и уровню инструментального контроля при государственных технических осмотрах;
- систему ТО и ремонта автомобилей, гарантирующую нормативный уровень работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности;

- обязанность владельцев транспортных средств проводить (на своей базе или в сервисной системе) необходимый минимум профилактических мероприятий и вести их планирование и учет; государственная регламентация этих услуг;
- требования к производственной базе предприятий (помещения, оборудование, технологическое обеспечение, персонал), которая должна соответствовать техническому уровню парка, к нормативам дорожной и экологической безопасности, уровню оснащенности центров инструментального контроля, проводящих государственный технический осмотр;
- требования к предприятиям, организациям и персоналу, допущенным к проведению государственного технического осмотра.

Программно-целевой подход, предусматривающий:

- четкое определение цели технической эксплуатации как подсистемы автомобильного транспорта;
- назначение количественных целевых нормативов (безопасность движения, загрязнение окружающей среды, техническое состояние автомобильного парка и т.п.) на всех уровнях ИТС;
- определение методов и сроков достижения поставленных целей;
- наличие единого центра, владеющего информацией по автомобильному парку, независимо от форм собственности, и организующего разработку и реализацию системы технической эксплуатации и сервиса.

Функциональность, определяющая основную производственную и социальную задачу автомобильного транспорта: обеспечение рациональных транспортных потребностей экономики и населения, диктующих размер и структуру парка, его дислокацию и пробег и вызывающих негативные последствия (дорожно-транспортные происшествия, загрязнение окружающей среды, расход ресурсов), которые должны быть минимизированы.

Комплексность – координированное участие в работе, четкое распределение прав и обязанностей:

- государственных и региональных органов управления и контроля;
- производителей транспортной техники, комплектующих изделий, эксплуатационных материалов, технологического оборудования для ТО, ремонта, диагностики;
- хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность на автомобильном транспорте (перевозки, ТО, ремонт, хранение, заправка и т.д.);
- владельцев транспортных средств, используемых для некоммерческой деятельности.

Взвешенный учет интересов всех участников системы: государства, промышленности, владельцев и пользователей транспортных средств и населения.

Финансовая и законодательная поддержка государством системы:

- правовое, экономическое и налоговое стимулирование развития рынка технической эксплуатации и сервисных услуг;
- стимулирование владельцев, производящих обновление транспортных средств или применение дополнительных устройств и материалов, повышающих надежность, экологическую и дорожную безопасность и ресурсосбережение;
- регулирование и контроль ценообразования на сервисном рынке на услуги, связанные с выполнением государственных регламентов и нормативов;
- государственная поддержка подготовки кадров, научно-информационного и технологического обеспечения системы и рынка технической эксплуатации и сервисных услуг.

Приоритетность стратегии обеспечения работоспособности автомобилей и парков посредством планово-предупредительной системы, которая перманентно совершенствуется с учетом изменения конструкции автомобилей, условий эксплу-

атации, требований перевозочного процесса и потребностей населения и владельцев транспортных средств.

Этапность и плавность реализации системы контроля, регулирования и обеспечения технического состояния автомобильного парка России, вызванная низким исходным состоянием и сложностью системы, ее инерционностью и значительными ресурсами, необходимыми для развития. Этапность предполагает обоснованный выбор и реализацию первоочередных мероприятий с учетом региональных особенностей и условий.

Адекватное техническому уровню и требованиям к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автомобилей *развитие производственной инфраструктуры парка, сервисных услуг.*

29.2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассматривая эти перспективы, необходимо, во-первых, различать автомобили современной конструкции, технического уровня, надежности и качества и те, которые будут формировать автомобильный парк через 5, 10, 15 лет. При этом обновление парка автомобилями новой конструкции происходит постепенно с учетом темпов списания и пополнения и фактических сроков службы автомобилей (см. гл. 4). Так же как и теперь, в будущем в парке будут сосуществовать автомобили нескольких поколений и технических уровней. Действительно, в 2005–2010 гг. в парке будут работать автомобили выпуска 1995–1999 гг. (табл. 29.1).

Во-вторых, ответить на вопрос, имеются ли научные или практические конструктивные или другие основания замены действующей планово-предупредительной системы обеспечения работоспособности автомобилей в эксплуатации. Приводимые в учебнике материалы (см. гл. 1–9), имеющийся отечественный и зарубежный опыт свидетельствуют о том, что для сложных восстанавливаемых изделий, какими являются автомобили, обеспечить гарантированный уровень работоспособности, важный для надежности транспортного процесса, вне планово-предупредительной системы невозможно.

Ее значение состоит не в том, что гарантируется абсолютная работоспособность (что невозможно для случайных процессов, свойственных эксплуатации), а в том, что уровнем работоспособности можно управлять, зная, какие ресурсы при этом необходимы. Поэтому, в-третьих, для ближайших 10–20 лет целесообразно рассматривать возможные варианты совершенствования планово-предупредительной системы, ее структуру, режимы, уровни регламентации и др.

При работе автомобилей под влиянием различных факторов (см. дерево систем технической эксплуатации в приложении 1) возникает совокупность отказов (неисправностей), каждый из которых является случайной величиной, характеризуемой наработкой x_i и ее средним значением $\bar{x}_i$, видом закона распределения, вариацией v_i, стоимостью предупреждения d_i, устранения c_i отказа и другими показателями. Система ТО и Р упорядочивает этот случайный поток, разделяя его на группы. Горизонтальная штрих-пунктирная линия (рис. 29.1) разделяет воздействия по целям:

- направленные на поддержание работоспособности (профилактическая стратегия I) и выполняемые с неслучайными наработками – периодичностями ТО l_{os};
- направленные на восстановление утраченной работоспособности (стратегия II) и производимые по потребности при случайных в общем случае наработках x_i.

Экономические, технологические и организационные условия разделяют

Таблица 29.1

Возрастная структура автомобильного парка России на 1.01.99 г. (без автомобилей индивидуальных владельцев)

Возрастная группа, лет	Автомобили, %		
	грузовые	автобусы	легковые
До 2	3	8	10
2,1–5	12	19	27
5,1–8	29	32	35
8,1–10	22	18	14
10,1–13	18	13	18
Более 13	15	10	6
Средний возраст	8,2	8,8	6,9

воздействия (вертикальные штрих-пунктирные линии) по тактикам их выполнения. В результате использования экономических и других критериев стратегия I развивается по двум принципиальным вариантам: выполнение технического обслуживания по наработке при l_{os} без предварительного контроля (I-1) и с предварительным контролем при l_{oj} – диагностикой (I-2), т.е. по состоянию. В зависимости от экономических условий, надежности изделий и поставленных целей любая из этих стратегий может оказаться рациональной, но стратегия I-2 может совершенствоваться и дальше. В случае стратегии I-21 используются стационарные, а затем главным образом компактные и мобильные контрольно-диагностические средства. Основными условиями применения этой тактики являются точность, надежность и универсальность самих контрольно-диагностических средств и снижение затрат на их приобретение и эксплуатацию. При этом возможны два варианта развития тактики I-21. При первом (I-211) проводится контроль работоспособности, выполняемый с определенной (постоянной или изменяющейся) периодичностью, и "корректирование" технического состояния по результатам этого контроля. При втором (I-212) по результатам контроля дается прогноз работоспособности, который позволяет на следующем шаге или корректировать периодичность последующего контроля, или уточнить предстоящий объем работ.

Система встроенных контрольно-диагностических средств (I-22) может развиваться в двух основных направлениях. Первое направление (I-221) связано с созданием средств, сигнализирующих теми или иными способами об уровне работоспособности изделия. Это может быть достигнуто, например, при отборе информации о техническом состоянии с заданной периодичностью, например при ТО, при сигнализации о достижении заданных (предельных, допустимых значений и т.д.) параметров технического состояния и т.д. Эта информация может анализироваться на месте, где и принимается решение, или централизованно. Вторым направлением (I-222) является использование таких встроенных контрольно-диагностических средств, которые позволяют не только определять, но и прогнозировать уровень работоспособности.

Аналогичные членение и совершенствование возможны и для стратегии II. Однако технологические цели будут иными. Например, контроль при отказе имеет целью определить причины отказа и уточнить характер и технологию (трудоемкость, стоимость, последовательность и продолжительность) восстановительных работ (стратегия II-2).

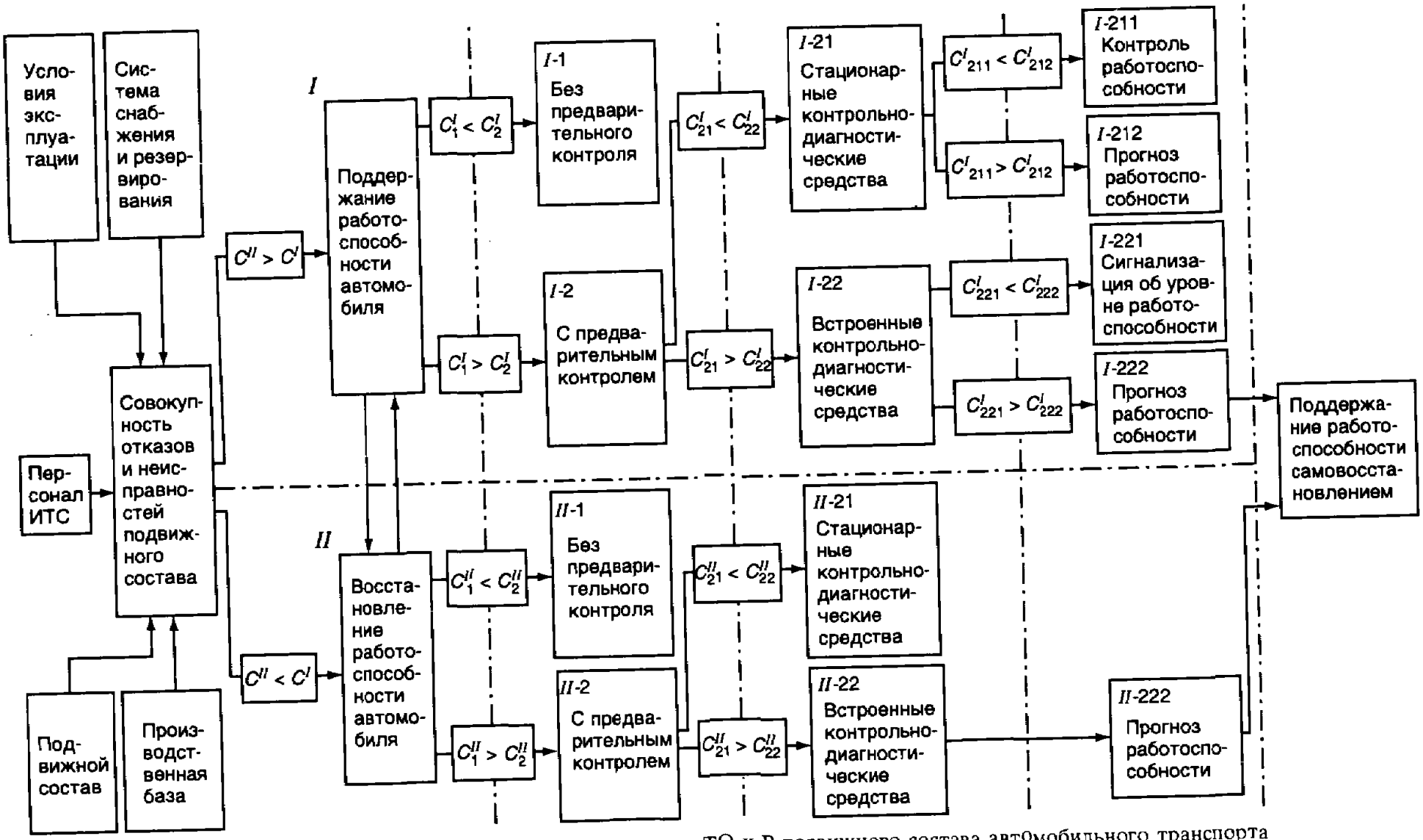


Рис. 29.1. Схема совершенствования системы ТО и Р подвижного состава автомобильного транспорта

С – удельные затраты на ТО и Р

Для автомобиля в целом как совокупности агрегатов, узлов и систем могут применяться все рассмотренные варианты стратегий (до уровней I-222 и II-222 включительно), которые не меняют существа планово-предупредительной системы ТО и Р, заключающегося в получении теми или иными способами упреждающей информации о состоянии изделия, планировании и проведении работ по поддержанию его работоспособности.

При этом необходимо учитывать, что работоспособность самих внешних или встроенных контрольно-диагностических средств, включающих десятки элементов, должна также обеспечиваться планово-предупредительной системой, включая метрологический контроль.

Структура системы ТО и ремонта может совершенствоваться следующим образом.

Для индивидуальных автомобилей (легковые, грузопассажирские, микроавтобусы) наиболее распространенной будет система с одним основным видом ТО, сопоставимым по периодичности со среднегодовым пробегом этих автомобилей 10–20 тыс. км и предшествующим по времени государственному техническому осмотру, а в перспективе совмещенным с ним.

Для коммерческих грузовых и пассажирских автомобилей система ТО и ремонта может развиваться при сохранении планово-предупредительных принципов в следующих направлениях.

- Увеличение периодичности ТО в соответствии с повышением надежности автомобилей, качества их технической эксплуатации, применяемых эксплуатационных материалов и повышением квалификации персонала.
- Для интенсивно эксплуатируемых коммерческих автомобилей (междугородные и международные перевозки, городские и пригородные пассажирские перевозки) будет развиваться корректирование нормативов, а в ряде случаев и структуры системы, вплоть до индивидуализации нормативов с учетом условий эксплуатации и технического состояния автомобилей (см. гл. 23) и показаний встроенных контрольно-диагностических средств. Этой тенденции будут благоприятствовать совершенствование информационного обеспечения технической эксплуатации, оперативный помашинный учет воздействий, оборудование автомобилей большой грузоподъемности и вместимости встроенной системой диагностики и режимометрами.
- Применение новых информационных технологий в ТЭА, сопровождаемое сокращением затрат при организации помашинного учета, позволит при необходимости изменять структуру системы, увеличивая число видов ТО (см. гл. 7), а также индивидуализировать моменты замены (списания или продажи) автомобилей с учетом экономических и технических критериев, управляя возрастной структурой парков.
- Повышение надежности агрегатов и систем автомобилей, антикоррозионной стойкости кузовов и кабин, регулирование сроков службы позволит отказаться от полнокомплектного капитального ремонта автомобилей. Улучшение ремонтопригодности автомобилей и агрегатов, применение компактных и мобильных средств диагностики, обслуживания и ремонта позволит постепенно для коммерческих автомобилей переходить к углубленному ремонту ряда агрегатов без снятия их с автомобиля (так называемый нарамный ремонт), что существенно сократит простои автомобиля в ремонте.
- Ремонтная подотрасль в основном сосредоточится на восстановлении деталей, особенно базовых и основных, до уровня новых, что обеспечит существенное повышение ресурсов ремонтируемых агрегатов и систем.
- Будет возрастать приспособленность конструкции автомобилей к утилизации и вторичному использованию (рециклингу), в котором будут принимать непосредственное и расширяющееся участие производители автомобилей и

материалов, что позволит снизить загрязнение окружающей среды отходами и утилем.

Согласно имеющимся оценкам и перспективным технологиям около 75% (по массе) деталей и материалов современного автомобиля (металлические детали, масла, технические жидкости) могут быть переработаны и вторично использованы, в том числе при производстве и эксплуатации автомобилей. Остальные отходы, образующиеся при переработке списанных автомобилей (пластики, краска, резина, стекло и т.д.), подлежат дроблению или измельчению с последующим использованием в других отраслях, например в строительстве, или по экологическим требованиям захоронению.

Принципиальное изменение планово-предупредительной системы возможно при следующем шаге, когда изделию (или его элементам) будет обеспечено поддержание работоспособности методами резервирования или самовосстановления в пределах установленного срока службы. Здесь возможны два решения: или использование "абсолютно надежных" материалов и изделий, вероятность отказа которых за заданную наработку ничтожно мала (резервирование, повышение надежности элементов конструкции), или применение иных принципов конструирования, предусматривающих самовосстановление изделия. Целесообразность подобной трансформации таких массовых изделий, как автомобиль, должна быть подвергнута тщательной экономической, социологической, конструкторской и технологической проработке.

Что же касается обозримого будущего, то в планово-предупредительной системе технического обслуживания автомобилей будут использоваться все рассмотренные в гл. 7 и 29 варианты в пропорциях, определяемых конкретными технико-экономической и целевой ситуациями в экономике и на автомобильном транспорте.

29.3. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ РЫНКА УСЛУГ

Под рынком услуг подсистемы технической эксплуатации и сервиса понимается возникновение и удовлетворение требований по обеспечению работоспособности, сохранности и подготовки к использованию автотранспортных средств всех форм собственности в течение всего периода эксплуатации с момента приобретения и до списания. В ряде стран этот рынок в отличие от продажи новых автомобилей называется вторичным (aftermarket). Происходящие на автомобильном транспорте изменения (формы собственности, размеры предприятий, диверсификация деятельности, конкуренция, рост парка и т.д.), повышение государственных требований к дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств воздействуют на формирование и перспективы развития этого рынка. Прежде всего объем этого рынка продолжает расти и в ближайшие 5–10 лет может увеличиться соответственно на 25–60%.

Расширяется потенциальная клиентура этого рынка. Если в прошлом большинство коммерческих АТП обеспечивало работоспособность автомобилей собственными силами (комплексные предприятия) и на ведомственных базах централизованного технического обслуживания, то в настоящее время и в перспективе значительная часть малых автотранспортных предприятий и водителей-операторов, не располагающих собственной производственно-технической базой, будут вынуждены удовлетворять соответствующие требования на вторичном рынке. Согласно оценке МАДИ, потенциальная клиентура вторичного рынка включает, помимо индивидуальных владельцев, негосударственные коммерческие, государственные и муниципальные предприятия, которые располагают 56–67% парка.

Растущие объем и содержание требований и услуг, как показывает отечественный и зарубежный опыт, не могут быть освоены одним типом или группой операторов вторичного рынка, например фирменных. Зарубежный опыт свидетельствует о преобладании на этом рынке так называемых независимых от изготовителей предприятий, которые в основном обслуживают автомобили по истечении гарантийного срока, т.е. в течение 10–15 лет (см. гл. 25). При разнообразии предприятий и форм обслуживания на отечественном вторичном рынке будут действовать следующие основные формы обслуживания, обеспечивая конкурентную среду:

- фирменные и дилерские предприятия (15–25% объемов работ);
- независимые сервисные и ремонтные предприятия (45–60%);
- мастерские транспортных предприятий (5–10%);
- самообслуживание (до 20–25% объемов), которое также должно поддерживаться вторичным рынком (предоставление рабочих мест, оборудование, инструмент, информационное обеспечение и т.п.).

Произойдут серьезные изменения и трансформация работ и услуг, выполняемых на вторичном рынке. Помимо традиционных работ (уборочно-моечных, смазочных, регулировочных, шинных, кузовных и др.), удельный вес которых будет сокращаться, получат преобладающее развитие

- подбор и доставка необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, технологического оборудования, запасных частей и материалов, гарантирование их качества;
- обеспечение работоспособности конструктивно новых агрегатов и систем автомобиля (впрыск, нейтрализация отработавших газов, автоматические коробки передач, встроенная диагностика, антиблокировочные тормозные системы);
- контроль и обслуживание систем, обеспечивающих безопасность и комфортабельность (системы освещения, сигнализации и информации, защитные системы, кондиционирование, отопление и вентиляция);
- переоборудование, обслуживание и ремонт автомобилей, использующих альтернативные виды топлива и энергии;
- модернизация и тюнинг;
- кузовные, малярные, антикоррозионные работы с использованием экологически чистых материалов и технологий;
- замена масел, технических жидкостей по состоянию; подбор и взаимозаменяемость;
- более активное и оперативное участие в подготовке и проведении государственного инструментального технического осмотра;
- оценка и подготовка к продаже подержанных автомобилей, включая грузовые и автобусы;
- оказание помощи на линии, эвакуация, выполнение работ ТО и ремонта по месту хранения автомобилей (выездная схема), оказание помощи владельцам при самообслуживании;
- включение предприятий вторичного рынка в рециклинг, т.е. сбор, утилизацию, вторичное использование, подготовку к переработке отходов и утиля, в том числе и с использованием зачета остаточной стоимости;
- информационное обеспечение владельцев автотранспортных средств, транспортных предприятий и производителей.

29.4. ПОВЫШЕНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Интеграция России в европейское и мировое экономические сообщества, расширяющиеся международные перевозки, участие в них не только грузовых, но и легковых автомобилей личного пользования и автобусов существенно повысят требования к экологической безопасности, экономическим и другим показателям, при сертификации новых отечественных автомобилей обеспечат их поэтапное приближение к европейским нормам (табл. 29.2).

Это непосредственно отразится на ужесточении соответствующих эксплуатационных требований и методов их достижения при ТО и ремонте.

В табл. 29.3 приведено извлечение из экологического рейтинга автомобилей, продаваемых на немецком рынке, составленного немецкой транспортной ассоциацией (VCD). Оценка проводилась в соответствии с Новым европейским циклом движения (НЕЦД), представляющим комбинацию внутригородского (ECE-R) и измененного загородного (EUDC) циклов. Максимальный экологический рейтинг составляет 10 баллов. При оценке учитывались мощность и рабочий объем двигателя, максимальная скорость, расход топлива по НЕЦД, выбросы CO_2 и уровень внешнего шума.

Отечественные автомобили пока отстают от европейских норм. Соответствующие требования и нормативы разработаны Госстандартом России ("Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов", 04.04.1998 г., № 19). В качестве первого этапа правила предусматривали сертификацию новых отечественных автомобилей по нормам ЕВРО-1 с 1999 г., а по нормам ЕВРО-2 – с 2000 г. Переход к этим нормам ужесточает требования к выбросам по сравнению с действовавшими до 1998 г. нормами по легковым автомобилям в 5–6 раз, дизельным большой грузоподъемности – в 2–3 раза и увеличивает себестоимость производства в среднем на 10%. Страны ЕС ввели нормы ЕВРО-3 с 2000 г. и объявили о введении норм ЕВРО-4 с 2005 г. Согласно оценке НАМИ полный переход отечественной промышленности на производство

Таблица 29.2

Европейские нормы токсичности, г/км, легковых автомобилей по методике НЕЦД

Тип двигателя, норма	$CO + NO_x$	NO_x	C_xH_y	CO	Твердые частицы
Бензиновый					
ЕВРО-1	1,34	0,57	0,77	3,9	–
ЕВРО-2	0,59	0,25	0,34	2,7	–
ЕВРО-3	–	0,15	0,20	2,3	–
ЕВРО-4	–	0,08	0,10	1,0	–
Дизельный					
ЕВРО-1	1,14	1,02	0,123	3,22	0,18
ЕВРО-2	0,71	0,63	0,08	1,06	0,08
ЕВРО-2 с прямым впрыском	0,91	0,81	0,10	1,06	0,10
ЕВРО-3	0,56	0,50	0,06	0,64	0,05
ЕВРО-4	0,40	0,25	0,05	0,50	0,025

Таблица 29.3

Экологический рейтинг легковых бензиновых автомобилей (Извлечение)

Номер по рейтингу	Модель	Рейтинг	Расход топлива, л/100 км	Выбросы CO_2, г/км	Шум, дБ *А*	Соответствие нормам токсичности ЕВРО
1	"Мерседес-Смэрт"	7,05	4,8	115	73	ЕВРО-3
3	"Опель-Корса 1,123t"	6,71	5,7	136	71	"
4	"Сеат Эроса Бэзиа 1,0"	6,61	5,8	139	71	"
7	"Фиат Сисеито Сюит"	6,48	5,8	137	72	"
8	"Сузуки Свифт 1,0 GLS"	6,41	5,5	129	71	ЕВРО-2
10	"Рено Клио Кэмпус 1,23t"	6,25	6,3	149	71	ЕВРО-3
Ниже 10-го места	"Самара-1,5 Бэлтик"	4,2	7,5	180	74	ЕВРО-2
	"Ауди-А8 2,5 Tdi"	1,87	7,3	197	72	"
	БМВ-725 tds	1,73	8,2	217	73	"

автомобилей, соответствующих нормам ЕВРО-1, возможен к 2003–2005 гг., а замена действующего парка на эти автомобили может продлиться до 2015–2020 гг.

Таким образом, техническая эксплуатация должна обеспечить в ближайшие годы ТО и ремонт отечественных автомобилей, соответствующих нормам ЕВРО-1 и ЕВРО-2, и импортных автомобилей, соответствующих нормам ЕВРО-3 и ЕВРО-4. Последние с 2001 г. должны оборудоваться системой бортовой диагностики экологических показателей, которая призвана фиксировать предельные значения выбросов, диагностируемые как отказ (табл. 29.4).

Тенденция повышения требований к экологической безопасности автомобилей скажется и на ужесточении эксплуатационных нормативов выбросов, совершенствовании соответствующих им методов контроля и обеспечении их в процессе ТО и ремонта: расширении состава показателей, нормируемых и контролируемых в

Таблица 29.4

Предельные значения выбросов, г/км, фиксируемых средствами бортовой диагностики для бензиновых (I) и дизельных (II) автомобилей

Автомобиль	CO		C_xH_y		NO_x		Частицы
	I	II	I	II	I	II	II
Легковой массой до 2500 кг, грузовой массой до 1295 кг	3,2	3,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,18
Грузовой массой 1295–1760 кг	5,8	4,0	0,5	0,5	0,7	1,6	0,23
Грузовой массой 1760–3500 кг	7,3	4,8	0,6	0,6	0,8	1,9	0,28

эксплуатации (NO_x, коэффициент избытка воздуха, CO_2), использовании контрольно-диагностического оборудования большей точности, повышении квалификации персонала, расширении тактики предупредительных замен (см. гл. 5, 7).

Не исключено применение в эксплуатации для контроля выбросов силовых стендов, работающих на облегченных по сравнению с НЕЦД режимах.

В полной мере начнет реализовываться концепция полного жизненного цикла автомобиля – TLC (The Total Life Cycle), в соответствии с которой при проектировании, выборе и эксплуатации автомобилей производится баланс затрат и загрязнений начиная от разработки и производства и до списания изделий. В соответствии с этим балансом за полный жизненный цикл легкового автомобиля энергетические затраты распределяются следующим образом: изготовление – 12%, эксплуатация – 80%, вторичная переработка и утилизация – 8%. Поэтому усилятся внимание и требовательность к сбору, хранению, вторичному использованию и утилизации выбросов и отходов, образующихся в процессе производственной деятельности АТП, СТО, ремонтных мастерских, стоянок (см. гл. 26, 27).

По данным МАДИ, при хранении, техническом обслуживании и ремонте одного маршрутного автобуса большой вместимости ежегодно образуется

- около 122 кг выбросов в атмосферу, в том числе 72% на стоянке и 17% при окраске;
- более 2,4 т отходов разного происхождения и утиля, основными компонентами, %, которых являются

Металлолом черных и цветных металлов	– 27,5;
Утильные шины	– 10,8;
Отработанные масла и фильтры	– 9,4;
Осадок и шлам от мойки	– 6,4;
Твердые бытовые отходы	– 5,5;
Промасленная ветошь и опилки	– 1,2;
Смет мусора с территории	– 38,3.

Около 0,7% отходов приходится на чрезвычайно экологически опасные соединения свинца, электролит, негодные люминесцентные лампы.

В ближайшие 5–7 лет количество списываемых в России автомобилей достигнет 6–8% от парка, что потребует решения проблемы приема, переработки вторичного использования и утилизации списанных автомобилей с учетом единых правил, разработанных Европейским Союзом, – "Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации (ЕС 97/С 337/02)". Эти правила предусматривают

- применение изготовителями автомобилей начиная с 31.12.1999 г. единой маркировки для распознавания материалов деталей, а также разработку руководства по демонтажу автомобилей, включая рекомендации по сливу эксплуатационных жидкостей;
- исключение для автомобилей, изготовленных после 1.01.2003 г., свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома из деталей, утилизация которых требует размельчения или дробления, сжигания или захоронения на свалке;
- автомобили, вышедшие из эксплуатации после 1.01.2005 г., должны не менее чем на 85% массы повторно использоваться, перерабатываться и утилизироваться, а на 80% массы подвергаться рециклингу, т.е. повторному использованию и переработке. После 1.01.2015 г. эти показатели соответственно составят 95% и 85% массы;
- автомобили, изготовленные и вышедшие на рынок после 1.01.2005 г., должны быть на 85% по массе пригодны для повторного использования и переработки и на 95% – для полной утилизации, включая сжигание.

Прием списанных автомобилей предполагается проводить в специально сертифицированных центрах и оформлять сертификатом. В связи с этим в Росси

предстоит создать сеть специализированных предприятий по сбору, приемке, демонтажу и утилизации списанных автомобилей, годовое количество которых к 2007 2010 гг. может составить 1,7–2,2 млн ед. Необходима законодательная (концепция, технология, цена, льготы, штрафы) и информационная поддержка этой работы, в частности использование в России международной информационной системы по демонтажу автомобилей (International Dismanting Information System – IDIS), разработанной рядом ведущих европейских производителей автомобилей (EUCARIDIS Projekt). В системе приведены типовая технология демонтажа, включая слив жидкостей, методика определения трудоемкости и затрат, требования к экологической безопасности.

Примерно 47% затрат при рециклинге приходится на разборку автомобиля, очистку и сортировку деталей. По данным Исследовательского центра АО "Автоваз", приспособленность конструкции автомобилей к демонтажу и рециклингу обеспечивается

- применением легкоразбирающихся креплений, которые по приоритетности распределяются для легковых автомобилей в следующей последовательности:
  легкоразъемные соединения типа "липучка", "молния", штекерные, кнопочные, магнитные;
  зажимные, клеммовые соединения, "клипсы", защелки;
  штыковые, штыревые, замковые, шплинтовые, шпоночные соединения, затворы;
  хомутовые, резьбовые соединения, винты, болты;
  неразъемные точечные соединения, заклепки, точечная сварка;
  соединения пайкой, сваркой, клеевые, получаемые вспениванием;
- использованием новых профилей головок болтов (например, типа "Torx"), обеспечивающих большую площадь контактного зацепления и соответственно нагрузки от инструмента, лучшее соединение и удержание инструмента, защищенность от неквалифицированного исполнителя;
- использованием в подверженных коррозии соединениях, а также для деталей, не несущих значительных нагрузок, пластмассовых резьбовых крепежных соединений;
- применением болтов и шпилек с заостренным концом, болтов с зубчатым буртиком и изготовленных в сборе с обычными и пружинными шайбами, что облегчает проведение разборочно-сборочных и крепежных работ;
- унификацией крепежных деталей.

Отмеченные тенденции в конструкции автомобилей скажутся на технологии технического обслуживания, ремонта и рециклинга, нормативах трудоемкости, потребуют применения в эксплуатации специализированного оборудования и инструмента.

29.5. РАЗВИТИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На автомобильном транспорте, включая подсистему технической эксплуатации, происходят существенные количественные и качественные изменения информационного обеспечения производственных процессов, которые через 5–10 лет приведут к следующему.

1. Завершится компьютеризация на уровне решения традиционных учетно-аналитических, плановых и управленческих задач (см. гл. 17, 18), автоматизации документооборота, ведения бухгалтерского учета и пр.

2. Новые информационные технологии распространятся не только на крупные, но и на малые транспортные, ремонтные и сервисные предприятия. Подобные предприятия не могут позволить больших накладных расходов, а их выживаемость определяется оперативностью реакции на изменяющиеся условия работы. В таких

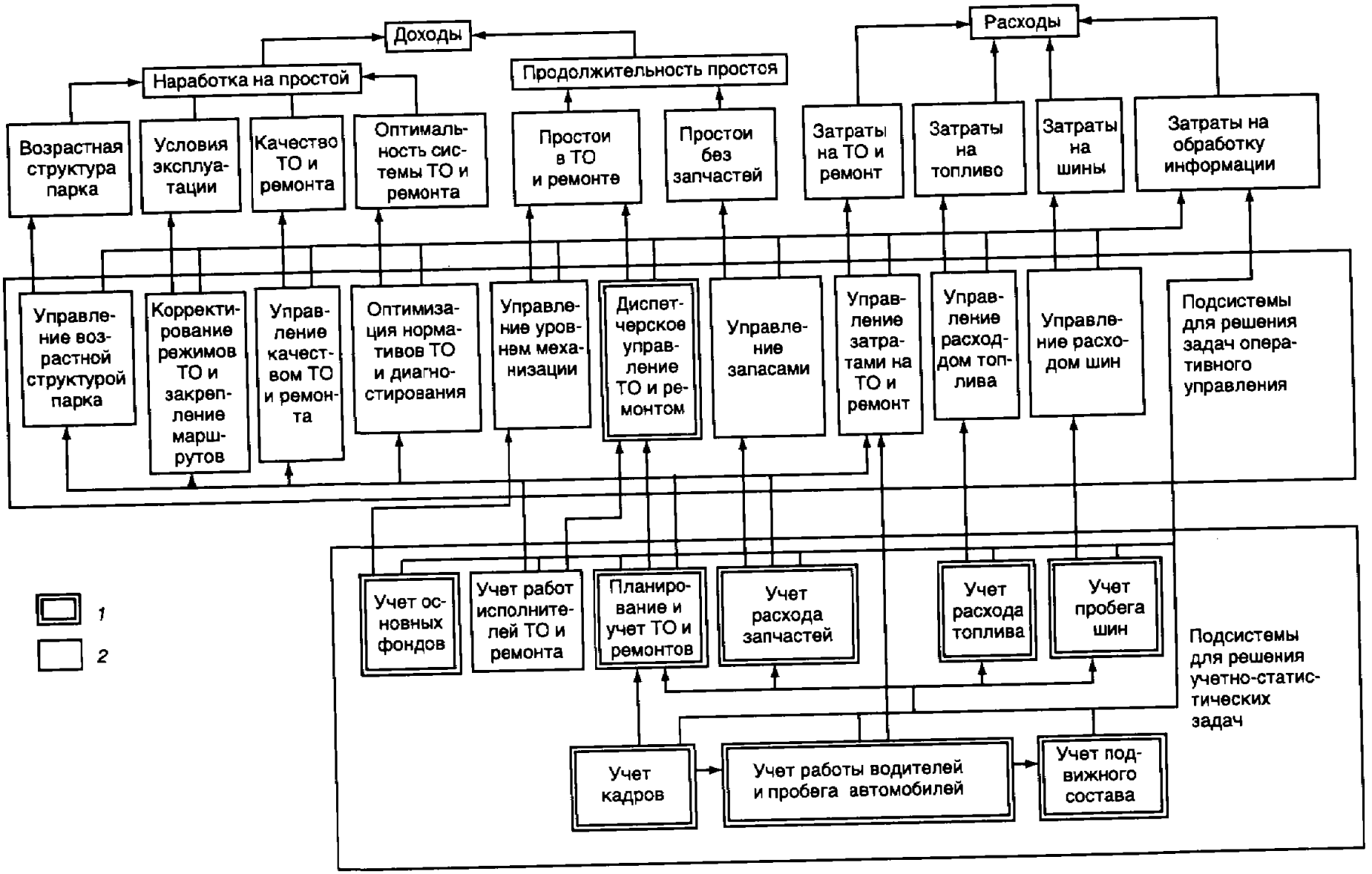


Рис. 29.2. Круг задач, решаемых на АТП с применением информационных систем

1 – имеется опыт реализации на АТП, *2* – подлежит реализации

условиях в небольших компаниях будут рационально эксплуатировать "легкие", быстро модифицируемые программные комплексы, созданные на основе общедоступных офисных приложений (Excel, Access).

3. Важнейшей тенденцией станет переход от применения компьютеров для решения важных, но часто изолированных задач к созданию комплексных информационных систем предприятия. Это позволит

- сократить затраты на программное обеспечение и эксплуатацию информационного комплекса на 25–35%;
- унифицировать и в 3–4 раза сократить количество вторичных документов;
- полностью исключить дублирование информации в первичных документах;
- обеспечить контроль исполнения принятых решений и получение оперативных данных об отклонениях системы от принятых показателей эффективности ее функционирования.

4. Расширится традиционный круг задач, решаемых с использованием информационных технологий (рис. 29.2). Применительно к ИТС речь пойдет о разработке и применении на практике системы целевых нормативов, используемых при управлении эффективностью работы подразделений ИТС (см. гл. 9):

- индивидуализация нормативов до уровня конкретных объектов и исполнителей;
- создание надежной информационной базы, позволяющей реально управлять производственными процессами на уровне предприятия, цеха, участка, поста.

На рис. 29.3 в качестве примера приведена схема информационной системы СТО, основанной на применении специализированных АРМ (табл. 29.5), локальной сети (с выходом в Интернет) и автономными накопителями данных.

5. Произойдет совершенствование и изменение методов и механизмов принятия управленческих решений. Наличие оперативно действующих информационных систем позволит реально использовать экономико-математические методы на уровне предприятий, в том числе при

- использовании современных методов управления производством и принятия решений (см. гл. 14 и 15);
- разработке и корректировании нормативов технической эксплуатации;
- оценке и управлении возрастной структурой парка;
- определении рационального момента замены автомобилей, целесообразности использования лизинга;
- подборе автомобилей с учетом особенностей условий эксплуатации;
- распределении ограниченных ресурсов по различным подсистемам ИТС и др.

Появится реальная возможность применения экспертных систем (ЭС) при принятии управленческих решений.

Экспертная система – это программный комплекс, включающий базу знаний (набор взаимосвязанных правил, формализующий опыт специалистов в некотором области) и механизм вывода, позволяющий на основе правил и представляемых пользователем факторов распознать ситуацию и дать рекомендации для выбора дальнейших действий.

В отличие от традиционного программного обеспечения, выдающего пользователям информацию о состоянии объекта, ЭС обеспечивают выработку оптимального решения по управлению объектом на основе данных о его состоянии (например, ставят диагноз и формируют набор технических воздействий на основе данных о состоянии элементов двигателя). Экспертная система включает в себя два элемента: базу данных – набор факторов, характеризующих текущее состояние объекта управления, и базу знаний – набор правил, определяющих алгоритмы поиска оптимального решения. С использованием экспертных систем будут решать задачи: диагностирования и поиска неисправностей в сложных системах

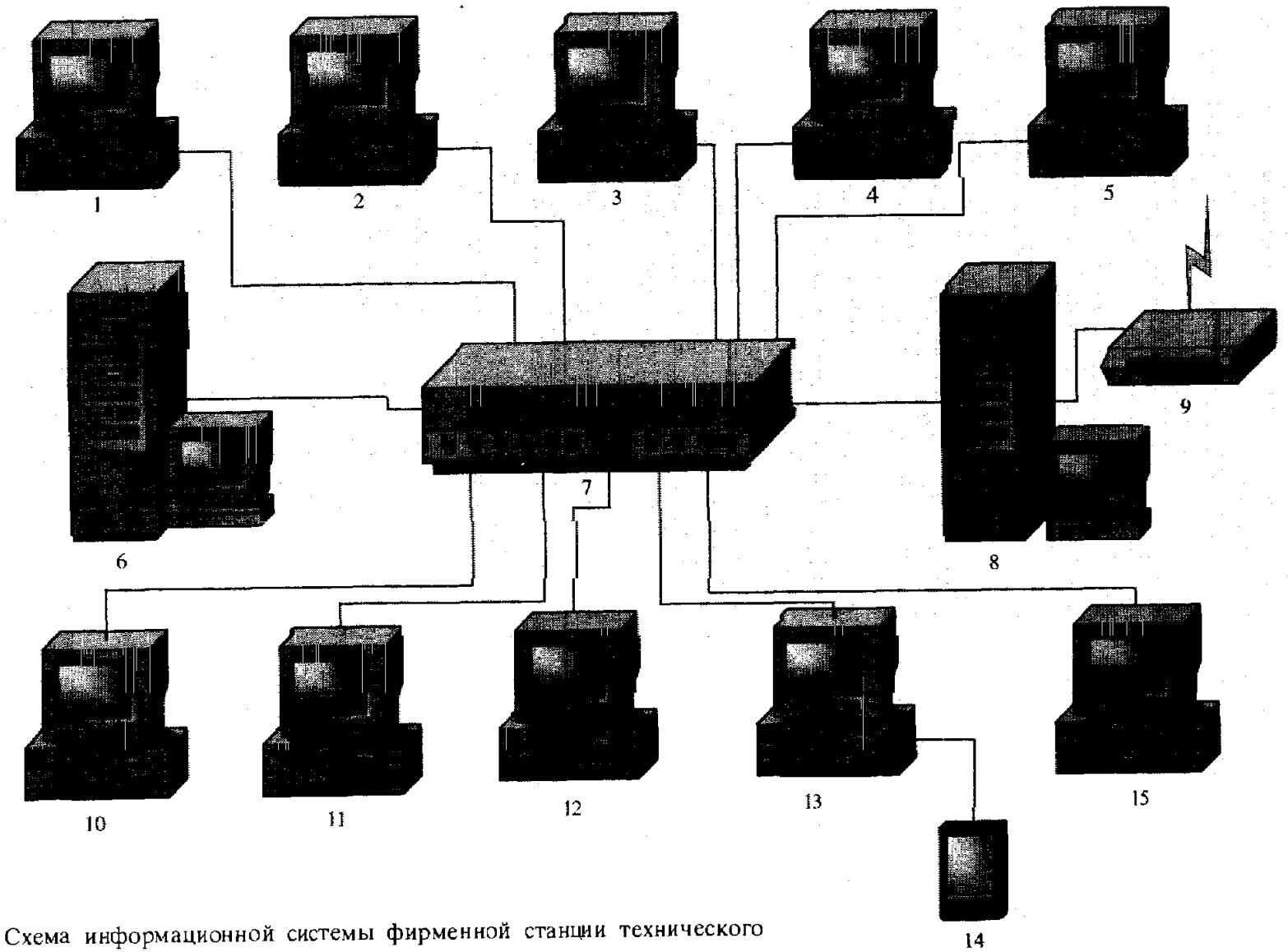


Рис. 29.3. Схема информационной системы фирменной станции технического обслуживания автомобилей

1 – АРМ шеф-мастера; *2* – АРМ мастера по гарантии (агрегатного участка); *3* – АРМ технического директора; *4* – АРМ кладовщика; *5* – АРМ менеджера по автомобилям; *6* – сервер (база данных); *7* – коммутирующее устройство; *8* – сервер удаленного доступа; *9* – модем (для выхода в Интернет); *10* – АРМ бухгалтера; *11* – АРМ мастера зоны ТО и ТР; *12* – АРМ мастера малярного участка; *13* – АРМ менеджера по запасным частям; *14* – автономный

Таблица 29.5

Основные функции автоматизированных рабочих мест станции технического обслуживания автомобилей

Номер	Автоматизированное рабочее место	Основные функции	Используемое программное обеспечение
1	АРМ шеф-мастера	Заказ-наряд, подбор запасных частей	П1, П2, П3, П4, П5, П6
2	АРМ мастера по гарантии (агрегатного участка)	Заказ-наряд, подбор запасных частей, ведение фирменной гарантии	П1, П2, П3, П4, П5, П6
3	АРМ технического директора	Заказ запасных частей, контроль склада, корректирование нормативов	П1, П2, П3, П4, П5, П11
4	АРМ кладовщика	Оформление накладных, подбор запасных частей	П1, П5, П10
5	АРМ менеджера по автомобилям	Оформление продажи автомобилей, ведение гарантии	П4, П9
6	Сервер	Хранение и обработка информации	П12
7	Коммутирующее устройство	Обеспечение связи между элементами локальной сети	
8	Сервер удаленного доступа	Обеспечение обмена данными с филиалами	П13
9	Модем	Выход в Интернет	П14
10	АРМ бухгалтера	Ведение бухгалтерии, контроль склада	П5, П7
11	АРМ мастера зоны ТО и ТР	Заказ-наряд, подбор запасных частей	П1, П2, П3
12	АРМ мастера малярного участка	Заказ-наряд участку, подбор запасных частей и красок	П1, П2, П3, П5, П8
13	АРМ менеджера по запасным частям	Подбор и заказ запасных частей, ведение склада	П1, П2, П3, П4, П5, П10
14	Автономный накопитель данных	Выдача запасных частей	П15
15	АРМ резерва	Резервирование при отказе базовых АРМ	П1, П5

Примечание. Программное обеспечение: П1 – каталог оригинальных запасных частей, П2 – электронное руководство по ремонту, П3 – справочник норм трудоемкости, П4 – статистика отказов и гарантийного ремонта, П5 – складское хозяйство, П6 – оформление автомобилей, П7 – работа менеджера, П8 – приготовление красок, П9 – отчетные формы, П10 – прочие каталоги, П11 – справочники, П12 – система управления базами данных фирмы, П13 – система подключения удаленных ПЭВМ, П14 – программа поддержки модема, П15 – программа поддержки накопителя.

двигателей, расстановки автомобилей на посты текущего ремонта, формирования оптимальной последовательности выполнения технологических операций технического обслуживания оперативного управления затратами (рис. 29.4) и др. Работа экспертной системы базируется на двух главных классификаторах:

- причин ухудшения показателей работы подвижного состава (неудовлетворительное техническое состояние автомобилей, низкое качество ТО, недо-

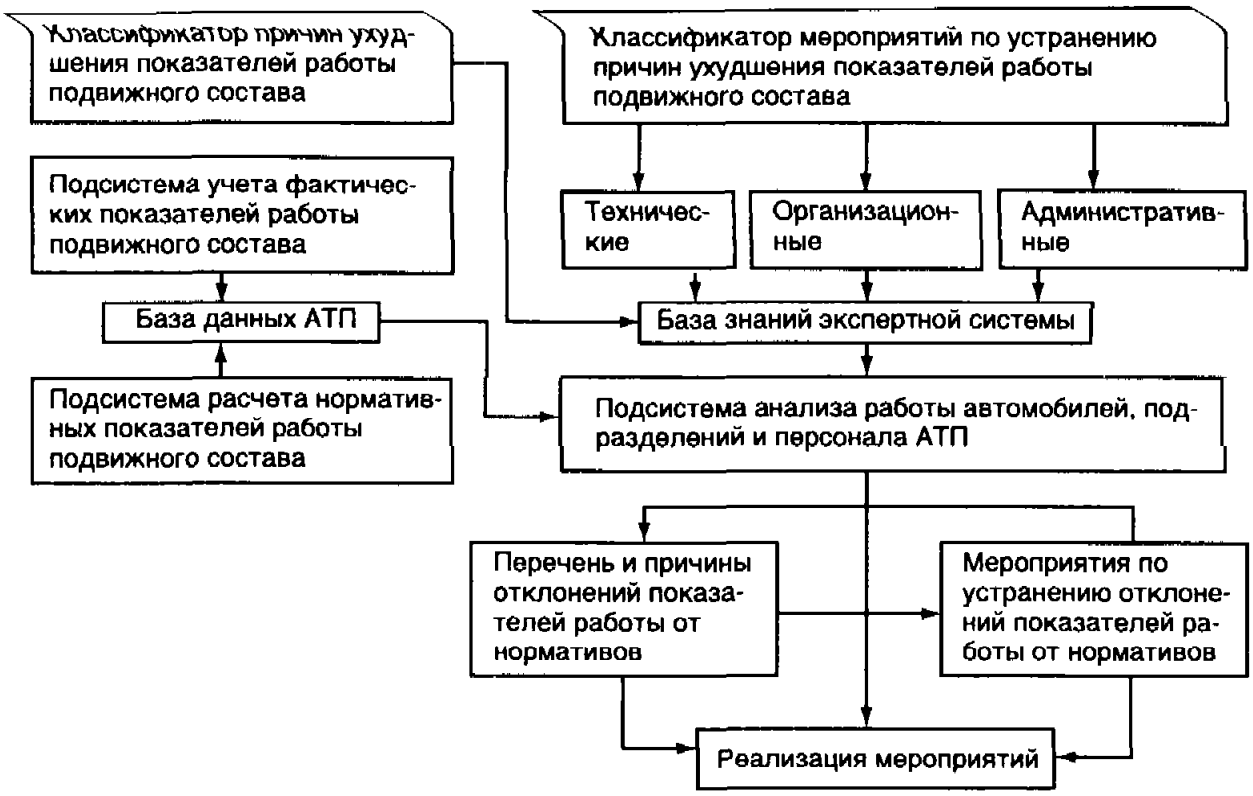


Рис. 29.4. Технология решения задач оперативного управления затратами с использованием экспертных систем

статочная квалификация водителей, тяжелые условия эксплуатации, некачественные эксплуатационные материалы и т.д.);

- мероприятий (технических, организационных, административных), направленных на устранение названных причин.

Эти сведения формируются квалифицированным экспертом и заносятся в базу знаний экспертной системы. Кроме того, обязательно должны присутствовать три подсистемы:

- учета фактических показателей работы подвижного состава (учет расхода топлива, запасных частей, шин, выполненных ТО, ремонтов, пробега и пр.);
- расчета нормативных показателей работы подвижного состава;
- анализа работы автомобилей, водителей и подразделений АТП.

В результате работы этих элементов экспертной системы персонал АТП получает следующую информацию:

- перечень объектов, имеющих отклонения от нормативных показателей работы (автомобили с повышенным расходом топлива, подразделения с высокими показателями по простоям и т.д.);
- перечень виновников сверхнормативных расходов (водители, подразделения, бригады, автомобили и т.п.);
- перечень мероприятий, направленных на устранение причин отклонения показателей работы персонала и автомобилей от нормативов.

С использованием данного подхода можно управлять, например, расходом топлива, ресурсом шин, простоями на ТО и в ремонте и т.п.

6. Начнется переход к сетевым компьютерным технологиям, территориально-распределенным сетям, обеспечивающим предприятиям и их филиалам оперативный обмен информацией, доступ к центральной базе данных, к ресурсам отраслевой, национальной и глобальной сетей. Все эти возможности предоставляют интранет- и интернет-технологии.

Интранет (intranet) – это внутренняя региональная сеть предприятия. Она может быть либо полностью изолированной от "внешнего мира", либо иметь выход в глобальную сеть. Интрасети базируются на технологии "клиент-сервер", при этом удаленность филиалов предприятия от хранилища данных не имеет принципиального значения (в качестве каналов связи используются телефонные линии). Используя интрасети, работники предприятия могут как занести свою информацию в центральное хранилище данных, так и извлечь из хранилища любую информацию, на доступ к которой они имеют соответствующие права. В первую очередь эти технологии найдут применение на станциях технического обслуживания, крупных региональных складах запасных частей, в компаниях, занимающихся международными и междугородными перевозками грузов и пассажиров.

Примером интранет-системы может служить крупная сервисная служба, занимающаяся техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей. Сервисная служба имеет региональные склады запасных частей, распределенных по территории страны, и сеть ремонтных мастерских, СТО. Единым источником информации является общий банк данных, с которым имеют компьютерную связь все склады и СТО, приобретающие возможность получать оперативную информацию о наличии запасных частей в любом из региональных складов, о текущих ценах на запчасти и материалы. Мастерской нет необходимости иметь собственные складские помещения, не нужно замораживать средства на приобретение собственного неснижаемого запаса. Можно оперативно сформировать заказ на комплект запасных частей под любого клиента, обратившегося в мастерскую, исходя из минимума затрат на приобретение и доставку, и тут же выставить счет клиенту за выполнение услуг по ремонту или обслуживанию автомобиля. Использование подобных систем позволяет работникам СТО и ремонтных мастерских оперативно ориентироваться в больших массивах информации и иметь экономию в результате сокращения времени и средств на приобретение и доставку запасных частей, материалов и оборудования, что особенно важно при изменении конструкции автомобиля, агрегатов и комплектующих изделий.

Интернет (Internet) – это открытая для общего доступа мировая компьютерная сеть. Клиентом сети может стать любая организация или частное лицо. Для подключения компьютера к сети достаточно иметь телефон и модем. Через эту сеть осуществляется обмен электронными письмами, ведется торговля подвижным составом, запасными частями, топливом, материалами, технологическим оборудованием, распространяется информация по оказанию сервисных услуг (ТО и ремонт автомобилей). Через сети заключаются договора и контракты, выполняются платежи, осуществляется распространение нормативных и законодательных актов, ведется отслеживание перемещения транспортируемых грузов и пр. В качестве примера интернет-систем можно привести электронный каталог запасных частей. Например, в технической библиотеке фирмы "Орех" хранится информация о 17000 узлов и деталей грузовых автомобилей МАЗ, ЗИЛ, КрАЗ, КамАЗ и др. Системой могут воспользоваться предприятия, продающие запасные части, выполняющие ТО и ремонт автомобилей, хранение и распределение запасных частей. Преимущество электронных каталогов заключается в их компактности, достоверности содержащейся информации, быстроте обновления, простоте доступа к ней и в легкости обращения с системой.

В последние годы появилось множество небольших станций технического обслуживания и ремонтных мастерских. Их выживание и конкурентоспособность будут зависеть от количества привлеченных клиентов, быстрой ориентации в ценах на услуги, запасные части и материалы, эффективности рекламы своей деятельности. Повышению эффективности их работы будет способствовать развитие сети Интернет.

7. Начнется переход предприятий на принципиально новые программно-технические комплексы. Это связано с появлением более мощных вычислительных машин, быстрым распространением прогрессивных Windows-технологий, полупромышленных и промышленных СУБД. Применение таких комплексов обеспечивает существенное повышение надежности и производительности информационных систем при значительном снижении трудозатрат на их разработку и эксплуатацию.

8. Произойдет переход при создании информационных систем от "самодеятельности" к услугам специализированных предприятий и консалтинговых фирм, осуществляющих проектирование, монтаж, наладку сетей, сопровождение системного и прикладного программного обеспечения. Это объясняется тем, что создание комплексных информационных систем требует значительных затрат времени и интеллектуального труда. Опыт зарубежных стран свидетельствует о том, что достаточно полная компьютеризация предприятий может занимать от 5 до 10 лет.

9. Распространится использование бортовых компьютеров автомобилей для сбора информации о состоянии наиболее важных систем и агрегатов, с последующей передачей этих данных в информационную систему предприятия для формирования рекомендаций по тактике обслуживания и ремонта автомобилей (см. гл. 2).

10. Адекватно применяемым информационным системам повысится квалификация персонала. Технический персонал должен иметь навыки работы с готовыми системами. Инженерный персонал должен уметь грамотно формулировать и ставить задачи программистам, выполнять анализ данных с помощью компьютерной техники и программ общего назначения (MS Office), вносить предложения по развитию и совершенствованию действующих на предприятии информационных систем. Руководящий персонал должен понимать тенденции развития информационных технологий, знать их возможности и видеть перспективы их применения на своих предприятиях.

29.6. РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Применение новых информационных технологий является важнейшей предпосылкой развития и совершенствования систем управления качеством технической эксплуатации и сервиса. Станет возможным переход от отдельных фрагментов таких систем (учет наработки на отказ, простоев в ремонте, расхода запасных частей и материалов) или фиксации уровня качества и его несоответствия имеющимся требованиям к предотвращению некачественного выполнения услуг, т.е. к формированию и применению системы управления качеством предоставления и выполнения сервисных услуг, основанной на международных (МС МСО 9004.2) и российских (ГОСТ 40900) стандартах.

Согласно данным международной организации по стандартизации (ИСО) отмечается пять уровней (причин) появления несоответствия качества услуг (продукции) требованиям потребителей.

Первый уровень. Уровень управления рабочим местом. Плохое исполнение персоналом своих обязанностей: непрофессионализм, пренебрежение к документации и т.п. Эффективным методом повышения качества на этом уровне является введение экономически обоснованных мотиваций.

Второй уровень. Уровень управления бригадой, цехом, участком. Плохая организация работы в бригаде, цехе, на участке, неоснащенность рабочих мест, отсутствие нужного мерительного инструмента, оснастки, статистических методов

управления. Повышение качества на этом уровне осуществляется путем разработки и осуществления организационно-технической программы.

Третий уровень. Уровень управления производством и предприятием в целом. Плохое взаимодействие между подразделениями, участками, низкая производственная дисциплина, плохая работа ОТК, нестабильность рабочих процессов, отсутствие в системе применения статистических методов и в целом системы качества. Эффективным методом повышения качества на этом уровне является пересмотр и переработка системы управления качеством продукции с привлечением соответствующих квалифицированных специалистов, применение внутреннего хозрасчета, улучшение или перестройка производственных взаимоотношений между участками, цехами, бригадами.

Четвертый уровень. Уровень конструктор–технолог–ОТК–производственник проявляется в некорректных взаимных требованиях к качеству продукции (услуг) и называется "ложным несоответствием". Решение проблемы должно осуществляться за счет делового взаимопонимания.

Пятый уровень. Уровень взаимоотношений с поставщиками. Низкое качество поставок: несоблюдение контрактов, технических условий и другой нормативной документации, отсутствие резервных поставщиков и т.п. Решение проблемы – повышение требований к поставщикам путем совершенствования системы управления качеством поставляемой продукции, использование стандартов на статистический приемочный контроль и ужесточение экономических санкций.

ИСО рекомендует поэтапное совершенствование качества (приложение 11).

Для ИТС автотранспортных и сервисных предприятий управление качеством ТО и ремонта будет обеспечиваться:

- применением научно обоснованных методов и процедур принятия и реализации управляющих решений (см. гл. 6, 9, 14, 15);
- разработкой и реализацией многоуровневой системы целевых нормативов (см. гл. 9), выполнение которых может служить обобщающим показателем качества функционирования конкретных исполнителей, бригад, участков, цехов и ИТС в целом;
- определением понятия качества работы конкретного исполнителя, которое должно характеризоваться, прежде всего, соблюдением технологии, выполнением назначенной работы точно в срок и обеспечивать заданные целевые нормативы простоя автомобилей на ТО и в ремонте (см. гл. 9) и гарантированную наработку после ТО и ремонта;
- наличием, доступностью оперативной индивидуальной (автомобиль, исполнитель) информации и ее использованием при управлении производством и оценке его эффективности;
- разработкой и применением объективных нормативов ТО и ремонта, их корректированием с учетом условий эксплуатации автомобилей (см. гл. 5, 7, 8);
- рациональным технологическим и нормативным обеспечением производственных процессов, включающим обеспечение рабочего места;
- повышением квалификации персонала, совершенствованием методов его отбора, повышением престижа профессии работников ИТС;
- совершенствованием методов контроля качества (используемые материалы и запасные части, текущий производственный и выходной контроль);
- материальной и моральной заинтересованностью персонала в качестве выполняемых работ, ответственностью за конечные результаты (отказы, простои, рекламации, потеря клиентуры).

Согласно разработкам ОАО "АвтоВАЗтехобслуживание" при оценке качества функционирования предприятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей их целесообразно рассматривать в виде четырех последовательно связан-

ных подсистем: административно-управленческий персонал (АУП), подчиненный директору; инженерно-технический персонал (ИТР), руководимый главным инженером; производственный персонал основного производства (ОП), руководимый начальниками цехов и участков; механизм стимулирования (МС), включающий мотивацию (материальное стимулирование, психологический климат, страхование здоровья), обучение и обеспечение нормативно-технологической документацией и литературой.

Внутри подсистемы связи между подразделениями и специалистами могут быть последовательными, параллельными и смешанными, а связи между подсистемами – последовательными. Используя соответствующие формулы (см. гл. 3), можно определить вероятность выполнения предприятием принятых целевых нормативов качества (см. гл. 9) и вклад каждого подразделения и исполнителя. Например, по данным АвтоВАЗтехобслуживания, вклад основных подсистем в повышение качества гарантийного ремонта и выполнения сервисных услуг составляет: АУП – 10; ИТР – 15; ОП – 65; С – 10%.

Оценка качества работы этих предприятий должна проводиться на основе структурно-производственного синтеза принятия и реализации управленческих решений.

Строится структурная схема предприятия, характеризующая связи органов управления, цехов, участков и др., оценивается вероятность принятия и реализации правильных решений или риск принятия ошибочных решений каждым подразделением, а при необходимости и наличии информации – исполнителем.

В системе управления качеством ТО и ремонта важным является сокращение промежутка времени между выполнением работы и стимулированием исполнителя (исполнителей) за ее качественное проведение, т.е. принцип оперативности.

Предварительно оценить качество проведения конкретной работы можно несколькими способами:

- контролем конструктивных и диагностических параметров (см. гл. 2) технического состояния (зазоры, люфты, размеры, уровни, тормозной путь, расход топлива, состав отработавших газов и т.д.);
- внешним осмотром автомобиля, агрегата (качество мойки, уборки, окраски).

Однако достоверно убедиться в качестве выполненных работ, особенно регламентных, можно только по конечному результату, т.е. фактическому ресурсу или наработке до отказа обслуженного или отремонтированного объекта. Но для этого может потребоваться, особенно при качественном выполнении работы, большая наработка автомобиля (месяцы, тысячи километров).

Длительное откладывание стимулирования снижает его эффективность, так как теряется причинно-следственная связь: конкретно выполненная работа – эффект – стимулирование (или санкции).

Одним из способов сокращения этого промежутка времени является разработанный МАДИ метод предварительной оперативной оценки качества ТО и ремонта по прогнозируемой наработке до отказа с учетом вида закона распределения.

Суть этого метода состоит в оценке вероятности безотказной работы изделия $P(l)$ и средней ожидаемой наработке до отказа $\bar{x}$ по ограниченному числу отказов, зафиксированных в течение так называемого оценочного периода $l_{оц}$ (рис. 29.5), т.е. рассматривается усеченная справа выборка.

Достоверность и точность прогнозирования показателей качества растет с увеличением продолжительности оценочного периода $l_{оц}$ (рис. 29.6). При этом незначительное увеличение погрешности δ в оценке $\bar{x}$ агрегатов дает возможность повысить достоверность прогнозирования. Увеличение числа ремонтируемых агрегатов также увеличивает достоверность прогноза. С увеличением $l_{оц}$ снижается

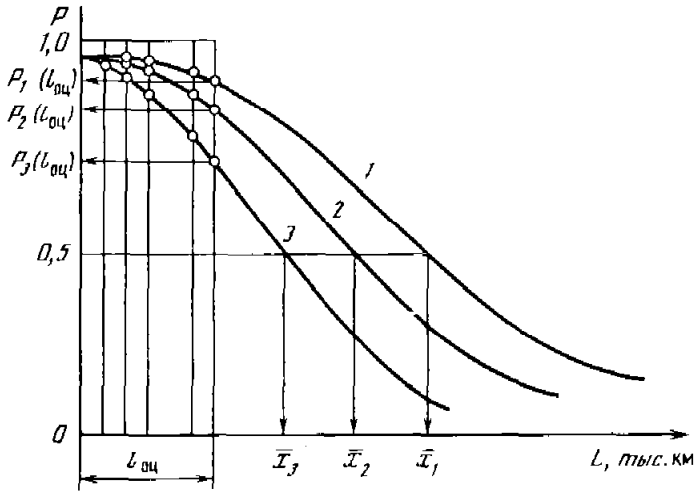


Рис. 29.5. Схема прогнозирования вероятности безотказной работы и средней наработки до отказа

1 – при улучшении, *3* – при ухудшении качества, *2* – при сложившемся качестве ремонта

оперативность управления качеством ремонта или обратная связь, т.е. снижается вероятность сохранения информации о специфике и особенностях выполненных работ, которую необходимо использовать для внесения коррективов технологических воздействий при выполнении ремонта агрегатов на постах и участках предприятия с целью повышения качества работ. При чрезмерном увеличении $l_{оц}$ снижается эффективность материального стимулирования за качество.

В общем виде вероятность сохранения информации человеком от времени, прошедшего с момента фиксации в памяти события, до момента обследования, имеет экспоненциальный характер:

$$P_и = \exp(-T / \bar{T}_з), \qquad (29.1)$$

где T – время, сут., прошедшее с момента возникновения события до момента анализа сохранившейся информации о нем; $\bar{T}_з$ – среднее время сохранения (запоминания) информации в памяти рабочего, сут.

На $P_и$ большое влияние оказывает степень γ фиксации информации о выполненных ремонтах в учетной документации предприятий (см. рис. 29.6).

Необходимо отметить, что на вероятность сохранения информации о выполненных ремонтах существенное влияние оказывает количество отремонтированных агрегатов, т.е. программа, а также квалификация рабочих, их возраст и стаж работы, образование и другие факторы.

Продолжительность оценочного периода можно оптимизировать, что позволит обеспечить, с одной стороны, заданную точность и достоверность прогнозирования среднего ресурса, а с другой – оперативность управления качеством ремонта агрегатов на участках и постах предприятия.

Критерием оптимизации оценочного периода $l_{оц}$ является минимизация вероятностей возникновения погрешностей в этот период, с одной стороны, при прогнозировании на $l_{оц}$ среднего ресурса и, с другой – при оценке ремонтными

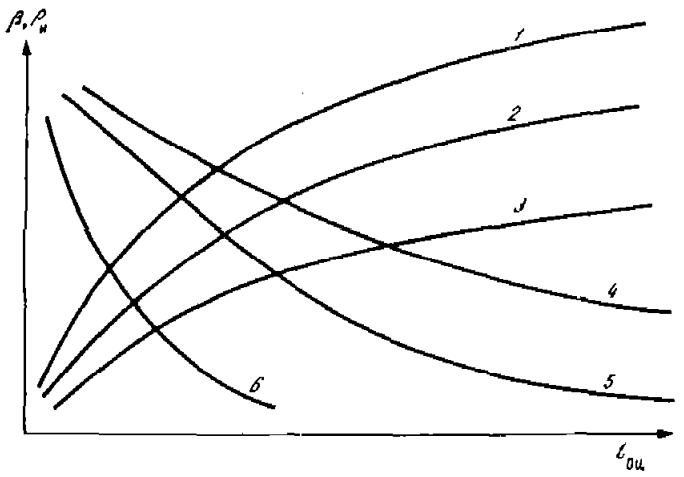


Рис. 29.6. Достоверность и точность прогнозирования показателей качества ремонта

β (*1–3*) – доверительная вероятность прогноза среднего ресурса, $P_и$ (*4–6*) – вероятность сохранения информации о выполненной работе; *1* – $\delta = 0{,}15$; *2* – 0,10; *3* – 0,05; *4* – степени фиксации информации в документации $\gamma = 90 \div 95\%$; *5* – 50%; *6* – 0,5%

рабочими технологических воздействий в процессе проведения работ на оценочном периоде. При этом вероятность погрешности прогноза для ресурса агрегатов

$$\Delta_1 = 1 - \beta,$$

где β – доверительная вероятность прогноза ресурса агрегатов после ремонта при относительной ошибке δ на $l_{оц}$.

Вероятность потери информации о ремонтах рабочими на $l_{оц}$ для осуществления корректирования технологических воздействий в процессе проведения работ

$$\Delta_2 = 1 - P_и.$$

Математическая модель оптимизации $l_{оц}$ имеет вид

$$\Delta_{общ} = [\beta(1 - P_и) + P_и(1 - \beta)] \to \min, \quad \beta \geqslant 0{,}5; \quad P_и \geqslant 0{,}5, \tag{29.2}$$

где $\Delta_{общ}$ – суммарная погрешность при прогнозе среднего ресурса агрегатов и оценке ремонтными рабочими технологических воздействий в процессе выполнения работ.

Разработанная модель позволяет определить оптимальный оценочный период $l^0_{оц}$. Для учета влияния срока службы (пробега с начала эксплуатации) на наработку после ремонтов на АТП агрегаты автомобилей объединяются в отдельные группы – "категории ремонта". Поэтому по разным категориям ремонта определяются оптимальные оценочные периоды, а затем – средневзвешенный оценочный период, который, как показывает практика, для большинства агрегатов, механизмов и узлов современных автомобилей составляет 3–4 мес.

Для оперативной оценки качества ремонта, прямого начисления оплаты и материального стимулирования ремонтных рабочих по конечным результатам труда может использоваться стоимостная матрица оценка качества ремонтных работ.

Основанием для построения стоимостной таблицы являются сложившийся уровень затрат на оплату труда рабочих $C^{\Sigma}_{р}$, суммарная наработка агрегатов после ремонта $l^{\Sigma}_{р}$ и фактическая вероятность безотказной работы агрегатов после ремонта. Эти данные получаются за определенный период работы (например, год), по каждой модели автомобиля и каждой категории ремонта (новые автомобили, первый, второй, третий ремонт).

Пример построения стоимостной матрицы (в расчетных единицах – р.е.) для двигателя 2-й категории (после второго ремонта на АТП) для автобуса особо большого класса приведен в табл. 29.6.

Для получения средней оплаты за j-й ремонт (строка 3) надо определить оперативные удельные затраты $C_{уд}$, которые составляют 0,75% фактических удельных затрат на ремонт.

$$C_{уд} = C^{\Sigma}_{р} / l^{\Sigma}_{р}.$$

Вероятность безотказной работы и величины оплат за месяц работы агрегата определяются на трехмесячном оценочном периоде.

Размер оплаты труда ремонтника за месяц работы отремонтированного им двигателя приведен в строках 7, 8 и 9. И он должен возрастать по мере увеличения наработки двигателя после ремонта. При неизменном качестве труда рабочий за ремонт двигателя 2-й категории получит 199,5 р.е. как средневзвешенное по вероятностям безотказной работы и средней оплаты за месяц безотказной работы агрегата: $0{,}96 \cdot 70 + 0{,}73 \cdot 90 + 0{,}51 \cdot 129{,}6 =$ $= 199{,}5$ р.е. Если двигатель проработает безотказно 3 мес. – ремонтник получает 289,6 р.е. Если двигатель выбраковывается раньше трех оценочных месяцев работы не по вине рабочего – последний получит среднюю оплату, т.е. 199,5 р.е.

Таблица 29.6

Стоимостная матрица по оплате за ремонт двигателей

1	Категория ремонта		2
2	Средняя наработка после j-го ремонта $\bar{x}$, тыс. км		52,8
3	Средняя оплата за j-й ремонт $\bar{C}_j = \bar{x}C_{уд}$, р.е.		199,5
4	1 мес. 0–6 тыс. км	Вероятность безотказной работы после ремонта	0,96
5	2 мес. 6–12 тыс. км		0,73
6	3 мес. 12–18 тыс. км		0,51
7	1 мес. 0–6 тыс. км	Оплата персонала за месяц работы агрегата, р.е.	70
8	2 мес. 6–12 тыс. км		90
9	3 мес. 12–18 тыс. км		129,6

Стоимостные матрицы могут строиться не только для участковых, но и для постовых работ.

Таким образом, стоимостная матрица позволяет оценивать качество выполненных работ индивидуально по исполнителям и оплачивать личный вклад ремонтников в конечные результаты, а следовательно, управлять процессом ремонта агрегатов и узлов автомобилей.

Применительно к сервисной системе дополнительно к качеству выполнения тех или иных работ и услуг появляется понятие *качества обслуживания клиента* (заказчика), которое включает

- своевременную и достоверную информацию и рекламу о составе, стоимости и особенностях выполнения услуг;
- доступность получения услуг (удобное время);
- гарантии качества;
- выполнение требований или заказа точно в срок;
- информацию об изменении состава и стоимости работ и согласие на это клиента;
- предоставление клиенту отчета о фактическом содержании выполненных работ;
- предоставление клиенту во время выполнения заказа дополнительных услуг (размещение, отдых, питание, связь, развлечения, покупки, транспортные услуги и т.п.);
- льготное обслуживание постоянной клиентуры (скидки, удобное для клиента время обслуживания, дополнительные услуги и т.п.).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО СЕДЬМОМУ РАЗДЕЛУ

1. Используя понятие дерева систем ТЭА (приложение 1), перечислите мероприятия НТП на государственном, отраслевом и хозяйственном уровнях. Дайте оценку их эффективности, управляемости, ресурсоемкости.

2. Каковы причины затухания эффекта при последовательном внедрении однородных технических средств и технологических процессов?

3. Дайте анализ статьям по технической эксплуатации журналов "Автомобильный транспорт" и "За рулем" за последний год. Какие предложения, содержащиеся в этих статьях, по вашему мнению, могут быть отнесены к мероприятиям научно-технического прогресса?

4. Распределите эти статьи по факторам дерева систем ТЭА. О чем свидетельствуют результаты этой группировки?

5. Перечислите основные факторы, влияющие на формирование рынка услуг технической эксплуатации.

6. Укажите последствия для технической эксплуатации количественного и качественного изменения рынка услуг.

7. Определите связь управления возрастной структурой парков с темпами реализации мероприятий НТП.

8. Дайте прогноз конструкции автомобиля 2010-го модельного года. Как возможные конструктивные изменения могут сказаться на системе технического обслуживания и ремонта?

9. Как и в чем, по вашему мнению, скажется на подсистеме технической эксплуатации применение на автомобильном транспорте альтернативных видов топлива и энергии?

10. Какова роль компьютерной техники при управлении производственными процессами ТО и ремонта на АТП? Сформулируйте требования к системе управления и учета без использования "бумажной" документации.

11. Приведите примеры интранет- и интернет-технологий при технической эксплуатации автомобилей.

12. Перечислите основные условия и особенности применения системы управления качеством технического обслуживания и ремонта автомобилей.

13. Какова, по вашему мнению, роль инженера в разработке и реализации мероприятий НТП? Какими качествами при этом инженер должен обладать?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, подведем некоторые итоги изучения дисциплины "Техническая эксплуатация автомобилей".

Во-первых, мы убеждаемся, что роль технической эксплуатации как подсистемы автомобильного транспорта чрезвычайно велика, так как она обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса, поставляя в нужное время и в необходимом количестве требуемые, технически исправные транспортные средства.

Во-вторых, участвуя таким образом в обеспечении транспортного процесса, подсистема ТЭА активно влияет на основные показатели его эффективности: доходы, расходы, прибыль, надежность функционирования, обеспечение экологической и дорожной безопасности.

В-третьих, теория и практика технической эксплуатации показывают, что не только возможным, но и необходимым, особенно в рыночных условиях, является управление процессами обеспечения работоспособности автомобилей и парков, основанное на системном обосновании и реализации внутренних и внешних целевых нормативов и показателей ТЭА.

В-четвертых, учитывая роль автомобильного транспорта и его технической эксплуатации в развитии экономики страны, обеспечении ее эффективности и безопасности, управление работоспособностью растущего автомобильного парка должно основываться не только на прошлом опыте и практических навыках, значение которых в данной сфере всегда будет важным, но все в большей степени на знании, понимании и умении использовать в практической работе базовые закономерности технической эксплуатации, к которым относятся

- закономерности изменения технического состояния автомобиля по наработке (1-го вида);
- причины и закономерности вариации случайных величин при ТЭА (2-го вида);
- закономерности определения и разграничения стратегий и тактик обеспечения работоспособности автомобилей (3-го вида);
- закономерности формирования и управления реализуемыми показателями качества автомобилей и парков в эксплуатации (4-го вида);
- закономерности процессов восстановления работоспособности автомобилей (5-го вида);
- закономерности и методы определения нормативов технической эксплуатации (6-го вида);

- закономерности формирования производительности и пропускной способности средств обслуживания (7-го вида);
- закономерности формирования и функционирования систем технического обслуживания и ремонта (8-го вида) и учета условий эксплуатации автомобилей (9-го вида);
- закономерности системного управления ТЭА, формулирования ее внешних и внутренних целей и определения вклада в эффективность автомобильного транспорта (10-го вида);
- закономерности, технологии и условия принятия и реализации управляющих решений при технической эксплуатации автомобилей (11-го вида);
- закономерности, определяющие перспективы и основные направления развития ТЭА как подсистемы автомобильного транспорта (12-го вида).

В-пятых, в обеспечении работоспособности автомобилей и парков при их эксплуатации основное место занимает предупредительная стратегия, организационно и нормативно оформляемая в системе технического обслуживания и ремонта автомобилей. Роль этой стратегии и системы ТО и ремонта состоит не в полном исключении риска отказа или неисправности изделия (что нереально для случайных процессов и восстанавливаемых изделий), а в переходе от ожидания стихийного появления события (отказы, требования на услуги и т.п.), к их вероятностному описанию и объективному предвидению, позволяющему гарантировать необходимые уровни работоспособности автомобилей, подготовить и приспособить производство к эффективному освоению соответствующих потоков требований. Специалисты в области автомобильного транспорта и его технической эксплуатации должны исходить из условий, что в обозримом будущем планово-предупредительная стратегия обеспечения работоспособности не имеет альтернатив, но сама система ТО и ремонта будет перманентно развиваться и совершенствоваться содержательно (тактики, структура, виды ТО и ремонта, методы корректирования нормативов ТО), организационно (применение новых информационных технологий, индивидуализация нормативов, диагностика и прогнозирование, система качества ТО и ремонта и т.д.) и технологически (методы ТО и ремонта, технологическое оборудование и др.).

В-шестых, предупредительная стратегия обеспечения работоспособности автомобилей может реализовываться в виде двух тактик: проведение профилактических мероприятий по наработке (I-1) или состоянию (I-2) изделия. Во втором случае осуществляется контроль технического состояния (в том числе и с использованием диагностического оборудования), по результатам которого принимается решение о необходимости проведения и содержании исполнительской части профилактической операции. Иными словами, диагностирование является технологическим элементом системы ТО и ремонта автомобилей.

Основными критериями выбора стратегий и тактик, целесообразности применения контрольно-диагностического и другого технологического оборудования разной стоимости и сложности являются необходимый уровень работоспособности автомобилей и парков и затраты на его обеспечение.

В-седьмых, сфера технической эксплуатации является открытой для научного и практического совершенствования, поэтому важна инициативная и творческая деятельность всех научных и практических работников в этой области.

Авторы заинтересованы в этой работе и с благодарностью примут предложения и замечания читателей, особенно преподавателей и студентов вузов, практических и научных работников в области автомобильного транспорта и смежных отраслей.

ЛИТЕРАТУРА, ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения. Требования к безопасности. ГОСТ 21393-75 с изменением в 1985 и 1999 гг. М.: Гос. комитет по стандартам РФ, 1999.

Автомобильный справочник Бош: Пер. с нем. М.: За рулем, 1999.

Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Государственный стандарт РФ ГОСТ 25478-91. М.: Гос. комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. 34 с.

Бондарь В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами. Автозаправочные станции. М.: АОЗТ "Паритет", 1999. 338 с.

Волгин В.В. Запасные части: Особенности маркетинга и менеджмента. М.: Ось-89, 1997. 128 с.

Воронов В.П. Международные стандарты качества ИСО серии 9000: Учеб. пособие. М.: МАДИ, 2000. 50 с.

Высшее техническое образование: Мировые тенденции развития, образовательные программы качества подготовки специалистов, инженерная педагогика / Под ред. В.М. Жураковского. М.: Междунар. об-во по инж. педагогике, 1998.

Газобаллонные автомобили: Справочник / А.И. Морев, В.И. Ерохов, Б.А. Бекстова и др. М.: Транспорт, 1992.

Гличев А.В. Основы управления качеством продукции. М.: АМИ, 1998.

Государственный доклад "О состоянии окружающей природной среды в РФ в 1998 г." М.: Гос. центр экол. пробл., 1999. 608 с.

Государственные стандарты: Указатель: В 4 т. М.: Госстандарт России, 1998.

Информатика: Базовый курс / Под ред. С.В. Симоновича. СПб., 1999. 640 с.

Карбанович И.И. Экономия автомобильного топлива: опыт и проблемы. М.: Транспорт, 1992. 145 с.

Классификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих. Постановление № 37 от 21 августа 1998 г. М., 1998. 399 с.

Коваленко В.Г. Транспортные средства для дорожной перевозки опасных грузов в цистернах: Курс лекций. М.: АО "Трансконсалтинг", 1995.

Крайнев А.Ф., Гусенков А.П., Болотин В.В. и др. Конструкция машин / Под ред. К.В. Фролова. Т. 2. М.: Машиностроение, 1994. 624 с.

Краткий автомобильный справочник / А.Н. Понизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. М.: АО "Трансконсалтинг", НИИАТ, 1994. 779 с.

Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США. М.: Транспорт, 1992. 352 с.

Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: Учеб. пособие. М.: МАДИ, 1999. 202 с.

Кузнецов Е.С., Постолит А.В. Компьютеризация процессов принятия инженерных решений на предприятиях автомобильного транспорта. Ч. 2. Опыт и перспективные направления применения вычислительной техники на автомобильном транспорте. М., 1992. 54 с. (Автомоб. трансп.: Обзор. информ. Сер. 3, Техн. эксплуатация и ремонт автомобилей / Информавтотранс концерна Росавтотранс; Вып. 3).

Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда-2. М.: Инфра-М, 2001. 646 с.

Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / Под ред. В. Льотко, В.Н. Луканина. М.: МАДИ, 2000. 311 с.

Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. Утверждена Министерством транспорта РФ, Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. М., 1996. 54 с.

Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). Утверждена Министерством транспорта РФ. Согласована Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды и гидрометеорологии. М., 1998. 67 с.

Морозов К.А. Токсичность автомобильных двигателей: Учеб. пособие. М.: МАДИ, 1997. 84 с.

Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. М.: Транспорт, 1993.

Нормативные (вторые) части Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта по конкретным моделям автомобилей: ГАЗ 53-А, 4301, ЗИЛ 130, 4301, 431410; МАЗ 500-А, 75402, 7510, 548-А, 75482, 7525; автомобили семейства КамАЗ; ПАЗ 3205; ЛиАЗ 5226; ЛАЗ 695-М, Н, 677, 697; автомобили семейства ИКАРУС. М.: Транспорт.

О безопасности дорожного движения. Федеральный закон Российской Федерации от 10.12.95 № 163-ФЗ.

Об охране окружающей природной среды. Закон РСФСР № 2060-1 19 декабря 1991.

Общероссийский классификатор услуг населению ОК002-93 / Госстандарт России. М.: Изд-во стандартов, 1994. 96 с.

О защите прав потребителей. Федеральный закон от 9.01.96 № 2-ФЗ // Рос. газ. 1996. 16 янв.

Окрепилов В.В. Управление качеством: Учебник. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Экономика, 1998.

О лицензировании отдельных видов деятельности. Закон РФ. № 158 ФЗ от 25.09.1998.

Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения. Утверждены Постановлением Совета министров Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 3. Ст. 184; 1998. № 45. Ст. 554.

Острековский В.А. Информатика: Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1999. 511 с.

Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1998. 204 с.

Охрана природы. Атмосфера. Нормативы и методы измерения содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования к безопасности. ГОСТ 17.2.2.03-87. С изменением 1999 г. М.: Гос. комитет по стандартам РФ, 1999.

Охрана природы. Атмосфера. Нормативы и методы измерения содержания CO и CH газобаллонных автомобилей. ГОСТ 17.2.2.03.06-99. М.: Гос. комитет по стандартам РФ, 1999.

Положение о лицензировании перевозочной, транспортно-эксплуатационной и другой деятельности, связанной с осуществлением транспортного процесса, ремонтом и техническим обслуживанием транспортных средств на автомобильном транспорте Российской Федерации. Приложение к Постановлению Правительства РФ от 26.02.92 № 118 с изменениями от 31.07.98.

Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минавтотранс РСФСР. М.: Транспорт, 1986. 114 с.; Министерство транспорта и коммуникаций республики Беларусь. Минск: Транстехника, 1998. 59 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 3.07.98 № 880 "О порядке проведения государственного технического осмотра транспортных средств, зарегистрированных в Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации.

Правила дорожного движения Российской Федерации, утвержденные Постановлением Совета министров Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 3. Ст. 184; 1998. № 45. Ст. 5521.

Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств от 24.06.98 № 639 / Ведомости съезда нар. депутатов РФ и Верхов. Совета РФ. 1998. № 15. Ст. 776.

Правила предоставления услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств // Гос. комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России). М., 1995. 14 с.

Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов. Утверждены Постановлением Госстандарта России 01.04.1998. № 19.

Правила сертификации работ и услуг в Российской Федерации от 30.04.98 г. № 1502 // Бюл. норматив. актов Федеральных органов исполнительной власти. 1998. № 8.

Правила эксплуатации автомобильных шин. Утверждены Министерством промышленности России, Министерством транспорта России по согласованию с МВД России. М., 1997.

Проблемы и методы обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса московского региона: Учеб. пособие / Под ред. Е.С. Кузнецова, Г.И. Маршалкина. М.: МАДИ, 1998. 145 с.

Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. М.: Транспорт, 1989. 128 с.

Рекомендации по технико-экономической оценке маршрута автобуса, троллейбуса, трамвая. Р17059144-0364-96 / Минтранс РФ, Департамент автомобильного транспорта. М., 1996. 70 с.

Решения Microsoft'99. Вып. 7 / Microsoft. 1999. 294 с.

Российская автотранспортная энциклопедия. Т. 3. Техническая эксплуатация и ремонт автотранспортных средств: Справочное и научно-практическое пособие для специалистов отрасли "Автомобильный транспорт", для студентов и научных сотрудников профильных учебных заведений, НИИ. М.: Междунар. центр труда; Изд-во "Региональная общественная организация инвалидов и пенсионеров", 2000. 456 с.

Российский статистический ежегодник, 1999 / Роскомстат. М., 1999.

Рубец А.Д. История автомобильного транспорта России. М.: НИИАТ, 1999. 311 с.

Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. Автомобили ВАЗ-2110, 2111, 2112. М.: За рулем, 1999. 216 с.

Руководство по эксплуатации. Двигатели КамАЗ 74011 / Открытое акционерное общество "КамАЗ". Набережные Челны, 1999. 138 с.

Сборник нормативных документов, регламентирующих проведение надзора за техническим состоянием транспортных средств / ГУГИБДД МВД России; НИЦ ГИБДД МВД России; ГУП "Спецдиагностика" ГоссМЭП МВД России. М., 1999. 243 с.

Сборник стандартов ИСО серии 9000 по административному управлению качеством. 7-е изд. М.: Изд-во стандартов, 1998.

Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение эксплуатации технических систем. М.: МГОУ, 1995.

Состояние и тенденции развития технической эксплуатации и сервиса автомобилей в России. *Кузнецов Е.С.* М.: Информавтотранс, 2000. 46 с. (Автомобильный транспорт. Сер. Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей).

Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. *Кузнецов Е.С., Воронов В.П., Болдин А.П.* и др. / Под ред. Е.С. Кузнецова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1991. 416 с.

Топлива, смазочные материалы, технические жидкости: Ассортимент и применение: Справочник / *Анисимов И.Г., Бадыштова К.М., Бнатов С.А.* и др. / Под ред. В.М. Школьникова. 2-е изд. М.: Центр "Техинформ", 1999. 596 с.

Требования пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих

автотранспортные средства на компримированном природном газе: Руководящий документ, РД-3112199-98.

Турсунов А.А. Надежность автомобилей в горных условиях. Душанбе: Маориф, 1999. 140 с.

ТУ 152-12-008-99 "Автомобили и автобусы. Переоборудование грузовых, легковых автомобилей и автобусов в газобаллонные для работы на сжиженных нефтяных газах. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем".

ТУ 152-12-007-99 "Автомобили. Переоборудование грузовых, легковых и специализированных автомобилей в газобаллонные для работы на компримированном природном газе. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем".

ТУ РД 031112194-1014-97 "Автомобили. Переоборудование автобусов в газобаллонные, работающие на компримированном природном газе. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем".

Фролов Ю.Н. Защита окружающей среды в АТК: Учеб. пособие. М.: МАДИ, 1997. 72 с.

Экология: Учебник для технических вузов / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев, Б.П. Усанов и др. / Под ред. Л.И. Цветковой. СПб., 1999. 488 с.

Янчевский В.А. Безопасность, обслуживание, ремонт автомобильных шин: Учеб. пособие. М.: МАДИ, 1998.

Журналы: "За рулем", "Автомобильный транспорт", "Автомобильная промышленность", "Fleet Owner: (США).

Kalculattion zur Bewertung and Instandsetzung / Eurotaxstwacke. Издается 2 раза в год.

Kelley Blue Book: Used car guide consumer edition. Used car and truck retail values. California. Издается 2 раза в год.

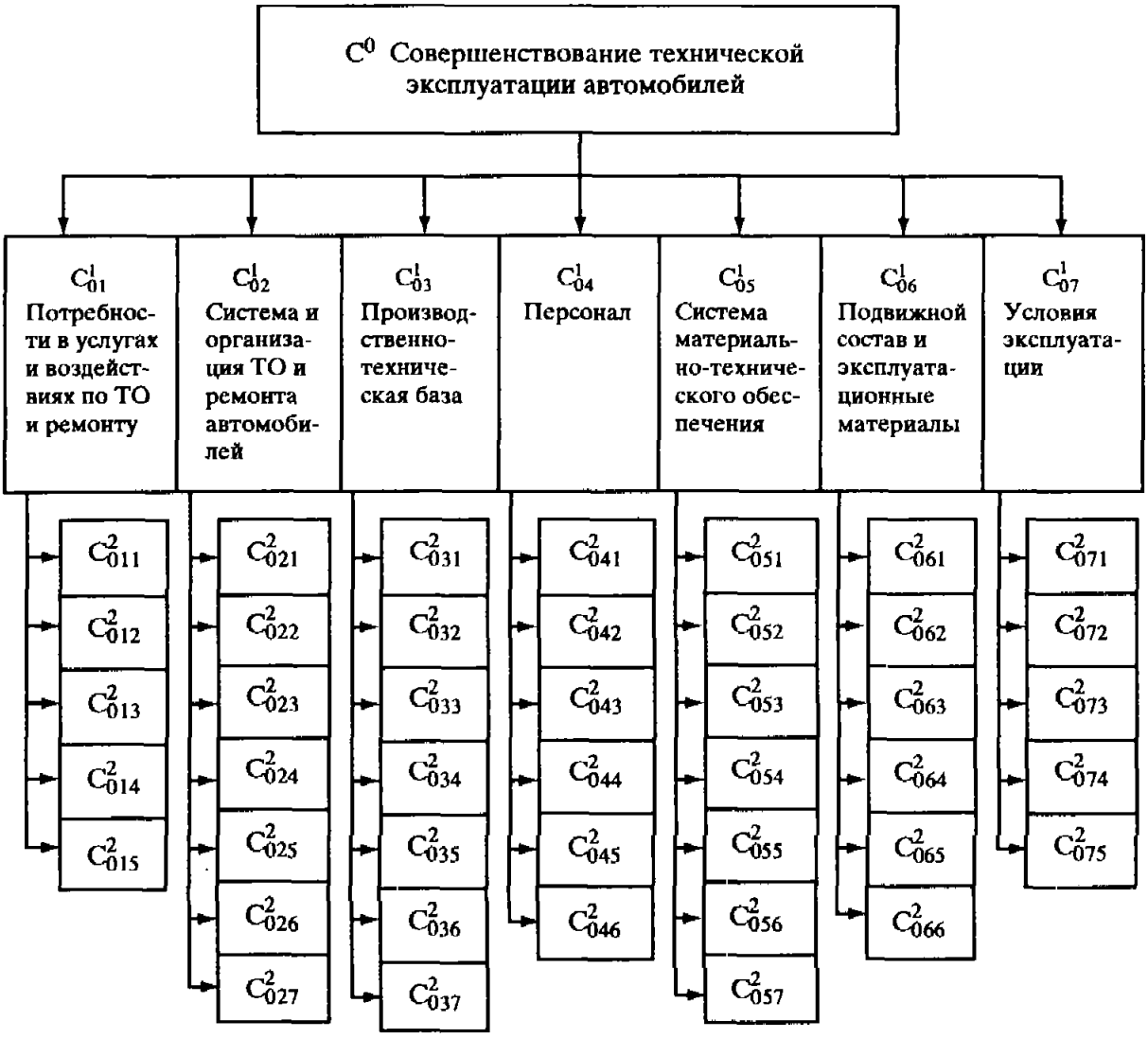
Repair times autodata / Autodata etd. Berkshre (England), 1997. 704 p.

Schwache Liste / Eurotaxstwacke: Die Informations – Gesellshaft. 1997. Ежемесячное издание.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ФАКТОРЫ (ЦЕЛЕРЕАЛИЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ), ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЭА



Подфакторы третьего уровня:

C^2_{011} – маркетинговый анализ рынка услуг (спрос, содержание, конкуренция);

C^2_{012} – внутренняя потребность предприятия;

C^2_{013} – оценка возможностей собственного производства (объем услуг, цены, предложения);

C^2_{014} – диверсификация и расширение сфер деятельности предприятия;

C^2_{015} – корректирование производственной программы предприятия с учетом внутренних и внешних потребностей.

C^2_{021} – применение обоснованных нормативов системы;

C^2_{022} – обеспечение выполнения рекомендаций и нормативов системы;

C^2_{023} – совершенствование технологии, организации и управления процессами ТО и Р;

C^2_{024} – обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной технологической и другой документацией;

C^2_{025} – совершенствование учета и отчетности, компьютеризация и индивидуализация учета и отчетности при технической эксплуатации автомобилей;

C^2_{026} – повышение адаптивности к изменению конструкций изделий и условиям работы;

C^2_{027} – управление качеством ТО и Р.

C^2_{031} – обеспеченность производственно-технической базой;

C^2_{032} – оптимизация мощности и структуры базы;

C^2_{033} – совершенствование проектной документации по строительству и реконструкции предприятий;

C^2_{034} – оптимизация пропускной способности средств обслуживания;

C^2_{035} – выбор средств механизации, автоматизации и роботизации ТО и ремонта;

C^2_{036} – специализация и кооперация предприятий ПТБ на отраслевом, региональном и предметном уровнях;

C^2_{037} – лицензирование предприятий и сертификация видов деятельности и услуг.

C^2_{041} – обеспечение предприятия персоналом;

C^2_{042} – повышение квалификации персонала;

C^2_{043} – совершенствование систем стимулирования персонала;

C^2_{044} – обеспечение стабильности трудовых коллективов;

C^2_{045} – повышение престижности профессий;

C^2_{046} – развитие форм взаимодействия персонала при работе в коллективах.

C^2_{051} – совершенствование структуры системы материально-технического обеспечения;

C^2_{052} – применение рациональных норм расхода топлив, масел и других ресурсов;

C^2_{053} – обеспечение оптимальных запасов и методов их пополнения;

C^2_{054} – совершенствование процессов заказа, приобретения и доставки новых и отремонтированных автомобилей, комплектующих изделий, материалов;

C^2_{055} – развитие лизинга автомобилей и технологического оборудования;

C^2_{056} – создание резерва производственных площадей, оборудования, персонала;

C^2_{057} – создание резерва исправных автомобилей;

C^2_{061} – выбор рациональных типов и моделей автомобилей;

C^2_{062} – выбор эксплуатационных материалов;

C^2_{063} – повышение качества восстановления и КР изделий;

C^2_{064} – изменение структуры парка (тип, грузоподъемность, вместимость, применяемое топливо и др.);

C^2_{065} – управление возрастной структурой парка, рациональные сроки службы;

C^2_{066} – повышение уровня унификации изделий и материалов;

C^2_{071} – совершенствование классификации условий эксплуатации, учет природно-климатических, дорожных, транспортных условий и интенсивности использования автомобилей;

C^2_{072} – ресурсное корректирование нормативов ТО и Р с учетом условий эксплуатации;

C^2_{073} – оперативное корректирование нормативов ТО и Р;

C^2_{074} – выбор автомобилей, комплектующих изделий, материалов с учетом условий эксплуатации;

C^2_{075} – использование автомобилей с учетом возраста, технического состояния и условий эксплуатации.

Приложение 2

ИСТОКИ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И АВТОТРАНСПОРТНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

1701 г. – Школа математических и навигационных наук в Москве.

1724 г. – Первый инженерный диплом: Абрам Петрович Ганнибал, инженер-поручик Преображенского полка. В 1756 г. – генерал-инженер.

1746 г. – Техническая школа с преподаванием арифметики, геометрии, рисования, артиллерии и **инженерного дела.**

1809 г. – Корпус путей сообщения в Петербурге, затем Институт путей сообщения.

1810 г. – Манифест Александра I "Об управлении водными и сухопутными сообщениями".

1831 г. – Московское ремесленное училище. С 1868 г. – МВТУ.

1872 г. – Выдача первой государственной лицензии на перевозку тяжестей посредством паромобилей (Санкт-Петербург).

1894 г. – Первый автомобильный журнал "Самокат", с 1906 г. – "Автомобильное дело".

1896 г. – Первый отечественный автомобиль конструкции Е.А. Яковлева и П.А. Фрезе.

1898 г. – Издание первых отечественных трудов "Самодвижущиеся экипажи с паровыми, бензиновыми и электрическими двигателями, экипажи с педалями" (Н.А. Песоцкий) и "О применении автомобилей в перевозке пассажиров и тяжестей" (А.С. Таненбаум).

1902 г. – Журнал "Автомобиль".

1903 г. – Организация Российского автомобильного общества (РАО), затем императорского (ИРАО).

1909 г. – Начало серийного производства автомобилей на Русско-Балтийском вагонном заводе (РБВЗ).

– В МВТУ началась подготовка инженеров по автомобильной специальности (профессор Н.Р. Бриллинг).

1910 г. – Организация при железнодорожных батальонах особых автомобильных рот, проводивших испытание, выбор автомобилей и подготовку технического персонала для русской армии.

1912 г. – Учебно-практическое пособие "Как произвести ремонт автомобилей" (Н.А. Орловский).

1913 г. – Организация на базе особой автомобильной роты военно-автомобильной школы подготовки офицеров-автомобилистов (Санкт-Петербург).

1915 г. – Пособие "Больной автомобиль и способы его лечения: неисправности автомобиля, их причины, признаки, последствия, распознавание, устранение и предупреждение" (М. Ямпольский, под ред. Н.Г. Кузнецова).

1916 г. – Решение Совета Министров России о создании и стимулировании путем предоставления казенных заказов пяти автомобильных фирм в Москве, Рыбинске, Ростове-на-Дону. Начало строительства завода Автомобильного московского общества (АМО), подготовка к производству грузового автомобиля АМО-Ф-15 (1917 г.), возобновленного в 1924 г.

1918 г. – Организация научно-автомобильной лаборатории (НАЛ), в дальнейшем – НАМИ.

1919 г. – Образование центральной автомобильной секции во Всероссийском совете народного хозяйства (ВСНХ).

– Организация Московского автомобильного техникума.

1919 г.–1921 г. – Подготовка инженеров автомобильной специальности в Московском электромеханическом институте им. М.В. Ломоносова.

1921 г. – Организация Центрального управления местного транспорта (ЦУМТ), возложение на него организации обслуживания и ремонта автомобилей.

1923 г. – Начало издания журнала "Мотор", с 1941 г. – "Автомобиль".

1924 г. – Восстановление производства автомобилей на первом государственном авторемонтном заводе в Ярославле (до 1917 г. А/О "Лебедь", затем ЯАЗ и ЯМЗ).

1924 г. – Пособие "Автомобильное хозяйство. Организация гаража" (И.В. Грибов).

1924–1925 гг. – Подготовка и издание гаражной комиссией (Е.А. Чудаков, Н.Р. Бриллинг, А.В. Кузнецов, Б.Э. Шпринк и др.) при ЦУМТ работы "Автомобильное хозяйство" – первой попытки в русской автомобильной литературе систематизации данных по организации гаражного хозяйства.

1928 г. – Организация Центрального научно-исследовательского бюро при ЦУМТ.

– Реорганизация ЦУМТ в Центральное управление шоссейных и грунтовых дорог автомобильного транспорта (ЦУДОРТРАНС).

– Выход журнала "За рулем".

– Выпуск первых инструкций по эксплуатации отечественных автомобилей (АМО-Ф-15, АМО-ЗИЛ).

1929 г. – Начало сборочного производства грузовых "Форд-АА" и легковых "Форд-А" автомобилей (Н. Новгород, Москва), с 1932 г. – массовое производство этих автомобилей на Нижегородском (Горьковском) автомобильном заводе.

1929–1933 гг. – Разработка и апробация СППР – системы планово-предупредительных ремонтов на автомобильном транспорте.

1930 г. – Организация в системе ЦУДОРТРАНС Центрального института автомобильного транспорта (ЦИАТ), в дальнейшем ЦАНИИ (1932 г.), ЦНИИАТ (1939 г.), ВНИИАТ (1953 г.) и НИИАТ (1956 г.).

– Организация МАДИ и ряда других автодорожных вузов.

1931–1933 гг. – Создание Гипроавтотранса (проектирование предприятий автомобильного транспорта), треста ГАРО по изготовлению гаражного (технологического) оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей.

1932 г. – Создание в Ленинграде Военно-транспортной академии.

1933 г. – Издание Академией наук СССР "Автомобильной терминологии".

1934 г. – Учебные планы и программы автомобильно-дорожных институтов по профилю инженера-механика автомобильного транспорта.

1934 г. – Выпуск инженеров-автоэксплуатационников в МАДИ.

1936 г. – Организация специализированной кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта" в МАДИ, на которой до 2000 г.

• подготовлено более 7,5 тыс. инженеров;
• повысили квалификацию 4,3 тыс. специалистов автомобильного транспорта;
• защитили диссертации более 300 кандидатов и докторов технических наук.

1937–1987 гг. – Формирование и совершенствование системы подготовки инженеров по эксплуатации автомобильного транспорта на основе:

1) начатых эксплуатационных исследований и наблюдений наавтомобильном транспорте (Е.А. Чудаков, В.В. Ефремов, В.К. Виноградов, С.Р. Лейдерман, К.Т. Кошкин и др.);
2) принципов профилактической системы технического обслуживания автомобилей в стране (Наркомат автомобильного транспорта РСФСР, 1940 г.);
3) продолженных и расширенных исследований по оценке качества и надежности автомобилей в эксплуатации, разработке и совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в стране (Е.Г. Трубицин, Г.Г. Токарев, Н.Б. Островский, Н.П. Панкратов, А.М. Якобошвили, Г.Л. Краузе, Е.С. Кузнецов, П.Т. Маринкевич, А.М. Шейнин, Б.Ю. Штерн и др.);
4) создания учебников, книг и справочников по специальным дисциплинам технической эксплуатации:

• Проектирование гаражей (Л.Н. Давидович, В.И. Климович, 1937),
• Техническая эксплуатация автомобилей (Л.В. Клименко, П.С. Тупицын, 1938),
• Хранение автомобилей без утепленных стоянок (А.А. Антонов, 1938),
• Эксплуатация автомобильного транспорта. Т. 2. Автомобильные гаражи и станции технического обслуживания (В.К. Виноградов, П.В. Каниовский, Г.В. Крамаренко, А.И. Платонов, Н.Н. Тихомиров, 1940),
• Эксплуатация автомобильного транспорта (Г.В. Крамаренко, Л.Л. Афанасьев, 1949),
• Ремонт автомобилей (В.В. Ефремов, 1954),
• Техническая эксплуатация автомобилей (под ред. Г.В. Крамаренко, 1962, 1972, 1983),
• Диагностика технического состояния автомобилей (Г.В. Крамаренко, Л.В. Мирошников, 1967),
• Проектирование предприятий автомобильного транспорта (Л.Н. Давидович, 1967, 1975),
• Исследование эксплуатационной надежности автомобилей (Е.С. Кузнецов, 1969),
• Автомобильные топлива. Смазочные материалы и технические жидкости (Л.С. Васильева, Р.Я. Иванова, 1975),
• Техническая эксплуатация легковых автомобилей (Г.М. Напольский, Е.И. Кривенко, Ю.Н. Фролов, 1975),
• Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях (Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал, 1977),
• Эксплуатационная надежность грузовых автомобилей (Е.А. Индикт, В.А. Чернейкин, 1977),
• Техническое обслуживание и ремонт автобусов (Н.В. Семенов, 1979),
• Организация технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей в автотранспортных предприятиях (И.В. Барашков, В.Д. Чепурный, 1980),
• Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей (Л.Л. Афанасьев, А.А. Маслов, Б.С. Колясинский, 1980),
• Влияние технического состояния и качества обслуживания на загрязнение окружающей среды (Г.В. Крамаренко, В.А. Черненко, 1980),
• Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания (Г.М. Напольский, 1985, 1990),
• Техническая эксплуатация автомобилей (под ред. Е.С. Кузнецова, 1991).

1960 г. – по настоящее время – формирование и развитие теоретических основ технической эксплуатации автомобилей, их последовательная реализация в учебном процессе и на производстве:

• Режимы технического обслуживания автомобилей (Е.С. Кузнецов, 1963),
• Диагностика технического состояния автомобилей (Н.Я. Говорущенко, 1970),
• Техническое обслуживание и надежность автомобилей (Е.С. Кузнецов, 1972),
• Теоретические основы технической диагностики автомобилей (Л.В. Мирошников, 1976),
• Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка (И.А. Луйк, 1976),

- Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей (Е.С. Кузнецов, 1979, 1982),
- Безгаражное хранение автомобилей (Г.В. Крамаренко, В.А. Николаев, 1980),
- Основные направления развития технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта до 2000 г. Минавтотранс РСФСР (1982),
- Управление технической эксплуатацией (Е.С. Кузнецов, 1982),
- Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: организация и управление (Б.С. Клейнер, В.В. Тарасов, 1986),
- Техническое обслуживание и ремонт автобусов. Управление качеством и эффективность (В.Б. Ухарский, 1986).
- Основы надежности системы водитель–автомобиль–дорога–среда (Р.В. Ротенберг, 1986),
- Направления научно-технического прогресса и перспективы развития технической эксплуатации автомобилей (Е.С. Кузнецов, 1987),
- Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы (Е.С. Кузнецов, И.П. Курников, 1988),
- Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта (А.Г. Сергеев, 1988),
- Методы повышения надежности автобусных перевозок средствами инженерно-технической службы автотранспортных предприятий (Е.С. Кузнецов, В.А. Максимов, 1989, 1999 гг.),
- Компьютеризация процессов принятия инженерных решений на автомобильном транспорте (Е.С. Кузнецов, А.В. Постолит, 1992),
- Управление техническими системами (Е.С. Кузнецов, 1998).

1995 г. – Утверждение государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования "Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 150200 "Автомобили и автомобильное хозяйство".

2000г. – Утверждение второго поколения Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" направления "Эксплуатация наземного транспорта";

2000 г. – по настоящее время:

- Разработка и совершенствование учебно-методической документации, подготовка учебников и учебных пособий, профессорско-преподавательского состава, обеспечивающих реализацию государственного образовательного стандарта по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство".
- Продолжение исследований, обеспечивающих совершенствование научных основ технической эксплуатации автомобилей и подготовки специалистов.

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И УСЛОВИЙ, ПРИ КОТОРЫХ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ

Перечень устанавливает неисправности автомобилей, автобусов, автопоездов, прицепов, мотоциклов, мопедов, тракторов, других самоходных машин и условия, при которых запрещается их эксплуатация. Методы проверки приведенных параметров регламентированы ГОСТ 25478-91 "Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки".

Тип транспортного средства	Тормозной путь, м, не более	Установившееся замедление, м/с^2, не менее
Одиночные транспортные средства		
Легковые автомобили	12,2(14,5)	6,8(6,1)
Автобусы с разрешенной максимальной массой		
до 5 т включительно	13,6(18,7)	6,8(5,5)
свыше 5 т	16,8(19,9)	5,7(5,0)
Грузовые автомобили с разрешенной максимальной массой		
до 3,5 т включительно	15,1(19)	5,7(5,4)
от 3,5 до 12 т включительно	17,3(18,4)	5,7(5,7)
свыше 12 т	16,17,7)	6,2(6,1)
Двухколесные мотоциклы и мопеды	7,5(7,5)	5,5(5,5)
Мотоциклыы с боковым прицепом	8,2(8,2)	5(5)
Тягачи автопоездов		
Легковые автомобили	13,6(14,5)	5,9(6,1)
Автобусы с разрешенной максимальной массой		
до 5 т включительно	15,2(18,7)	5,7(5,5)
свыше 5 т	18,4(19,9)	5,5(5,0)
Грузовые автомобили с разрешенной максимальной массой		
3,5 т включительно	17,7(22,7)	4,6(4,7)
от 3,5 до 12 т включительно	18,8(22,1)	5,5(4,9)
свыше 12 т	18,4(21,9)	5,5(5)

1. Тормозные системы

1.1. При дорожных испытаниях не обеспечиваются следующие нормы эффективной рабочей тормозной системы:

Примечания. 1. Значения тормозного пути и установившегося замедления, приведенные в скобках, распространяются на транспортные средства, производство которых было начато до 1 января 1981 г.

2. Испытания проводятся на горизонтальном участке дороги с ровным, сухим, чистым цементо- или асфальтобетонным покрытием при скорости в начале торможения 40 км/ч – для автомобилей, автобусов и автопоездов и 30 км/ч – для мотоциклов и мопедов. Транспортные средства испытывают в снаряженном состоянии с водителем путем однократного воздействия на орган управления рабочей тормозной системой.

3. Эффективность рабочей тормозной системы транспортных средств может быть оценена и по другим показателям в соответствии с ГОСТ 25478-91.

1.2. Нарушена герметичность гидравлического тормозного привода.

1.3. Нарушение герметичности пневматического и пневмо-гидравлического тормозных приводов вызывает падение давления воздуха при неработающем двигателе более чем на 0,05 МПа (0,5 кгс/см) за 15 мин после полного приведения их в действие.

1.4. Не действует манометр пневматического или пневмогидравлического тормозного привода.

1.5. Стояночная тормозная система не обеспечивает неподвижное состояние:

транспортных средств с полной нагрузкой на уклоне до 16% включительно;

легковых автомобилей и автобусов в снаряженном состоянии на уклоне до 23% включительно;

автопоездов в снаряженном состоянии на уклоне до 31% включительно.

2. Рулевое управление

2.1. Суммарный люфт в рулевом управлении превышает 10° для легковых автомобилей и созданных на их базе автобусов, 20° для прочих автобусов и 25° для грузовых автомобилей.

2.2. Имеются не предусмотренные конструкцией перемещения деталей и узлов, резьбовые соединения не затянуты или не зафиксированы установленным способом.

2.3. Неисправен или отсутствует предусмотренный конструкцией усилитель рулевого управления.

3. Внешние световые приборы

3.1. Количество, тип, цвет, расположение и режим работы внешних световых приборов не соответствуют требованиям конструкции транспортного средства.

Примечание. На транспортных средствах, снятых с производства, допускается установка внешних световых приборов от транспортных средств других марок и моделей.

3.2. Регулировка фар не соответствует требованиям ГОСТ 25478-91.

3.3. Не работают в установленном режиме или загрязнены внешние световые приборы и световозвращатели.

3.4. На световых приборах отсутствуют рассеиватели либо используются рассеиватели и лампы, не соответствующие типу данного светового прибора.

3.5. Установка проблесковых маячков не соответствует требованиям стандарта.

3.6. Спереди на транспортном средстве установлены световые приборы с огнями красного цвета или световозвращатели красного цвета, а сзади – белого цвета, кроме фонарей заднего хода и освещения регистрационного знака, световозвращающих регистрационного, отличительного и опознавательного знаков.

4. Стеклоочистители и стеклоомыватели ветрового стекла

4.1. Не работают в установленном режиме стеклоочистители.

4.2. Не работают предусмотренные конструкцией транспортного средства стеклоомыватели.

5. Колеса и шины

5.1. Шины легковых автомобилей имеют остаточную высоту рисунка протектора менее 1,6 мм, грузовых автомобилей – 1 мм, автобусов – 2 мм, мотоциклов и мопедов – 0,8 мм.

Примечание. Для прицепов устанавливаются нормы остаточной высоты рисунка протектора шин, аналогичные нормам для шин транспортных средств-тягачей.

5.2. Шины имеют местные повреждения (пробои, прорезы, разрывы), обнажающие корд, а также расслоение каркаса, отслоение протектора и боковины.

5.3. Отсутствует болт (гайка) крепления или имеются трещины диска и ободьев колес.

5.4. Шины по размеру или допустимой нагрузке не соответствуют модели транспортного средства.

5.5. На одну ось автобуса или прицепа к нему установлены диагональные шины совместно с радиальными или шины с различным типом рисунка протектора.

6. Двигатель

6.1. Содержание вредных веществ в отработавших газах и их дымность превышают величины, установленные ГОСТ 17.2.2.03-87 и ГОСТ 21393-75.

6.2. Нарушена герметичность системы питания.

6.3. Неисправна система выпуска отработавших газов.

7. Прочие элементы конструкции

7.1. Отсутствуют предусмотренные конструкцией транспортного средства зеркала заднего вида, стекла.

7.2. Не работает звуковой сигнал.

7.3. Установлены дополнительные предметы или нанесены покрытия, ограничивающие обзорность с места водителя, ухудшающие прозрачность стекол, влекущие опасность травмирования участников дорожного движения.

Примечание. На верхней части ветрового стекла автомобилей и автобусов могут прикрепляться прозрачные цветные пленки. Разрешается применять тонированные стекла промышленного изготовления (кроме зеркальных), светопропускание которых соответствует требованиям ГОСТ 5727-88. Допускается применять шторки на окнах автобусов, а также жалюзи и шторки на задних стеклах легковых автомобилей при наличии с обеих сторон наружных зеркал заднего вида.

7.4. Не работают предусмотренные конструкцией замки дверей кузова или кабины, запоры бортов грузовой платформы, запоры горловин цистерн и пробки топливных баков, механизм регулировки положения сидения водителя, аварийные выходы и устройства приведения их в действие, привод управления дверьми, спидометр, тахограф, противоугонные устройства, устройства обогрева и обдува стекол.

7.5. Отсутствуют предусмотренные конструкцией заднее защитное устройство, грязезащитные фартуки и брызговики.

7.6. Неисправны тягово-сцепное и опорно-сцепное устройства тягача и прицепного звена, а также отсутствуют или неисправны предусмотренные их конструкцией страховочные тросы (цепи). Имеются люфты в соединениях рамы мотоцикла с рамой бокового прицепа.

7.7. Отсутствуют:

на автобусе, легковом и грузовом автомобилях, колесных тракторах аптечка, огнетушитель, знак аварийной остановки (мигающий красный фонарь);

на грузовых автомобилях с разрешенной максимальной массой свыше 3,5 т и автобусах с разрешенной максимальной массой свыше 5 т противооткатные упоры (не менее двух);

на мотоцикле с боковым прицепом – аптечка, знак аварийной остановки (мигающий красный фонарь).

7.8. На транспортных средствах, не принадлежащих оперативным и специальным службам, используются проблесковые маячки, звуковые сигналы с чередованием тонов и цветографические схемы, предусмотренные ГОСТ Р 50574-93.

7.9. Отсутствуют ремни безопасности, если их установка предусмотрена конструкцией транспортного средства.

7.10. Ремни безопасности неработоспособны или имеют видимые надрывы на лямке.

7.11. Регистрационный знак транспортного средства не отвечает требованиям стандарта.

7.14. Отсутствуют предусмотренные конструкцией или установлены без согласования с предприятием-изготовителем транспортного средства или иной уполномоченной на то организацией дополнительные элементы тормозных систем, рулевого управления и иных узлов и агрегатов, требования к которым регламентируются настоящим Перечнем.

Приложение 4

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ. ПРИМЕРЫ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ

4.1. ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ КамАЗ 740-11. ИЗВЛЕЧЕНИЕ

Деталь, соединение	Параметр технического состояния	Допустимые значения, мм
Компрессионное поршневое кольцо	Зазор в замке	0,8
Маслосъемное поршневое кольцо	То же	0,7
Маслосъемное поршневое кольцо	Торцевой зазор	0,2
Верхнее компрессионное кольцо	То же	0,22
Нижнее компрессионное кольцо	"	0,19
Поршень-гильза	Зазор в сопряжении	0,22
Гильза	Внутренний диаметр	120,1
Поршень-палец	Зазор палец – верхняя головка шатуна	0,05

Приложение 4.1 (окончание)

Деталь, соединение	Параметр технического состояния	Допустимые значения, мм
Подшипник коренных шеек коленчатого вала	Зазор	0,2
шатунных шеек	"	0,17
Коленчатый вал	Осевой зазор	0,2

4.2. МОМЕНТЫ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2110. ИЗВЛЕЧЕНИЕ

Деталь двигателя	Резьба	Момент затяжки, кгс · м (Н · м)
Гайка шпильки крепления впускной трубы и выпускного коллектора	М8	2,1–2,6 (20,6–25,5)
Гайка крепления натяжного ролика	М10×1,25	3,4–4,2 (33,3–41,2)
Гайка шпильки крепления корпуса подшипников распределительного вала	М8	1,9–2,3 (18,6–22,7)
Гайка шпильки крепления впускного патрубка рубашки охлаждения	М8	1,6–2,3 (15,7–22,7)
Болт крепления крышки коренных подшипников	М10 × 1,25	7,0–8,6 (68,7–84,4)
Гайка болта крышки шатуна	М9 × 1	4,4–5,5 (43,2–54,0)
Болт крепления маховика	М10 × 1,25	6,2–8,9 (60,8–87,3)
Болт крепления насоса охлаждающей жидкости	М6	0,8–0,9 (7,8–8,8)
Болт крепления шкива коленчатого вала	М12 × 1,25	9,9–11,1 (97,1–108,9)
Гайка крепления приемной трубы глушителя	М8 × 1,25	2,1–2,6 (20,6–25,5)
Гайка болта крепления передней опоры двигателя и левой опоры силового агрегата	М10	4,3–5,2 (42,2–51,0)
Гайка крепления кронштейна левой опоры подвески силового агрегата	М10	3,3–5,2 (32,4–51,0)
Болт крепления масляного насоса	М6	0,9–1,1 (8,8–10,8)
Датчик контрольной лампы давления масла	М14 × 1,5	2,5–2,8 (24,5–27,5)

4.3. РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2110

Зазоры в механизме привода клапанов (при температуре 18–20°С), мм	
– впускных	0,2±0,05
– выпускных	0,35±0,05
Прогиб ремня привода генератора при усилии 10 кгс (98,1 Н) в системах зажигания, мм	
– бесконтактной	5–10
– микропроцессорной	6–10
Зазор между электродами свечи зажигания двигателя, мм	
– карбюраторного	0,75–0,85
– с впрыском	1,00–1,13
Начальный угол опережения зажигания до ВМТ, град.	0 + 1
Ход педали сцепления, мм	
– при регулировании	120–130
– в эксплуатации	120–160
Свободный ход педали тормоза при неработающем двигателе, мм	3–5
Свободный ход рулевого колеса в положении движения по прямой град., не более	5
Схождение передних колес под нагрузкой 320 кгс (3139Н), мм	0 + 1
Развал передних колес под нагрузкой 320 кгс (3139 Н)	0° + 30′
То же при замере между ободами колес и вертикалью, мм	±3
Продольный наклон оси поворота колеса под нагрузкой 320 кгс (3139Н)	1°30′ + 30′
Давление в шинах, кгс/см^2 (Па)	
для шин 175/70R13, 175/70SR13	1,9(18,6)
для шин 175/65R14	1,8(17,7)
Минимально допустимая толщина накладок передних и задних колес, мм	1,5
Ход рычага стояночного тормоза, зубцы	
при регулировании	2–4
в эксплуатации	2–8

4.4. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Известные информационные компании, в том числе международные, обобщают данные по параметрам технического состояния представительной группы (от 50 до 500 моделей) основных производителей автомобилей и издают справочники. Наибольшее распространение получили две группы таких справочников, содержащих

- обобщение по 70–150 характерным параметрам технического состояния, устанавливаемым заводами-изготовителями для 50–100 марок автомобилей;
- то же – по конкретным агрегатам и системам автомобилей.

Например, справочник "Углы установки колес легковых автомобилей" (Wheel Alignment Date, Autodata) содержит информацию по регулируемым параметрам почти 500 моделей легковых автомобилей 46 наиболее известных автомобильных компаний, включая ВАЗ.

Характерными особенностями этих справочников являются

- единые коды для характеристики параметров всех моделей автомобилей;
- идентификация условий определения значений параметров;
- единая классификация методов воздействий (регулирования, ремонта) на соот-

ветствующие показатели параметров технического состояния. Например, в упомянутом справочнике содержится 56 схем (каждая из которых имеет свой код), иллюстрирующих места и способы регулирования установки колес легковых автомобилей;

- периодическое обновление и пополнение данных;
- наличие, как правило, электронных версий.

Приложение 5

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ

Таблица П5-1

Нормированная функция нормального распределения

z	0,0	–0,1	–0,2	–0,3	–0,4	–0,5	–0,6	–0,7	–0,8	–0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,460	0,421	0,382	0,345	0,309	0,274	0,242	0,212	0,184
z	–1,0	–1,1	–1,2	–1,3	–1,4	–1,5	–1,6	–1,7	–1,8	–1,9
$\Phi(z)$	0,159	0,136	0,115	0,097	0,081	0,067	0,055	0,045	0,036	0,029
z	–2,0	–2,1	–2,2	–2,3	–2,4	–2,5	–2,6	–2,7	–2,8	–2,9
$\Phi(z)$	0,023	0,018	0,014	0,011	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
z	–3,0	–3,1	–3,2	–3,3	–3,4	–3,5	–3,6	–3,7	–3,8	–3,9
$\Phi(z)$	0,013	0,0011	0,0007	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,000
z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816
z	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$\Phi(z)$	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971
z	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$\Phi(z)$	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,996	0,997	0,998
z	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	38	3,9
$\Phi(z)$	0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,000

Таблица П5-2

Значения функции $R = \exp(-\lambda x)$ – вероятности безотказной работы при экспоненциальном законе распределения

λx	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
R	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
λx	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,2
R	0,94	0,93	0,92	0,91	0,905	0,819
λx	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
R	0,741	0,670	0,606	0,549	0,497	0,449
λx	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
R	0,407	0,368	0,333	0,301	0,273	0,247
λx	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
R	0,223	0,202	0,183	0,165	0,150	0,135

Таблица П 5–2 (окончание)

λx	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
R	0,123	0,111	0,100	0,091	0,082	0,074
λx	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5	4,0
R	0,067	0,061	0,056	0,05	0,030	0,018
λx	4,5	5,0	5,5			
R	0,011	0,007	0,004			

Приложение 6

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ

1. Первое упоминание о необходимости регулярного контроля технического состояния автомобилей содержится в постановлении Министерства путей сообщения России (МПС) "О порядке и условиях перевозки тяжестей и пассажиров по шоссе Ведомства путей сообщения в самодвижущихся экипажах" (1896 г.), в котором, в частности, предусматривалось прохождение периодических освидетельствований "экипажей тем же порядком и в те же сроки, которые установлены для паровых котлов пароходов, плавающих по внутренним водам". В 1900 г. периодичность таких осмотров в Санкт-Петербурге была установлена не реже одного раза в год.

2. Расширение автомобильного парка России потребовало организации торговли автомобилями, запасными частями и материалами, проведения обслуживания и ремонта, упорядочения взаимоотношений между владельцами автомобилей и исполнителями соответствующих услуг.

В 1902 г. в Санкт-Петербурге был открыт автомобильный торговый дом "Победа", производивший продажу, в том числе и в кредит на 20–30 мес., новых и подержанных автомобилей, запасных частей и материалов, хранение, обслуживание и ремонт автомобилей.

В 1903 г. в СПб. организовано техническое бюро "Автомобиль-клуб", которое занималось хранением, обслуживанием и ремонтом автомобилей, продажей бензина и некоторых запасных частей.

В 1906 г. появились первые правила, разработанные автомобильными обществами, регламентировавшие взаимоотношения клиентуры и обслуживающих предприятий (мастерских, гаражей) при хранении, ремонте, приобретении запасных частей, оплате услуг и т.п. Начали развиваться автотранспортные предприятия.

В 1904 г. в СПб. появилось грузовое автотранспортное предприятие; в СПб. (1906 г.) и Москве (1908 г.) открылись регулярные автобусные маршруты; в Москве (1909 г.) организовано таксомоторное предприятие "Товарищество автомобильного перемещения" (ТАП). В 1907 г. в Москве возникает ряд ведомственных специализированных грузовых предприятий (перевозка текстильных товаров, угля, кондитерских изделий и др.). В 1910 г. в Москве организована первая фирменная станция технического обслуживания и ремонта автомобилей Русско-Балтийского вагонного завода.

В 1913 г. Российским императорским автомобильным обществом подготовлены предложения по строительству гаражей, на основании которых технической комиссией при Московской городской управе были разработаны правила устройства и содержания гаражей.

3. Важное значение для оценки качества и надежности автомобилей, их приспособленности к различным условиям эксплуатации, а в дальнейшем для нормирования и разработки профилактических мер обеспечения работоспособности имели автомобильные соревнования (пробеги, гонки, ралли), первое из которых состоялось в России в 1898 г.

Наиболее известны международные дорожные испытания (1909 г.). Всероссийские испытания автомобилей и мотоциклов (1923 г.), Каракумский пробег протяженностью 9,4 тыс. км (1933 г.), пробег газогенераторных автомобилей (Москва–Ленинград–Москва, 1934 г.), испытательный пробег автомобилей ГАЗ-51 протяженностью 5,4 тыс. км (1946 г.) и др. Эти пробеги и соревнования позволили создать методики оценки технико-эксплуатационных свойств автомобилей и проведения длительных эксплуатационных испытаний и наблюдений, практиковавшихся в России в 1946–1992 гг.

4. В 1921 г. обязанности по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного парка были возложены на ЦУМТ при НКПС, в котором в 1924 г. был подготовлен "Сборник руководящих указаний по содержанию, эксплуатации и владению автотранспортом. Нормы и измерители по автотранспорту".

В 1928 г. ЦУМТ разработало "Инструкцию о мероприятиях по сохранению автотранспорта в исправном состоянии", содержащую нормы трудоемкости работ, разделение ремонта на индивидуальный и массовый.

5. Мероприятия по обеспечению работоспособности автомобилей были разработаны в виде планово-предупредительной системы, содержащей виды и нормативы ТР и ремонта, и утверждены Центральным управлением шоссейных и грунтовых дорог автомобильного транспорта в 1933 г.

В 1940 г. Народным комиссариатом автомобильного транспорта РСФСР было подготовлено "Положение о профилактическом обслуживании автомобилей", которое было утверждено в 1943 г.

В дальнейшем этот документ периодически корректировался с учетом опыта его применения, изменения условий, совершенствования конструкции автомобилей и проводимых НИР (1947, 1949, 1954, 1963, 1974, 1984–1994).

Важным этапом совершенствования системы ТО и ремонта стало "Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта", которое было разработано и утверждено в 1963 г. Государственным комитетом по автоматизации и машиностроению при Госплане СССР, представляющим автомобильную промышленность, и Министерством автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, представляющим транспорт. Таким образом, на государственном уровне *признавалась и закреплялась в виде нормативов согласованная оценка фактического* (а не рекламного) технического уровня и надежности производимых и эксплуатируемых в стране автомобилей. В этом документе впервые была дана классификация условий эксплуатации и рекомендованы методы корректирования нормативов в зависимости от этих условий.

6. В 1974 г. Министерством автомобильного транспорта РСФСР было принято решение о создании *сети опорных автотранспортных предприятий* (ОАТП), которая охватывает все основные марки и модели автомобилей. На этих производственных предприятиях организовались научно-производственные подразделения – лаборатории надежности автомобилей (ЛНА), которые в реальных условиях эксплуатации собирали объективную информацию о фактической надежности и реализуемых показателях качества автомобилей, характерных отказах, неисправностях и их причинах, расходе запасных частей и материалов. Эти данные позволяли, во-первых, предъявлять обоснованные требования промышленности, сопоставлять заявленные и фактические показатели, т.е. поднять роль потребителей в оценке качества изделий; во-вторых, разрабатывать нормативы ТО и ремонта; в-третьих, разрабатывать конкретные предложения по совершенствованию самой технической эксплуатации.

7. В 70-е годы был разработан и утвержден ряд *государственных стандартов и отраслевых нормативов*, закрепляющих и развивающих принципы системы ТО и ремонта техники, не потерявших свое принципиальное значение и в настоящее время: система технического обслуживания и ремонта техники; система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники; требования к эксплуатационной технологичности конструкций изделий; требования к качеству аттестованной продукции, в которых фиксировались предельные значения трудоемкости ТО и ТР; методы определения показателей эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности при испытаниях; система освоения автомобильной техники в Министерстве автомобильного транспорта РСФСР (СОАТ), в которой были определены порядок и этапы освоения новой автомобильной техники, взаимодействия и обязанности производителей и потребителей этой техники, и др.

Разработанный пакет документов позволил

- сформулировать, прогнозировать и реализовать техническую политику и методы обеспечения работоспособности автомобильных парков;
- обеспечить разработку информационно-технологической поддержки и обеспечения технической эксплуатации (нормы технологического проектирования автотранспортных предприятий, пооперационные нормативы трудоемкостей ТО и ремонта; типовые технологические процессы и др.);
- создать методическую и информационную основу подготовки специалистов и кадров массовых профессий для сферы технической эксплуатации автотранспортной техники;
- определить механизм взаимодействия промышленности и сферы эксплуатации для объективной оценки технического уровня и надежности автомобилей в условиях отсутствия или недостаточной конкуренции на рынке автомобильного транспорта, и, что наиболее важно, обеспечить и контролировать в сложных экономических, природно-климатических, ресурсных и других условиях техническое состояние автомобильного парка страны.

8. Особое место в этом пакете документов занимает "Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта" (утвержденное в 1984 г. Министерством автомобильной промышленности СССР и Министерством автомобильного транспорта РСФСР), в котором

- закреплена и развита практика согласованной оценки производителями и потребителями уровня производимой и применяемой в стране автомобильной техники;
- получила дальнейшее развитие система ресурсного и оперативного корректирования нормативов технической эксплуатации с учетом реальных условий эксплуатации;
- предложена гибкая схема оперативного учета происходящих изменений конструкции, показателей надежности и условий эксплуатации.

С этой целью предусматривалось функционирование двух частей положения о ТО и ремонте.

Первая часть, содержащая основы технического обслуживания и ремонта подвижного состава, определяет техническую политику по данным вопросам на автомобильном транспорте, систему и виды технического обслуживания и ремонта, а также исходные нормативы, регламентирующие их; классификацию условий эксплуатации и методы корректирования нормативов; принципы организации производства технического обслуживания и ремонта подвижного состава и другие основополагающие данные.

Вторая часть включает нормативы по моделям конкретных семейств автомобилей, в том числе: виды технического обслуживания и ремонта; периодичность технического обслуживания; перечни операций и трудоемкости; межремонтные пробеги; распределение трудоемкости по видам работ; химмотологическую карту и другие материалы, необходимые для планирования и организации технического обслуживания и ремонта.

Вторая часть разрабатывалась в виде отдельных приложений к первой и утверждалась государственной административной структурой, представляющей интересы автомобильного транспорта по согласованию с заводом-изготовителем, по мере изменения конструкции автомобилей, условий эксплуатации и других факторов, приводящих к отклонению фактических нормативов от исходных, установленных первой частью положения. При разработке нормативных частей использовались данные опорных АТП.

Эта схема в течение 1985–1993 гг. была успешно реализована по большинству моделей отечественных автомобилей. В дальнейшем предполагалось обобщить материалы нормативных частей, опыт эксплуатации, результаты проводимых НИР и с регулярностью 7–10 лет формулировать новую версию системы ТО и ремонта и сопутствующее нормативное и технологическое обеспечение.

Таким образом, в России была создана современная и гибкая система управления работоспособностью и техническим состоянием автомобильных парков с обратной связью, итеративными и обоснованными методами принятия и реализации решений, которая при определенной адаптации вполне может функционировать и в новых условиях хозяйствования, так как, определяя техническую политику и методы ее реализации, не нарушает права хозяйствующих субъектов, получающих при сохранении предупредительных принципов обеспечения работоспособности (стратегия I) право и механизм корректирования нормативов ТЭА с учетом конкретных условий эксплуатации и целей предприятия.

Приложение 7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИ РЕСУРСНОМ КОРРЕКТИРОВАНИИ НОРМАТИВОВ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ

Таблица П 7-1

Коэффициент корректирования K_2 нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы

Подвижной состав	Трудоемкость ТО и ТР	Ресурс до капитального ремонта	Расход запасных частей
Базовый автомобиль	1,00	1,00	1,00
Седельный тягач	1,10	0,95	1,05
Автомобиль с одним прицепом	1,15	0,90	1,10
Автомобиль с двумя прицепами	1,20	0,85	1,20
Автомобиль-самосвал при работе на плечах свыше 5 км	1,15	0,85	1,20
Автомобиль-самосвал с одним прицепом или при работе на плечах до 5 км	1,20	0,80	1,25
Автомобиль-самосвал с двумя прицепами	1,25	0,75	1,30
Специализированный подвижной состав (в зависимости от сложности оборудования)	1,10–1,20	–	–

Таблица П 7-2

Коэффициент корректирования $K_3 = K'_3K''_3$ нормативов в зависимости от природно-климатических условий

Район	Периодичность технического обслуживания	Удельная трудоемкость текущего ремонта	Ресурс до капитального ремонта	Расход запасных частей
		Коэффициент K'_3		
Умеренный	1,0	1,0	1,0	1,0
Умеренно теплый, умеренно теплый влажный, теплый влажный	1,0	0,9	1,1	0,9
Жаркий сухой, очень жаркий, сухой	0,9	1,1	0,9	1,1
Умеренно холодный	0,9	1,1	0,9	1,1
Холодный	0,9	1,2	0,8	1,1
Очень холодный	0,8	1,1	0,7	1,1
		Коэффициент K''_3		
С высокой агрессивностью окружающей среды	0,9	1,1	0,9	1,1

Таблица П 7-3

Коэффициенты корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта K_4 и продолжительности простоя на техническом обслуживании и в ремонте K'_4 в зависимости от пробега с начала эксплуатации

Пробег с начала эксплуатациии в долях нормативного пробега до КР	Автомобиль					
	легковой		автобус		грузовой	
	K_4	K'_4	K_4	K'_4	K_4	K'_4
До 0,25	0,4	0,7	0,5	0,7	0,4	0,7
Свыше 0,25 до 0,50	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
Свыше 0,50 до 0,75	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Свыше 0,75 до 1,00	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
Свыше 1,00 до 1.25	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
Свыше 1,25 до 1,50	1,6	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
Свыше 1,50 до 1,75	2,0	1,4	1,8	1,4	1,6	1,3
Свыше 1,75 до 2,00	2,2	1,4	2,1	1,4	1,9	1,3
Свыше 2,00	2,5	1,4	2,5	1,4	2,1	1,3

Приложение 8

ПРИМЕРНЫЕ ФОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТО И ТР АВТОМОБИЛЕЙ

Технологическая карта _____

Содержание работ _____

Трудоемкость _____ Число исполнителей _____

Специальность и разряд каждого исполнителя _____

№№ выполняемых работ	Наименование и содержание работы	Место выполнения	Число мест или точек обслуживания	Специальность и разряд исполнителя	Оборудование, инструмент	Трудоемкость, чел. · мин	Технические условия и указания

Перечень регламентных работ ТО-1 (ТО-2) автомобиля _____

Общая трудоемкость _____

№№ выполняемых работ	Наименование и содержание работы	Место выполнения	Число мест или точек обслуживания	Оборудование, инструмент	Трудоемкость, чел. · мин	Технические условия и указания

ПЕРЕЧЕНЬ

работ сопутствующего ремонта, рекомендуемых
для выполнения совместно с _____ техническим обслуживанием

Номер и наименование работ по "Перечню регламентных работ"	Наименование узлов и деталей, требующих замены	Трудоемкость, чел. мин

ПЕРЕЧЕНЬ

оборудования, контрольно-измерительных приборов,
приспособлений и инструмента для оснащения рабочих мест
при выполнении регламентных работ ТО_____ автомобиля _____

№ п/п	Наименование	Модель, тип, ГОСТ или ТУ	Краткая техническая характеристика	Разработчик	Изготовитель

Порядок расстановки исполнителей на поточных линиях
для выполнения регламентных работ ТО _____ автомобиля _____
Количество постов на поточной линии _____ шт.
Количество исполнителей на постах _____
Сменная программа _____ автомобилей. Такт линии _____ мин

Номер и назначение поста	Трудоемкость работ на посту, чел. · мин	Порядковый номер исполнителя, его специальность и квалификация	Место выполнения	Номер работ по "Перечню регламентных работ" и последовательность их выполнения	Трудоемкость работ по исполнителям, чел. · мин	Примечание

Перечень цеховых работ по текущему ремонту
агрегатов и узлов _____ автомобиля _____
Ремонт _____ Общая трудоемкость _____ чел. · мин
Исполнитель _____ разряд _____

№ выполняемых работ	Наименование и содержание работ	Количество мест воздействия	Приборы, инструмент, приспособления	Трудоемкость, чел. · мин	Технические требования

Химмотологическая карта
топливно-смазочных материалов и специальных жидкостей,
применяемых при выполнении регламентных работ _____
технического обслуживания (работ по текущему ремонту)

Номер рисунка на схеме	Наименование агрегата, узла, детали	Количество смазки (общее на все точки)	Количество точек заправки (смазки)	Наименование ТСМ	Периодичность обслуживания				Трудоемкость, чел. мин	Наименование работ и способ выполнения
					ЕО	ТО-1	ТО-2	СО		

Приложение 9

НАБОР СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГТО

№ п/п	Вид оборудования	Техническая характеристика		
		Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Максимальная погрешность
1	Роликовый стенд для проверки тормозных систем	Тормозная сила	0,7–60 кН	5%
		Сила на органе управления	300–700 Н	6%
		Время срабатывания	0,4–2,0 с	±0,03 с
		Масса транспортного средства	16 000 кг	2%
2	Прибор для проверки суммарного люфта в рулевом управлении	Угол поворота рулевого колеса	до 25%	±1°
		Усилие при повороте	до 12,5 Н	1%
3	Динамометр	Усилие натяжения ремня привода насоса гидроусилителя руля	10–100 Н	±5%
4	Прибор для проверки света внешних световых приборов	Наклон плоскости, содержащей светотеневую границу	30'–150'	0,5%
		Горизонтальное отклонение оси светового пучка от оси отсчета	до 5'	0,5%

		Сила света фар в фиксированных направлениях	600–250000 кд	2%

Приложение 9 (окончание)

№ п/п	Вид оборудования	Техническая характеристика		
		Контролируемый параметр	Диапазон измерения	Максимальная погрешность
		Сила света внешних сигнальных приборов	1–700 кд	2%
5	Секундомер	Измерение продолжительности перемещения щеток стеклоочистителя	30–120 с	1%
6	Набор шинных манометров	Давление сжатого воздуха	до 1 МПа	±0,01 МПа
7	Измеритель глубины протектора	Остаточная высота рисунка протектора	0,5–3,0 мм	±0,1 мм
8	Универсальный измеритель содержания вредных веществ и дымности отработавших газов	Содержание CO	до 5%	5%
		Содержание CH	500–4000 млн$^{-1}$	5%
		Частота вращения коленчатого вала	500–3500 об/мин	2,5%
		Коэффициент ослабления светового потока	5–80%	2,5%
9	Прибор для проверки светопропускания стекол	Светопропускание	10–100%	2%

Приложение 10

БУМАЖНЫЕ НОСИТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ ТО И РЕМОНТОМ АВТОМОБИЛЕЙ. ИЗВЛЕЧЕНИЯ, ПРИМЕРЫ

Путевой лист № _____ (городского автобуса)

"___" _____ г.

Форма № 14

Автобус марки _____ Государственный № _____

Фамилия шофера I смены _____ Таб. № _____

Фамилия кондуктора I смены _____ Таб. № _____

Фамилия шофера II смены _____ Таб. № _____

Фамилия кондуктора II смены _____ Таб. № _____

Наименование или номер маршрута _____

Автобус технически исправен. Указатели маршрута установлены выезд разрешаю

Механик

Автобус в технически исправном состоянии принял

Шофер

Отметка о сдаче автобуса при смене шофера

Сдал _____ Принял _____

Отметка о приеме автобуса при возврате

Сдал шофер *Принял* механик

Показания спидометра	Подпись
При выезде	
При смене	
При возврате	
Пробег I смены	
Пробег II смены	

Подача по заказу

Заказчик _____ от _____ до _____ (штамп)

Заказчик _____ от _____ до _____ (штамп)

Выход и возврат автобуса							Расход горючего: кг _____ литр		
Смена	по расписанию			фактически				Количество	Подпись
	выход	заезд	возврат	выход	заезд	возврат			
I									
II							Замер остатка при выезде		
							Выдано		
							Выдано		
							Выдано		
							Замер остатка при выезде		
							Выдано масла		
							Выдано масла		
							Расход по норме		
							Расход фактич.		
							Итог: Экономия		
							Перерасход		

Плановое задание

Смена	Суточная выручка (в рублях)
I	
II	

УЧЕТ РАБОТЫ

Наименование показателей	шоферов		автобусы за сутки
	I смена	II смена	
Часы факт. работ . . .			
в т.ч. на линии			
из них			
с нарушением графика			
В простое			
В том числе:			
по эксплуатационным причинам			
по техническим неисправностям			
По заказу			
Отстой			
Ночные часы			
Общий пробег (км) . . .			
Нулевой пробег (км)			
Рейсов с нарушением графика и учитываемых показателей . . .			

Путевой лист обработал _____

(подпись)

Модель		**УЧЕТНАЯ КАРТОЧКА АВТОМОБИЛЯ**																	
Тип		ЗАМЕНА АГРЕГАТОВ																	
Гараж. №		Двигатель			КПП			Задн. мост			Редуктор а.м.			Редуктор с.м.			Пробег ТО-1		
№ шасси		дата пост. пробег	№	вид рем.	дата пост. пробег	№	вид рем.	дата пост. пробег	№	вид рем.	дата пост. пробег	№	вид рем.	дата пост. пробег	№	вид рем.			
Год вып.																	Пробег ТО-2		
Пробег с нач. экспл.																			
Дата кап. рем.																	Дата сезон. обслуж.		
Пробег после кап. рем.		Аккумулятор						Передн. мост						Редуктор п.м.					
Водитель		дата пост. пробег	№	вид рем.				дата пост. пробег	№	вид рем.				дата пост. пробег	№	вид рем.	Дата год. тех. осм.		
Таб. №																			
Модель прицепа																			

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	26	28	29	30	31	Пробег за месяц
I																																
XI																																
XII																																

№ пачки	Порядковый №			
				РЕМОНТНЫЙ ЛИСТОК

ВНЕШНЕЕ ПРОЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ (ЗАЯВКА НА РЕМОНТ)	ШИФРЫ					Неисправность устранена ОТК	
	причины	операции	канал	очередь	продолжительность	шифр	подпись

Техническое состояние автомобиля проверил						Авт-ль технически исправен, выезд разрешаю		Диспетчер ОУ ЦУП		№№ контрольных талонов		
Механик КТП (ОТК)		начальник (механик) колонны		водитель		механик КТП (ОТК)						
шифр		шифр		шифр		шифр		шифр				
подпись		подпись		подпись		подпись		подпись				

Гаражный номер		Группа эксплуатации		Дата окончания ремонта			
Модель		Дата получения ремонтного листка		Время окончания ремонта			
Тип кузова		Время получения ремонтного листка		Время начала работы на линии		Шифр технического воздействия	
Цикл		Дата начала ремонта		Время окончания работы на линии		Номер заказа	
Пробег		Время начала ремонта		Кол-во вых. дней в ремонте		Номер диагностической карты	

Оборотная сторона ремонтного листка

Контрольная сумма

№ п.п.	Гаражный № агрегата	Номер детали по каталогу	Место и характер неисправности (предполагаемая причина возникновения)	Шифр отказа				Шифр работ
				расположение детали на автле	повреждение детали	вид отказа	причина возникновения	

ФАКТИЧЕСКИ ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ

Выполнение работы	Шифр операции	Кол-во операций	Шифр подразделения	Шифр исполнителя	Кол-во возвратов

Штамп зоны ожидания ремонта	Давление в шинах и схождение колес проверены. Спидометр и гибкий шланг опломбированы. Дефекты, угрожающие безопасности движения, устранены	
	Шифр	Подпись
Мастер		
Бригадир		
ОТК		

ПЛАН-ОТЧЕТ ТО

БРИГАДА _____

ГАРАЖНЫЙ № а/м	МАРКА а/м	ТО выполнено	СПИДОМЕТР опломб. исправен	РОСПИСЬ

ИНЖЕНЕР-РАСПОРЯДИТЕЛЬ ЦУП

МАСТЕР ЗОНЫ ТО

ТРЕБОВАНИЕ № _____

"____" _____ г.

Вид операции	Склад	Цех, отдел объект-получатель

Через кого _____

Разрешил _____ Затребовал _____

Корреспондирующий счет			Материальные ценности		Единица измерения		Количество		Цена	Сумма	Порядковый номер записи по складской карточке
счет, субсчет	код аналитического учета	номер машины	наименование, сорт, размер, марка	код (номенклатурный) номер	код	наименование	затребовано	отпущено			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Отпустил **Получил**

Типовая междуведомственная форма № М-1
Утверждена приказом ЦСУ СССР 14.12.72 № 816
Код на ОКУД 0303013 1

_____
предприятие, организация

КАРТОЧКА № _____ СКЛАДСКОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛОВ

Склад	Стеллаж	Ячейка	Марка	Сорт	Профиль	Размер	Код (номенклат. номер)	Ед. изм.		Цена	Норма запаса
								наимен.	код		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Номер строки по форме № 1-си

Наименование материалов _____ 13

Дата записи	Номер докум.	Пор. № зап.	От кого получено или кому отпущено	Приход	Расход	Остаток	Контроль (подпись, дата)
14	15	16	17	18	19	20	21

Приложение 11

ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)

Содержание	I этап	II	III	IV	V	VI	VII этап
1. Вид этапа	Основание для проведения работ	Описание текущей ситуации	Анализ материалов	Корректирующие мероприятия	Оценка результатов	Стандартизация	Перспективные планы
2. Цель	Определение проблемной области для проведения работ по улучшению качества	Определение и постановка задачи	Идентификация и верификация проблемы	Планирование и внедрение	Подтверждение улучшения качества	Предупреждение коренных причин возобновления проблемы	Планирование действий для решения оставшихся проблем и оценки эффективности

Приложение 11 (продолжение)

Содержание	I этап	II	III	IV	V	VI	VII этап
3. Ключевые аспекты	1. Анализ признаков решения проблемы. 2. Анализ требований внешних и внутренних потребителей. 3. Определение потребителя, нуждающегося в помощи. 4. Опрос работников. 5. Установление содержания улучшений. 6. Анализ основных возможных направлений улучшения. 7. Программа действий. 8. Описание процедур, используемых в данной области	1. Сбор данных. 2. Рассмотрение проблемы на стадии задачи. 3. Документальное определение задачи. 4. Использование данных представления задачи	1. Выполнение причинно-следственного анализа. 2. Отбор коренных причин, которые воздействуют на проблему. 3. Подтверждение выбранных коренных причин путем анализа данных	1. Разработка и анализ возможных мер с подтверждением их прибыльности. 2. Разработка плана реализации, отвечающего на вопросы кто, что, когда, где и как. 3. Выявление возможных препятствий и пути их преодоления	1. Подтверждение эффективности корректирующих мер. 2. Сравнение целевых результатов. 3. Внедрение дополнительных мероприятий	1. Корректирующие меры должны быть частью рутинной деятельности. 2. Разработка (пересмотр) рабочих процедур (стандарты). 3. Обучение работников. 4. Проведение периодического контроля за выполнением корректирующих мер	1. Анализ и оценка нерешенных проблем. 2. Планирование дальнейших действий. 3. Что было сделано хорошо?

Приложение 11 (продолжение)

Содержание	I этап	II	III	IV	V	VI	VII этап
4. Полезный инструментарий	1. Графики. 2. Контрольные карты. 3. Карта процесса. 4. Контрольные процедуры	1. Графики. 2. Контрольные карты. 3. Контрольные таблицы. 4. Гистограммы и диаграммы Парето	1. Графики. 2. Причинно-следственная диаграмма. 3. Контрольные таблицы. 4. Гистограммы и диаграммы Парето. 5. Диаграмма рассеивания	1. Стоимостный анализ. 2. Матрицы корректирующих мероприятий. 3. Планы реализации	1. Графики. 2. Контрольные карты. 3. Гистограммы и диаграммы Парето	1. Графики. 2. Контрольные карты. 3. Контрольные процедуры. 4. Инструкции и стандарты. 5. Обучение	1. План действий. 2. Процедура контроля
5. Контрольные точки (технический контроль)	1. Программа должна быть ориентирована на потребителя. 2. Необходимость модификации должна быть продемонстрирована	1. Область сертификации должна быть подробная для возможного анализа. 2. Требования должны быть идентифицированы. 3. Должна быть разработана методология достижения цели	1. Причинно-следственный анализ. 2. Выбор основных причин, оказывающих наиболее сильное влияние. 3. Использование конкретных данных мероприятий. 4. План внедрения: кто, что, где, когда и как?	1. Выбор контрмер, направленных на решение коренных причин несоответствия. 2. Контрмеры отвечают обоснованным требованиям потребителя. 3. Внедрение экономически обоснованных корректирующих действий	1. Число сокращенных коренных причин. 2. Выявлены улучшения. 3. Результаты улучшения соответствуют или лучше ожидаемых	1. Методы, гарантирующие, что корректирующие мероприятия стали частью рабочего процесса. 2. Периодическая проверка результативности проведенных мероприятий	1. Согласование плана действия с заинтересованными лицами и установление конкретных сроков его исполнения. 2. Постоянная работа по мероприятиям, направленным на совершенствование системы управления качеством продукции (услуг)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Введение 5

Раздел первый

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1

Понятие о специальности. Требования к инженеру автомобильного транспорта (*Е.С. Кузнецов*) 8

1.1. Основные тенденции развития автомобильного транспорта и его технической эксплуатации 8
1.2. Определение понятия "инженер" 12
1.3. Формирование требований к специалисту 13
1.4. Основные требования к инженеру 15

Глава 2

Техническое состояние и методы обеспечения работоспособности автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 18

2.1. Техническое состояние 18
2.2. Влияние отказов на транспортный процесс 25
2.3. Методы определения технического состояния 26
2.4. Закономерности изменения технического состояния 29
2.5. Стратегии обеспечения работоспособности 39
2.6. Тактики обеспечения и поддержания работоспособности 43

Глава 3

Реализуемые показатели качества и надежность автомобилей (закономерности ТЭА четвертого вида) (*Е.С. Кузнецов*) 44

3.1. Понятие о качестве и технико-эксплуатационных свойствах автомобилей 44
3.2. Надежность автомобилей 47

3.3. Реализуемые показатели качества автомобилей и парков 49
3.4. Классификация отказов и неисправностей автомобилей 50
3.5. Показатели надежности сложных систем 53

Глава 4

Закономерности процессов восстановления работоспособности (*Е.С. Кузнецов*) 58

4.1. Процесс восстановления изделий и их совокупностей 58
4.2. Механизм смешения отказов разных поколений 60
4.3. Показатели процесса восстановления 61
4.4. Практическое значение и методы определения показателей процесса восстановления 64
4.5. Процессы восстановления сложных систем и управление возрастной структурой парков 66

Глава 5

Методы определения нормативов технической эксплуатации автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 75

5.1. Понятие о нормативах и их назначении 75
5.2. Определение периодичности технического обслуживания 76
5.3. Определение трудозатрат при технической эксплуатации 89
5.4. Определение потребности в запасных частях 93
5.5. Нормирование и оценка ресурсов агрегатов и автомобилей 96
5.6. Применение статистических испытаний при нормировании и обосновании управленческих решений 99

Глава 6

Закономерности формирования производительности и пропускной способности средств обслуживания (*Е.С. Кузнецов*) 103

6.1. Системы массового обслуживания в технической эксплуатации автомобилей 103
6.2. Классификация случайных процессов при технической эксплуатации автомобилей 104
6.3. Структура и показатели эффективности систем массового обслуживания 110
6.4. Факторы, влияющие на показатели эффективности средств обслуживания и методы интенсификации производства 115
6.5. Механизация и автоматизация как методы интенсификации производственных процессов 116

Глава 7

Закономерности формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 118

7.1. Назначение системы ТО и ремонта и основные требования к ней 118
7.2. Формирование структуры системы ТО и ремонта 122
7.3. Содержание и уровни регламентации системы ТО и ремонта 127
7.4. Фирменные системы ТО и ремонта 133
7.5. Практическое применение нормативов при планировании и организации ТО и ремонта 135

Глава 8

Учет условий эксплуатации при техническом обслуживании и ремонте автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 139

8.1. Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния и надежность автомобилей 139
8.2. Методы учета условий эксплуатации 142
8.3. Ресурсное корректирование нормативов технической эксплуатации автомобилей 145
8.4. Оперативное корректирование нормативов технической эксплуатации автомобилей 147

Глава 9

Комплексная оценка эффективности технической эксплуатации автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 149

9.1. Количественная оценка состояния автомобилей и автомобильных парков 149
9.2. Связь коэффициента технической готовности с показателями надежности автомобилей 153
9.3. Структурно-производственный анализ показателей эффективности технической эксплуатации 156
9.4. Цели технической эксплуатации автомобилей как подсистемы автомобильного транспорта 160
Вопросы для самоконтроля по первому разделу 162

Раздел второй

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 10

Общая характеристика технологических процессов обеспечения работоспособности автомобилей 164

10.1. Понятие о технологическом процессе (*В.А. Васильев*) 164
10.2. Автомобиль как объект труда при техническом обслуживании и ремонте. Виды автотранспортных предприятий (*В.А. Янчевский*) 165

Глава 11

Характеристика и организационно-технологические особенности выполнения ТО и текущего ремонта 168

11.1. Уборочно-моечные работы (*А.А. Солнцев*) 168
11.2. Контрольно-диагностические и регулировочные работы (*Л.Л. Зиманов, В.А. Янчевский*) 172
11.3. Крепежные работы (*В.А. Янчевский, А.А. Солнцев*) 186
11.4. Смазочно-заправочные работы (*В.А. Янчевский*) 188
11.5. Разборочно-сборочные работы (*А.А. Солнцев*) 189
11.6. Слесарно-механические работы (*В.А. Янчевский*) 198
11.7. Тепловые работы (*В.А. Янчевский*) 199
11.8. Кузовные работы (*В.А. Янчевский*) 200

Глава 12

Технология технического обслуживания и ремонта агрегатов и систем автомобиля 205

12.1. Цилиндропоршневая группа и газораспределительный механизм двигателя (*И.В. Конин*) 205
12.2. Системы смазки и охлаждения двигателя (*В.А. Янчевский*) 218

12.3. Система зажигания двигателя (*А.П. Болдин*) 220
12.4. Система питания двигателя (*А.П. Болдин, В.А. Васильев*) 223
12.5. Двигатели с компьютерным управлением рабочими процессами (*В.А. Васильев*) 227
12.6. Агрегаты и механизмы трансмиссии (*В.А. Васильев*) 232
12.7. Тормозная система, рулевое управление и передний мост (*В.А. Янчевский*) 238
12.8. Особенности технической эксплуатации шин и колес (*В.А. Янчевский*) 245
12.9. Электрооборудование и охранные системы (*А.П. Болдин*) 254

Глава 13

Организация и типизация технологических процессов (*В.А. Васильев*) 259

13.1. Принципы построения, проектирования и типизации 259
13.2. Формы и методы организации 262
13.3. Технология и порядок проведения государственных технических осмотров 267
Вопросы для самоконтроля по второму разделу 269

Раздел третий

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 14

Основные положения по управлению производством ТО и ремонта автомобилей 270

14.1. Определение понятия "управление производством" (*Е.С. Кузнецов*) 270
14.2. Программно-целевые методы управления автомобильным транспортом и его подсистемами (*Е.С. Кузнецов*) 272
14.3. Основные задачи и ресурсы инженерно-технической службы (*Е.С. Кузнецов*) 275
14.4. Персонал инженерно-технической службы (*Е.С. Кузнецов, В.А. Коньков*) 279

Глава 15

Методы принятия решений при управлении производством (*Е.С. Кузнецов*) 283

15.1. Алгоритм и классификация методов принятия решений 283
15.2. Интеграция мнений специалистов 287
15.3. Принятие решений в условиях дефицита информации с использованием игровых методов 289

Глава 16

Формы и методы организации производства технического обслуживания и ремонта автомобилей 294

16.1. Организационно-производственная структура инженерно-технической службы (*В.М. Власов*) 294
16.2. Методы организации (*В.М. Власов*) 298
16.3. Система организации и управления (*В.М. Власов*) 301
16.4. Планирование и учет (*В.М. Власов*) 304
16.5. Оперативное управление (*В.М. Власов*) 307
16.6. Лицензирование и сертификация процессов и услуг технической эксплуатации (*В.А. Коньков, Г.Ш. Муравкина*) 310

Глава 17

Информационное обеспечение технической эксплуатации автомобилей (*А.В. Постолит*) 316

17.1. Источники и методы получения информации 316
17.2. Документооборот, планирование и учет в системах поддержания работоспособности 320

Глава 18

Использование компьютерной и сетевой техники при управлении производством (*Е.С. Кузнецов, А.В. Постолит*) 322

18.1. Принципы построения информационных систем 322
18.2. Структура и функционирование информационных систем управления производством 323
18.3. Безбумажные технологии и средства идентификации 324
Вопросы для самоконтроля по третьему разделу 329

Раздел четвертый

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Глава 19

Основные задачи материально-технического обеспечения (*Ю.Н. Фролов*) 330

19.1. Изделия и материалы, используемые автомобильным транспортом 330
19.2. Факторы, влияющие на потребность в запасных частях и материалах 332
19.3. Система материально-технического обеспечения автомобильного транспорта 335

Глава 20

Организация хранения запасных частей и материалов (*Ю.Н. Фролов*) 339

20.1. Определение номенклатуры и объемов хранения деталей на складах 339
20.2. Управление запасами на складах 341
20.3. Организация складского хозяйства и учета расхода запасных частей и материалов на предприятиях 343

Глава 21

Обеспечение автомобильного транспорта топливно-энергетическими ресурсами (*Ю.Н. Фролов*) 345

21.1. Факторы, влияющие на расход топлива 345
21.2. Нормирование расхода топлива и смазочных материалов 347
21.3. Перевозка, хранение и раздача топлив и смазочных материалов 352
21.4. Ресурсосбережение на автомобильном транспорте 355
Вопросы для самоконтроля по четвертому разделу 360

Раздел пятый

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Глава 22

Особенности эксплуатации автомобилей в экстремальных природно-климатических условиях (*Н.П. Панкратов, И.В. Конин*) 362

22.1. Факторы, влияющие на работоспособность автомобилей в экстремальных условиях 362
22.2. Особенности эксплуатации автомобилей при низких температурах 363
22.3. Способы и средства, облегчающие пуск при безгаражном хранении автомобилей в зимних условиях 368
22.4. Особенности технической эксплуатации автомобилей в горной местности и при высоких температурах окружающей среды 382

Глава 23

Обеспечение эксплуатации автомобилей в особых производственных и социальных условиях 384

23.1. Автомобили, осуществляющие пассажирские перевозки (*В.А. Максимов*) 384
23.2. Автомобили для междугородных и международных перевозок (*Е.С. Кузнецов*) 392
23.3. Специализированный подвижной состав (*В.Г. Коваленко, А.А. Хазиев*) 397

Глава 24

Техническая эксплуатация автомобилей, использующих альтернативные виды топлива (*Ю.В. Панов*) 407

24.1. Виды и свойства альтернативных топлив 407
24.2. Переоборудование автомобилей для работы на газовом топливе 411
24.3. Снабжение газовым топливом 415
24.4. Требования к производственно-технической базе предприятий, эксплуатирующих ГБА 418
24.5. Особенности организации технического обслуживания и текущего ремонта ГБА 423

Глава 25

Особенности технической эксплуатации индивидуальных автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 426

25.1. Специфика использования некоммерческих автомобилей 426
25.2. Организация технической эксплуатации 428
Вопросы для самоконтроля по пятому разделу 432

Раздел шестой

РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Глава 26

Источники, виды и размеры воздействий автотранспортного комплекса на окружающую среду (*Е.С. Кузнецов, Ю.Н. Фролов*) 433

26.1. Экологическая безопасность автотранспортного комплекса 433
26.2. Виды и источники воздействий автотранспортного комплекса 436
26.3. Компоненты и размеры загрязнения окружающей среды 438

Глава 27

Экологическая безопасность автомобилей в эксплуатации (*Е.С. Кузнецов, Ю.Н. Фролов*) 444

27.1. Обеспечение нормативных показателей токсичности и экономичности автомобилей 444
27.2. Комплектование парка автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками 450
27.3. Выбор и применение экологичных топлив, масел и эксплуатационных материалов 453
27.4. Организация работы по обеспечению экологической безопасности 455
Вопросы для самоконтроля по шестому разделу 460

Раздел седьмой

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 28

Основные направления научно-технического прогресса на автомобильном транспорте (*Е.С. Кузнецов*) 461

28.1. Интенсивная и экстенсивная формы развития производства 461
28.2. Факторы, определяющие научно-технический прогресс в сфере технической эксплуатации автомобилей 466

Глава 29

Перспективы и направления развития технической эксплуатации автомобилей 470

29.1. Концепция обеспечения, контроля и регулирования нормативного технического состояния автомобильного парка России (*Е.С. Кузнецов*) 470
29.2. Совершенствование системы обеспечения работоспособности автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 472
29.3. Формирование и развитие рынка услуг (*Е.С. Кузнецов*) 476
29.4. Повышение и обеспечение в эксплуатации требований к экологической безопасности автомобилей (*Е.С. Кузнецов*) 478
29.5. Развитие новых информационных технологий (*Е.С. Кузнецов, А.В. Постолит*) 481
29.6. Развитие и совершенствование систем управления качеством (*Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов*) 488

Вопросы для самоконтроля по седьмому разделу 493

Заключение 495

Литература, законодательно-нормативные материалы 497

Приложения 501

Кузнецов Евгений Семенович
Болдин Адольф Петрович
Власов Владимир Михайлович и др.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

Зав. редакцией *А.И. Кучинская*

Редактор *Н.Н. Прокофьева*
Художник *Т.В. Болотина*
Художественный редактор *В.Ю. Яковлев*
Технический редактор *В.В. Лебедева*
Корректоры *А.Б. Васильев, Н.П. Круглова, Т.И. Шеповалова*

Подписано к печати 18.12.2003
Формат 70×100 1/16. Гарнитура Таймс
Печать офсетная
Усл.печ.л. 43,6. Усл.кр.-отт. 43,6. Уч.-изд.л. 49,7
Тираж 800 экз. Тип. зак. 9282
Заказное

Издательство "Наука"
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90
E-mail: secret@naukaran.ru
Internet: www.naukaran.ru

ППП "Типография "Наука"
121099, Москва, Шубинский пер., 6