

Техническая эксплуатация автомобилей

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

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

Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника для студентов вузов,
обучающихся по специальности
"Автомобили и автомобильное хозяйство"



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1991

А в т о р ы: д-р техн. наук, проф. Е. С. Кузнецов; канд. техн. наук В. П. Воронов; канд. техн. наук А. П. Болдин; канд. техн. наук В. П. Лукин; канд. техн. наук В. А. Черненко; канд. техн. наук В. М. Власов; канд. техн. наук Ю. Н. Фролов; д-р техн. наук, проф. Г. В. Крамаренко; канд. техн. наук В. А. Янчевский; канд. техн. наук Н. П. Панкратов

Рецензент — кафедра технического обслуживания автомобилей Киевского автомобильно-дорожного института

Заведующий редакцией В. И. Лапшин

Редактор Л. А. Мостницкий

Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; Под ред. Е. С. Кузнецова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1991. — 413 с.

ISBN 5-277-00967-1

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

Второе издание вышло в 1983 г.

Для студентов автотранспортных вузов и факультетов, изучающих техническую эксплуатацию автомобилей.

Т 3203030000-100 КБ-11-92-1991
049(01)-91

ББК 39.33-08

ISBN 5-277-00967-1

© Издательство «Транспорт», 1983.

© Коллектив авторов, 1991, с изменениями и дополнениями.

Предисловие	7
Введение	8

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1. Требования к инженеру-механику автомобильного транспорта в условиях интенсификации производства (Е. С. Кузнецов) .	12
1.1. Определение и содержание понятия инженер	12
1.2. Функции и варианты деловой карьеры инженера-механика	14
1.3. Требования и особенности подготовки инженеров-механиков для автомобильного транспорта	17
Глава 2. Основы обеспечения работоспособности автомобилей (Е. С. Кузнецов) .	20
2.1. Качество, техническое состояние и работоспособность автомобилей	20
2.2. Основные причины изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации	25
2.3. Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобилей	27
2.4. Классификация отказов	31
2.5. Классификация закономерностей, характеризующих изменение технического состояния автомобилей	33
2.6. Закономерности изменения технического состояния по наработке автомобилей (закономерности первого вида)	35
2.7. Закономерности случайных процессов изменения технического состояния автомобилей (закономерности второго вида)	36
2.8. Закономерности процессов восстановления (закономерности третьего вида)	42
2.9. Классификация случайных процессов при технической эксплуатации	46
2.10. Свойства и основные показатели надежности автомобилей	50
2.11. Понятие о методах обеспечения и управления работоспособностью автомобилей	51
Глава 3. Методы определения нормативов технической эксплуатации автомобилей (Е. С. Кузнецов) .	54
3.1. Понятие об основных нормативах технической эксплуатации	54
3.2. Периодичность технического обслуживания	54
3.3. Трудоемкость технического обслуживания и ремонта	63
3.4. Определение ресурсов и норм расхода запасных частей	64
Глава 4. Информационное обеспечение работоспособности и диагностика автомобилей (В. М. Власов) .	66
4.1. Методы получения информации при управлении работоспособностью автомобилей	66
4.2. Определение предельных и допустимых значений параметров технического состояния	70
4.3. Диагностика как метод получения информации об уровне работоспособности автомобилей	75
4.4. Методы и процессы диагностирования	79
Глава 5. Закономерности формирования производительности и пропускной способности средств обслуживания (Е. С. Кузнецов, В. П. Лукин) .	88
5.1. Средства обслуживания как системы массового обслуживания. Классификация и показатели их эффективности	88
5.2. Факторы, влияющие на показатели эффективности средств обслуживания и методы интенсификации производства	92
5.3. Механизация, автоматизация и роботизация как методы интенсификации производственных процессов	94

Глава 6. Система технического обслуживания и ремонта автомобилей (Е. С. Кузнецов)	97
6.1. Назначение и основы системы	97
6.2. Методы формирования системы технического обслуживания и ремонта, ее характеристика	98
6.3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава	102
Глава 7. Комплексные показатели оценки эффективности технической эксплуатации автомобилей (Е. С. Кузнецов)	108
7.1. Количественная оценка состояния автомобилей и показателей эффективности ТЭА	108
7.2. Связь коэффициента технической готовности с показателями надежности автомобилей	110
7.3. Цели технической эксплуатации как подсистемы автомобильного транспорта	114
Вопросы для самоконтроля по первому разделу	116

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 8. Общая характеристика технологических процессов обеспечения работоспособности автомобилей (В. А. Янчевский, Ю. Н. Фролов, В. М. Власов, А. П. Болдин, Е. С. Кузнецов)	117
8.1. Автомобиль как объект труда при техническом обслуживании и ремонте	117
8.2. Понятие о технологическом процессе	118
8.3. Производственная программа	121
8.4. Общая характеристика работ	122
8.5. Технологическое оборудование	132
Глава 9. Технология технического обслуживания и текущего ремонта агрегатов и систем автомобилей (В. Я. Янчевский, А. П. Болдин, Г. В. Крамаренко, В. М. Власов, А. П. Болдин)	156
9.1. Двигатель и его системы	156
9.2. Агрегаты и механизмы трансмиссии	174
9.3. Рулевое управление, передний мост, тормоза	176
9.4. Кабина, кузов, оперение	185
9.5. Электрооборудование	189
9.6. Общее диагностирование автомобиля	192
Глава 10. Организация технологических процессов (В. А. Янчевский, В. М. Власов, Г. В. Крамаренко, Б. Н. Фролов)	195
10.1. Нормативно-технологическое обеспечение	195
10.2. Формы организации технологических процессов	197
10.3. Особенности организации ТО и ТР газобаллонных автомобилей	201
Глава 11. Особенности технической эксплуатации автомобильных шин (В. А. Янчевский)	204
11.1. Классификация, маркировка и конструкция шин	204
11.2. Взаимодействие шины с дорогой и факторы, определяющие ресурс шин	206
11.3. Особенности технического обслуживания и ремонта шин	212
11.4. Организация шинного хозяйства АТП	218
Вопросы для самоконтроля по второму разделу	223

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 12. Основные положения по управлению производством технического обслуживания и ремонта автомобилей (Е. С. Кузнецов)	224
12.1. Понятие об управлении	224
12.2. Программно-целевые методы управления автомобильным транспортом и его подсистемами	225
12.3. Информационное обеспечение управления производством	231
12.4. Методы принятия инженерных решений по управлению производством	232

Глава 13. Структура и ресурсы инженерно-технической службы автомобильного транспорта (Е. С. Кузнецов) .	235
13.1. Основные задачи инженерно-технической службы	235
13.2. Структура и ресурсы инженерно-технической службы автомобильного транспорта	236
13.3. Влияние возрастной структуры парка на показатели технической эксплуатации	242
Глава 14. Персонал инженерно-технической службы и методы принятия решений по управлению ТО и ремонтом автомобилей (Е. С. Кузнецов) .	248
14.1. Общая характеристика персонала	248
14.2. Интеграция мнений специалистов при принятии решений	249
14.3. Принятие решений в условиях недостатка информации	252
14.4. Использование имитационного моделирования и деловых игр при анализе производственных ситуаций и принятии решений	258
Глава 15. Формы и методы организации управления инженерно-технической службой (В. М. Власов) .	261
15.1. Организационно-производственная структура ИТС	261
15.2. Формы и методы организации производства технического обслуживания и ремонта автомобилей	263
15.3. Централизованная система организации и управления производством технического обслуживания и ремонта автомобилей	266
15.4. Планирование и учет системы поддержания работоспособности. Документооборот	272
15.5. Оперативно-производственное управление техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей	277
15.6. Управление инженерно-технической службой на региональном уровне	283
Глава 16. Управление качеством технического обслуживания и ремонта автомобилей (В. П. Воронов) .	285
16.1. Основные понятия и определения	285
16.2. Управление качеством работ на автомобильном транспорте	286
16.3. Система оперативного прогнозирования качества технического обслуживания и ремонта автомобилей на АТП	287
Глава 17. Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования (Е. С. Кузнецов) .	296
17.1. Классификация технологического оборудования	296
17.2. Система и организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования	297
Вопросы для самоконтроля по третьему разделу	300

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ 301

Глава 18. Основные задачи материально-технического обеспечения на автомобильном транспорте (Ю. Н. Фролов) .	301
18.1. Изделия и материалы, используемые автомобильным транспортом	301
18.2. Факторы, влияющие на расход запасных частей и материалов	302
18.3. Обеспечение автомобильного транспорта запасными частями и материалами	304
Глава 19. Организация хранения запасных частей и управление запасами (Ю. Н. Фролов) .	308
19.1. Определение номенклатуры и объемов хранения агрегатов, узлов и деталей на складах различных уровней	308
19.2. Организация складского хозяйства и управление запасами на АТП	310
19.3. Технологическая подготовка производства и регулирование запасов в автотранспортных объединениях	312
Глава 20. Обеспечение автомобильного транспорта горючесмазочными материалами и методы их экономии (Г. В. Крамаренко, Ю. Н. Фролов) .	316
20.1. Основные факторы, влияющие на расход топлива автомобилями	316
20.2. Влияние технического обслуживания автомобилей на экономию топлива	317

20.3. Нормирование расхода топлива	318
20.4. Перевозка, хранение и раздача жидкого топлива	322
20.5. Перевозка, хранение и раздача сжиженного и сжатого газов	325
20.6. Перевозка, хранение и раздача смазочных материалов	327
20.7. Пути экономии горючесмазочных материалов	329
Вопросы для самоконтроля по четвертому разделу	330

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ И ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 331

Глава 21. Обеспечение эксплуатации автомобилей в экстремальных природных условиях (Г. В. Крамаренко, Н. П. Панкратов)	331
21.1. Факторы, влияющие на работоспособность автомобилей в экстремальных природных условиях	331
21.2. Эксплуатация автомобилей при низких температурах	335
21.3. Эксплуатация автомобилей в горной местности и при высоких температурах	352
Глава 22. Организация технической эксплуатации автомобилей в отрыве от основной производственной базы (Н. П. Панкратов)	
22.1. Особенности и условия технической эксплуатации автомобилей, работающих в отрыве от постоянных баз	353
22.2. Техническая эксплуатация автомобилей, направленных на уборку урожая	354
22.3. Техническая эксплуатация автомобилей при международных и междугородных перевозках, а также при доставке тяжеловесных и крупногабаритных грузов	359
Глава 23. Техническая эксплуатация специализированных автомобилей (Н. П. Панкратов)	361
23.1. Внедорожные самосвалы	361
23.2. Цистерны, фургоны, рефрижераторы	365
Глава 24. Охрана окружающей среды от вредных воздействий автомобильного транспорта (В. А. Черненко)	367
24.1. Автомобиль как фактор воздействия на природу, население и персонал	367
24.2. Способы снижения влияния автомобильного транспорта на окружающую среду	368
Вопросы для самоконтроля по пятому разделу	375

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 25. Основные направления научно-технического прогресса на автомобильном транспорте (Е. С. Кузнецов)	376
25.1. Определение понятия научно-технического прогресса. Экстенсивные и интенсивные формы развития производства	376
25.2. Факторы, определяющие научно-технический прогресс в сфере технической эксплуатации	380
Глава 26. Основные направления совершенствования технической эксплуатации автомобилей (Е. С. Кузнецов)	385
26.1. Перспективы развития системы технического обслуживания и ремонта автомобилей	385
26.2. Концентрация, специализация и кооперация производства технического обслуживания и ремонта автомобилей	387
26.3. Оптимизация производственных процессов, использование ЭВМ и микропроцессорной техники в технической эксплуатации автомобилей	391
Вопросы для самоконтроля по шестому разделу	395
Приложения	396
Список литературы	406
Предметный указатель	408

С момента выхода в свет предыдущего, второго издания этого учебника прошло более семи столь важных для народного хозяйства и автомобильного транспорта лет. Народное хозяйство и автомобильный транспорт начали работать в новых условиях хозяйствования, характерными чертами которых является возрастание экономической ответственности и социальной направленности производства, а также ответственности за вредные воздействия на окружающую среду. В этих условиях возрастает значение правильно и своевременно принятых научно обоснованных инженерных решений, повышаются требования к подготовке специалистов, в частности инженеров-механиков.

Инженерная специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство» является одной из основных на автомобильном транспорте. Ежегодной подготовкой тысяч инженеров-механиков этой специальности занято почти 70 автомобильно-дорожных, политехнических, машиностроительных и других вузов страны.

Настоящий учебник базируется на опыте чтения соответствующей дисциплины в Московском автомобильно-дорожном институте (МАДИ), на выполненных научно-исследовательских работах, на обобщении передового опыта.

В новом издании учебника впервые рассмотрены требования к инженеру-механику автомобильного транспорта и его производственные функции, определяющие методологию и содержание подготовки и переподготовки специалиста.

Особое внимание уделено фундаменту курса ТЭА — теоретическим основам, цель изучения которых состоит в познании закономерностей технической эксплуатации от простейших, описывающих изменение эксплуатационных свойств и причины изменения работоспособности отдельного изделия (автомобиля, агре-

гата, детали), до более сложных, объясняющих формирование эксплуатационных свойств и работоспособности группы (парка) автомобилей, функционирование средств обслуживания и производственно-технической базы в целом.

Более подробно с учетом происходящих на автомобильном транспорте изменений (состава и структуры парка, условий эксплуатации, уровня централизации и специализации технического обслуживания и ремонта, хозяйственных отношений) рассмотрены технология и организация технического обслуживания и ремонта, применение при управлении производством компьютерной техники.

Впервые в учебнике описаны не только применение и конструкция технологического оборудования, но и его обслуживание и ремонт.

Существенное место в учебнике занимает новый материал, связанный с методами принятия инженерных решений, ресурсосбережением, применением альтернативных видов топлив и защитой окружающей среды.

Полностью переработан и обновлен важный раздел, связанный с технической эксплуатацией автомобилей в особых природно-климатических и дорожных условиях и в отрыве от производственной базы.

Завершающий раздел учебника посвящен научно-техническому прогрессу и перспективам развития технической эксплуатации автомобилей. Этот раздел, по мнению авторов, расширяет кругозор специалистов, поможет сделать их инженерную подготовку более динамичной, хорошо приспособленной к происходящим изменениям.

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

*Д-р техн. наук,
проф. Е. С. КУЗНЕЦОВ*

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживая более 1,1 млн. предприятий, организаций, колхозов, совхозов и других коллективных клиентов народного хозяйства, а также население страны. Ежегодно автомобильным транспортом народного хозяйства перевозится более 80 % грузов, транспортом общего пользования — более 75 % пассажиров.

Одновременно автомобильный транспорт является основным потребителем ресурсов, расходуемых транспортным комплексом: 66 % топлива нефтяного происхождения, 70 % трудовых ресурсов и примерно половина всех капиталовложений.

Для повышения эффективности транспорта необходимо ускорять создание и внедрение передовой техники и технологии, улучшать условия труда и быта персонала, повышать его квалификацию и заинтересованность в результатах труда, развивать новые виды транспорта, повышать темпы обновления подвижного состава и других технических средств, укреплять материально-техническую и ремонтную базы, повышать уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ. Одновременно надо повышать безопасность движения, снижать отрицательное воздействие транспорта на окружающую среду.

Интенсификация производства, повышение производительности труда, экономия всех видов ресурсов — это задачи, имеющие непосредственное

отношение и к автомобильному транспорту, и его подсистеме — технической эксплуатации автомобилей * (ТЭА), обеспечивающей работоспособность автомобильного парка. Ее развитие и совершенствование диктуются интенсивностью развития самого автомобильного транспорта и его ролью в транспортном комплексе страны, необходимостью экономии трудовых, материальных, топливно-энергетических и других ресурсов при перевозках, техническом обслуживании (ТО), ремонте и хранении автомобилей, необходимостью обеспечения транспортного процесса надежно работающим подвижным составом, защиты населения, персонала и окружающей среды.

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей. Решение этой проблемы, с одной стороны, обеспечивается автомобильной промышленностью за счет выпуска более надежных автомобилей, с другой — совершенствованием методов технической эксплуатации автомобилей. Это требует создания необходимой производственной базы для поддержания подвижного состава в исправном состоянии, широкого применения прогрессивных и ресурсосберегающих технологических процессов ТО и ре-

* Здесь и далее под автомобилями понимается весь подвижной состав автомобильного транспорта, т. е. легковые и грузовые автомобили, автобусы, седельные тягачи и автомобильные шасси, прицепы и полуприцепы.

монта, эффективных средств механизации, роботизации и автоматизации производственных процессов, повышения квалификации персонала, расширения строительства и улучшения качества дорог.

Требования к надежности транспортных средств повышаются в связи с ростом скоростей и интенсивности движения, мощности, грузоподъемности и вместимости автомобилей, а также при усилении технологической и организационной связей автомобильного транспорта с обслуживаемыми предприятиями и другими видами транспорта.

Содержание автомобильного парка страны требует больших затрат, связанных с его ТО и ремонтом. Ежегодно, например, для поддержания автомобилей в технически исправном состоянии требуется 150—200 руб. на легковой автомобиль индивидуального пользования, 1500—1800 руб. на грузовой автомобиль и 2000—3000 руб. на автобус в зависимости от условий эксплуатации.

Автомобильный транспорт расходует значительное количество запасных частей, материалов, использует при ТО и ремонте разнообразное технологическое оборудование, приспособления и оснастку.

Трудоемкость изготовления современного грузового автомобиля средней и большой грузоподъемности равна 120—150 нормо-ч, в то время как трудоемкость обслуживания и ремонта в зависимости от интенсивности эксплуатации может составлять ежегодно от 400—900 нормо-ч. Это положение обуславливает необходимость иметь одного ремонтного рабочего на 2—5 грузовых автомобилей или на 1—2 автобуса. Структура трудовых затрат за весь срок эксплуатации грузового автомобиля определяется следующими примерными соотношениями: техническая эксплуатация, включающая техническое обслуживание и текущий ремонт (ТР), составляет 91 %, проектирование и изготовление 2 % и капитальный ремонт автомобиля,

агрегатов и восстановление деталей 7 % от общих затрат.

Постоянное увеличение числа эксплуатируемых автомобилей ведет к загрязнению окружающей среды вредными для здоровья человека компонентами отработавших газов и эксплуатационных материалов, а также продуктами изнашивания и неutilизированными после выработки ресурса узлами и деталями. На автомобильный транспорт приходится до 40 % выброса вредных веществ в атмосферу. При этом неисправности системы питания или зажигания автомобиля с карбюраторным двигателем вызывают увеличение содержания вредных компонентов в отработавших газах в 2—7 раз. К тому же неисправные или старые автомобили превышают уровень допустимого шума на 15—20 %. Наконец, неисправные автомобили являются источником 5—8 % дорожно-транспортных происшествий.

Повышение производительности, комфортабельности, экономичности автомобилей зачастую связано с установкой дополнительных агрегатов, механизмов, компьютерных систем или их усложнением, что вызывает увеличение трудовых и материальных затрат при техническом обслуживании и ремонте.

Автомобильный транспорт является крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов, экономное использование которых зависит от качества работы систем питания, электрооборудования, ходовой части и других механизмов и агрегатов автомобиля, а также квалификации персонала. Важной проблемой, решаемой автомобильным транспортом и, в частности, технической эксплуатацией, является применение альтернативных видов топлива и прежде всего сжатого природного (метан) и сжиженного нефтяного газа (пропан-бутан).

Рост парка автомобилей, сопровождающийся его старением, вызывает дополнительные затраты на поддержание в исправном состоянии автомобилей, имеющих большой про-

бег с начала эксплуатации. Так, если расход запасных частей автомобиля-такси в интервале пробега 100—150 тыс. км принять за 100 %, то при пробеге до 50 тыс. км он составит 12 %, 150—200 тыс. км — 166 %, 200—250 тыс. км — 456 %, 250—300 тыс. км — 608 % и 300—350 тыс. км — 686 %.

Некоторое отставание производственной базы автомобильного транспорта от роста парка, недостаточное оснащение ее средствами механизации производственных процессов, сравнительно малые размеры (мощность) комплексных автотранспортных предприятий (АТП), особенно ведомственных, отрицательно влияют на техническое состояние автомобилей, увеличивают потребность в ресурсах и замедляют рост производительности труда ремонтного персонала.

Из тенденций, оказывающих положительное влияние на техническую эксплуатацию автомобилей, необходимо отметить следующие: расширение дорожного строительства; сокращение за последние годы на 25—30 % трудоемкости технического обслуживания и ремонта, а также повышение ресурса автомобилей до первого капитального ремонта в результате совершенствования конструкции и качества их ТО и ремонта; укрупнение АТП.

Производственно-техническая база перестраивается на принципах централизации, специализации и кооперирования ТО и ремонта. В результате повышения квалификации ремонтного персонала, лучшей организации и оснащения предприятий средствами механизации, перехода к хозрасчету и аренде увеличилась производительность труда ремонтного и обслуживающего персонала.

Обеспечение работоспособности и реализация потенциальных свойств автомобиля, заложенных при его создании (в частности, эксплуатационной надежности), снижение затрат на содержание, ТО и ремонт, уменьшение соответствующих простоев, обеспечивающих повышение произ-

водительности перевозок при одновременном снижении их себестоимости, т. е. повышение экономичности и обеспечение экологичности — *основные задачи технической эксплуатации* подвижного состава автомобильного транспорта.

Для их решения необходимо изучение закономерностей изменения технического состояния автомобиля (агрегата, узла, механизма) под влиянием различных факторов в процессе его эксплуатации. Знание этих закономерностей необходимо для разработки и эффективного применения научно обоснованных методов и нормативов поддержания автомобилей в технически исправном состоянии, т. е. управления их работоспособностью. Эти методы базируются на использовании математической статистики, теории вероятностей, теории надежности, диагностики и других дисциплин, на умелом применении компьютерной техники.

Существенное значение для решения проблемы управления техническим состоянием автомобиля имеет планово-предупредительная система ТО и ремонта подвижного состава, регламентирующая режимы и другие нормативы по его содержанию в технически исправном состоянии.

Важным элементом решения проблемы управления техническим состоянием автомобилей является совершенствование технологических процессов и организации производства ТО и ремонта автомобилей, включающее рационализацию структуры инженерно-технической службы, методов принятия инженерных решений, технологических приемов, оборудования постов и рабочих мест и научную организацию труда (НОТ).

Организация материально-технического снабжения и научно обоснованного нормирования включает в себя перевозку (получение), хранение, раздачу, нормирование расхода эксплуатационных и ремонтных материалов, запасных частей, агрегатов и мероприятия по их экономии, обеспечивающие уменьшение затрат на содержание парка автомобилей.

Важной задачей является также рациональная организация технической эксплуатации автомобилей в особых условиях: при работе и хранении в условиях низких температур, эксплуатации в горной местности и в отрыве от производственно-технической базы (на уборке урожая, при освоении новых регионов и т. п.). Техническая эксплуатация автомобилей рассматривает также методы проектирования, реконструкции и технического перевооружения производственно-технической базы: АТП и централизованных производств, гаражей и станций технического обслуживания, обеспечивающих выполнение всех вышеуказанных требований по содержанию парка автомобилей.

Интенсификация производства ТО и ремонта, ресурсосбережение на основе применения достижений научно-технического прогресса повышает роль человеческого фактора, т. е. профессиональной и общественно-политической подготовки персонала инженерно-технической службы и прежде всего инженеров-механиков и руководителей предприятий.

Итак, техническая эксплуатация автомобилей как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием автомобильного парка с целью обеспечения регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной

реализации технических возможностей конструкции и обеспечении заданных уровней эксплуатационной надежности автомобиля, оптимизации материальных и трудовых затрат, сведении к минимуму отрицательного влияния технического состояния подвижного состава на персонал и окружающую среду.

Техническая эксплуатация автомобилей как область практической деятельности — это комплекс технических, социальных, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание автомобильного парка в исправном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов и обеспечении нормальных условий труда и быта персонала. Эффективность технической эксплуатации автомобилей обеспечивает инженерно-техническая служба.

Главная задача курса «Техническая эксплуатация автомобилей» заключается в профессиональной подготовке инженеров-механиков 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 охраны окружающей среды.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1

ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРУ-МЕХАНИКУ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ПОНЯТИЯ ИНЖЕНЕР

Историческим корнем слова инженер является латинское слово *ingenium* — природные склонности, изобретательность, знания. В связи с развитием промышленности, транспорта, сельского хозяйства, превращением науки в непосредственную производительную силу общества роль инженерного труда возрастает. В. И. Ленин отмечал: «...Чтобы управлять, нужно быть компетентным, нужно полностью и до точности знать все условия производства, нужно знать технику этого производства на ее современной высоте, нужно иметь известное научное образование» *. Исторически роль инженерно-технического труда определяется положением инженера в составе так называемого совокупного рабочего и связана с обособлением умственного труда в сфере материального производства в связи с появлением машин, укрупнением и усложнением производства, развитием функций регулирования, контроля, управления, координации, исследований, проектирования и конструирования оборудования.

Таким образом, первой особенностью, свойственной инженерному труду, является передача ему в связи с разделением труда наиболее сложных функций совокупного рабочего, а именно, функций координации,

контроля, подготовки и организации производства.

Вторая особенность связана с созданием и применением машин, а затем и комплексов машин и другого оборудования. К. Маркс очень четко определяет этот аспект, обращая при этом внимание на его эксплуатационную сторону: «...количественно незначительный персонал, который занят контролем за всеми машинами и постоянной их починкой, например, инженеры, механики... и т. д.» *.

Третьей особенностью, которую подчеркивал К. Маркс, является производственный характер инженерного труда: «К числу этих производительных работников принадлежат, разумеется, все те, кто так или иначе участвует в производстве товара, начиная с рабочего в собственном смысле слова и кончая директором, инженером (в отличие от капиталиста)» **. И далее «...производительным трудом будет всякий такой труд, который входит в производство товара..., каким бы ни был этот труд — физическим или нефизическим (научным)» ***. Напомним при этом, что К. Маркс называл транспорт четвертой сферой материального производства.

Производственный характер инженерного труда и его специфическая роль в составе совокупного рабочего позволяют определить предмет, сред-

* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 23. С. 431.

** Там же. Т. 26. Ч. 1. С. 138.

*** Там же. Т. 26. Ч. 3. С. 449.

* Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 40. С. 215.

ства и результат инженерного труда. Прежде всего предметом инженерного труда являются технологический процесс в целом или отдельные элементы этого процесса, а в качестве средств труда выступают инженерные и управленческие методы. Естественно, что и эффективность инженерно-технического труда в этом случае оценивается по итогам, т. е. по конечному результату. Подобный подход особенно важен в условиях нового хозяйственного механизма.

Инженерный труд, как и всякий другой, имеет характерные индивидуальные особенности, направленные, в частности, на получение и преобразование информации, подготовку и принятие инженерных решений. При этом в качестве предмета труда выступает информация в различных ее проявлениях, а в качестве средств инженерного труда — приспособления и методы, облегчающие, механизующие и автоматизирующие этот труд: счетно-решающие машины, средства связи, системы автоматического проектирования, чертежные принадлежности и т. п. Результатом труда является преобразованная информация и принимаемые на ее основе инженерные решения.

Понятие и звание инженер давно применялись в России, где инженерное образование началось с основания в 1701 г. в Москве Школы математических и навигацких наук, а затем в 1712 г. первой инженерной школы.

Первое транспортное высшее учебное заведение было открыто в Петербурге в 1809 г. и получило название Институт корпуса инженеров путей сообщения. В 1896 г. было создано Инженерное училище, которое с 1924 г. носит название Московский институт инженеров железнодорожного транспорта (МИИТ). В 1830 г. организуется в Москве ремесленное училище «для подготовки искусных мастеров с теоретическими сведениями», известное в дальнейшем как МВТУ (ныне МГТУ). Здесь в 1909 г. впервые в России было начато обучение по автомобильной специальности.

С 1912 по 1915 г. под руководством проф. Н. Р. Брилинга было подготовлено 11 инженеров по специальности «Автомобилестроение».

Специалистов по эксплуатации автомобилей впервые начали готовить в русской армии. В 1914 г. организована для этой цели специальная автомобильная рота. Инженеров-автомобилистов начали готовить в Москве на автомобильном отделении Механического института им. Ломоносова (инженеры-механики), где имела кафедра эксплуатации и ремонта автомобилей, и на автодорожном факультете МИИТа, который первых профессиональных инженеров по автодорожному строительству выпустил в 1925 г.

13 декабря 1930 г. Совнарком СССР постановил организовать на базе автодорожного факультета МИИТа и Высшей автодорожной школы Московский автомобильно-дорожный институт. В 1931 г. в МАДИ получил диплом инженера-дорожника 31 выпускник. С 1934 г. начался выпуск инженеров-эксплуатационников, занимающихся перевозками, а затем инженеров-автомехаников. В настоящее время специалистов для автомобильного транспорта готовят пять автомобильно-дорожных вузов и более 60 факультетов политехнических, индустриальных и других вузов, причем более 70 % их выпуска составляют инженеры-механики по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

В современном понимании инженер — это специалист, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает на основе анализа, расчетов и других методов создание, преобразование или поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с заданными параметрами их функционирования.

Инженер является основным носителем научно-технического прогресса, преобразующим его идеи и законы

в конкретные конструктивно-технологические формы и организационные решения, а также организатором их реализации в процессе производства, поэтому высшее и среднее специальное образование должно играть возрастающую роль как фактор долгосрочного, стратегического воздействия на ускорение научно-технического прогресса, на совершенствование общественных отношений.

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

конструирования и проектирования новых изделий, систем и сооружений (конструкторы, проектировщики, испытатели и др.);

промышленного изготовления новых изделий и систем или промышленного строительства сооружений (технологи, производители работ и др.);

поисково-изыскательских работ (геодезисты, геологи, картографы и др.);

эксплуатации изделий, сооружений и систем в народном хозяйстве (технологи-эксплуатационники, инженеры-механики, электрики, гидравлики по техническому обслуживанию и ремонту и др.).

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

1.2. ФУНКЦИИ И ВАРИАНТЫ ДЕЛОВОЙ КАРЬЕРЫ ИНЖЕНЕРА-МЕХАНИКА

Инженер-механик, специализирующийся в технической эксплуатации автомобилей, это специалист широ-

кого профиля с высшим образованием, работающий в инженерно-технической службе (ИТС) предприятий и организаций автомобильного транспорта и обеспечивающий управление техническим состоянием подвижного состава автомобильного транспорта. *Объектом* деятельности инженера-механика является автомобильный парк, т. е. совокупность автомобилей, прицепов, полуприцепов, находящихся в автотранспортном предприятии, объединении, отрасли. *Цель* деятельности — обеспечение надежной работы автомобильного парка при оптимальном расходе трудовых и материальных ресурсов и сокращении негативного влияния автомобилей на население, персонал и окружающую среду.

Для инженера-механика свойственны следующие *виды производственной деятельности*: производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектная и исследовательская. Участвуя в них, специалист должен уметь:

самостоятельно принимать управляющие решения, использовать достижения НТП;

планировать и организовывать технологические процессы технического обслуживания и ремонта;

реконструировать и проектировать автотранспортные предприятия, цехи и участки, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы, технологическое оборудование и оснастку;

разрабатывать и вести техническую документацию, организовывать повышение квалификации персонала, способствовать развитию изобретательства и рационализаторского движения;

рассчитывать экономическую эффективность применения новой техники, внедряемых технологических и организационных решений;

организовывать инженерный эксперимент, сравнительные испытания новой техники или технологии, использовать компьютерную технику;

осуществлять мероприятия по предотвращению производственного трав-

матизма и профессиональных заболеланий, защите окружающей среде;

владеть рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации, передового опыта.

Необходимо отметить, что молодой специалист в системе автомобильного транспорта имеет большие перспективы профессионального роста. В настоящее время укомплектованность АТП дипломированными специалистами составляет в среднем 85 %, а по специальностям нужного профиля значительно ниже. В то же время потенциальный ресурс работы ряда категорий руководителей (т. е. разница между установленными пенсионным и средним возрастом) недостаточен. Например, у руководителей автотранспортных предприятий он составляет в среднем 8 лет, у главных инженеров, главных механиков и заместителей директора 13—16 лет.

В ближайшей перспективе потребность автомобильного транспорта в инженерах-механиках будет определяться нормативом насыщенности 1,7—2,1 инженера на 100 автомобилей. Иными словами, инженерно-техническая служба парка в 1 млн. автомобилей будет состоять из 17—21 тыс. инженеров, 75—80 тыс. подчиненных им техников и механиков и 250—350 тыс. ремонтных и вспомогательных рабочих. При выборе инженерной специальности и подготовке к этой деятельности необходимо учитывать, что работа на автомобильном транспорте ответственна, интересна, перспективна. Одна из специфических особенностей такой работы — это одновременная эксплуатация в парке нескольких поколений и видов автомобильной техники, а также соответствующего технологического оборудования, компьютерной техники, разных не только по конструкции, но и по принципам работы, что требует от инженерного персонала хорошей теоретической и практической подготовки.

Другой особенностью работы является универсальность, связанная с выполнением специалистом не-

скольких функций: технолога по ТО и ремонту, конструктора (модернизация изделий, создание средств для ТО и ремонта, совершенствование рабочих мест), проектировщика (реконструкция и техническое перевооружение цехов и рабочих мест), экономиста (реализация хозрасчетных отношений цехов, участков, бригад, а также инженерно-технической и перевозочных служб).

Инженеры АТП должны поддерживать постоянную связь с обслуживающим персоналом, сочетать функции исполнителя и руководителя рабочих коллективов, что требует умения работать с персоналом, хороших знаний нормативов и трудового и хозяйственного законодательства, экономики производства, законов о государственном предприятии и трудовых коллективах.

Многообразие условий работы, быстрота изменения производственных ситуаций на транспорте и их нестандартность требуют от инженера оперативности и умения принимать управляющие решения в самых различных ситуациях.

Значительный удельный вес учебно-воспитательной работы в трудовом коллективе требует от инженера не только профессиональных знаний, но и определенных педагогических навыков, умения при необходимости продемонстрировать те или иные приемы работы исполнителя.

Необходимо также учитывать такую специфику работы инженера, как невысокую концентрацию специалистов в сфере эксплуатации, оторванность, в отличие от конструкторов или технологов промышленности, от крупных промышленных и научных центров (автомобильный транспорт непосредственно обслуживает свыше 1,1 млн. коллективных клиентов). Это требует самостоятельности и решительности при выборе и реализации решения. Таким образом, инженер, занимающийся технической эксплуатацией, должен быть специалистом широкого профиля.

Анализ фактического распределения в автодорожных вузах за ряд лет

показывает, что около 90 % молодых специалистов после приобретения в вузе специальности 15.05 («Автомобили и автомобильное хозяйство») направляются на автомобильный транспорт, в том числе 75 % непосредственно на АТП, главным образом в инженерно-техническую службу. Из числа молодых специалистов, направленных на АТП, более 60 % занимают первоначальные должности инженера, механика, мастера. Эти должности требуют от молодых специалистов как руководителей низового звена хорошего знания всей технической документации, конструкции автомобиля и технологического оборудования, приемов их обслуживания и ремонта, умения принимать решения и работать с персоналом.

В целом для всей группы специалистов ИТС с высшим образованием преобладают технологические функции — 36 %, далее следует организационно-управленческие функции — 32 %, учебно-воспитательная и общественно-политическая работа — 17 %, материально-техническое снабжение и другие — 14 %.

В зависимости от места, занимаемого специалистом в иерархии управления АТП, происходит перераспределение функций (табл. 1.1). На первичной инженерной должности преобладают технологические функ-

ции (80 %), поэтому молодой специалист должен хорошо владеть технологией технического обслуживания и ремонта автомобилей. Это основа его профессиональной подготовки.

По мере продвижения специалиста в иерархии управления соотношение выполняемых им функций меняется: сокращается удельный вес технологических и существенно увеличивается значение организационно-управленческих и учебно-воспитательных функций. Таким образом, при подготовке и самоподготовке специалиста необходимо учитывать не только первичные должности, но и динамику продвижения.

Проведенный анализ показал, что за 9—10 лет из числа специалистов, оставшихся на автомобильном транспорте (принято за 100 %), 19 % осталось на первичных должностях; 82 % продвинулись в иерархии управления, в том числе 50 % до должности главного инженера АТП. Эта значительная интенсивность продвижения характерна для ИТС автомобильного транспорта.

Вместе с тем значительная часть молодых специалистов в первые 2—3 года уходит из автомобильного транспорта, что объясняется слабой активностью и настойчивостью в процессе обучения и практической деятельности, недостаточной подготовкой, особенно практической, неумением работать с персоналом, слабым знанием трудового и хозяйственного законодательства, «текучкой», а также медленным решением социальных вопросов.

Естественно, что деловая карьера конкретного специалиста всегда индивидуальна. Однако имеются три характерные схемы деловой карьеры, которые охватывают 75—80 % всех известных случаев (табл. 1.2).

В *производственной* схеме инженер в качестве мастера, механика в начале своей трудовой деятельности руководит первичными производственными рабочими коллективами-бригадами, участками, и его перемещение происходит в пределах ИТС. *Управленческая* схема характерна тем, что

Таблица 1.1. Функции инженера ИТС

Функции	Распределение времени по функциям, %			
	ИТС в целом	Инженер	Начальник технического отдела	Главный инженер
Технологическая	36	80	31	12
Организационно-управленческая	32	4	33	50
Учебно-воспитательная и общественно-политическая	17	14	23	27
Материально-технического снабжения и другие	14	2	13	11

Таблица 1.2. Сравнение вариантов траекторий деловой карьеры инженеров АТП

Показатель	Тип деловой карьеры		
	Производственная	Управленческая	Смешанная
Вероятность реализации	0,55	0,27	0,18
Средняя продолжительность работы на последовательно занимаемых должностях, лет:			
первой	1,7	3,6	3,6
второй	2,7	3,6	2,9
третьей	4,2	3,2	3,0
Средняя продолжительность деловой карьеры (от первичной должности до главного инженера АТП), лет (%)	8,6 (100)	10,4 (121)	9,5 (110)

начальные и последующие должности инженер занимает в аппарате управления ИТС. Смешанная схема включает наряду с работой специалиста в управлении руководство рабочими коллективами на различных уровнях.

Из таблицы видно, что производственная схема является наиболее типичной. Она же является самой короткой по времени для продвижения молодого специалиста до должности главного инженера АТП. Особенно интенсивно продвижение в производственной схеме на первых этапах инженерной деятельности.

1.3. ТРЕБОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

В Основных направлениях перестройки высшей школы отмечается, в частности, что «специалист сегодняшнего дня должен обладать современным экономическим мышлением, навыками управленческой, организаторской и воспитательной работы, активными методами использования электронно-вычислительной техники применительно к профилю своей деятельности, высокой общей культурой, знанием иностранного языка.} Его должны отличать инициатива и ответственность, потребность в постоянном обновлении и обогащении своих знаний, способность смело принимать новаторские решения и активно проводить их в жизнь.»

Подготовка инженеров-механиков проводится на основе системы требований, учитывающих не только требования производства в настоящее время, но и на 15—20 лет вперед (рис. 1.1).

Анализ характерных траекторий деловой карьеры инженера ИТС (см. табл. 1.2) свидетельствует о важности сочетания при их профессиональной подготовке *двух принципов*: 1) получение знаний и привитие навыков, которые понадобятся специалисту немедленно для успешной работы на первичных должностях и сведения периода адаптации к минимуму; 2) получение при подготовке научного базиса для последующего развития навыков специалиста как руководителя и организатора производства, т. е. ознакомление с методами принятия нестандартных решений, теоретическими основами управления, методами общения с персоналом, тенденциями научно-технического прогресса в отрасли.}

За 8—10 лет происходит существенное изменение методов и системы управления, а также характера производства, поэтому перспективные для продвижения специалисты должны через 4—5 лет проходить целевую подготовку на факультетах повышения квалификации (ФПК), направленную на привитие и развитие у них навыков и знаний, необходимых руководителю инженерно-технической службы.

Требования к инженеру-механику исходят из положения об органическом единстве образования, обу-

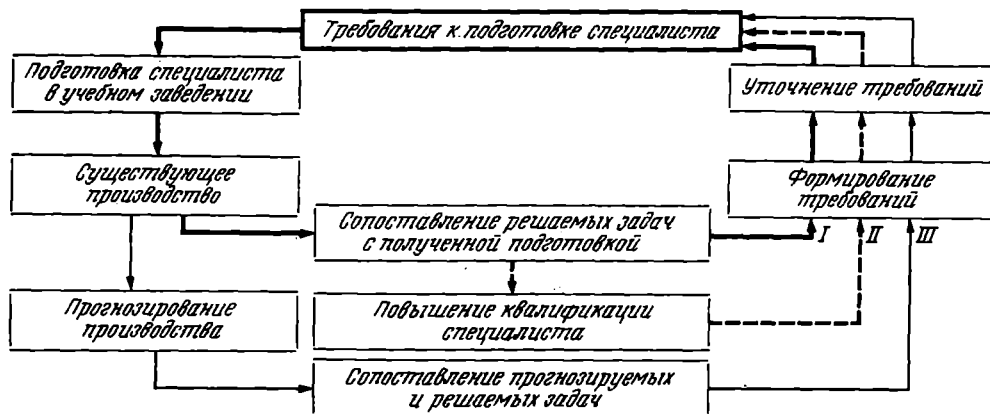


Рис. 1.1. Схема и уровни формирования требований к специальной подготовке

чения и общественно-политического воспитания. При этом несомненны приоритеты вопросов мировоззренческого плана и соответствующих требований к инженеру. Высококвалифицированные специалисты должны в ходе профессиональной, политической и воспитательной работы быть примером социальной активности, высокого морально-политического, культурного и профессионального уровня.

При формулировании профессиональных требований к инженеру-механику прежде всего учитываются задача инженерно-технической службы, то рабочее место (должность), которое с наибольшей вероятностью займет по окончании вуза специалист, перспективы его роста как по горизонтали, так и по вертикали, темпы научно-технического прогресса в отрасли.

С большей вероятностью инженер-механик первые 3—5 лет после окончания вуза будет в подразделениях инженерно-технической службы автомобильного транспорта занимать нижние ступени в иерархии ИТС (инженер производственно-технического отдела, мастер цеха или участка, инженер центра управления производством на крупных автотранспортных предприятиях, рядовой конструктор в проектно-конструкторских организациях автомобильного транспорта и т. д.).

Поэтому вторая группа требований к инженеру-механику и, как следствие, к содержанию и методам его подготовки включает:

наличие у него высоких профессиональных знаний и навыков, которые складываются из знания конструкции, принципов работы, технического обслуживания и ремонта наиболее характерных автомобилей, технологического оборудования;

знание и умение пользоваться основными нормативно-технологическими документами (Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава, стандарты, нормы трудоемкостей, стоимости, расхода запасных частей и материалов, различного рода руководства по организации производства и др.) и законами;

твердые знания принципов организации и технологии производства; владение основами инженерных расчетов, учета и делопроизводства; умение работать с литературой, особенно справочной.

Одной из важнейших функций ИТС является принятие управленческих решений от простейших, связанных, например, с определением необходимого вида технического обслуживания, до наиболее сложных, в том числе и определяющих техническую политику всей отрасли на ряд лет. Умение принимать обоснованные управляющие решения является сле-

дующей важнейшей группой требований к инженеру-механику по технической эксплуатации автомобилей.¹ Как известно, существует общая методика принятия решений, руководствуясь которой специалист в состоянии принять до 80—85 % всех возможных, так называемых стандартных решений. Для квалифицированного принятия решений требуются: высокий уровень профессиональных знаний специалиста;

понимание места и целей технической эксплуатации в общем транспортном комплексе страны и определение главных задач подсистемы (подразделения) исходя из общей цели всей системы;

умение анализировать поток информации;

четкое представление о правах и обязанностях специалиста, подразделения в зависимости от их места в общей иерархии управления;

умение формулировать альтернативные решения и критерии их сравнения;

владение приемами принятия стандартных и нестандартных решений;

умение использовать компьютерную технику при управлении производством и, в частности, при принятии инженерных решений;

понимание условий, при которых необходимо обратиться к представителям других специальностей, например к экономистам, математикам;

Естественно, что инженер-механик должен не только *принимать правильные решения, но и реализовывать их, что связано с умением эффективно работать с персоналом* (руководителями, исполнителями, подчиненными), т. е. определять условия реализации решений перед руководством, четко ставить задачи, вытекающие из принятого решения перед исполнителями, и организовывать регулярный контроль за ходом реализации решения. Реализация решений во многом зависит от умения передавать знания и навыки подчиненным, использовать и развивать их инициативу, от стиля работы, такта и требовательности.

Следует отметить, что при обучении специалистов должно уделяться большое внимание методам принятия типовых профессиональных решений на основе имеющейся нормативно-технологической документации. Сама атмосфера учебного процесса — лекции, лабораторно-практические занятия, практика должна быть насыщена идеями принятия и реализации решений.

Наконец, последняя группа требований — *динамичность знаний* — определяет способность к совершенствованию специалистов. Важность этих требований связана, во-первых, с постепенным увеличением доли так называемых нестандартных решений по мере расширения круга обязанностей специалиста. Во-вторых, эти требования определяются научно-техническим прогрессом, в результате которого имеющихся знаний или навыков оказывается недостаточно для эффективной профессиональной деятельности.

Динамичность знаний обеспечивается познанием в процессе обучения основных устойчивых закономерностей и тенденций развития конструкции автомобилей и технологического оборудования, производственно-технической базы, знанием теоретических основ технической эксплуатации автомобилей, умением обобщать и систематизировать передовой опыт, в том числе зарубежный и родственных отраслей. Наконец, немаловажным для обеспечения динамичности является ознакомление в период обучения, а также последующей деятельности с ведущимися в отрасли научно-исследовательскими изысканиями.

Общая схема учебного и воспитательного процесса подготовки инженера-механика, которой отвечает данный учебник, характеризуется следующим.

Во-первых, основное внимание уделено дальнейшему повышению и углублению профессиональных знаний и навыков путем:

развития целевых форм подготовки по заказу отрасли и предприятий;

увеличения доли теоретических и практических знаний по дисциплинам, дающим профессиональную подготовку, а также самостоятельной работы;

повышения роли и продолжительности производственной практики, в процессе которой будущий инженер должен получить и освоить связанную с ТЭА рабочую профессию, получить представление о трудовом коллективе путем оплачиваемой работы непосредственно на рабочих местах, а затем проявить себя в роли первичного руководителя трудового коллектива (бригадира, техника, и. о. инженера);

выполнения реальных курсовых и дипломных проектов по заданию предприятий.

Во-вторых, процесс обучения, а также повышение квалификации ориентированы на получение навыков принятия и реализации обоснованных решений в стандартных и нестандартных ситуациях. Для этого прививается методология вариантного анализа, развиваются эрудиция будущего специалиста, умение быстро найти и применить стандартные решения (по литературе, опыту) и при необходимости сформулировать суть и найти пути принятия нестандартного решения, в том числе через обращение к другим специалистам (программистам, специалистам по исследованию операций, математи-

кам, социологам и т. д.). Важным для развития этих качеств являются фундаментализация профессиональной и общинженерной подготовки, использование ЭВМ и деловых игр, а также активная производственная практика.

В-третьих, значительно большее внимание уделяется приобретению навыков работы с персоналом, умению создавать в коллективе творческую профессиональную и комфортную социально-психологическую атмосферу. Здесь важен пример самого профессорско-преподавательского состава, который может создать такую атмосферу в процессе обучения, профессиональный отбор будущих специалистов, реальная и продолжительная работа студентов в трудовых коллективах на практике, опыт общественной работы в процессе обучения, умение делегировать обязанности, распределять и контролировать их выполнение.

В-четвертых, в процессе обучения создается фундамент знаний предмета, обеспечивающий возможность делового роста специалиста в избранной области.

В-пятых, повышение качества подготовки инженера-механика основывается также на увеличении требований к студентам в части их ответственности и дисциплинированности, творческой активности и самостоятельности.

Глава 2

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1. КАЧЕСТВО, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

Большинство задач, решаемых технической эксплуатацией, связано с понятием качества изделия или материала, т. е. автомобиля, агрегата, детали, технологического оборудования, эксплуатационных материалов при их функционировании или использовании в определенных условиях эксплуатации. *Качество* — это совокупность свойств, определяющих

степень пригодности автомобиля, агрегата, материала к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Каждое свойство характеризуется одним или несколькими показателями, которые могут принимать различные количественные значения (рис. 2.1).

Например, одним из показателей долговечности автомобиля является ресурс до капитального ремонта, составляющий для автомобиля МАЗ-5335 320 тыс. км. Следует отметить,

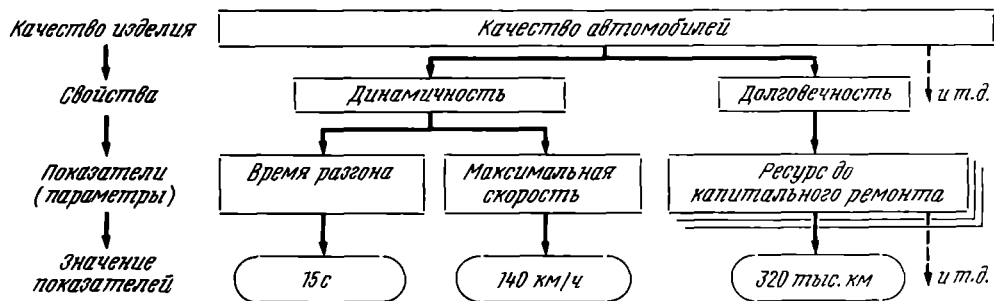


Рис. 2.1. Структура понятия качество

что группа свойств может объединяться в одно комплексное свойство. Например, надежность является сложным свойством, состоящим из таких свойств, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Часть показателей свойств автомобиля, например габаритные размеры, грузоподъемность или вместимость, остаются практически неизменными в течение всего периода эксплуатации. Однако показатели большинства свойств, определяющих качество автомобилей, например экономичности, безопасности, динамичности, производительности, комфортабельности, изменяются в процессе работы (старения) автомобилей (табл. 2.1). Эти свойства можно поддерживать и восстанавливать, т. е. управлять ими при условии знания закономерностей их изменения.

Автомобиль представляет собой сложную систему, совокупность действующих элементов — сборочных единиц* и деталей, обеспечивающих выполнение ее функций. По отношению к автомобилю элементами являются агрегаты, узлы и механизмы, а по отношению к последним — детали. Автомобиль, агрегат, механизм, деталь могут объединяться общим понятием — объект или изделие. Современный автомобиль состоит из 15—20 тыс. деталей, из ко-

торых 7—9 тыс. теряют свои первоначальные свойства при работе, причем около 3—4 тыс. деталей имеют срок службы меньше, чем автомобиль в целом. Из них 80—100 деталей влияют на безопасность движения, а 150—300 деталей «критических» по надежности чаще других требуют замены, вызывают наибольший простой автомобилей, трудовые и материальные затраты в эксплуатации. Две последние группы деталей являются главным объектом внимания технической эксплуатации, а также производства и снабжения. У современных автомобилей на 2—3 % номенклатуры запасных частей приходится 40—50 % общей стоимости потребляемых запасных частей, на $8 \div 10$ — $80 \div 90$ % и на $20 \div 25$ — $96 \div 98$ %. Отсюда ясна важность информации по объектам, от которых зависит техническое состояние автомобиля.

В процессе эксплуатации автомобиль взаимодействует с окружающей средой, а его элементы взаимодействуют между собой. Это взаимодействие вызывает нагружение деталей,

Т а б л и ц а 2.1. Изменение основных показателей качества автомобиля средней грузоподъемности

Срок работы, лет	Годовая производительность, %	Трудоемкость поддержания в исправном состоянии, %

1	100 (условно)	
4	75—80	160—170
8	55—60	200—215
12	45—50	280—300

* Понятие сборочная единица применяется в основном в конструкторской практике. В ТЭА используются чаще всего понятия узел, механизм, агрегат.

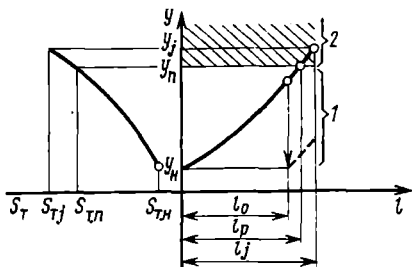


Рис. 2.2. Изменение показателя технического состояния y и диагностического параметра s , в зависимости от пробега:
 1 — зона работоспособности; 2 — зона отказа;
 l_0 — оптимальная периодичность регулировки

их взаимные перемещения, вызывающие трение, нагрев, химические и другие преобразования и, как следствие, изменение в процессе работы физико-химических свойств и конструктивных параметров: состояния поверхностей, размеров деталей и их взаимного расположения, зазоров, электрических и других свойств. Техническое состояние автомобиля или его элемента определяется совокупностью изменяющихся свойств, характеризующих текущими значениями, т. е. количественными показателями конструктивных параметров: $y_1; y_2; y_3 \dots y_n$. Например, для двигателя это размеры деталей цилиндропоршневой группы и кривошипношатунного механизма, для тормозов — размеры тормозных накладок, барабанов и зазоры между ними.

Возможность непосредственного измерения конструктивных параметров без частичной или полной разборки узла чаще всего ограничена. Для этих изделий при определении технического состояния пользуются косвенными величинами, так называемыми *внешними* или *диагностическими* параметрами, которые связаны с конструктивными и дают о них определенную информацию. Например, о техническом состоянии двигателя можно судить по изменению его мощности, расходу масла, компрессии, содержанию продуктов износа в масле.

Различают параметры *выходных рабочих* процессов, определяющие

основные функциональные свойства автомобиля или агрегата (мощность двигателя, тормозной путь автомобиля); параметры *сопутствующих* процессов (температура нагрева, уровень вибрации, содержание продуктов износа в масле); *геометрические (конструктивные)* параметры, определяющие связи между деталями в сборочной единице и между отдельными агрегатами и механизмами (зазор, ход, посадка и др.).

В процессе работы автомобиля показатели его технического состояния изменяются от *начальных* или *номинальных* значений y_n сначала до *предельно допустимых* $y_{п.д.}$, а затем и до *предельных* y_n , что обуславливает соответствующее изменение и диагностических параметров от s_n до $s_{п.д.}$ и s_n . Значения $y_{п.д.}$ и $s_{п.д.}$ соответствуют предельному состоянию изделия, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно. Например, при работе тормозов в результате изнашивания тормозных накладок и барабанов происходит увеличение зазора y между накладками и тормозными барабанами, что вызывает рост тормозного пути $s_{т.п.}$ (рис. 2.2). Предельному значению тормозного пути $s_{т.п.}$, который регламентирован технической документацией (в данном случае Правилами дорожного движения), соответствует предельное значение зазора y_n в тормозном механизме.

Этому зазору, в свою очередь, соответствует пробег l_p , при котором зазор и тормозной путь достигают предельного значения. Продолжительность работы изделия, измеряемая в часах или километрах пробега, а в ряде случаев в единицах выполненной работы, называется *наработкой*. Нарботка до предельного состояния, оговоренного технической документацией, называется *ресурсом*. Таким образом, в рассматриваемом примере l_p — это ресурс, а в интервале пробега $0 \leq l_i \leq l_p$ (зона работоспособности) изделие по этому показателю исправно и может выполнять свои функции.

Если изделие удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации по всем показателям, то оно считается *исправным*. Если параметры изделия, характеризующие его способность выполнять заданные функции, соответствуют установленным нормативно-технической документацией требованиям, то оно признается *работоспособным*. Отсюда следует, что когда автомобиль может выполнять свои основные функции, но не отвечает всем требованиям технической документации (например, помято крыло), он работоспособен, но неисправен.

Если продолжать эксплуатировать автомобиль за пределами l_p (например, до l_j), то наступит *отказ*, т. е. событие, заключающееся в нарушении работоспособности. При этом прекращается транспортный процесс (остановка на линии, преждевременный возврат с линии).

Роль предельно допустимого значения параметра заключается в том, чтобы своевременно информировать (предупредить) о приближении момента отказа для принятия соответствующих мер, которые будут рассмотрены ниже.

Показатели качества автомобиля, агрегата, детали ухудшаются с увеличением пробега. Однако сферу эксплуатации интересуют не только начальные значения показателей свойств, характеризующих качество автомобиля, но и характер изменения их в течение всего периода эксплуатации. Для ряда показателей, например производительности, работоспособности, наработки на отказ, характерно изменение от времени эксплуатации или пробега автомобиля по экспоненциальной зависимости

$$P_k(t) = P_{k1} \exp [-k(t-1)], \quad (2.1)$$

где $P_k(t)$, P_{k1} — показатели качества на t -м и первом году эксплуатации; k — коэффициент, определяющий интенсивность изменения показателя качества по времени (пробегу); t — продолжительность эксплуатации, годы.

Чем интенсивнее изменение показателей качества автомобилей по

времени, тем ниже его эксплуатационные свойства. Поэтому оценка этих показателей должна проводиться с учетом времени эксплуатации изделия. *Реализуемый показатель* качества — это среднее значение показателя качества за заданный или фактически сложившийся срок службы или пробег автомобиля. Так, реализуемые значения для показателей, приведенных в табл. 2.1, составят 68,5—72,5 для производительности и 185—196 для трудоемкости. Реализуемый показатель для условий, описанных формулой (2.1), определяется так:

$$\bar{P}_k(t) = \frac{P_{k1} \exp k}{t} \sum_{i=1}^t \exp [-ki].$$

Реализуемый показатель качества управляем на народнохозяйственном, межотраслевом и отраслевом уровнях. Начальное значение показателя качества определяется с учетом требований эксплуатации сферой производства. Срок службы изделия зависит не только от его конструкции и условий эксплуатации, но и от баланса между потребностью и объемом производства данных моделей автомобилей, а также от правильно реализуемой эксплуатацией политики обновления основных фондов. Интенсивность изменения первоначальных показателей качества изделия зависит от сферы производства и эксплуатации.

Автомобильная промышленность влияет на интенсивность изменения показателей качества повышением износостойкости и прочности деталей, качества применяемых материалов и т. п. (рис. 2.3, а). Сфера эксплуатации влияет на интенсивность изменения показателей качества, а следовательно, и на реализуемый показатель, совершенствуя методы и средства обеспечения работоспособности, квалификацию персонала ИТС (рис. 2.3, з, в), регулируя возрастной состав парка (рис. 2.3, б), и другими способами.

Таким образом, не только сфера производства, но и сфера эксплуата-

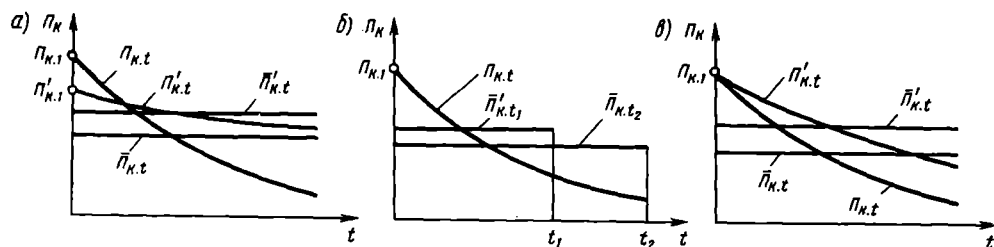


Рис. 2.3. Методы управления реализуемым значением показателя качества

ции, в частности техническая эксплуатация, могут активно влиять на реализуемые значения показателей качества, т. е. управлять ими. Считается, что их вклад в эти значения соотносится как 3:2.

Техническая эксплуатация автомобилей является важнейшей подсистемой автомобильного транспорта. Если сфера производства обеспечивает потенциальную возможность осуществления транспортного процесса, то техническая эксплуатация делает эту возможность фактической,

поставляя для перевозочного процесса исправные автомобили (рис. 2.4).

Количественное измерение процесса изменения показателей качества автомобиля во времени (или по пробегу) оценивается надежностью. Надежность — это свойство объекта, в том числе и автомобиля, сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов,

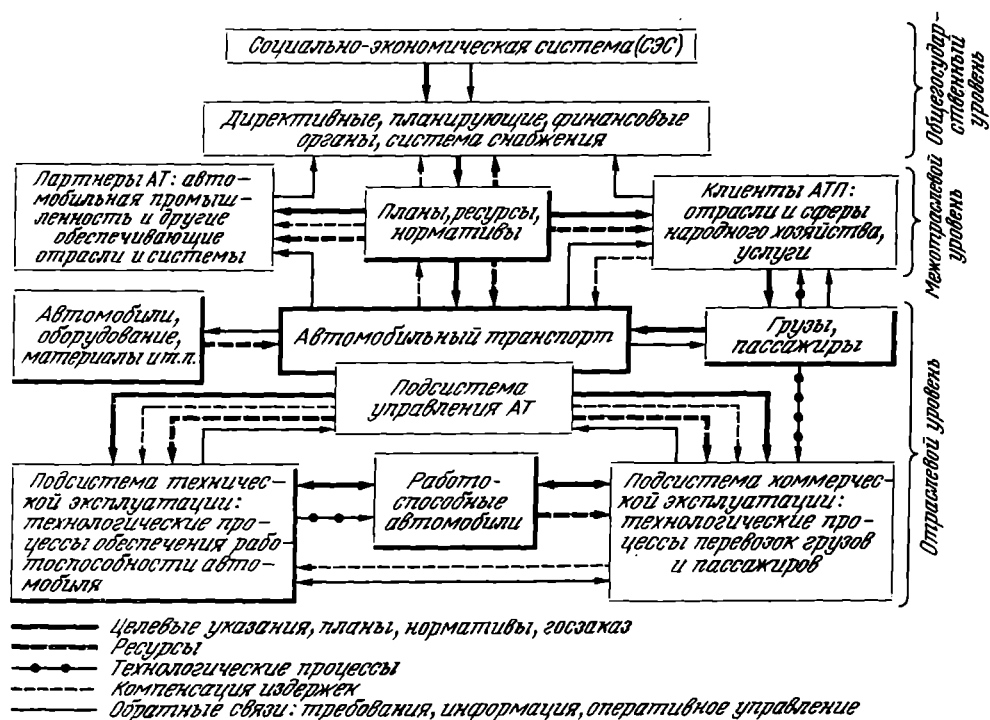


Рис. 2.4. Место технической эксплуатации в транспортном процессе

хранения и транспортирования. При этом надежность является сложным свойством, которое зависит от сочетания таких свойств, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохранность. Допустимые пределы эксплуатационных показателей определяются соответствующей документацией (стандартами, правилами, положениями, техническими условиями), а в ряде случаев — сложившимся опытом. Надежность как свойство характеризует и позволяет количественно оценить, во-первых, текущее состояние, во-вторых, насколько быстро происходит изменение показателей качества автомобиля при его работе в определенных условиях эксплуатации.

2.2. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Изменение технического состояния обусловлено работой узлов механизмов, случайными причинами, а также воздействием внешних условий работы и хранения автомобиля. К случайным причинам относятся скрытые дефекты, перегрузки конструкции и т. п.

Основными постоянно действующими причинами изменения технического состояния деталей и автомобиля в целом являются изнашивание, пластические деформации, усталостные разрушения, коррозия, физико-химические изменения материала деталей (табл. 2.2). Знание основных причин изменения технического состояния важно как для совершенствования конструкции автомобилей, так и для выбора наиболее эффективных мероприятий по предупреждению неисправностей в эксплуатации.

Изнашивание. Процесс изнашивания возникает под действием трения, зависящего от материала и качества обработки поверхностей, смазки, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей и тепло-

вого режима работы сопряжения. Изнашивание — это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющейся в постепенном изменении размеров и формы деталей. Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах (например, мкм/км), называется *износом*.

Обычно в практике ТЭА выделяют абразивное, усталостное, коррозионно-эрозионное, окислительное, электроэрозионное, а также изнашивание при заедании, фреттинге и фреттинг-коррозии.

Изнашивание при фреттинге, абразивное, эрозионное и усталостное относится к механическому виду изнашивания, а окислительное и при фреттинг-коррозии — к коррозионно-механическому.

Абразивное изнашивание является следствием режущего или царапающего действия твердых частиц, находящихся между поверхностями трения. Такие частицы, попадая извне в виде пыли и песка между трущими-

Таблица 2.2. Процентное распределение причин отказов для грузового автомобиля большой грузоподъемности и автобуса среднего класса при пробеге 100 тыс. км

Причины отказов	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,	5	7
подгорание	4	3
прогорание	3	1
закоксование	3	1
Прочие	4	7
Всего	100	100

ся 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 сами продукты изнашивания, отделившиеся от трущихся деталей.

Эрозионное изнашивание происходит в результате воздействия потока жидкости и (или) газа. 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. 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 задирам, заклиниванию и разрушению механизмов. Такое изнашивание обусловливается 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, которые снимаются при механическом трении, а обнажающиеся по-

верхности опять окисляются. Такое изнашивание наблюдается на деталях цилиндропоршневой группы, гидроусилителей, тормозной системы с гидроприводом и др.

Изнашивание при фреттинге — это механическое изнашивание соприкасающихся деталей при малых колебательных движениях. Если при этом агрессивно воздействует среда, то происходит *изнашивание при фреттинг-коррозии*. Такое изнашивание может происходить в местах контакта вкладыша шеек коленчатого вала и постели в картере и крышке.

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) у рессор, полуосей, рамы.

Коррозия. Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали, приводящего к окислению (ржавению) металла и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль, которой посыпают 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. Для деталей кузова, расположенных снизу, коррозия сопровождается абразивным изнашиванием в результате воздействия на поверхность при движении автомобиля абразивных частиц — песка, гравия. Сильно 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.

Старение. Показатели технического состояния деталей и эксплуатационных материалов изменяются 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 резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

2.3. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

285 38 31

Условия эксплуатации, при которых используется автомобиль, влияют на режимы работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния. В разных условиях эксплуатации реализуемые значения показателей надежности автомобилей будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы). При эксплуатации автомобилей различают: дорожные условия; условия движения; природно-климатические и сезонные условия; транспортные условия (или условия перевозки).

Дорожные условия определяют режим работы автомобиля. Они характеризуются технической категорией дороги (всего пять категорий), видом и качеством дорожного покрытия, определяющих сопротивление движению автомобиля (табл. 2.3), элементами дороги в плане и профиле (шириной дороги, радиусами закруглений, уклоном подъемов и спусков). В свою очередь, режим работы автомобиля влияет на надежность и другие свойства автомобиля и его агрегатов.

Износ и разрушение дорожного покрытия, по данным ИКТП, сокращают надежность автомобиля на 14—33 %.

Таблица 2.3. Влияние типа покрытия дороги на режим работы агрегатов автомобиля большой грузоподъемности

Показатель	Цементобетон, асфальтобетон	Битумино-минеральные 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 количество оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км (пути)	2228	2561	2628	3185	4822
Среднее квадратическое 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 2.4. Классификация условий эксплуатации

Категории условий эксплуатации	Условия движения		
	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)
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		

1. Условные обозначения дорожных покрытий:

- Д₁ — цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика;
 Д₂ — битумино-минеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом);
 Д₃ — щебень (гравий) без обработки, дегтебетон;
 Д₄ — булыжник, колотый камень, грунт и малопропрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники;
 Д₅ — грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и бревенчатое покрытия;
 Д₆ — естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

2. Условные обозначения типа рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

- Р₁ — равнинный (до 200 м);
 Р₂ — слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);
 Р₃ — холмистый (свыше 300 до 1000 м);
 Р₄ — гористый (свыше 1000 до 2000 м);
 Р₅ — горный (свыше 2000 м).

Т а б л и ц а 2.5. Влияние дорожных и транспортных условий на эксплуатационную надежность грузовых автомобилей, %

Автомобили	f	Π	i	l	β	γ	$K_{пр}$	Всего
ЗИЛ	29	21	12	8	13	10	7	100
КамАЗ	33	19	18	6,5	12	6	5,5	100

Обозначения: f — коэффициент сопротивления качению; i — среднее значение уклона дороги на маршруте; Π — коэффициент помехонасыщенности маршрута, являющийся отношением скорости, развиваемой автомобилем на горизонтальном участке междугородной дороги первой категории, к средней скорости автомобиля на данном маршруте. Остальные обозначения см. в тексте.

Условия движения характеризуются влиянием внешних факторов на режим движения и, следовательно, на режим работы автомобиля и его агрегатов. Так, режимы работы грузовых автомобилей при интенсивном городском движении отличаются от режимов работы на загородных дорогах (при одинаковом покрытии) следующим образом: скорость в 1-м случае больше на 50—52 %, средняя частота вращения коленчатого вала больше на 130—136 %, число переключения передач больше в 3—3,5 раза, удельная работа трения тормозных механизмов больше в 8—8,5 раза, пробег при криволинейной траектории движения больше в 3—3,6 раза.

Условия перевозки наряду со скоростью движения характеризуются длиной груженой ездки l , коэффициентом использования пробега β , коэффициентом использования грузоподъемности γ , коэффициентом использования прицепов $K_{пр}$, родом перевозимого груза.

Выделяются также три группы условий движения: y_1 — за пределами пригородной зоны; y_2 — в малых городах с числом жителей менее 100 тыс. чел. и в пригородной зоне; y_3 — в больших городах с числом жителей свыше 100 тыс. чел.

Совокупное влияние в реальной эксплуатации возможных сочетаний названных условий, а также рельефа местности учитывается поправочными коэффициентами на нормативы показателей надежности технической эксплуатации для пяти категорий условий эксплуатации (табл. 2.4).

Оценка влияния наиболее важных параметров условий эксплуатации на эксплуатационную надежность автомобилей приведена в табл. 2.5.

Характерно, что значение факторов, определяющих категорию эксплуатации, составляет 70—77 %, а условия перевозок — 23—30 %, что и определяет систему корректирования, т. е. изменения нормативов ТЭА, принятую на автомобильном транспорте нашей страны. Категория условий эксплуатации, объективно одинаковая для всех автомобилей, является основой для ресурсного корректирования нормативов, а другие условия, специфические для каждого АТП, учитываются при оперативном корректировании нормативов (см. также гл. 3).

Природно-климатические условия характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами. Природно-климатические

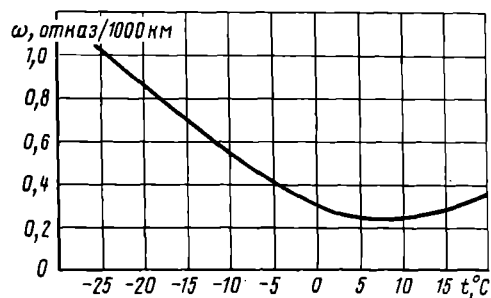


Рис. 2.5. Влияние температуры окружающего воздуха на изменение общего числа отказов автомобилей (по данным НИИАТа)

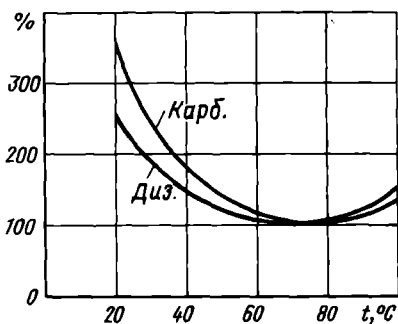


Рис. 2.6. Зависимость относительной скорости изнашивания цилиндров карбюраторного и дизельного двигателей от температуры охлаждающей жидкости (по данным НАМИ)

условия влияют на тепловые и другие режимы работы агрегатов и соответственно на их техническое состояние и надежность.

Интенсивность изнашивания агрегатов автомобиля и, как следствие, общее количество отказов, отнесенных к пробегу (рис. 2.5), в зависимости от средней температуры окружающего воздуха изменяются по кривой, имеющей минимум, соответствующий оптимальной температуре окружающего воздуха. Соответственно и для каждого агрегата существует оптимальный тепловой ре-

жим. Например, минимальный износ двигателя соответствует температуре охлаждающей жидкости 70—90 °C (рис. 2.6). При низких температурах окружающего воздуха тепловой режим нарушается, возрастают пусковые износы, являющиеся следствием неудовлетворительной смазки поверхностей трения.

Более быстрому охлаждению агрегатов автомобиля способствует ветер. По данным проф. Л. Г. Резника, темп охлаждения масел и жидкостей основных агрегатов неподвижного автомобиля при увеличении скорости ветра до 10—12 м/с увеличивается по сравнению с безветрием в 2,5—3 раза.

Применяемая в СССР классификация согласно ГОСТ 16350—80 предусматривает выделение нескольких климатических районов: умеренного, очень холодного, холодного, умеренно холодного, жаркого сухого, очень жаркого сухого и др. (см. прил. 1).

Сезонные условия связаны с колебаниями температуры окружающего воздуха, изменением дорожных условий по времени года, с появлением ряда дополнительных факторов, влияющих на интенсивность изменения

Таблица 2.6. Средние значения показателей надежности городских автобусов большого класса по сезонам в умеренном климатическом районе, %

Показатель	Сезон			
	летний *	осенний	зимний	весенний
Наработка на случай ремонта	100	97	81	94
Наработка на линейный отказ	100	88	77	88
Потери линейного времени по техническим причинам:				
число случаев	100	114	128	115
часов	100	112	125	112

* 100 % — условное значение.

Таблица 2.7. Влияние квалификации водителей на режим работы и надежность автобуса среднего класса

Квалификация водителей	Средне-техническая скорость движения, км/ч	Средняя частота вращения коленчатого вала, об/мин	Число торможений на 1 км	Путь при торможении, % от общего пути	Количество отказов, %	Ресурс агрегатов, %
Высокая	35,3	1780	1,7	2,1	100 (условно)	
Средняя	33,6	2220	2,6	3,8	140	44—70

параметров технического состояния автомобилей, например пыли летом, влаги и грязи осенью и весной (табл. 2.6).

Агрессивность окружающей среды связана с повышенной коррозионной активностью воздуха, свойственной ряду прибрежных морских районов. Такие условия вызывают интенсивную коррозию деталей автомобиля, увеличивая трудоемкость ТО и ТР и потребность в запасных частях около 10 %. При этом ресурс автомобиля и периодичность ТО также сокращаются (см. прил. 1). Агрессивной окружающей средой является для автомобиля и химический груз.

Из перечисленных условий сезонные и климатические действуют на все автомобили, расположенные в данном регионе, дорожные однозначно определяются дорогой, а условия движения и перевозки подвержены значительной вариации не только в регионе или на дороге, но и для различных автомобилей одного АТП, например для автобусов, работающих на разных маршрутах.

Так, среднегодовые потери линейного времени одного автобуса ЛиАЗ-677 на городских маршрутах составили 303 ч, а пригородных 114 ч. Соответственно наработка на отказы автобусов на пригородных маршрутах в 1,6 раза, а линейные отказы в 1,7 раза выше, чем на городских маршрутах.

На интенсивность изменения параметров технического состояния автомобилей оказывает влияние также качество применяемых эксплуатационных материалов — топлив (рис. 2.7), масел, жидкостей — качество запасных частей, квалификация персонала и другие факторы. Например, в равных условиях эксплуатации водители, обладающие более высоким профессиональным мастерством (табл. 2.7), обеспечивают при увеличении скорости движения автобусов более благоприятные условия перевозки для пассажиров, а также режимы работы агрегатов и механизмов. Это приводит к сокращению числа отказов и увеличению ресурса

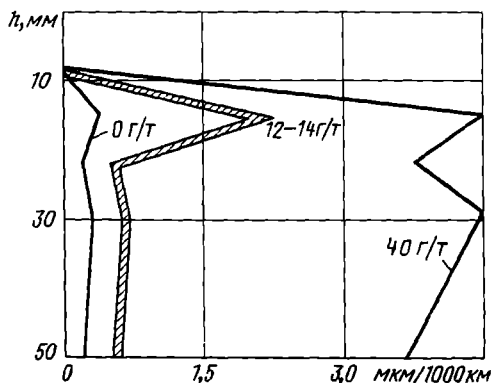


Рис. 2.7. Интенсивность изнашивания по высоте h цилиндров двигателя ЗИЛ-130 (мкм/1000 км) при работе на бензине с различным содержанием кварцевой пыли (по данным НАМИ). Штрихованная линия соответствует средним условиям эксплуатации

агрегатов. Такие же результаты демонстрируют водители с меньшим опытом, но целенаправленной подготовкой.

2.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ

Классификация отказов необходима для выявления их причин и разработки мер по предупреждению и устранению. Существует несколько квалификационных признаков, главные из которых сводятся к следующим.

По влиянию на работоспособность объекта различают отказы его элементов и отказы, вызывающие неисправность или отказ объекта в целом. Например, перегорание лампы плафона вызывает отказ лампы (элемента), но не автомобиля, а отказ тормозной системы или рулевого управления является одновременно и отказом автомобиля, так как при этом нельзя продолжать движение.

По источнику возникновения различают отказы: конструкционные, возникающие вследствие несовершенства конструкции; производственные, являющиеся следствием нарушения или несовершенства технологического процесса изготовления или ремонта изделия; эксплуатацион-

ные, вызванные нарушением действующих правил (например, перегрузкой автомобиля, применением нерекондуемых топлив или смазочных материалов, несвоевременным проведением технического обслуживания и т. п.). На последнюю группу отказов (около 40—50 %) эксплуатация может влиять непосредственно.

По связи с отказами других элементов различают зависимые и независимые отказы. Зависимым называется отказ, обусловленный отказом или неисправностью других элементов изделия. Независимый отказ такой обусловленности не имеет.

Примером зависимого отказа могут служить задиры зеркала цилиндра двигателя из-за разрушения поршневого кольца или отказ аккумуляторной батареи из-за неисправности реле-регулятора. Пример независимого — прокол шины на дороге.

По характеру (закономерности) возникновения и возможности прогнозирования различают постепенные и внезапные отказы. Постепенные отказы возникают в результате плавного изменения показателей технического состояния объекта, чаще всего вследствие изнашивания. Для постепенных отказов характерен последовательный переход изделия из начального исправного со-

стояния в состояние отказа через ряд промежуточных состояний (см. рис. 2.2).

Особенность постепенных отказов заключается, во-первых, в том, что они в принципе могут быть предотвращены в результате своевременного выполнения ТО. Вторая их особенность состоит в монотонности изменения технического состояния, что создает предпосылки для его прогнозирования. На постепенные отказы приходится от 40 до 70 % всех отказов.

Для внезапных отказов характерным является скачкообразное изменение показателя технического состояния. Примером внезапного отказа является повреждение или разрушение вследствие превышения допустимого уровня нагрузки, которое в принципе может произойти в любой момент работы изделия. При старении автомобиля удельный вес внезапных отказов возрастает.

На автомобилях также встречается особый, так называемый *перемежающийся* отказ, отличающийся тем, что многократно возникает и самоустраняется. Такой отказ, например, может возникнуть при ослаблении крепления электрического контакта.

По частоте возникновения (наработке) для современных автомобилей различают отказы с малой наработкой (3—4 тыс. км), средней (до 12—16 тыс. км) и большой (свыше 12—16 тыс. км). Следует иметь в виду, что наработки между отказами существенно сокращаются при увеличении пробега автомобиля с начала эксплуатации (табл. 2.8).

По трудоемкости устранения отказы можно разделить на требующие малую (до 2 чел-ч), среднюю (2—4 чел-ч) и большую (свыше 4 чел-ч) трудоемкость восстановления автомобиля. Средняя трудоемкость устранения одного отказа современного автомобиля в зависимости от грузоподъемности (вместимости) и конструктивных особенностей составляет 1,5—2 чел-ч. Например, у автомобилей МАЗ 87 % отказов имеет малую и среднюю трудоемкость. На

Таблица 2.8. Изменение некоторых показателей работы автобуса большого класса в зависимости от пробега с начала эксплуатации, % *

Интервал пробега, тыс. км	Наработка		Потери линейного времени из-за отказов	Простой в ремонте	Доходы на 1 автобус
	на отказ	на линейный отказ			
0—100	100	100	100	100	100
100—200	87	68	138	122	99
200—300	49	52	174	176	82
300—400	38	30	304	250	64
Свыше 400	34	24	388	297	41

* 100 % в 1-й строке — условно.

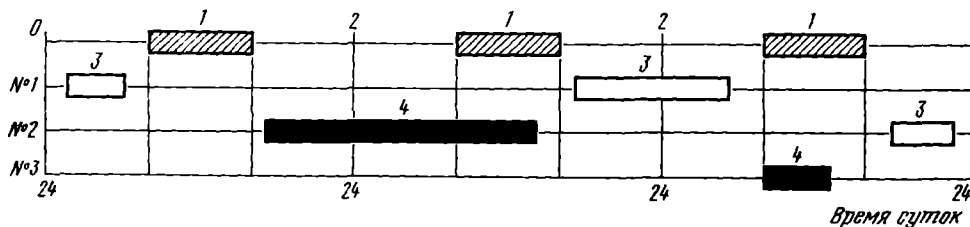


Рис. 2.8. График простоев автомобилей №1—3 при устранении отказов с потерей (4) и без потери (3) рабочего времени:

1 — рабочее время (время в наряде); 2 — межсменное время автомобиля

остальные 13 % отказов приходится более 78 % общей трудоемкости ремонта и 82 % всей продолжительности простоев в ремонте.

По влиянию на потери рабочего времени автомобиля отказы подразделяют на устраняемые без потери рабочего времени (рис. 2.8), т. е. при ТО или в нерабочее (межсменное) время, и отказы, устраняемые с потерей рабочего времени (4). В качестве примера ниже приведена доля отказов (%) агрегатов и систем, которые устраняются с потерей рабочего времени (автомобиль большой грузоподъемности):

Рама	100
Двигатель	78
Коробка передач	75
Сцепление	65
Кузов	61
Задний мост	29
Передний мост	25
Электрооборудование	23
Подвеска	21
Система питания	17

Особое значение имеют отказы на линии, вызывающие нарушение транспортного процесса. Например, наработка на линейный (дорожный) отказ автобуса среднего класса на первом году эксплуатации составляет в среднем 24 тыс. км, а на пятом — седьмом годах до 5 тыс. км.

При организации ТО и ремонта и определении потребности в рабочей силе и средствах обслуживания важно знать распределение неисправностей по агрегатам, механизмам и узлам автомобиля. Для организации снабжения и определения соответ-

ствующих норм необходимо также знать и характер отказов каждой детали, их причины, характер повреждения и возможность восстановления детали или изделия. В связи с этим различают восстанавливаемые и невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые изделия.

2.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Процессы, происходящие в природе и технике, могут быть подразделены на две большие группы: процессы, описываемые функциональными зависимостями, и случайные (вероятностные, стохастические) процессы.

Для функциональных зависимостей 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.

Вероятностные процессы происходят под влиянием многих переменных факторов, значение которых часто неизвестно. Поэтому результаты вероятностного процесса могут принимать различные количественные значения, т. е. обнаружить *рассеивание* или, как говорят, *вариацию*, и называются случайными величинами.

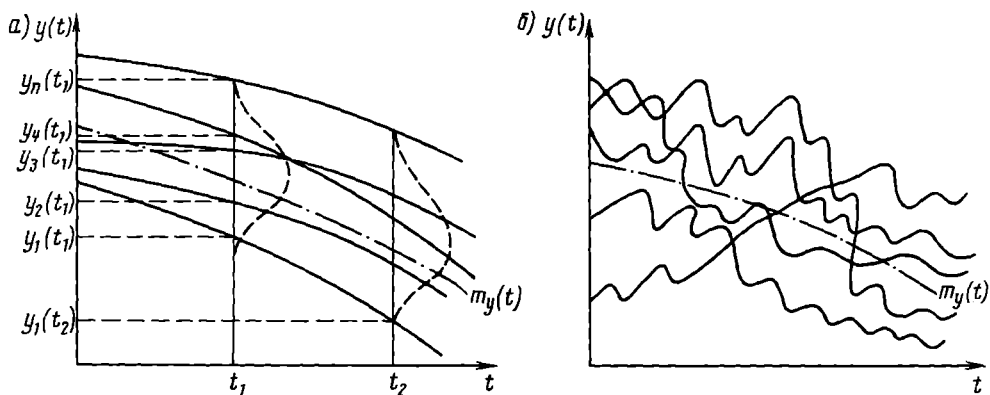


Рис. 2.9. Случайные процессы различной внутренней структуры

Таким образом, случайный процесс $y(t)$ характеризуется некоторой функцией, значение которой при каждом значении аргумента (например, наработке изделия t) является случайной величиной. В результате наблюдения за случайным процессом, например, изменением конкретного показателя технического состояния группы из n автомобилей в момент t («сечение» этого процесса), получают конкретное значение случайной функции, называемой *реализацией случайного процесса*. Так, при t_1 (рис. 2.9) реализацией случайного процесса является ряд из n случайных величин

$$y_1(t_1); y_2(t_1); y_3(t_1), \dots, y_n(t_1).$$

Например, наработка на отказ автомобиля или агрегата является случайной величиной и зависит от ряда факторов: первоначального качества материала деталей; точности обработки деталей; качества сборки; качества ТО и ремонта; квалификации персонала; условий эксплуатации; качества применяемых эксплуатационных материалов и т. п. Случайной величиной является трудоемкость устранения конкретной неисправности, расход материалов, значение параметра технического состояния в определенные моменты времени и т. д.

Для каждого сечения можно определить неслучайную функцию — ма-

тематическое ожидание случайного процесса $m_y(t)$. Например, для t_1

$$m_y(t_1) = \sum_{i=1}^n y_i(t_1)/n.$$

Математическое ожидание случайного процесса может быть постоянным или меняться по t . Для практики важно также поведение конкретных реализаций относительно математического ожидания случайного процесса. Для случайного процесса, изображенного на рис. 2.9, а, характерны плавность, монотонность изменения реализации, т. е. определенная зависимость между различными сечениями. Если при t_1 $y_1(t_1) < m_y(t_1)$, то можно предположить, что и при t_2 $y_1(t_2) < m_y(t_2)$. Для случайного процесса, изображенного на рис. 2.9, б, такой закономерности не проявляется, хотя характер изменения математического ожидания у этих двух случайных процессов одинаков.

Для разработки рекомендаций по рациональной технической эксплуатации, совершенствованию конструкции автомобилей необходима информация о закономерностях изменения их технического состояния. К важнейшим закономерностям технической эксплуатации относятся: изменение технического состояния автомобиля, агрегата, детали по времени работы или пробегу (наработке) ав-

томобиля; рассеивание параметров технического состояния и других случайных величин, с которыми оперирует техническая эксплуатация, например продолжительность выполнения ремонтных и профилактических работ; формирование суммарного потока отказов за весь срок службы автомобиля или группы автомобилей (процесс восстановления).

2.6. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО НАРАБОТКЕ АВТОМОБИЛЕЙ [ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРВОГО ВИДА]

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния в зависимости от времени или пробега автомобиля носит плавный, монотонный характер (см. рис. 2.2), приводящий в пределе к возникновению постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть различным (рис. 2.10). Проведенные исследования и накопленный опыт показывают, что 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

$$y = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + a_3 l^3 + \dots + a_n l^n, \quad (2.3)$$

где a_0 — начальное значение параметра технического состояния; l — наработка; $a_1, a_2, \dots, a_n$ — коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости y от l ;

или степенной функцией

$$y = a_0 + a_1 l^b, \quad (2.4)$$

где a_1 и b — коэффициенты, определяющие интенсивность и характер изменения параметра технического состояния.

В практических вычислениях по первой формуле, как правило, достаточно использовать члены до четвертого порядка. Таким образом, зная функцию $y = \varphi(l)$ и предельное значение y_n параметра технического со-

стояния, можно определить из уравнения $l = f(y)$, т. е. ресурс изделия. Достаточно часто закономерности изменения параметров (например, зазора между накладками и тормозными барабанами, свободного хода педали сцепления и др.) описываются линейными уравнениями вида

$$y = a_0 + a_1 l, \quad (2.5)$$

где a_1 — интенсивность изменения параметра технического состояния, зависящая от конструкций, и условия эксплуатации изделий.

Ниже приведены характерные значения интенсивностей изменения параметров технического состояния ряда механизмов грузовых автомобилей:

Свободный ход педали, мм/1000 км:

сцепления	0,4—0,6
тормоза	0,6—0,9

Зазор между тормозными накладками и барабанами колес, мм/1000 км:

передних	0,04—0,06
задних	0,1—0,3

Прогиб ремня привода водяного насоса, мм/1000 км

0,3—0,6

Суммарный угловой люфт, град/1000 км:

карданной передачи	0,01—0,03
главной передачи	0,2—0,3

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.

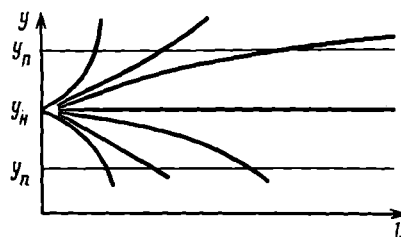


Рис. 2.10. Возможные формы зависимости показателя технического состояния y от пробега l :

y_n, y_n — начальное и предельное значения

2.7. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВТОРОГО ВИДА)

Как уже отмечалось, под влиянием условий эксплуатации, квалификации персонала, неоднородности самих изделий и их начального состояния и других факторов интенсивность и характер изменения параметра технического состояния у разных автомобилей будут различными. Поэтому если зафиксировать значение параметра, например, на уровне y_d (рис. 2.11), то моменты достижения этого состояния (ресурса) l_p у разных изделий будут различны, т. е. наработка на отказ будет случайной величиной и будет иметь вариацию. В связи с этим возникает вопрос, как установить момент контроля и обслуживания изделий? Если зафиксировать определенную наработку к моменту контроля и обслуживания автомобиля l_0 , то неминуемы вариация показателя его технического состояния и, как следствие, вариация трудоемкости и продолжительности выполнения работ по восстановлению технического состояния. Поэтому важно знать, какую трудоемкость и продолжительность учитывать и нормировать при организации технического обслуживания и ремонта.

Совершенно очевидно, что решение этого вопроса во многом зависит от вариаций случайной величины. Характеристиками случайной величины x при n реализациях служат:

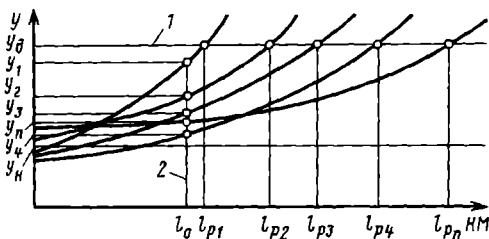


Рис. 2.11. Вариация ресурса и технического состояния:

1 — сечение случайного процесса по параметру y ; 2 — то же, по наработке l

среднее значение

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

среднеквадратическое отклонение

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

дисперсия $D = \sigma^2$;

коэффициент вариации $v_x = \sigma/\bar{x}$.

В технической эксплуатации автомобилей различают случайные величины с малой ($v \leq 0,1$), средней ($0,1 < v \leq 0,33$) и большой вариацией ($v > 0,33$). Фактически полученный в результате обработки экспериментальных данных, а также из литературных источников коэффициент v служит для предварительного определения закона распределения данной случайной величины (см. ниже).

Помимо приведенных, важнейшей характеристикой случайной величины служит *вероятность* — численная мера степени объективно существующей возможности появления изучаемого события. Обычно вероятность обозначается буквой P . Статистически вероятность события A представляет собой отношение числа случаев, благоприятствующих этому событию, к общему числу случаев n . Вероятность может принимать значения в интервале $0 \leq P \leq 1$. События, для которых $P = 1$, называются достоверными, а события, для которых $P \leq 0,05$, — маловероятными.

Вероятность безотказной работы $R(x)^*$ определяется отношением числа случаев безотказной работы изделия за наработку x к общему числу случаев, т. е.

$$R(x) = \frac{n - m(x)}{n} = 1 - \frac{m(x)}{n}, \quad (2.5)$$

где $m(x)$ — число отказавших изделий к моменту наработки x .

* От англ. reliability — безотказность.

Вероятность отказа $F(x)$ * является событием, противоположным вероятности безотказной работы, поэтому

$$F(x) = 1 - R(x) = m(x)/n. \quad (2.6)$$

Графическое изображение вероятностей безотказной работы и отказа представлено на рис. 2.12. Эти графики справедливы для невосстанавливаемых изделий, т. е. подлежащих замене после первого отказа, и для восстанавливаемых изделий, но для отдельных циклов работы: до первого отказа, между первым и вторым отказом и т. д. Имея значения $F(x)$ или $R(x)$, можно решать следующие практические задачи.

Если X_γ — это заданная наработка агрегата или детали, а x_i — наработка до отказа, то вероятность события $P(x_i > X_\gamma) = R(x) = \gamma$ означает, что с вероятностью $P = \gamma$ изделие проработает без отказа больше заданной наработки X_γ . Эта наработка называется *гамма-процентной наработкой (ресурсом) до отказа*. Обычно γ принимается равной 0,8; 0,85; 0,9; 0,95. Выражение $P(x_i \leq X_\gamma) = F(x)$ означает, что с вероятностью $F(x)$ изделие откажет при наработке, меньшей или равной X_γ .

Если случайной величиной является продолжительность выполнения какой-либо операции ТО или ремонта, то выражение $P(x_i \leq X_\gamma) = F(x) = 1 - \gamma$ означает, что в $(1 - \gamma)$ случаях потребуется время, меньшее чем X_γ .

Следующей характеристикой случайной величины является *плотность ее 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 x равна $F(x) = m(x)/n$, то, дифференцируя при $n = \text{const}$, получим плотность вероятности отказа

$$f(x) = \frac{1}{n} \frac{dm}{dx}.$$

* От англ. failure — отказ, разрушение.

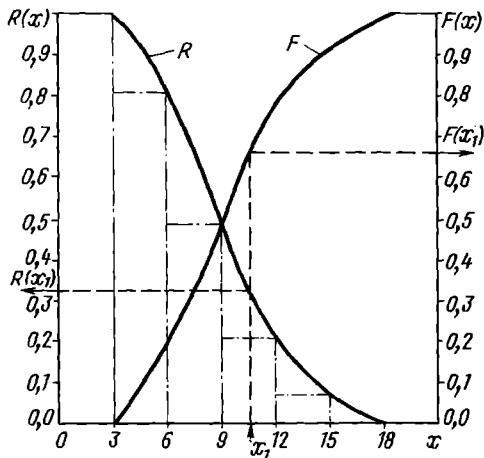


Рис. 2.12. Вероятность безотказной работы R и отказа F

где dm/dx — 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

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx. \quad (2.7)$$

Поэтому $F(x)$ называют интегральной функцией распределения, а $f(x)$ — дифференциальной функцией распределения (рис. 2.13).

Так как $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$, а $R(x) = 1 - F(x)$, то

$$R(x) = \int_x^{\infty} f(x) dx.$$

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

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx. \quad (2.9)$$

На практике, зная $f(x)$, оценивают возможное число отказов $m(x)$, которое может возникнуть за сравнительно небольшой интервал наработки $\Delta x = x_1 - x_2$. Для этого значение $f(x_1)$ умножают на число изделий n и величину интервала Δx . Например, при $n = 75$ $f(x_1) = 0,02$ тыс. км⁻¹ и $\Delta x = 2$ тыс. км получаем $m(x_1 - x_2) \cong 0,02 \cdot 75 \cdot 2 \cong 3$ отказа, т. е. при экс-

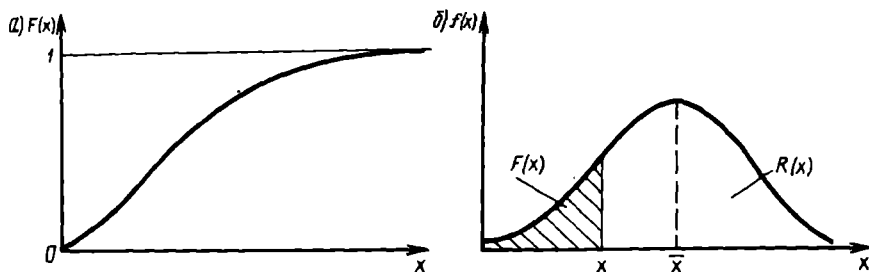


Рис. 2.13. Интегральная (а) и дифференциальная (б) функции распределения:
 $F(x)$ — вероятность отказа; $f(x)$ — плотность вероятности отказа

платации 75 невосстанавливаемых изделий (или восстанавливаемых изделий — до первого отказа) есть основания ожидать в интервале наработки $x_1 - x_2$ появления 3 отказов и подготовиться соответствующим образом к их устранению. Умножая значение плотности вероятности отказа $f(x_1)$ на величину интервала наработки, можно получить оценку вероятности отказа изделий в данном интервале. Для того же примера эта вероятность $P(x_1 < X < x_2) \cong f(x_1) \times \Delta x = 0,02 \cdot 2 = 0,04$. Графически эта величина определяется площадью под кривой дифференциальной функции распределения с основанием $\Delta x = x_2 - x_1$ (см. рис. 2.13, б).

В общем случае $f(x)$, $R(x)$, $F(x)$ получают при сечении случайного процесса в моменты t_1 , t_2 и т. д. (рис. 2.9, а). Дифференциальная функция распределения $f(x)$ называется также законом распределения случайной величины. Знание законов распределения случайных величин позволяет более точно планировать моменты проведения и трудоемкость работ ТО и ремонта, определять необходимое количество запасных частей и решать другие технологические и организационные вопросы.

Для процесса технической эксплуатации наиболее характерны следующие законы распределения.

Нормальный закон распределения. Такой закон формируется тогда, когда на протекание исследуемого процесса 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. Например, наработка до проведения ТО складывается из нескольких (десяти и более) сменных пробегов, отличающихся один от другого. Однако они сопоставимы, т. е. влияние одного сменного пробега на суммарную наработку незначительно, поэтому периодичность ТО подчиняется двухпараметрическому $(\bar{x}, \sigma)$ нормальному закону, для которого имеем:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (2.10)$$

$$R(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx; \quad (2.11)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (2.12)$$

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

$$\begin{aligned} \Phi(z) &= \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\bar{x} + z\sigma} e^{-z^2/2} d(\bar{x} + z\sigma) = \\ &= \int_{-\infty}^z e^{-z^2/2} dz. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Т а б л и ц а 2.9. Нормированная функция нормального распределения

z $\Phi(z)$	0,0 0,500	-0,1 0,460	-0,2 0,421	-0,3 0,382	-0,4 0,345	-0,5 0,309	-0,6 0,274	-0,7 0,242	-0,8 0,212	-0,9 0,184
z $\Phi(z)$	-1,0 0,159	-1,1 0,136	-1,2 0,115	-1,3 0,097	-1,4 0,081	-1,5 0,067	-1,6 0,055	-1,7 0,045	-1,8 0,036	-1,9 0,029
z $\Phi(z)$	-2,0 0,023	-2,1 0,018	-2,2 0,014	-2,3 0,011	-2,4 0,008	-2,5 0,006	-2,6 0,005	-2,7 0,004	-2,8 0,003	-2,9 0,002
z $\Phi(z)$	-3,0 0,013	-3,1 0,0011	-3,2 0,0007	-3,3 0,0005	-3,4 0,0003	-3,5 0,0002	-3,6 0,0002	-3,7 0,0001	-3,8 0,0001	-3,9 0,000
z $\Phi(z)$	0 0,500	0,1 0,540	0,2 0,579	0,3 0,618	0,4 0,655	0,5 0,691	0,6 0,726	0,7 0,758	0,8 0,788	0,9 0,816
z $\Phi(z)$	1,0 0,841	1,1 0,864	1,2 0,885	1,3 0,903	1,4 0,919	1,5 0,933	1,6 0,945	1,7 0,955	1,8 0,964	1,9 0,971
z $\Phi(z)$	2,0 0,977	2,1 0,982	2,2 0,986	2,3 0,989	2,4 0,992	2,5 0,994	2,6 0,995	2,7 0,996	2,8 0,997	2,9 0,998
z $\Phi(z)$	3,0 0,9987	3,1 0,9990	3,2 0,9993	3,3 0,9995	3,4 0,9997	3,5 0,9998	3,6 0,9998	3,7 0,9999	3,8 0,9999	3,9 1,000

П р и м е ч а н и е. Параметры z и $\Phi(z)$ расположены парами, т. е. для каждого z под ним дан параметр $\Phi(z)$. Положительные параметры z отделены от отрицательных двойной линией.

Для нормированной функции составлены таблицы, облегчающие расчеты (табл. 2.9).

Пример. Определить вероятность первой замены детали при работе автомобиля с начала эксплуатации до наработки 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 $z=(x-\bar{x})/\sigma=(70-95)/30=-0,83$. $P(x)=\Phi(z)=\Phi(-0,83)$. Из табл. 2.8 находим $\Phi(-0,83)\approx 0,20$.

Таким образом, примерно 20 % автомобилей потребует 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. Определить вероятность отказа той же детали в интервале пробега от $x_1=70$ тыс. км до $x_2=125$ тыс. км; $z_1=-0,83$; $z_2=(125-95)/30=1$. По табл. 2.8 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 произойдет отказ детали и потребуются ее замена или ремонт.

Для нормального закона $v\leq 0,33$.

Закон распределения Вейбулла — Гнеденко. Данный закон проявляется в модели так называемого «слабого звена». Если система состоит из группы независимых элементов, от-

каз 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: $x_c=\min(x_1; x_2; \dots x_n)$. Функция распределения этой величины может быть выражена следующей зависимостью:

$$f(x)=\frac{b}{a}\left(\frac{x}{a}\right)^{b-1}\exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right], \quad (2.14)$$

где a и b — параметры распределения.

Примером использования распределения Вейбулла—Гнеденко является распределение ресурса подшипника качения, который ограничивается одним из элементов: шарик или ролик, конкретный участок сепаратора и т. д. По аналогичной схеме наступает предельное состояние тепловых зазоров клапанного механизма. Некоторые изделия при анализе модели отказа могут быть рассмотрены как состоящие из нескольких элементов (участков). Это прокладки, уплотнения, шланги, трубопроводы, приводные ремни и т. д. Разрушение указанных изделий происходит в разных местах и при разной

наработке, однако ресурс изделия в целом определяется наиболее слабым его участком. Для этого закона в практических задачах ТЭА коэффициент вариации $v=0,4 \div 0,6$. Расчет параметров приведен в прил. 2.

Логарифмически нормальный закон распределения. Если на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число случайных и взаимонезависимых факторов, интенсивность действия которых зависит от достигнутого случайной величиной состояния, то возникают условия для логарифмически нормального закона. Эта так называемая *модель пропорционального эффекта* рассматривает некоторую случайную величину, имеющую начальное состояние x_0 и конечное предельное состояние x_n . Изменение случайной величины происходит таким образом, что

$$x_i = x_{i-1} \pm \varepsilon_i h(x_{i-1}), \quad (2.15)$$

где ε_i — интенсивность изменения случайных величин; $h(x_{i-1})$ — функция реакции, показывающая характер изменения случайной величины.

При $h(x_{i-1}) = x_{i-1}$ имеем $x_i = x_{i-1} (1 \pm \varepsilon_i) = (1 \pm \varepsilon_i) (1 \pm \varepsilon_{i-1}) \dots (1 \pm \varepsilon_1) x_0 = x_0 \prod_{i=1}^n (1 \pm \varepsilon_i)$.

Таким образом, предельное состояние $x_n = x_0 \prod_{i=1}^n (1 \pm \varepsilon_i)$, а его логарифм $\ln x_n = \ln x_0 + \sum \ln (1 \pm \varepsilon_i)$.

Согласно центральной предельной теореме $\ln x_n$, имеем асимптотически нормальное распределение, как сумма ряда случайных равновеликих и взаимонезависимых величин, а сама величина x_n распределена по логарифмически нормальному закону (см. прил. 2).

В технической эксплуатации этот закон (при $v=0,3 \div 0,5$) встречается при описании процессов усталостных разрушений, коррозии, наработки до ослабления крепежных соединений и в ряде других случаев.

Экспоненциальный закон распределения. Предположим, что в начальный момент $x=0$ элементы

численностью N_0 были исправны. При работе происходят отказы этих элементов таким образом, что независимо от проработанного времени x число отказов (ΔN) в небольшом интервале времени Δx пропорционально числу оставшихся исправных элементов N_x , а непосредственно перед отказом элемент находится в исправном состоянии, т. е. $\Delta N / \Delta x = -\lambda N_x$, где λ — положительная постоянная, а знак минус свидетельствует о сокращении N_x при работе. При $\Delta x \rightarrow 0$ имеем $dN/dx = -\lambda N_x$; $dN/N_x = -\lambda dx$. После интегрирования $\ln N_x = -\lambda x - \ln C$, откуда $N_x = C \exp [-\lambda x]$.

При $x=0$ $C=N_0$, откуда $N = N_0 \exp [-\lambda x]$. Но $N_x/N_0 = R(x)$, тогда вероятность безотказной работы (см. прил. 3) $R(x) = \exp [-\lambda x]$.

Данное уравнение характеризует вероятность безотказной работы при экспоненциальном законе распределения, а λ — параметр потока отказов (называемый также для экспоненциального распределения интенсивностью отказов), равный обратной величине средней наработки на отказ, т. е. $\lambda = 1/x$. Плотность распределения для экспоненциального закона описывается уравнением

$$f(x) = \lambda \exp [-\lambda x]. \quad (2.16)$$

При этом законе распределения коэффициент вариации $v=1$.

Экспоненциальный закон распределения является однопараметрическим, что облегчает расчеты и объясняет широкое его применение на практике. В соответствии с теоремой умножения вероятностей вероятность безотказной работы к моменту $x + \Delta x$ равна вероятности безотказной работы в течение времени x , умноженной на вероятность безотказной работы за время Δx , т. е.

$$R(x + \Delta x) = R(x) R(\Delta x) = \exp [-\lambda (x + \Delta x)],$$

отсюда

$$R(\Delta x) = \frac{\exp [-\lambda (x + \Delta x)]}{R(x)} = \exp [-\lambda \Delta x].$$

Следовательно, 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, рассмотренная модель не учитывает постепенного изменения параметров технического состояния, например, в результате изнашивания, старения и так далее, 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. Расчет $R(x)$ приведен в прил. 3.

Кроме перечисленных, встречаются и другие законы распределения: гамма-распределения, Релея и прочие, сведения о которых можно получить из специальной литературы. Важно при этом подчеркнуть, что понимание процессов изменения технического состояния, знание соответствующих законов распределения случайных величин серьезно облегчает и делает более точными инженерные расчеты, а также позволяет предвидеть вероятность наступления тех или иных событий. Например, если известно, что закон распределения нормальный, расчеты надежностных характеристик сводятся к использованию нормированной функции. Для экспоненциального и закона распределения Вейбулла—Гнеденко также построены таблицы или простые линейные номограммы — «вероятностная бумага»*.

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

$$R(x) = \frac{n - m(x)}{n},$$

то

$$\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \cdot \frac{1}{nR(x)}.$$

Учитывая, что

$$f(x) = \frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx},$$

получаем

$$\lambda(x) = \frac{f(x)}{R(x)}. \quad (2.17)$$

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

Так как $R(x) = 1 - \frac{mx}{n}$, то после дифференцирования $\frac{dR}{dx} = -\frac{1}{n} \frac{dm}{dx}$.

Так как $\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \frac{1}{Rn}$, то, заменяя в последнем выражении $\frac{dm}{dx}$, получим $\lambda(x) = -\frac{1}{R} \frac{dR}{dx}$, откуда после интегрирования

$$R = e^{-\int_0^x \lambda(x) dx} \quad (2.18)$$

Зная интенсивность отказов, можно для любого момента времени или пробега определить вероятность безотказной работы. На рис. 2.14 приведены $\lambda(x)$ для двух характерных

* См., например, ГОСТ 27.503—81, а также Большой Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. — М.: Наука, 1965. — 464 с.

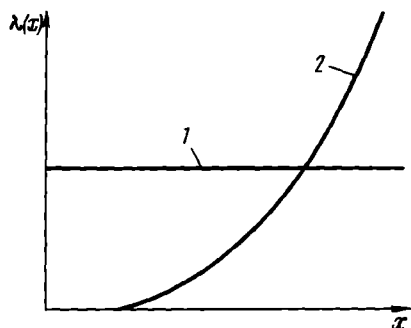


Рис. 2.14. Изменение интенсивности отказов для внезапных (1) и постепенных (2) отказов

случаев: при внезапных и постепенных отказах. Последние описывают безотказность так называемых «ста-реющих» элементов.

2.8. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРЕТЬЕГО ВИДА)

Ранее были рассмотрены два вида закономерностей: изменение параметров технического состояния автомобилей по времени или пробегу

и вариации 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 определенном пробеге, ресурс его агрегатов и др.

Для рациональной организации производства необходимо, кроме того, знать, сколько автомобилей с отказами данного вида будет поступать в зону ремонта в течение смены (недели, месяца), будет ли их количество постоянным или переменным и от каких факторов оно зависит, т. е. речь идет не только о надежности 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, расход запасных частей и материалов. Взаимосвязи между показателями надежности автомобилей и суммарным потоком отказов для группы автомобилей изучают с помощью закономерностей

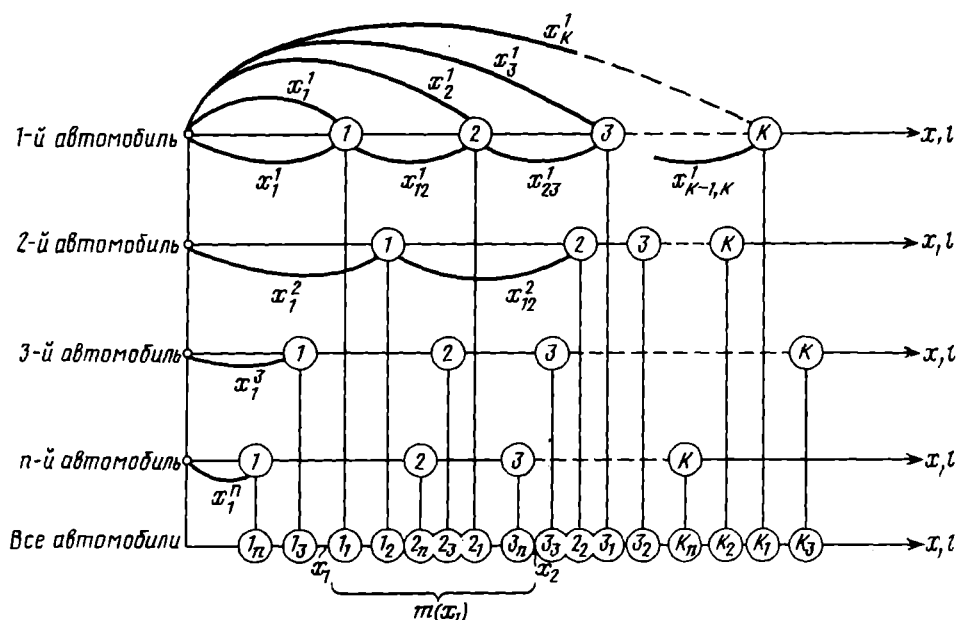


Рис. 2.15. Схема формирования потока отказов

третьего вида, которые характеризуют процесс восстановления — возникновения и устранения неисправностей изделий во времени. Предположим, что фиксируются моменты появления одинаковых отказов в группе из n автомобилей (рис. 2.15). Очевидно, что наработки на отказы, во-первых, случайны для каждого автомобиля и описываются соответствующей функцией $F(x)$ или $f(x)$. Во-вторых, эти наработки независимы у разных автомобилей. В-третьих, при устранении отказа в зоне ремонта безразлично, от какого автомобиля поступает отказ и какой он по счету. К важнейшим характеристикам закономерностей третьего вида относятся средняя наработка до k -го отказа, средняя наработка между отказами для n автомобилей, коэффициент полноты восстановления ресурса, ведущая функция потока отказов $\Omega(x)$ и параметр потока отказов $\omega(x)$.

Средняя наработка до k -го отказа

$$\begin{aligned}\bar{x}_k &= \bar{x}_1 + \bar{x}_{12} + \bar{x}_{23} + \dots + \bar{x}_{k-1,k} = \\ &= \bar{x}_1 + \sum_{k=2}^k \bar{x}_{k-1,k},\end{aligned}\quad (2.19)$$

где $\bar{x}_1$ — средняя наработка до первого отказа; $\bar{x}_{12}$ — средняя наработка между первым и вторым отказом; $\bar{x}_{23}$ — средняя наработка между вторым и третьим и т.д.

Средняя наработка между отказами для n автомобилей получается из (2.19). Между первым и вторым

отказами $\bar{x}_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_{12}}{n}$, между $(k-1)$ -м и k -м

$$\bar{x}_{k-1,k} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_{k-1,k}}{n}. \quad (2.20)$$

Коэффициент полноты восстановления ресурса характеризует возможность сокращения ресурса после ремонта, т.е. качество произведенного ремонта. После первого ремонта (между первым и вторым отказами) этот коэффициент $\eta_1 = \bar{x}_{12}/\bar{x}_1$, после k -го отказа $\eta_k = \bar{x}_{k,k+1}/\bar{x}_1$. При этом $0 \leq \eta \leq 1$.

Сокращение ресурса после первого и последующих ремонтов, которое

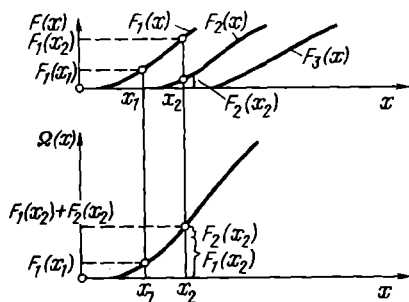


Рис. 2.16. Формирование ведущей функции потока отказов

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

Ведущая функция потока отказов (функция восстановления) $\Omega(x)$ определяет накопленное количество первых и последующих отказов изделия к наработке x . Как следует из рис. 2.16, из-за вариации наработок на отказы происходит их смешение, а функции вероятностей первых и последующих отказов $F_1, F_2, \dots, F_k$ частично накладываются друг на друга. Поэтому, если вероятное количество отказов, например, к пробегу x_1 определяется как $\Omega(x) = F_1(x_1)$, так как при $x < x_1$ возникают только первые отказы, то для момента x_2 общее количество отказов определяется суммированием вероятностей первого $F_1(x_2)$ и второго $F_2(x_2)$ отказов. Поэтому $\Omega(x_2) = F_1(x_2) + F_2(x_2)$, а в общем виде

$$\Omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x). \quad (2.21)$$

Параметр потока отказов $\omega(x)$ — это плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого изделия, определяемая для данного момента времени или пробега:

$$\omega(x) = \frac{d\Omega(x)}{dx} = \sum_{k=1}^{\infty} f_k(x), \quad (2.22)$$

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. Причем при оценке надежности изделия число отказов обычно относят к пробегу, а при оценке потока отказов, поступающих для устранения, — ко времени работы соответствующих производственных подразделений. Следует отметить, что ведущая функция и параметр потока отказов определяются аналитически лишь для некоторых видов законов распределения. Например, для экспоненциального закона

$$\Omega(x) = x\omega = \frac{x}{\eta\bar{x}_1}, \text{ откуда } \omega = \frac{1}{\eta\bar{x}_1} =$$

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

Для нормального закона:

$$\begin{aligned} \Omega(x) &= \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x) = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} \Phi\left(\frac{x - k\eta\bar{x}_1}{\sigma k}\right); \end{aligned} \quad (2.23)$$

$$\omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}k} e^{-\frac{(x - k\eta\bar{x}_1)^2}{2\sigma^2 k^2}} \quad (2.24)$$

где Φ — нормированная функция для

$$z = \frac{x - k\eta\bar{x}_1}{\sigma\sqrt{k}}; \quad k \text{ — число отказов (замен)}.$$

Пример. Нарботка до первой замены накладок сцепления $\bar{x}_1 = 58$ тыс. км, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 10$ тыс. км, коэффициент восстановления ресурса $\eta = 0,6$. Определить возможное число замен при пробеге автомобиля 150 тыс. км.

Для расчетов используем формулу (2.23), последовательно определяя F_1 ; F_2 ; F_3 и т. д.:

$$\begin{aligned} F_1(150) &= \Phi \frac{150 - 1 \cdot 58}{10} = \Phi(9,2) = \\ &= 1 \text{ (см. табл. 2,9);} \end{aligned}$$

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

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 число замен данной детали составит:

$$\Omega(150) \approx \sum_{k=1}^6 \Phi(z) = 3,83.$$

Для практического использования важны некоторые приближенные оценки ведущей функции параметра потока отказов

$$F(x) \leq \Omega(x) \leq \frac{F(x)}{1 - F(x)}. \quad (2.25)$$

Из этой формулы следует, что на начальном участке работы, где преобладают первые отказы, т. е. $F(x) \ll 1$,

$$\Omega(x) \approx F(x).$$

Ведущая функция параметра потока отказов стареющих элементов для любого момента времени или для пробега удовлетворяет следующему неравенству:

$$\frac{x}{\eta\bar{x}_1} - 1 \leq \Omega(x) \leq \frac{x}{\eta\bar{x}_1}. \quad (2.26)$$

Для рассмотренного выше примера с заменой накладок сцепления, используя формулу (2.26), получим следующую оценку ведущей функции параметра потока отказов при пробеге автомобиля $x = 150$ тыс. км: $3,3 \leq \Omega(x) \leq 4,3$. Таким образом, к пробегу x в среднем по формуле 2.26 возможно от 3,3 до 4,3 отказов сцепления.

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

$$\Omega(x) \approx \frac{x}{\eta\bar{x}_1} + \frac{\sigma^2}{2(\eta\bar{x}_1)^2} - \frac{1}{2}. \quad (2.27)$$

При расчете гарантированных запасов необходима интервальная оценка ведущей функции параметра пото-

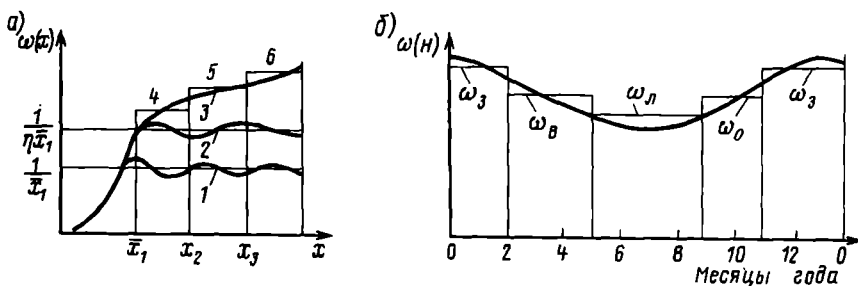


Рис. 2.17. Случаи изменения параметра потока отказов:
а — по наработке с начала эксплуатации; б — по временам года (сезонное)

ка отказов (для достаточно больших значений x)

$$\frac{x}{\eta \bar{x}_1} - z_\alpha \frac{\sigma \sqrt{x}}{(\eta \bar{x}_1)^{3/2}} < \Omega(x) < \frac{x}{\eta \bar{x}_1} + z_\alpha \frac{\sigma \sqrt{x}}{(\eta \bar{x}_1)^{3/2}}, \quad (2.28)$$

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 ($x_1 = 58$ тыс. км; $\eta = 0,6$; $\sigma = 10$ тыс. км) с достоверностью $1 - \alpha = 0,9$ необходимое число накладок сцепления на 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 табл. 2.9 имеем $z_\alpha = 1,25$. 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 5 комплектов накладок сцепления. Средний же расход составит около 3,8 комплектов.

Таким образом, используя значения параметра потока отказов, можно определить конкретный расход деталей за любой заданный период и планировать работу системы снабжения.

Параметр потока отказов может быть оценен на основании экспериментальных данных (отчетных материалов, специальных наблюдений) следующим образом (см. рис. 2.15):

$$\omega(x) = \frac{m(x_1)}{n(x_2 - x_1)} = \frac{\Omega(x_2) - \Omega(x_1)}{x_2 - x_1}, \quad (2.29)$$

где $m(x)$ — суммарное число отказов n автомобилей в интервале пробега 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 пробегу x_1 и x_2 .

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

Первый случай (рис. 2.17, а, 1) — полное восстановление ресурса после каждого отказа, т. е. $\bar{x}_1 = x_{12} = x_{23} = \dots = \bar{x}_{k+1} = \bar{x}_k - 1, k = \text{const}$; $\eta = 1$.

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

Второй случай (рис. 2.17, а, 2) — неполное, но постоянное восстановление ресурса после первого отказа, т. е. $1 > \eta_i = \text{const}$. Для этого случая также характерна стабилизация параметра потока отказов, но на более высоком уровне:

$$\omega_2 = \frac{1}{\eta \bar{x}_1} = \text{const}.$$

Третий случай (рис. 2.17, а, 3) — последовательное снижение полноты восстановления ресурса, т. е.

$$\eta \neq \text{const}; 1 > \eta_1 > \eta_2 > \dots \eta_k.$$

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 $\omega = \text{const}$ как среднюю для отдельных периодов 4, 5 и 6, на

которые разбивается весь пробег или время работы автомобиля. Подобный подход возможен также при анализе изменения параметра потока отказов в течение года (рис. 2.17, б). Этот параметр может приниматься практически постоянным для зимнего (ω_3), осенне-весеннего (ω_6 , ω_8) и летнего (ω_1). периодов.

2.9. КЛАССИФИКАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Важными в технических приложениях являются *марковские случайные процессы* (в честь знаменитого русского математика Маркова А. А.). Их особенность состоит в том, что вероятность любого состояния системы (автомобиля, группы автомобилей) в будущем зависит только от ее состояния в настоящее время и не зависит от того, когда и какими путями она пришла в это состояние. Действительно, работоспособность автомобиля в будущем зависит только от фактического технического состояния, к которому автомобиль может прийти по-разному. В теории технической эксплуатации наибольшее применение находят цепи Маркова и марковские последовательности.

В цепях Маркова четко определены состояния системы $S_1, S_2, \dots, S_n$. Переход из состояния в состояние осуществляется в дискретные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_k$ и определяется переходными вероятностями. Цепи Маркова хорошо иллюстрируются графом состояния системы, на котором кружками или прямоугольниками отмечены сами

состояния и стрелками направления переходов. Если на графе под стрелками указаны вероятности перехода, то он называется *размеченным графом состояний* (рис. 2.18).

Марковские процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова) характеризуют функционирование систем, у которых переход из состояния в состояние происходит в случайные моменты времени, а сами состояния дискретны, например появление отказа, неисправности. Для этого процесса, который также может быть изображен графом, рассматриваются плотности вероятностей λ переходов системы за время Δt из состояния S_i в состояние S_j :

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t}, \quad (2.30)$$

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 противном случае — *неоднородным*.

Имея данные по плотностям вероятностей переходов P_{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

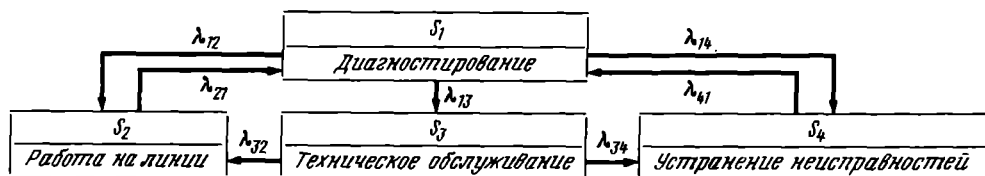


Рис. 2.18. Размеченный граф состояний для марковского процесса с непрерывным временем

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. 2.18 записывается система уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dP_1}{dt} &= -(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}) P_1 + \\ &\quad + \lambda_{21} P_2 + \lambda_{41} P_4; \\ \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{12} P_1 + \lambda_{32} P_3 - \lambda_{21} P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{13} P_1 - (\lambda_{32} + \lambda_{34}) P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} &= \lambda_{14} P_1 + \lambda_{34} P_3 - \lambda_{41} P_4.\end{aligned}\quad (2.31)$$

В уравнении для краткости опущены индексы t , т. е. вместо $P_1(t)$ записано P_1 и т. д.

Так называемые предельные состояния (при $t \rightarrow \infty$) определяются из приведенной системы уравнений, у которых левые части приравняются 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 .

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.

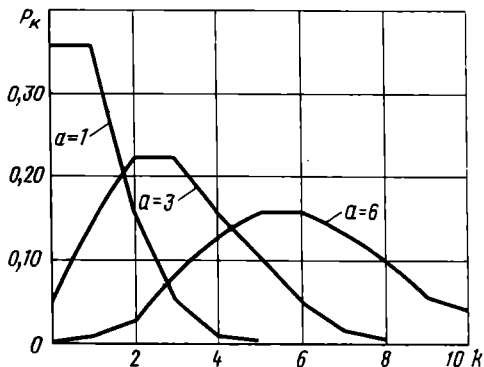


Рис. 2.19. Вероятность возникновения требований по закону Пуассона в зависимости от среднего их числа

Для стационарного потока за интервал x количество отказов

$$\Omega_0(x) = \frac{x}{\eta x_1}. \quad (2.32)$$

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 маловероятно.

Отсутствие последствия — это независимость характера потока от числа ранее поступивших отказов и моментов их возникновения. На практике суммирование не менее 6—8 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 (рис. 2.19):

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t}, \quad (2.33)$$

где $k=0, 1, 2, \dots$ — число отказов, возникающих за время t ; ω — параметр потока отказов.

В реальных условиях производства обычно фиксируют значение t , напри-

мер 1 ч, 1 смена, 1 неделя и так далее, т. е. $t=1$, а $\omega t = \Omega_0 = a$ — среднее число отказов, возникающих за время t . В этом случае

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}. \quad (2.34)$$

Поступление автомобиля в зону ремонта для устранения неисправности принято называть *требованием*. В реальных условиях требование может включать комбинацию неисправностей агрегатов и автомобилей.

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. (см. рис. 2.19). Таким образом, загрузка постов и оборудования носит вероятностный характер: 22 % от всех смен будет иметь фактическое число требований, совпадающее со средним, у 42 % ($5 + 15 + 22$) загрузки 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 соответствовать неполной загрузке зон и участков или необходимости ожидания момента обслуживания, т. е. образованию очереди требований. В зависимости от стоимости простоя автомобилей в ожидании ремонта (C_a), а также оборудования и рабочих в ожидании автомобилей ($C_{o.p.}$), требующих ремонта, определяют оптимальную пропускную способность зон, участков, постов ТО и ремонта. Эта задача решается с использованием теории массового обслуживания и из условия минимизации выражения $u = C_a + C_{o.p.}$, называемого *целевой функцией*.

Характерным признаком закона Пуассона является равенство дисперсии среднему значению, поэтому коэффициент вариации потока требований $v = a^{-0.5}$. Это означает, что с увеличением программы вариация ее фактического значения сокращается:

Средняя программа	Коэффициент вариации
1	1
2	0,71
3	0,58
4	0,50
5	0,45
9	0,30
25	0,20

Закон распределения становится более симметричным с увеличением программы (см. рис. 2.19 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, являются одним из направлений совершенствования технической эксплуатации автомобилей.

Еще одним важным свойством простейшего потока является то, что промежуток времени между двумя соседними событиями (отказами) подчиняется экспоненциальному закону распределения, для которого:

$$\bar{x} = 1/\omega; \quad \bar{x} = \sigma; \quad v = 1.$$

Если поток обладает только двумя свойствами (ординарностью и отсутствием последствия), то он называется нестационарным пуассоновским и тогда за смену число событий за интервал $(t, t + \tau)$ определяется следующим образом

$$a = \int_t^{t+\tau} \omega(t) dt. \quad (2.35)$$

Стабилизация параметра потока отказов или ее приведение на отдельных участках к стабильному значению (см. рис. 2.17) 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. 2.20, 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

$$\lambda_{k-1,k}P_{k-1} = \lambda_{k,k-1}P_k.$$

Используя это соотношение, а также условие $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$ определяем предельные вероятности:

$$\begin{aligned} P_1 &= 1 : \left(1 + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{32}\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{34}\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{43}\lambda_{32}\lambda_{21}} + \dots + \frac{\lambda_{n-1,n}\dots\lambda_{12}}{\lambda_{n,n-1}\dots\lambda_{21}} \right); \quad (2.36) \\ P_2 &= \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} P_1; \quad P_3 = \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}}{\lambda_{32}\lambda_{21}} P_1; \\ P_k &= \frac{\lambda_{k-1,k}\dots\lambda_{12}}{\lambda_{k,k-1}\dots\lambda_{21}} P_1. \end{aligned}$$

Пример. На крупном АТП имеется компрессорная станция, состоящая из трех одинаковых компрессоров, средняя выработка на отказ каждого из которых составляет $\bar{x}$. Поток отказов простейший. Среднее время ремонта равно $\bar{t}_p$.

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 возрастают в 3 раза, т. е. $\lambda_{12} = 3/\bar{x}$ (рис. 2.20, 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 учитывается не только интенсивность отказов, но и интенсивность восстановления μ , которая при экспоненциальном законе распределения продолжительности восстановления равна обратной средней продолжительности ремонта $1/\bar{t}_p$, т. е. при работе одного компрессора $\mu_1 = \lambda_{21} = 1/\bar{t}_p$, двух $\mu_2 = \lambda_{32} = 2/\bar{t}_p$; трех $\mu_3 =$

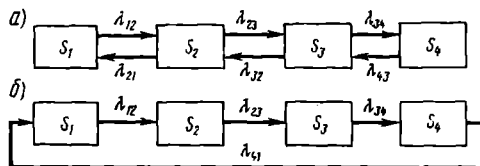


Рис. 2.20. Схемы марковских процессов: а — «гибели и размножения»; б — циклического

$= \lambda_{43} = 3/\bar{t}_p$. С учетом (2.36) и для $\bar{x} = 50$ ч и $\bar{t}_p = 4$ ч имеем:

$$P_1 = \frac{1}{1 + 3 \frac{\bar{t}_p}{\bar{x}} + 3 \left(\frac{\bar{t}_p}{\bar{x}} \right)^2 + \left(\frac{\bar{t}_p}{\bar{x}} \right)^3} = 0,793;$$

$$P_2 = 3 (\bar{t}_p / \bar{x}) P_1 = 3 \cdot 0,08 \cdot 0,793 = 0,1914;$$

$$P_3 = 3 (\bar{t}_p / \bar{x})^2 P_1 = 0,0152;$$

$$P_4 = (\bar{t}_p / \bar{x})^3 P_1 = 0,0004.$$

Средняя производительность компрессорной станции в установившемся режиме

$$\begin{aligned} \bar{W} &= P_1 W_1 + P_2 W_2 + P_3 W_3 + P_4 W_4 \approx 0,79 W_1 + \\ &+ 0,19 \cdot 0,7 \cdot W_1 + 0,015 \cdot 0,35 W_1 \approx 0,93 W_1. \end{aligned}$$

Если средняя наработка на отказ будет ниже, например, 32 ч, то вероятности соответственно составят:

$$P_1 = 0,702; \quad P_2 = 0,265; \quad P_3 = 0,032; \\ P_4 = 0,001,$$

а средняя производительность компрессорной станции сократится до $0,89 W_1$.

Преимуществом теоретических моделей типа (2.32, 2.33, 2.36 и др.) является возможность предвидеть поведение и состояние системы при изменении действующих на нее факторов в отличие от экспериментального подхода, который фиксирует простейшие события и показатели, соответствующие определенному моменту времени и состоянию системы.

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 (см. рис. 2.20, 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 $\lambda_{12}, \lambda_{23}, \lambda_{34}, \lambda_{41}$. Для предельных вероятностей, т. е. $dP/dt=0$, и при переходе из первого во второе состояние имеем $\lambda_{23}P_2=\lambda_{12}P_1$, далее $\lambda_{34}P_3=\lambda_{23}P_2$; $\lambda_{k-1,k}P_{k-1}=\lambda_{k,k+1}P_k$; 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:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \lambda_{12} \left(\frac{1}{\lambda_{23}} + \frac{1}{\lambda_{34}} + \dots + \frac{1}{\lambda_{n,1}} \right)};$$

$$P_2 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{23}} P_1; \quad P_3 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{34}} P_1;$$

$$P_k = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{k,k+1}} P_1; \quad P_n = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{n,1}} P_1. \quad (2.37)$$

Так как рассматриваемый процесс пуассоновский, среднее время пребывания системы в состоянии S_i равно $\bar{t}_i = 1/\lambda_{i,i+1}$, откуда

$$\lambda_{i,i+1} = 1/\bar{t}_i; \quad \lambda_{n,1} = 1/\bar{t}_n. \quad (2.38)$$

Так, для

$$P_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\bar{t}_1} (\bar{t}_2 + \bar{t}_3 + \dots + \bar{t}_n)} =$$

$$= \frac{\bar{t}_1}{\bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \dots + \bar{t}_k}$$

или в общем виде

$$P_k = \frac{\bar{t}_k}{\sum_{i=1}^n \bar{t}_i} \quad (2.39)$$

Определим предельные вероятности для случая, рассмотренного на рис. 2.20, б при условии, что $\bar{t}_1 = T_n$; $\bar{t}_2 = 0,3T_n$; $\bar{t}_3 = 0,19T_n$; $\bar{t}_4 = 0,8T_n$, где T_n — среднее время нахождения автомобиля в наряде.

$P_1 = 1/2,29 = 0,44$; $P_2 = 0,13$; $P_3 = 0,08$; $P_4 = 0,35$.

2.10. СВОЙСТВА И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотренные выше материалы показывают, что надежность зависит не только от наработки на отказы, но и от продолжительности их устранения. Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения изделия и условий его применения включает в себя не только безотказность, долговечность и сохраняемость, но и ремонтнопригодность.

Рассмотрим каждое из этих свойств. *Безотказность* — это свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега. Для оценки безотказности применяют следующие основные показатели: вероятность безотказной работы; средняя наработка до отказа и на отказ; 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 заданного пробега (например, для международных перевозок) или между очередными видами ТО. В последнем случае показатели безотказности характеризуют эффективность и качество ТО. Оценка безотказности по интервалам пробега в течение всего срока работы автомобиля характеризует темп его старения.

Долговечность — свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения работ ТО и ремонта.

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 и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонта. Основными показателями ремонтпригодности 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 ремонтпригодности 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 марок применяемых эксплуатационных материалов, номенклатура необходимого оборудования и инструмента и др.

Сохраняемость — свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования. Сохраняемость характеризуется средним и гамма-процентными сро-

ками сохраняемости изделий. На автомобильном транспорте эти показатели применяются: для автомобилей — при длительном их хранении (консервации), транспортировании; для материалов (масел, жидкостей, красок) и некоторых видов изделий (шин, аккумуляторных батарей и др.) при их кратковременном и длительном хранении.

Имея отчетные данные или ведя наблюдения за изделиями (детальями, 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.

2.11. ПОНЯТИЕ О МЕТОДАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЕЙ

Как следует из ранее изложенного, в процессе работы происходит изменение технического состояния автомобилей и его агрегатов, которое может привести к частичной или полной потере работоспособности. Существуют два способа обеспечения работоспособности автомобилей в эксплуатации: поддержание работоспособности, называемое техническим обслуживанием (способ I) и восстановление работоспособности, называемое ремонтом (способ II).

Основная цель ТО автомобиля состоит в предупреждении и отдалении момента достижения им предельного состояния. Это достигается, во-первых, предупреждением возникновения отказа за счет предупредительного контроля и доведения параметров технического состояния автомобилей (агрегата, механизма) до номинальных или близких к ним значений; во-вторых, предупреждением отказа в результате уменьшения интенсивности изменения параметра технического состояния, снижением

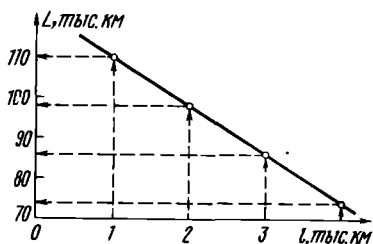


Рис. 2.21. Влияние периодичности смазки на ресурс сопряженных деталей

темпа изнашивания сопряженных деталей.

Если в рассмотренном ранее на рис. 2.2 примере с тормозными механизмами при наработке l_0 , несколько меньшей ресурса, произвести упреждающий контроль, а затем регулирование тормозного механизма до номинального зазора, то отказа не произойдет, т. е. он будет предупрежден. По подобной схеме проводится ТО большинства регулируемых механизмов (тормоза, сцепление, клапанный механизм двигателей, приборы электрооборудования и др.) и крепежных соединений, у которых наблюдаются ослабление предварительной затяжки в результате действия циклических нагрузок и появления остаточных деформаций.

На рис. 2.21 показано влияние периодичности смазки l на ресурс L сопряженных деталей (шкворневого соединения). Уменьшение ресурса происходит в результате того, что при работе смазочный материал загрязняется механическими примесями и теряет свои противозносные свойства, а часть смазки выдавливается из зазора и наступают сухое или полусухое трение и абразивный износ. Поэтому ресурс шкворневого соединения автомобиля тем больше, чем чаще проводится его смазка.

Оба рассмотренных примера свидетельствуют о важности определения оптимального момента проведения ТО и его периодичности l_0 . Неоптимальная периодичность может привести к возникновению отказа и сократить ресурс изделия или увеличить расходы на эксплуатацию.

К ТО относятся также работы, проводимые для обеспечения доступности механизмов и агрегатов, улучшения условий труда исполнителей по ТО, поддержания надлежащего внешнего вида и санитарного состояния автомобиля: уборка, мойка и сушка. Таким образом, ТО является предупредительным (профилактическим) мероприятием, проводимым, как правило, по плану и включающим в себя контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, моечные, уборочные и некоторые другие работы. Характерным для работ по ТО являются их выполнение, как правило, без разборки узлов и механизмов, сравнительно малая трудоемкость и стоимость.

В процессе регулярного технического обслуживания параметры технического состояния поддерживаются в заданных пределах, однако из-за изнашивания деталей, поломок и других причин ресурс автомобиля (агрегата, механизма) расходуется и в определенный момент автомобиль уже не может нормально эксплуатироваться, т. е. наступает такое предельное его состояние, которое не может быть устранено профилактическими методами ТО, а требует восстановления утраченной работоспособности — ремонта.

Так, каждый цикл регулирования тормозного механизма компенсирует износ тормозной накладки и барабана, однако процесс регулярного ТО может быть продолжен до тех пор, пока суммарный износ тормозной накладки не приведет к минимальному предельному значению ее толщины. К этому моменту тормозной механизм достигает нового предельного состояния, требующего не ТО, а восстановительных работ, в данном случае — замены тормозных накладок.

Таким образом, ремонт предназначен для восстановления и поддержания работоспособности механизма, узла, агрегата и автомобиля в целом, устранения неисправностей, возникающих при работе и выявленных

при ТО. Как правило, ремонт выполняется по потребности (при достижении изделием предельного состояния) и включает контрольно-диагностические, разборочные, сборочные, регулировочные, слесарные, сварочные и некоторые другие виды работ. Характерными для работ по ремонту являются их значительная трудоемкость, стоимость, необходимость в частичной или полной разборке изделия для восстановления или замены деталей, использование при ремонте достаточно сложного станочного, сварочного, окрасочного и другого оборудования.

Если при достижении предельного состояния восстановление изделия согласно технической документации возможно, то оно называется *восстанавливаемым*. Если ремонт предусмотрен технической документацией, то изделие называется *ремонтируемым* (в противном случае изделие — *неремонтируемое*). Примерами ремонтируемых изделий являются сам автомобиль, большинство его агрегатов (двигатель, сцепление, коробка передач, редуктор заднего моста) и деталей (коленчатый вал, блок цилиндров, распределительный вал) двигателя. Изделие, работоспособность которого не может быть восстановлена, называется *невосстанавливаемым*. Это большинство асбестовых и резинотехнических изделий (тормозные накладки, накладки дисков сцепления, прокладки, манжеты), некоторые электротехнические изделия (лампы, предохранители, свечи), быстроизнашивающиеся детали (кольца) и некоторые детали, обеспечивающие безопасность движения (вкладыши и пальцы шарниров рулевых тяг, втулки шкворневых соединений и др.).

Оба рассмотренных способа обеспечения работоспособности автомобилей в эксплуатации требуют комплекса организационных, технологических и других мероприятий, т. е. *управления техническим состоянием* автомобилей и автомобильных парков, что является одной из основных задач технической эксплуатации.

Управление начинается с получения и обработки информации о состоянии системы, на основе которой принимается соответствующее решение, за которым следуют действия, переводящие управляемую систему из одного состояния в другое.

Итак, управление представляет собой, образно говоря, процесс преобразования информации в целенаправленные действия, переводящие управляемую систему (автомобиль, цех, предприятие или отрасль) из исходного в заданное состояние.

При управлении в технической эксплуатации используется *вероятностная* информация, характеризующая поведение или состояние совокупности автомобилей, и *индивидуальная* или дискретная информация, определяющая состояние или показатели работы конкретного изделия — детали, агрегата, автомобиля.

Вероятностная информация характеризуется показателями, рассмотренными в начале этой главы. Примерами вероятностной информации являются распределение ресурса деталей, трудоемкость выполнения работ, расход материалов, характеристики случайных процессов и т. д. Источниками получения вероятностной информации являются соответствующим образом обработанные отчетные данные действующей на автомобильном транспорте документации, а также результаты специально организованных наблюдений. К вероятностной информации следует отнести также ранее накопленный опыт, изложенный в технической литературе, справочниках, научных отчетах и т. д. Вероятностный характер данной информации проявляется в возможности полного или частичного ее использования в конкретных условиях без корректировки.

Индивидуальная информация также может быть получена по отчетным данным для конкретного автомобиля (агрегата) или по результатам непосредственных наблюдений за ним. Используется она для корректирования управляющего решения применительно к данному объекту.

Вероятностная и индивидуальная информации дополняют друг друга: на основании первой, например, может быть установлен момент контроля технического состояния изделия, а целесообразность конкретных

работ по поддержанию работоспособности определяется индивидуальной информацией о техническом состоянии изделия, получаемой, например, с использованием средств диагностирования.

Глава 3

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

3.1. ПОНЯТИЕ ОБ ОСНОВНЫХ НОРМАТИВАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Под *нормативом* понимается количественный или качественный показатель, используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений. По назначению нормативы подразделяются на регламентирующие:

свойства изделия (надежность, 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, трудовых затрат);

технологические требования, определяющие порядок проведения определенных операций и работ ТО и ремонта.

По уровню нормативы подразделяются на общесоюзные (государственные стандарты, общесоюзные нормы технологического проектирования — ОНТП, нормы расхода запасных частей и др.); межотраслевые (Положение о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта и др.); отраслевые (типовые технологические и методические указания, отраслевые стандарты и др.); внутриотраслевые и хозяйственные (нормативы качества ТО и ремонта, стандарты предприятий и др.).

Нормативы используются при оп-

ределении 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 данных о надежности изделий, расходе материалов и продолжительности и стоимости проведения работ ТО и ремонта.

3.2. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Периодичность ТО — это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами ТО. При проведении обслуживания применяются два основных метода доведения изделия до требуемого технического состояния.

При первом методе, обозначаемом условно 1-1 (по наработке), устанавливается определенная периодичность, в соответствии с которой изделие восстанавливается до заданного технического документацией уровня при достижении установленной наработки.

При втором методе 1-2 (по параметру технического состояния) при

заданной периодичности производится сначала контроль технического состояния и принимается решение о проведении предупредительных технических воздействий, т. е. доведении технического состояния изделия до установленного уровня.

Таким образом, в общем виде операция ТО состоит из двух частей — *контрольной* и *исполнительской*. Это необходимо учитывать при определении трудоемкости t_n операции ТО:

$$t_n = t_k + kt_n, \quad (3.1)$$

где t_k и t_n — трудоемкость соответственно контрольной и исполнительской частей профилактической операции; k — коэффициент повторяемости.

При первом методе $k=1$, а контрольная и исполнительская части практически сливаются. При втором методе каждый раз с установленной периодичностью выполняется контроль, а исполнительская часть проводится в зависимости от результатов контроля с определенной вероятностью (коэффициентом повторяемости k), учитываемой при нормировании трудовых и материальных затрат, и организации проведения работ. Необходимо отметить, что в каждом конкретном случае при втором методе $k=0$ или $k=1$, а о коэффициенте повторяемости можно говорить как о средней величине для нескольких случаев и при нормировании.

Целесообразность использования того или иного способа проведения ТО (с контролем или без него) определяется соотношением затрат на устранение и предупреждение отказов, на контрольную и исполнительскую части операции, вариацией случайных величин и другими факторами.

Стоимость проведения профилактической операции

$$d_n = d_k + kd_n, \quad (3.2)$$

где d_k и d_n — стоимость соответственно контрольной и исполнительской частей операции.

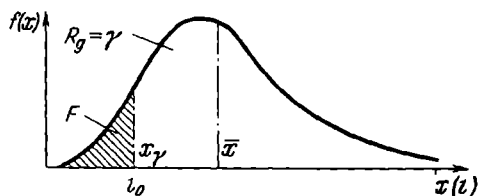


Рис. 3.1. К определению периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

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.

Метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности. Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа F элемента не превышает заранее заданной величины (рис. 3.1), называемой *риском*.

Вероятность безотказной работы

$$P_d(x_i \geq l_0) \geq R_d = \gamma, \text{ т. е. } l_0 = x_\gamma, \quad (3.3)$$

где x_i — наработка на отказ; R_d — допустимая вероятность безотказной работы; $\gamma = 1 - F$; l_0 — периодичность ТО; x_γ — гамма-процентный ресурс.

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

Определенная таким образом периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (см. рис. 3.1) и связана с ней следующим образом: $l_0 = \beta \bar{x}$, где β — коэффициент рациональной периодичности, учитывающей величину и характер вариации наработки на отказ, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (табл. 3.1).

Таким образом, чем меньше вариация случайной величины, тем большая периодичность ТО при прочих равных условиях может быть назна-

Таблица 3.1. Коэффициенты рациональной периодичности при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы и коэффициента вариации ресурса

R_a	Коэффициенты 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

цена. Более жесткие требования к безотказности снижают рациональную периодичность ТО. При определении периодичности контроля и восстановления предварительной затяжки крепежных соединений $\beta \approx 0,4 \div 0,6$.

Метод определения по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния. Изменение определенного параметра технического состояния у группы автомобилей по причинам, изложенным в разделе 2.2, происходит по-разному (кривые 1—3, 5—7 на рис. 3.2). В среднем для этой группы тенденция изменения параметра характеризуется кривой 4. По ней, а также допустимому значению параметра y_d можно определить среднюю наработку $x_4 = \bar{l}$, когда в среднем вся совокупность изделий достигает допустимого значения параметра технического состояния. Этой средней наработке соответ-

ствует средняя интенсивность изменения параметра $\bar{a}$. При этом те изделия, у которых интенсивность изменения параметра технического состояния оказалась выше средней (1, 2, 3), т. е. $a_i > \bar{a}$, достигают предельного состояния значительно раньше при наработках x_1, x_2, x_3 , меньших $\bar{l}$. Следовательно, для этих изделий при назначенной периодичности $\bar{l}$ с вероятностью $F_4 \approx 0,5$ будет зафиксирован отказ. Подобная система обслуживания является нерациональной, поэтому назначают такую периодичность $l_0 < \bar{l}$, при которой вероятность отказа не будет превышать заданной величины риска F , например $F = F_2$. Этот случай соответствует большей интенсивности изменения параметра технического состояния чем средняя, называемой максимальной допустимой, т. е. $a_2 = \mu \bar{a}$, где μ — коэффициент максимальной интенсивности изменения параметра технического состояния, причем должно соблюдаться условие:

$$P_2[a_i \leq a_d] = 1 - F = R_2. \quad (3.4)$$

На коэффициент μ влияют степень риска, вариация v и вид закона распределения случайной величины. Для нормального закона распределения $\mu = 1 + t_1 v$, где t_1 — нормированное отклонение, соответствующее

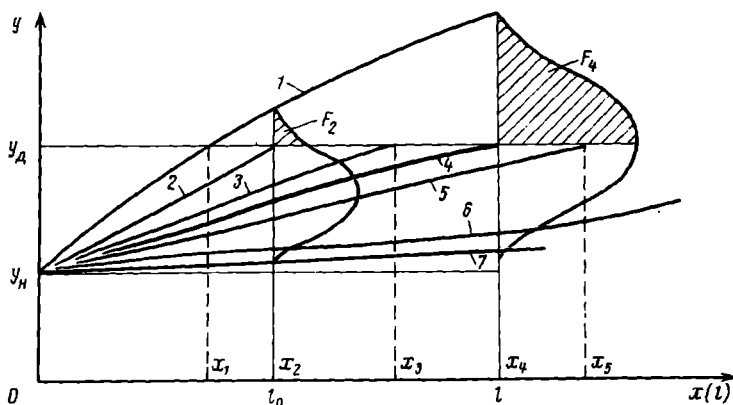


Рис. 3.2. К определению периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния

доверительному уровню вероятности. Для закона Вейбулла — Гнеденко

$$\mu = \frac{-\sqrt[m]{- \ln(1 - P_d)}}{\Gamma(1 + 1/m)}, \quad (3.5)$$

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

Чем больше v или P_d , тем больше μ и меньше оптимальная периодичность ТО (рис. 3.3). Этот метод применяется для объектов с явно фиксируемым изменением параметра технического состояния. К ним относится большинство изнашиваемых узлов, механизмов и соединений, техническое состояние которых поддерживается с помощью регулировки (тормозной и клапанной механизмы и др.). Для регулировочных работ характерны $v = 0,5 \div 0,8$, при которых $\mu = 1,6 \div 2,1$, т. е. рациональная периодичность ТО будет в $1,6 \div 2,1$ раза ниже средней.

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 $C_1 = d/l$, где l — периодичность ТО; d — стоимость выполнения операции ТО.

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО (d) или остаются постоянными, или незначительно возрастают, а удельные затраты значительно сокращаются (табл. 3.2).

Увеличение периодичности ТО, как правило, приводит к сокращению ресурса детали или агрегата и росту удельных затрат на ремонт: $C_{11} = c/L$, где c — затраты на ремонт; L — ресурс до ремонта. Выражение $\mu = C_1 + C_{11}$ является целевой функцией, экстремальное значение которой соответствует оптимальному решению. В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат. Определение минимума целевой функции и оптималь-

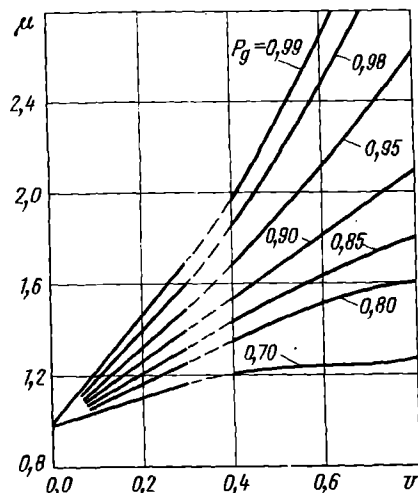


Рис. 3.3. Влияние коэффициента вариации v на коэффициент максимальной интенсивности μ

ного значения периодичности ТО проводится графически (рис. 3.4) или аналитически в том случае, если известны зависимости $C_1 = f(l)$ и $C_{11} = \psi(l)$.

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.

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

Таблица 3.2. Влияние периодичности на стоимость смазочных работ

Периодичность смазки, км	Средняя удельная стоимость одной смазочной операции, %	
	ЗИЛ-130	МАЗ-5335
1000	100	100
1500	74	70
2000	60	57
2500	54	45
3000	63	36

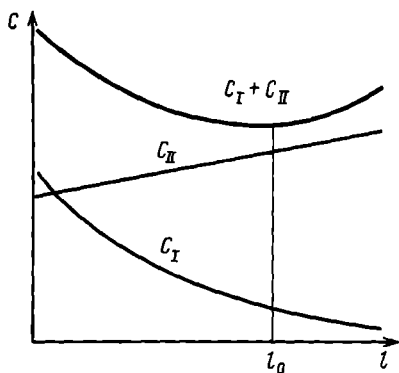


Рис. 3.4. Определение периодичности ТО технико-экономическим методом

Как уже отмечалось, одна из стратегий сводится к устранению неисправностей изделия по мере их возникновения (рис. 3.5, а), т. е. по потребности. Удельные затраты при этом

$$u_{II} = C_{II} = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x f(x) dx}, \quad (3.6)$$

где $\bar{x}$, $x_{\min}$, $x_{\max}$ — средняя, минимальная и максимальная наработка на отказ; c — разовые затраты на ремонт.

Преимуществом этой стратегии является простота, основным недостатком — неопределенность состояния изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация ТО и ремонта.

Альтернативная стратегия (рис. 3.5, б) предусматривает предупреждение отказов и повреждений, восстановление исходного или близкого к нему состояния изделия до

того, как будет достигнуто предельное состояние. Эта стратегия реализуется при предупредительном ТО, предупредительных заменах деталей, узлов, механизмов и т. д. Рассмотрим метод реализации этой стратегии (I-1). Так как теоретически отказ может произойти при любой сколько угодно малой периодичности, то стратегия реализуется не в чистом, а в смешанном виде: допускается определенная, как правило, малая вероятность отказа, а периодичность предупредительного обслуживания или ремонта $x_{\min} < l_p < \bar{x}$. При этом те отказы, которые возникли раньше l_p (т. е. $x_i < l_p$), устраняются по мере их возникновения, т. е. практически по второй стратегии. Стоимость устранения этих отказов как по первой, так и по второй стратегии, равна c . Обычно задается допустимая вероятность отказа или требуемая вероятность безотказной работы. Средняя наработка, с которой будут устраняться эти отказы,

$$l_p' = \frac{\int_{l_p}^{x_{\max}} l f(l) dl}{\int_{l_p}^{x_{\max}} f(l) dl}. \quad (3.7)$$

Остальные работы при первом способе проведения предупредительной стратегии будут проводиться с периодичностью l_p , стоимостью d и вероятностью данного события $R = P_d$. Преимущества второй стратегии состоят в следующем. Во-первых, может быть гарантирован определенный уровень надежности

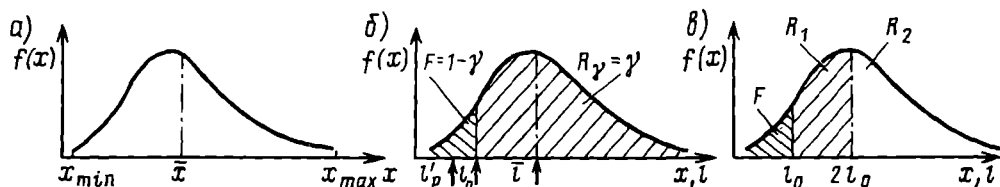


Рис. 3.5. Методы выполнения технического обслуживания и ремонта: а — ремонт по потребности; б — ТО по наработке (I-1); в — ТО по техническому состоянию (I-2)

работы изделия. Во-вторых, те разовые затраты на поддержание исправного состояния, как правило, ниже, чем при отказе ($d < c$), который может сопровождаться дополнительными потерями, связанными с оказанием помощи на линии из-за нарушения транспортного процесса (вызов технической помощи, буксировка отказавшего автомобиля, санкции при нарушении сроков или расписания перевозок и т. д.). В-третьих, предупредительный характер этой стратегии создает условия для плановой организации ТО и ремонта. Эти преимущества компенсируют определенный недостаток данной стратегии, заключающийся в недоиспользовании ресурса изделия, так как периодичность предупредительных работ оказывается меньше, чем средняя наработка до отказа ($l_p < x$).

При этой стратегии удельные затраты определяются как отношение средневзвешенной стоимости одной операции к средневзвешенной наработке с учетом отказа части изделий:

$$u_1 = C'_{1,1} = \frac{cF + dR}{l_p R + l'_p F}. \quad (3.8)$$

Затем, дифференцируя это выражение по l и приравняв производную нулю, определяют оптимальную периодичность l_0 , соответствующую минимуму $C'_{1,1}$. Далее сравнивают удельные затраты по первой и второй стратегиям — соответственно формулы (3.6) и (3.8). Если $(C'_{1,1})_{\min} < C_{11}$, то предпочтительным является первый способ реализации предупредительной стратегии, т. е. ТО. В экономико-вероятностном методе так же, как и при определении оптимальной периодичности по безотказности, используют понятие коэффициента рациональной периодичности

$$\beta_0 = \frac{l_0}{x} = \left[\frac{2k_n v_x}{(1 + v_x^2)(1 - v_x)} \right]^{v_x} \quad \text{при } v_x < 1, \quad (3.9)$$

где $k_n = d/c$; v_x — коэффициент вариации наработки на отказ при первой стратегии.

Например, для объекта, имеющего показатели $k_n = 0,4$; $x = 15,5$ тыс. км; $v_x = 0,4$, получаем $\beta = 0,78$, а $l_0 = 12$ тыс. км.

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

$$\beta_0 \leq \left[\frac{k_w}{0,5(v_x^2 + 1)} \right]^{\frac{v_x}{1 - v_x}} \quad \text{при } v_x < 1, \quad (3.10)$$

где $k_w = \frac{\omega_1}{\omega_{11}}$ — коэффициент сокращения параметра потока отказов; ω_1 — параметр потока отказов при использовании предупредительной стратегии; ω_{11} — то же, при устранении отказов по потребности.

Если в рассматриваемом примере задано сокращение параметра потока отказов при использовании предупредительной стратегии в 5 раз ($k_w = 0,2$), то коэффициент рациональной периодичности определяется по формуле (3.10) 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 $v_x = 0,4$ и $k_w = 0,2$ (рис. 3.6), определяем $\beta_0 \approx 0,48$.

Экономико-вероятностный метод определяет и рациональные пути совершенствования организации ТО. Действительно, при периодичности l_0 фактически требуют предупредительного воздействия те изделия (первая группа), потенциальный отказ которых может возникнуть с некоторой вероятностью R_1 (рис. 3.5, в) при наработке $l_0 < x_i < 2l_0$ (без учета вариации самой оптимальной периодичности). Изделия с потенциальной наработкой на отказ $x_i > 2l_0$ (вторая

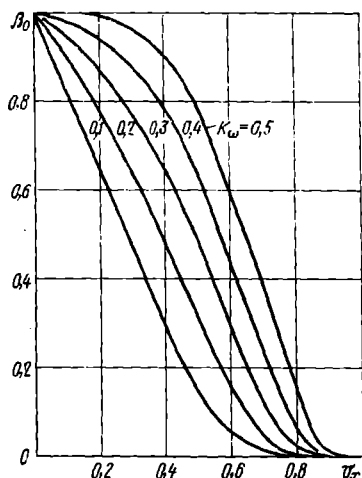


Рис. 3.6. Выбор оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при заданном уровне безотказности в межосмотровом периоде

группа) могут обслуживаться не при данном, а при последующих обслуживаниях и т. д. Вероятность этого события $R_2 = R - R_1$, поэтому при втором способе реализации предупредительной стратегии (1-2) необходимо разделение изделий первой и второй группы, которое осуществляется с помощью контроля (диагностирования), требующего дополнительных затрат.

Таким образом, с оптимальной периодичностью l_0 контролируются все неотказавшие до этого момента изделия (вероятность R). Стоимость этого контроля составляет d_k , а работы по доведению технического состояния до нормы, имеющие стоимость d_n , с вероятностью R_1 проводятся только для первой группы изделий. Очевидно, такое развитие предупредительной стратегии с использованием диагностирования будет целесообразно, если дополнительная стоимость контроля (специальное оборудование, квалифицированный труд) будет компенсирована сокращением стоимости профилактической операции и ущерба от отказов.

Следовательно, профилактическая операция в контрольной своей части будет выполняться для всех изделий

регулярно с оптимальной периодичностью, а в исполнительской части — по потребности с учетом результатов контроля. Вторым условием применения предварительного контроля является обеспечение достоверного разделения (прогнозирования) с помощью диагностирования изделий, требующих обслуживания при очередном или последующих профилактических воздействиях.

Для простейшего случая учета только двух последовательных ТО удельные затраты при профилактической стратегии с предварительным контролем

$$C''_{1,2} = \frac{cF + d_n R_1 + d_k R}{F l_p + l_p R} = \frac{cF/R + d_n}{l_p F/R + l_p}, \quad (3.11)$$

где $d_n = d_k + k d_n$ — стоимость операции ТО, проводимой с предварительным контролем; $k = R_1/(R_1 + R_2)$ — коэффициент повторяемости, определяющий долю изделий, которые потребуют наряду с контролем и устранения возникших отклонений параметров технического состояния от нормативных значений.

Очевидно, что предварительный контроль целесообразен при $(C''_{1,2})_{\min} < (C'_{1,1})_{\min}$. При этом оптимальные периодичности при первом и втором методах могут не совпадать. Одним из методов проведения контрольных работ является диагностирование, которое служит для определения технического состояния автомобиля, его агрегатов и узлов без разборки и является технологическим элементом ТО и ремонта.

Метод статистических испытаний. Этот метод основан на имитации (моделировании) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность ускорить испытания, исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов, провести при необходимости исследования с целью выбора наиболее пригодного варианта. Моделирование может проводиться на ЭВМ или вручную. Исходным материалом для моделирования служат как фактические данные, полученные при наблюдении, так и законы распределения

случайных величин. При определении оптимальной периодичности ТО схема моделирования сводится к следующему (рис. 3.7). Предварительно назначают на основании имеющегося опыта или наблюдений одно или несколько значений периодичностей ТО, например, $\bar{l}_1$, $\bar{l}_2$ и т. д., а также коэффициенты вариации v_l . По результатам наблюдений или расчетным данным создаются два массива данных: наработка на отказ — $[X]$ и периодичности ТО — $[l]$. Из массива данных, содержащих сведения по наработкам на отказ, извлекается случайным образом конкретное значение наработки до отказа x_i . Затем из второго массива, где находятся данные по фактическим периодичностям ТО, извлекается конкретное значение l_j , определяемое с учетом средней периодичности $\bar{l}$ и ее вариации v_l . Пара чисел x_i и l_j называется реализацией. Если $x_i < l_j$, то фиксируется отказ. При $x_i \geq l_j$ фиксируется

отсутствие отказа, т. е. выполнение операции ТО. Опыты повторяют многократно и получают оценку вероятности отказа и профилактического выполнения операции. Если при опытах вероятность отказа оказалась больше заданной, то принимают уменьшенную периодичность и повторяют серию опытов.

Как следует из рис. 3.8, с увеличением периодичности ТО сокращается вероятность 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 (3,5—4 тыс. км), а затем начинает сокращаться. Аналогичным образом изменяется и коэффициент повторяемости (2). Таким образом, при оптимальной периодичности и содержание операции будет наиболее

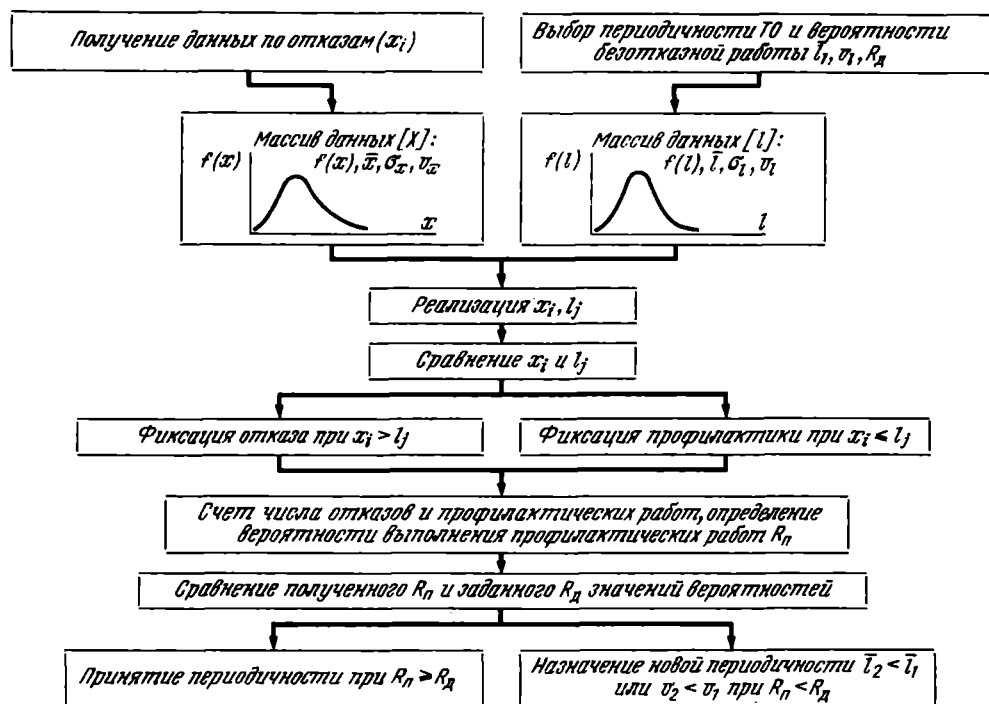


Рис. 3.7. Схема определения рациональной периодичности ТО с помощью имитационного моделирования

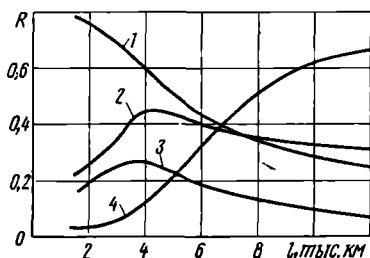


Рис. 3.8. Влияние периодичности ТО на состояние тормозной системы автобуса большого класса

полным из-за рационального соотношения между контрольной и исполнительной частями.

В рассматриваемом примере могут быть введены еще две варьируемые величины — стоимость или трудоемкость выполнения профилактической и ремонтной операции, что позволяет при каждой реализации определить суммарные удельные затраты на ТО и ремонт и сравнить различные периодичности ТО также и по экономическому критерию.

Сопоставление всех возможных стратегий, способов их реализации

и соответствующих затрат приводится с использованием карты профилактической операции (рис. 3.9), на которой показаны:

граница удельных затрат 1, соответствующая стратегии устранения отказа по потребности (II);

удельные затраты 2 при проведении ТО по параметру технического состояния, т. е. с предварительным контролем (стратегия I-2);

удельные затраты 3 при проведении ТО по наработке (стратегия I-1);

изменение допустимого отклонения параметра технического состояния 4 при проведении ТО по стратегии I-2.

Карта для конкретной операции позволяет сравнивать различные стратегии и методы; определять для различных методов оптимальные периодичности и соответствующие им удельные затраты; назначать допустимые значения параметра технического состояния y_d при проведении ТО по параметру технического состояния.

Если по результатам контроля, проводимого, например, при периодичности $l_{0.2}$ (стратегия I-2), фактическое значение параметра технического состояния $y_{ф.1} > y_{д.0}$, то, кроме диагностирования при данном обслуживании, необходимо проведение исполнительской части операции, т. е. доведение параметра технического состояния до номинального значения. При $y_{ф.2} < y_d$ исполнительскую часть операции при данном обслуживании не проводят, т. е. в данном случае $y_d = f(l)$ выполняет роль упреждающего параметра, предопределяющего характер и полноту (с исполнительской частью или без нее) выполнения профилактической операции. Из изложенного следует, что, во-первых, применение диагностирования является развитием предупредительной стратегии ТО; во-вторых, целесообразность и способы проведения предупредительной стратегии (с предварительным контролем или без него) определяются технико-экономическими расчетами; в-третьих, в зависимости от

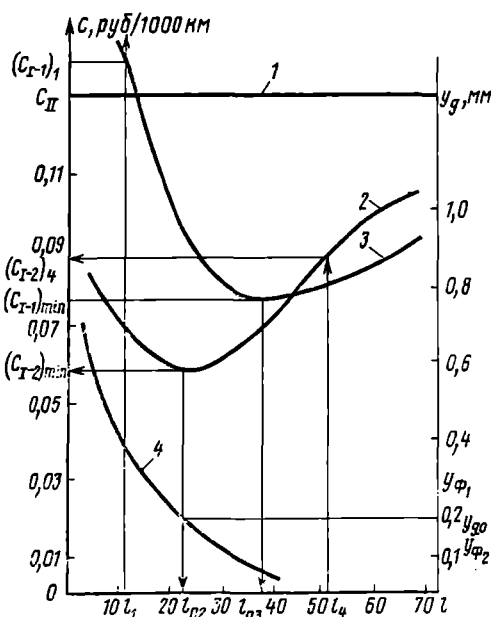


Рис. 3.9. Карта профилактической операции

фактически принимаемой для данной операции периодичности рациональной может быть любая из рассмотренных стратегий (сравните периодичности $l_1, l_{0.2}, l_{0.3}, l_4$).

3.3. ТРУДОЕМКОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Трудоемкость представляет собой затраты труда на выполнение операции или группы операций технического обслуживания или ремонта, измеряемые в человеко-часах или нормо-часах.

Норматив трудоемкости необходим для определения числа исполнителей и оплаты их труда за фактически выполненную работу с учетом требуемой квалификации рабочего (тарифной ставки).

На автомобильном транспорте применяются следующие нормы: *дифференцированные*, устанавливаемые на отдельные операции, с учетом их расчленения при необходимости на переходы, приемы и трудовые движения; *укрупненные* (или комплексные при бригадной форме организации труда) — на группу операций или работ, вид обслуживания и ремонта; *удельные*, отнесенные к выполненной работе или наработке (чел. ч/1000 км пробега автомобиля).

Последние два вида норм корректируются в зависимости от условий эксплуатации, пробега с начала эксплуатации, условий оптимизации труда и других факторов. Нормативы трудоемкости ограничивают трудоемкость сверху, т. е. фактическая трудоемкость должна быть не больше нормативной при условии качественного выполнения работ.

Норма трудоемкости выполнения операций технического обслуживания или ремонта H_T определяется с учетом коэффициента повторяемости (k) и складывается из времени на выполнение следующих работ: подготовительно-заключительных, оперативных, по обслуживанию рабочего места, а также перерывов на отдых и личные надобности:

$$H_T = t_{оп} \left(1 + \frac{a_{пз} + a_{обс} + a_{отд}}{100} \right) k, \quad (3.12)$$

где $t_{оп}$ — оперативное время, чел. мин; $a_{пз}$ — доля подготовительно-заключительного времени, %; $a_{обс}$ — доля времени обслуживания рабочего места, %; $a_{отд}$ — доля времени на отдых и личные надобности, %.

Подготовительно-заключительное время необходимо для ознакомления исполнителя с порученной работой, подготовки рабочего места и сдачи наряда, инструмента, материалов и др.

Оперативное время, необходимое для выполнения производственной операции, подразделяется на *основное* и *вспомогательное*. В течение основного (или *технологического*) времени осуществляется собственно операция, например регулирование тормозов, замена масла в агрегатах, 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.

Время обслуживания рабочего места необходимо для ухода за рабочим местом и применяемым инструментом или оборудованием (уборка, смена инструмента, размещение оборудования и приспособлений и т. д.).

Время на обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и личные надобности называется *дополнительным*.

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. При определении или изменении норм используют так называемую фотографию рабочего времени, хронометражные наблюдения, метод микроэлементных нормативов времени.

Норма оперативного времени определяется как средняя величина ряда хронометражных наблюдений за выполнением данной операции в конкретных условиях (квалификация персонала, применяемое оборудование, технология ТО и ремонта). Остальные элементы нормы, как правило, определяются расчетом как доля оперативного времени.

Например, для разборочно-сборочных работ доля подготовительно-заключительного времени составляет 10 %, а дополнительного 8 % по отношению к оперативному. При определении условий проведения наблюдений ориентируются на передовые методы и прогрессивную технологию, проводят аттестацию рабочего места, что способствует повышению производительности труда ремонтных рабочих. При выполнении общей нормы учитывается коэффициент повторяемости, см. формулу (3.1).

Для определения технологического времени может использоваться метод микроэлементных нормативов, который заключается в применении нормативов времени на простейшие движения исполнителя, например корпуса, ног, рук, которые необходимы для выполнения операции ТО или ремонта. Каждое из этих движений оценивается в абсолютных единицах, содержащихся в базовой системе микроэлементных нормативов (БСМ), разработанной НИИтруда, или в относительных единицах.

Например, ходьба (один шаг) в определенных условиях оценивается в 60 относительных единиц, точно контролируемое движение руки в диапазоне $0,1 \div 0,2$ м — в 55 ед. и т. д. Суммируя все относительные единицы, характеризующие действия исполнителя, получают продолжительность выполнения операции в относительных единицах. Переход относительных единиц к абсолютному времени производится при помощи специальных коэффициентов.

Метод микроэлементных нормативов позволяет также сравнивать различные варианты организации работ без проведения непосредственных наблюдений. Использование микроэлементных нормативов позволяет также эффективно применять ЭВМ при нормировании трудоемкости.

3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ И НОРМ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Как уже отмечалось, при нормировании ресурсов применяются показатели — средний и гамма-процентный (при 85—90 %) ресурсы, определяемые по результатам наблюдений или по отчетным данным. Нормы по указанным показателям обычно устанавливаются для следующих случаев: ресурс автомобиля и агрегата до первого капитального ремонта (табл. 3.3) при работе в опреде-

Таблица 3.3. Ресурс агрегатов до 1-го капитального ремонта для I категории условий эксплуатации

Автомобили	Ресурс, тыс. км			
	двигатели	коробки передач	заднего моста	переднего моста
ГАЗ-53А, -53-07	200	250	250	250
ЗИЛ-130	250	300	300	300
МАЗ-5335	275	275	320	320
КамАЗ-5320	300	300	300	300
ГАЗ-24-01, -24-07	200	250	300	300
ПАЗ-672	180	180	180	150
ЛиАЗ-677М	200	200	300	210

Таблица 3.4. Затраты на текущий ремонт в эксплуатации

Автомобили	Затраты, руб./1000 км			
	Всего	Зарплата	Запасные части	Материалы
ГАЗ-24-01	7,27	3,73	2,15	1,39
ЛиАЗ-677М	20,79	8,66	8,17	3,96
КамАЗ-5320	21,57	8,60	7,89	5,08

ленных условиях эксплуатации; средний срок службы (в годах) или ресурс автомобиля до списания.

Данные табл. 3.3 используются при определении средних программ по капитальному ремонту автомобилей и агрегатов на данном АТП или отрасли, а также при определении норм расхода запасных частей, необходимых при капитальном ремонте.

Нормы ограничивают ресурс снизу, т. е. фактические ресурсы должны быть с определенной вероятностью не ниже нормативных.

Нормы расхода запасных частей и материалов необходимы при планировании их производства и для определения объема заказа, запасов, а также затрат на запасные части для данного АТП или группы, отрасли. Применяются укрупненные и номенклатурные нормы.

Укрупненные нормы затрат на запасные части и материалы в эксплуатации (табл. 3.4) служат для целей планирования ТО и ремонта.

В среднем в расходах на текущий ремонт запасные части составляют 40 %, а материалы 15 %. Указанные нормы, носящие отраслевой характер, определяются на основании фактических затрат, а также расчетно по ресурсу и цене конкретных деталей и могут корректироваться для конкретного АТП.

Номенклатурная норма устанавливает средний расход запасных частей (по каждой детали) в штуках на 100 автомобилей в год. В общем случае норма расхода запасных частей (H) определяется с использованием ведущей функции потока

замен соответствующей детали (см. разд. 2.8), т. е.

$$H = \frac{\Omega(t)}{t} 100, \quad (3.13)$$

где t — продолжительность периода (в годах), для которого получено значение $\Omega(t)$ и определяется соответствующая норма.

Для оценки фактического расхода и норм применяются приближенные методы.

Метод I — по ресурсу до 1-й замены:

$$H_I \approx \frac{L_r}{\eta L_1},$$

где L_r — годовой пробег автомобиля; L_1 — ресурс до первой замены (восстановления) детали; η — коэффициент восстановления ресурса. Например: $L_1 = 50$ тыс. км; $\eta = 0,6$; $L_r = 40$ тыс. км. Тогда $H_I = 100 \cdot 40 / (0,6 \cdot 50) = 133$ детали в год на 100 автомобилей.

Метод II — по числу замен детали за срок службы t_a автомобиля:

$$H_{II} = \frac{100}{\eta} \left(\frac{L_r}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right). \quad (3.14)$$

Для тех же условий и при $t_a = 10$ лет $H_{II} = 117$ деталей.

Метод III — по числу замен с учетом вариации ресурса детали v . Для деталей с ресурсом, сопоставимым со среднегодовым пробегом автомобиля L_r , средняя норма расхода определяется за полный срок службы по формуле

$$H_{III} \approx \left[\frac{L_r t_a - L_1}{\eta L_1} + 0,5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right] \frac{100}{t_a}. \quad (3.15)$$

При тех же исходных данных и коэффициенте вариации $v = 0,2$ $H_{III} = 122$ детали, а при $v = 0,8$ $H_{III} = 126$ деталей, т. е. вариация увеличивает норму расхода деталей. При увеличении интенсивности эксплуатации L_r , т. е. сокращении срока службы автомобиля t_a , норма расхода деталей возрастает. Так, при $L_r = 25$ тыс. км ($t_a = 16$ лет) $H = 77$,

Таблица 3.5. Влияние условий эксплуатации на расход запасных частей

Категория условий эксплуатации	Расход запасных частей, %	
	Автомобиль	Двигатель
I	100 (условно)	
II	110	110
III	125	140
IV	140	165
V	165	200

а при $L_r = 60$ тыс. км ($t_a = 6,7$ лет)
 $N = 183$.

Расход запасных частей зависит от условий эксплуатации (табл. 3.5).

Фактический расход запасных частей с учетом категории условий эксплуатации не должен превышать нормативы.

Расход запасных частей возрастает также при сокращении ресурса деталей при последующих заменах, т. е. уменьшении η . Если на автомобиле применяется несколько одинаковых деталей или узлов, то норма соответственно увеличивается. Таким образом, для определения норм расхода запасных частей необходимы сведения по надежности деталей, интенсивности эксплуатации и сроку службы автомобиля до списания.

Глава 4

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЕЙ

4.1. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЕЙ

Процесс эффективного управления системой базируется на непрерывной, полной и достоверной информации об окружающей обстановке и внутренних изменениях в системе, поступающей в управляющие органы в соответствии с определенным уровнем иерархии принятия решений. Достаточное качество информации обеспечивается в случае поступления ее в соответствующий орган управления с полнотой, точностью и достоверностью, позволяющими принимать обоснованные решения.

При принятии решений в технической эксплуатации автомобилей используют, как отмечалось, два вида информации: *вероятностную (статистическую)*, характеризующую состояние совокупности объектов (автомобилей, агрегатов, деталей) и дающую представление о средних значениях показателей, и *индивидуальную (диагностическую)*, характеризующую состояние или показатели работы конкретного объекта — автомобиля в целом, агрегата, детали.

Точность и достоверность статистической информации оценивается на основе применения методов математической статистики, заключающихся в определении доверительных границ интервала, который с заданной доверительной вероятностью покрывает истинное значение показателя.

Определение статистических оценок рассматриваемого показателя выполняется по специальной методике, где указываются:

доверительная вероятность, с которой должны находиться доверительные границы для искомого показателя;

законы распределения случайной величины, с достаточной степенью адекватности описывающие изменение значений искомого показателя и характерные для каждого из них значения основных математических оценок (среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации);

план наблюдений по ГОСТ 27.502—83, предусматривающий возможность различных вариантов сбора данных — до первого отказа изделия на заданной наработке или календарной

продолжительности наблюдений, до возникновения заданного числа отказов или предельных состояний изделий в подконтрольной группе и т. д.;

метод определения числа объектов наблюдения (табличный или расчетный);

величина относительной ошибки, задаваемая с целью обеспечения необходимого уровня точности оценки искомого показателя.

При проведении расчетов по указанной методике определяется необходимый размер выборки, обеспечивающий заданную точность и достоверность статистической оценки рассматриваемого показателя, или решается обратная задача.

Индивидуальную (диагностическую) информацию можно получить по отчетным данным для конкретного автомобиля (агрегата) или путем непосредственного измерения параметров технического состояния данного автомобиля. Используется она для оперативного уточнения и корректировки управляющего решения применительно к данному объекту.

Точность и достоверность диагностической информации обеспечиваются применением метрологически поверенных средств технического диагностирования (СТД) и обоснованного комплекса диагностических параметров с учетом выполнения требований однозначности, стабильности, чувствительности и информативности.

Статистическая и диагностическая информации дополняют друг друга в процессе принятия решения.

На автомобильном транспорте общего пользования статистическая информация собирается и анализируется по нормируемым показателям, приведенным в руководящих документах, утвержденных автотранспортным ведомством союзной республики. Разработкой руководящих документов и материалов для них занимаются научно-исследовательские, проектно-технологические и конструкторские организации, входящие обычно в научно-производственные объединения (НПО) «Авто-

транстехника» республиканских автотранспортных ведомств.

В РСФСР существует Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (НИИАТ), важнейшими задачами которого являются разработка научных основ технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта, определение основных направлений научно-технического прогресса и формирование технической политики, проведение исследований с целью разработки нормативов технической эксплуатации автомобилей.

Разработкой технологического обеспечения и внедрения новой техники и прогрессивных технологических процессов на автотранспорте занимается Центральное проектно-технологическое бюро по внедрению новой техники и научно-исследовательских работ на автомобильном транспорте (Центравтотех) и взаимодействующие с ним проектно-технологические бюро (ПТБ) территориально-производственных объединений автомобильного транспорта (ТПОАТ).

Вопросами разработки прогрессивных нормативов трудоемкости выполнения операций технического обслуживания и ремонта автомобилей на автотранспорте занимается Центральное бюро научной организации труда (Центроргтруд).

В НПО «Автотранстехника» республиканских автотранспортных ведомств входят также проектные и конструкторские организации, занимающиеся вопросами развития, реконструкции и технического перевооружения производственно-технической базы, проектированием новых предприятий автомобильного транспорта, конструированием и созданием новых образцов технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей. В РСФСР эти организации являются самостоятельными и выполняют роль головных организаций в стране по своим направлениям: в проектировании производственно-технической базы — институт Гипроавтотранс, в создании технологиче-

<i>Ремонтный листок</i>		
<i>Описание внешних проявлений неисправностей</i>	<i>Формализованное описание ремонтно-регулирующих операций</i>	<i>Отметки ОТК об устранении неисправностей</i>
<i>Подписи лиц, оформлявших заявку</i>		
<i>Реквизиты автомобиля</i>	<i>Дата и время выполнения требований</i>	

<i>Отметки о выданных запасных частях и материалах</i>	
<i>Отметки о фактически выполненных работах</i>	
<i>Отметка дежурного о сроке ожидания ремонта</i>	<i>Отметка о контроле состояния узлов, определяющих безопасность автомобиля</i>

Рис. 4.1. Структура ремонтного листка

ского оборудования — Центральное проектное конструкторско-технологическое бюро (ЦПКТБ). Обобщением и пропагандой передового опыта и публикацией справочно-информационных материалов по автомобильному транспорту всей страны занимается Центральное бюро научно-технической информации (ЦБНТИ).

При принятии решений по оперативному управлению производственными процессами технической эксплуатации автомобилей персоналом ИТС используется индивидуальная информация.

Процесс передачи информации реализуется с помощью первичных носителей информации, в качестве которых выступают различные документы. Под *документом* понимается материальный объект, содержащий информацию в зафиксированном виде, оформленный в установленном порядке и имеющий в соответствии с действующим законодательством правовое значение. Информация в документах может быть представлена в *формализованном* либо в *неформализованном* виде. При этом учитывается человеко-машинный характер обработки документа с использованием ЭВМ. Это означает, что документ должен быть удобен в обращении на всех этапах обработки при движении его в системе управления: при заполнении, шифровке, переносе на машинные носители и собственно работе с документом в аппарате управления.

Информация, содержащаяся в документах, должна удовлетворять ряду требований:

- быть достоверной, так как она служит основанием для принятия решений, которые могут привести к значительным техническим, экономическим и социальным последствиям;

- иметь минимальный объем при максимуме его смыслового содержания;

- обладать некоторой избыточностью с целью обеспечения помехоустойчивости системы управления;

- текст сообщения должен быть сжатым и ясным: цифровые данные должны быть приведены в такой вид, чтобы потребитель информации не перерабатывал их.

В инженерно-технической службе автомобильного транспорта при оперативном управлении в качестве первичных используются следующие основные документы: «Листок учета ТО и ремонта» (или «ремонтный листок»), «Требование на запасные части», «Лицевая карточка автомобиля», «План-отчет ТО». Кроме основных, имеется ряд производных документов, в которых используются информация из основных документов либо данные, являющиеся результатом переработки первичной информации. Это, например, корешок ремонтного листка, контрольный талон к ремонтному листку и т. д.

На рис. 4.1 показана скелетная структура лицевой и оборотной сторон *ремонтного листка*. При поступ-

лении автомобиля с требованием (заявкой) на ремонт механик контрольно-технического пункта (КТП) совместно с водителем заполняет лицевую сторону ремонтного листка, занося в нее описание внешних проявлений неисправностей (неформализованная информация), реквизиты автомобиля — гаражный номер, модель, тип кузова, цикл эксплуатации, пробег. Эта информация носит формализованный характер, и для ее занесения в документ используются специальные шифры. Затем в ремонтный листок заносится время и дата его оформления и табельные номера (шифры) работников, заполнявших его, и их подписи.

Дальнейшее оформление ремонтного листка производится персоналом ИТС по мере принятия решений (определение необходимых ремонтно-регулирующих операций — РРО) и выполнения работ (отметки об агрегатах, узлах и деталях, снятых для замены и ремонта и о выданных запасных частях и фактически выполненных работах). По завершении работ, указанных в заявке, автомобиль предъявляется представителям ОТК, которые контролируют полноту и качество выполненных работ и проставляют свой шифр (табельный номер) и подпись, подтверждая факт их проведения. Обработка ремонтных листков производится с использованием вычислительной техники, а результаты обработки систематизируются и с учетом различ-

<i>Реквизиты складской операции</i>	
Требование № _____	
Дата _____	
Подписи лиц, оформлявших требование	
Выданные запчасти	

Рис. 4.2. Структура Требования на запасные части

ного уровня обобщения докладываются руководителям АТП различного ранга.

На рис. 4.2 показана структура другого первичного оперативного документа — *Требования на запасные части*. В соответствии с возникающими потребностями в замене снятых с автомобиля неисправных агрегатов, узлов, деталей по указаниям из центра управления производством персоналом комплекса подготовки производства (слесарями-комплектовщиками) производится оформление требования и на его основании получение на складе и доставка на рабочие посты необходимых запасных частей. Информация из требований переносится затем в ремонтный листок.

В *лицевой карточке автомобиля* (рис. 4.3) техник по учету на основании данных путевых листов заносит нарастающим итогом ежедневный пробег автомобиля. Эти данные являются базой для планирования постановки автомобиля на очередное ТО, о чем в лицевой карточке делает-

Гаражный №		ЛИЦЕВАЯ КАРТОЧКА АВТОМОБИЛЯ						
Месяц	Число	1	2	3		29	30	31
Январь								
Февраль								
...		Данные о фактических пробегах и отметки о запланированных и выполненных ТО и ремонтах						
Ноябрь								
Декабрь								
Данные о заменах агрегатов								

Рис. 4.3. Структура лицевой карточки автомобиля

Дата _____ ПЛАН-ОТЧЕТ ТО		
Гаражный №	Отметка зоны ТО (подписи и шифры)	Отметка ОТК (подписи и шифры)

Фамилия исполнителя	Табельный номер (шифр)	Разряд

Бригадир (мастер) _____

Рис. 4.4. Структура плана-отчета ТО

ся специальная отметка. Кроме того, в лицевую карточку с ремонтных листов переносят основные данные о выполненных ремонтах и произведенных заменах агрегатов.

Техник по учету на основании фактического пробега автомобилей, отраженного в лицевых карточках, составляет суточные планы ТО автомобилей. Для этого он заполняет левую колонку лицевой стороны *плана-отчета ТО* (рис. 4.4), занося туда гаражные номера автомобилей в количестве, соответствующем суточной программе зоны ТО. В дальнейшем при проведении ТО бригадир (мастер) делает отметки в средней колонке о выполнении ТО и заполняет обратную сторону документа, записывая фамилии и табельные номера исполнителей, проводивших работы по ТО в данную смену. В правой колонке делает отметки представитель ОТК, контролирующий качество и полноту выполнения работ.

Указанные четыре первичных документа являются основой организации документооборота ИТС, т. е. организации документопотоков по подсистемам управления и их трансформации в этом процессе.

4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ И ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В процессе оперативного управления работоспособностью автомобилей наряду с общей статистической информацией необходима индиви-

дуальная информация, отражающая уровень технического состояния конкретного автомобиля, системы, агрегата, детали. Получение такой информации возможно путем непосредственного измерения параметров технического состояния данного автомобиля и сравнения их текущих значений с нормативами.

Автомобиль представляет собой сложную техническую систему. Как известно, качественной мерой, позволяющей оценить состояние системы или ее элементов, а также проявление свойств системы, является параметр (показатель). С точки зрения оценки состояния системы и проявления ее свойств различают параметры *структурные* и *выходные* (см. разд. 2.1).

Каждый из элементов системы, которой является автомобиль или агрегат, и каждое простейшее сопряжение можно оценить с помощью одного или нескольких структурных и выходных параметров. Система же оценивается по совокупности параметров, отражающих состояние отдельных элементов, сопряжений и их свойств.

В процессе эксплуатации автомобиля текущие значения параметров его состояния y_i изменяются от начальных или номинальных значений y_n до предельных y_n (см. разд. 2.1).

Формирование возможных состояний автомобиля определяется набором нормативных значений параметров состояния. На рис. 4.5 изображена графическая зависимость изменения параметра состояния y

(например зазора) от наработки изделия (пробега автомобиля). Номинальное значение параметра определяется техническими условиями завода-изготовителя или другими регламентирующими документами и может иметь некоторый разброс значений, отражающий качество проектирования и изготовления изделия. В связи с этим в ряде случаев (когда параметр является регулируемым) требуется индивидуальный подбор номинального значения, оптимального для конкретного изделия с точки зрения обеспечения оптимальных показателей эксплуатационных свойств. Таким образом представляется возможным наиболее полно использовать индивидуальные особенности изделия, различные вследствие неоднородности производства.

При эксплуатации изделия через определенную наработку значение параметра достигает предельной величины, при которой существенно ухудшаются технико-экономические показатели его использования или происходит отказ, момент наступления которого не поддается сколь угодно достоверному прогнозированию.

Изделие, у которого значение параметра достигло или превысило предельно допустимое значение, считается неисправным и находится в так называемом предотказном состоянии (зона между точками B и Γ). Продолжение эксплуатации изделий в этой зоне обычно запрещено технической документацией (стандартами, техническими условиями заводов-изготовителей и т. п.), так как это приводит к аварийному отказу (точка Γ), ущерб от устранения которого значительно выше затрат на его предупреждение, или к резкому увеличению эксплуатационных расходов (например, повышению угара масла, снижению топливной экономичности, мощности двигателя при износе деталей цилиндропоршневой группы).

В связи с тем что на практике контроль технического состояния проводится периодически через определенную наработку автомобиля, ис-

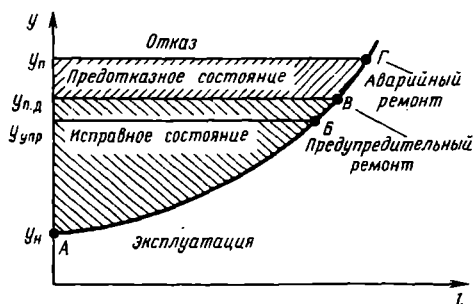


Рис. 4.5. Изменение состояния изделия в зависимости от значений параметров состояния

пользование для управления техническим состоянием в качестве норматива предельно допустимого значения параметра не всегда возможно. Для этих целей в ряде случаев вводится новое понятие *упреждающего* значения параметра $U_{упр}$. Оно представляет собой ужесточенное предельно допустимое значение, при котором обеспечивается заданный либо экономически целесообразный уровень вероятности безотказной работы на предстоящей межконтрольной наработке. Нахождение значений параметра к моменту контроля в пределах между U_n и $U_{упр}$ (зона между точками A и B) соответствует возможности эксплуатации автомобиля. Достижение значений в пределах между $U_{упр}$ и $U_{п.д}$ (зона BV) свидетельствует о необходимости проведения предупредительных воздействий (регулировок или замен) с затратами d , а пропуск значений параметров выше $U_{п.д}$ (зона $V\Gamma$) ведет к возникновению аварийного отказа, как правило, связанного со сходом автомобиля с линии или потерей рабочего времени и требующего проведения ремонта с затратами $c \gg d$.

Номинальные и предельные значения параметров автомобилей, его агрегатов, узлов и деталей должны устанавливаться заводами-изготовителями в отраслевой нормативно-технической документации, согласованной с общегосударственной системой стандартов и отраслевыми нормативными документами эксплуатирующих

отраслей и ведомств с учетом специфических условий эксплуатации.

На основании анализа и классификации по методу назначения или определения нормативные значения параметров можно разбить на три группы.

К *первой группе* относятся нормативные значения, задаваемые на уровне государственных стандартов или других руководящих документов общегосударственного значения. Нормативы этой группы назначаются для параметров систем, обеспечивающих безопасность автомобиля и определяющих его влияние на окружающую среду. К ним относятся параметры, определяющие состояние тормозной системы, рулевого управления, шин и колес, системы освещения и сигнализации и другие, а также параметры токсичности отработавших газов, шума, вибрации и т. д. Эксплуатация автомобилей в любых условиях с отклонениями от этих параметров недопустима.

Ко *второй группе* относятся нормативы параметров, изменение которых не зависит от условий эксплуатации автомобилей, а определяется только конструктивными и технологическими факторами, такими, как применяемые материалы, технология изготовления, форма и размеры и т. п. Эти нормативы обычно оговариваются в технических условиях завода-изготовителя или в инструкции по эксплуатации изделия, и эти рекомендации являются одинаково достоверными для различных условий эксплуатации. Это, например, нормативные значения тепловых зазоров в газораспределительном механизме двигателя, зазор в контактах прерывателя, зазор между электродами свечи зажигания и т. д.

К *третьей группе* относятся нормативы для параметров, на изменение которых в зависимости от наработки существенное влияние оказывают условия эксплуатации. В этом случае нормативные значения одного и того же параметра для автомобилей, работающих на различных видах пере-

возок (2 раза) отличаться. Рассмотрим эту ситуацию на конкретном примере.

При установке одинаковых по конструкции редукторов главной передачи заднего моста на автомобиле-самосвале и седельном тягаче их режимы работы будут существенно отличаться. Соответственно условия эксплуатации первого редуктора характерны для перевозок самосвалом строительных грузов (песка, грунта, бетона) на малом плече с постоянной сменой нагрузочных и скоростных режимов. Во втором случае в условиях междугородных перевозок грузов формировались достаточно стабильные нагрузочные и скоростные режимы работы редуктора. Параметром, определяющим техническое состояние зубчатого зацепления редуктора, является износ зубьев (конструктивный параметр), который можно оценить через люфт главной передачи (диагностический параметр). Номинальное значение люфта в обоих рассмотренных случаях было одинаковым и равнялось 20° . Однако в процессе эксплуатации указанных моделей автомобилей изменение этого параметра протекало по-разному. У самосвала под воздействием переменных режимов и ударных нагрузок происходил ярко выраженный процесс износа зубьев шестерен, и люфт к моменту выхода редуктора из строя достиг 60° . В случае же с тягачом, под воздействием стабильного режима работы в условиях эффективной смазки износ зубьев был небольшим, и выход редуктора из строя был обусловлен их усталостным разрушением. При этом люфт достиг лишь 38° .

Анализ рассмотренного примера показывает, что для приведенного параметра нецелесообразно назначать нормативное значение без учета конкретных условий эксплуатации. Если будет даваться усредненный норматив, скажем для рассмотренного примера 50° , то у автомобилей-самосвалов его применение вызовет значительное недоиспользование ресурса, а для тягачей этот норматив будет просто бессмысленным, так как

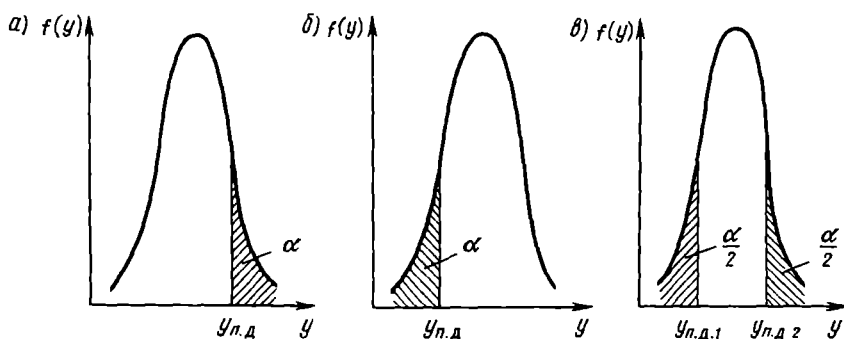


Рис. 4.6. Определение предельно допустимого значения параметра $y_{п.д}$ на основе толерантных границ

основная масса редукторов выйдет из строя так и не достигнув этого значения. Поэтому для таких параметров нормативные значения необходимо определять статистическими методами для характерных условий эксплуатации. Для этой цели следует применять разработанный в МАДИ метод назначения предельно допустимого значения на основе толерантных границ. Сущность его состоит в проведении статистического анализа распределения значений параметров, измеренных у достаточно представительной выборки автомобилей, находящихся в характерных условиях эксплуатации. При этом выдвигается гипотеза, что в данную выборку попала некоторая часть α объектов, находящихся в предотказном (неисправном) состоянии. Путем математической обработки статистических данных определяют закон распределения значений параметра $f(y)$ и в зависимости от вида ограничения и вероятности α определяют статистическую оценку предельно допустимого значения параметра.

Если параметр имеет одностороннее ограничение сверху (например, люфт зубчатого зацепления), то в качестве предельно допустимого принимают значение $y_{п.д}$ (рис. 4.6, а), для которого

$$\int_{y_{п.д}}^{\infty} f(y) dy = \alpha. \quad (4.1)$$

Если параметр имеет одностороннее ограничение снизу (например, сила тяги на ведущих колесах), то (рис. 4.6, б)

$$\int_0^{y_{п.д}} f(y) dy = \alpha. \quad (4.2)$$

И, наконец, если параметр имеет двустороннее ограничение (например, вязкость моторного масла), то предельно допустимых значений два — нижнее $y_{п.д.1}$ и верхнее $y_{п.д.2}$ (рис. 4.6, в), для которых:

$$\int_0^{y_{п.д.1}} f(y) dy = \frac{1}{2}\alpha; \quad \int_{y_{п.д.2}}^{\infty} f(y) dy = \frac{1}{2}\alpha. \quad (4.3)$$

Необходимо иметь в виду, что определяемое предельно допустимое значение параметра для одноименных объектов, входящих в выборку, будет иметь естественное рассеивание. В силу этого на граничных областях рассеивания, аппроксимируемого теоретическим законом распределения, одни и те же значения параметра могут соответствовать как исправному, так и неисправному (предотказному) состоянию. Поэтому уровень вероятности α , определяющий назначение границы отнесения объекта к исправному или неисправному состояниям, определяется с учетом ошибок первого и второго рода, возможных при использовании данного параметра.

Под *ошибкой первого рода* понимают признание исправного объекта неисправным, а под *ошибкой второго рода* понимается пропуск неисправности, когда неисправный объект признается годным к дальнейшей эксплуатации.

Ошибки первого рода приводят к неоправданным разборочно-сборочным и контрольным работам, простою автомобилей в ремонте. Ошибки второго рода приводят к возникновению аварийных линейных или дорожных отказов автомобилей или к значительным потерям за счет повышенного расхода топлива, увеличенной интенсивности изнашивания шин, к снижению срока службы аккумуляторных батарей. На рис. 4.7 приведена графическая интерпретация определения вероятности α для назначения граничной области в зависимости от возможных экономических потерь от ошибок первого и второго рода.

Обозначения 1 и 2 относятся к плотности распределения значений параметров, измеренных соответственно у группы автомобилей, находящихся в эксплуатации в работоспособном состоянии, и у группы автомобилей, находящихся в ремонте по причине отказа или наступления ярко выраженного предотказного состояния узла, характеризующего данным параметром. Зоны этих распределений пересекаются, и назначенное предельно допустимое зна-

чение $y_{п.д}$ отсекает от них площади γ_1 и γ_2 . Площадь γ_1 соответствует вероятности ошибки первого рода — «ложная неисправность», а γ_2 — вероятность ошибки второго рода — пропуску неисправности. Изменяя значение $y_{п.д}$, мы тем самым можем изменять соотношение этих вероятностей. При этом ошибка первого рода приводит к ущербу, выражающемуся в проведении с вероятностью γ_1 излишних предупредительных работ со стоимостью d . Этот ущерб

$$M_I = d \int_{y_{п.д}}^{\infty} f_1(y) dy = d\gamma_1. \quad (4.4)$$

Ошибка второго рода приводит к ущербу, выражающемуся в проведении с вероятностью γ_2 , аварийного ремонта со стоимостью c вместо невыявленных своевременно предупредительных работ со стоимостью d . Этот ущерб

$$M_{II} = (c - d) \int_0^{y_{п.д}} f_2(y) dy = (c - d)\gamma_2. \quad (4.5)$$

Очевидно, что оптимальное значение норматива будет соответствовать минимальному суммарному ущербу,

$$M_{\Sigma} = d\delta_1 + (c - d)\gamma_2. \quad (4.6)$$

Анализ этого выражения и рис. 4.7 показывает, что, учитывая значительное превышение стоимости затрат на аварийный ремонт по отношению к стоимости предупредительных работ (для различных систем и узлов автомобиля отношение c/d составляет в среднем от 3 до 8), а также появляющиеся в случае ошибки второго рода непрерывные затраты на повышенный расход топлива, износ шин и другое, предельно допустимое значение норматива назначается исходя из минимальной ошибки (вероятности γ_2) второго рода. Для определения предельно допустимого значения параметра узлов, обеспечивающих безопасность движения, при назначении толерантных границ плотности распределения $f_1(y)$ необходимо принимать величину вероятности α , равную 15 %, а для остальных агрегатов и узлов равной 5 %.

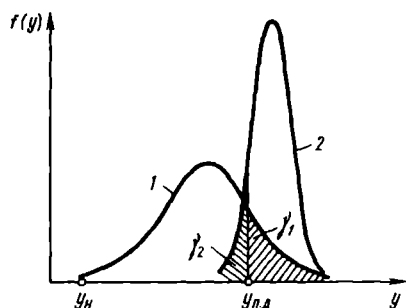


Рис. 4.7. Назначение граничной области значений параметра по потерям от ошибок первого и второго рода

Эти значения являются рациональными с точки зрения соотношения вероятностей проявления ошибок первого и второго рода и ущерба от них.

Таким образом, для определения предельно допустимых значений параметров с использованием статистической методики необходимо произвести следующие действия.

В разовой выборке измеренных значений параметров выявляют наименьшее и наибольшее значения этих параметров.

Интервал $y_{\max} - y_{\min}$, который называется *размахом случайной величины* y , разбивают на m равных интервалов, где m определяют в зависимости от объема выборки. Далее определяют число значений m_i из выборки, попавших в i -й интервал. По значениям m_i строят гистограмму и определяют математические оценки случайной величины — среднее значение $\bar{y}$, среднеквадратическое отклонение σ и коэффициент вариации v . С учетом характера процессов (см. разд. 2.7), внешнего вида гистограммы и значений математических оценок случайной величины подбирают теоретический закон распределения и строят кривую плотности распределения значений параметра $f_1(y)$ — рис. 4.8.

Для проверки гипотезы согласования подобранного теоретического закона распределения с опытными данными используют различные критерии (обычно критерий χ^2 Пирсона). Из справочников * для определенных значений критерия находят вероятность расхождения (по случайным причинам) теоретического и опытного распределений. При использовании критерия Пирсона, например, согласование считается хорошим при вероятности больше 0,3.

Наконец, в зависимости от вида рассматриваемого параметра технического состояния (одно- или двустороннее ограничение, степень важно-

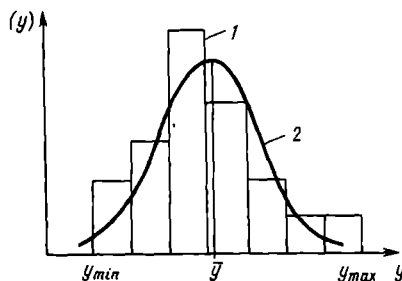


Рис. 4.8. Гистограмма (1) и теоретическая кривая (2) плотности распределения значений параметра

сти) по одной из формул 4.1, 4.2, 4.3 находят предельно допустимое значение диагностического параметра.

4.3. ДИАГНОСТИКА КАК МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ УРОВНЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Для принятия персоналом инженерно-технической службы автомобильного транспорта эффективных решений по оперативному управлению производственными процессами технической эксплуатации автомобилей возникает необходимость в использовании достоверной информации о техническом состоянии каждого отдельно взятого автомобиля. Основными источниками этой информации на автомобильном транспорте являются технический контроль, включающий в себя осмотр и инструментальное диагностирование.

В соответствии с принятой терминологией под *техническим контролем* в сфере производства понимается проверка соответствия продукции установленным техническим требованиям. Технический контроль появился в результате разделения труда как необходимая составная часть технологического процесса материального производства. На современном этапе развития производства технический контроль выполняет две основные функции: выявление и отбраковка продукции, не соответствующей требованиям техниче-

* Например, Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М.: Наука, 1973. — 637 с.

ских условий; получение дополнительной информации о производственном процессе и его результатах для выработки управляющих воздействий, направленных на поддержание заданного уровня качества продукции. При этом необходимо, чтобы получение указанной информации было доступным, не требовало разборки агрегатов и механизмов и больших затрат труда.

На первых этапах развития специфика производственных процессов технической эксплуатации автомобилей, характеризующихся высокой степенью неоднородности, определила возможность применения на АТП в основном субъективных методов определения технического состояния автомобилей при осмотре квалифицированным персоналом. Однако с ростом мощности автотранспортных предприятий в связи с проводимой технической политикой, направленной на концентрацию производства, процесс управления работоспособностью подвижного состава становился все более сложным, а требования к индивидуальной информации повышались.

В связи с этим на автомобильном транспорте появилась и начала развиваться техническая диагностика, поначалу называемая просто контролем, способствующая повышению производительности труда ремонтных рабочих, надежности и безопасности движения автомобилей, снижению трудоемкости работ, экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Различают понятие диагностики как отрасли знаний и как области практической деятельности (ГОСТ 20911—89). В первом случае используется термин «техническая диагностика»; во втором — «техническое диагностирование».

Техническая диагностика — отрасль знаний, исследующая технические состояния объектов, диагностирования и проявления технических состояний, разрабатывающая методы их определения, а также принципы построения и организацию

использования систем диагностирования.

Техническое диагностирование — процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью. Диагностирование завершается выдачей заключения о необходимости проведения исполнительской части операций ТО или ремонта.

Важнейшее требование к диагностированию — возможность оценки состояния объекта без его разборки.

Следует отметить, что взгляды на назначение диагностирования на АТП, его организацию в системе ТО и ремонта, методы выбора организационных решений с начала развития диагностики постоянно изменяются в сторону более широкого использования ее возможностей. Несмотря на имеющиеся трудности с внедрением диагностирования, вызванные нехваткой диагностического оборудования, кадров, производственных площадей, результаты выполненных в этой области исследований показывают, что перечень задач, решаемых с использованием диагностики, становится шире: от элемента технологического процесса ТО и ремонта автомобилей до одной из подсистем информационного обеспечения работоспособности автомобилей.

Диагностирование является качественно новой, более совершенной формой проведения контрольных работ. От традиционных контрольных осмотров, выполняемых на АТП в основном субъективными методами с привлечением в качестве экспертов наиболее квалифицированных механиков и ремонтных рабочих, диагностирование отличается, во-первых, объективностью и достоверностью оценки технического состояния автомобилей, что достигается применением инструментальных методов проверки, во-вторых, возможностью определения выходных параметров (параметров эффективности) агрегатов и систем автомобилей (мощности, топливной экономичности, тормозных качеств и т. д.) и, в-третьих,

наличием условий для повышения надежности и организованности функционирования производства ТО и ремонта автомобилей за счет более эффективного оперативного управления им.

Возникновение потребности в активной и достоверной информации, получаемой с помощью инструментальных методов контроля, объясняется действием на автомобильном транспорте двух важных факторов — усложнения автомобильной техники и стремления обеспечить поддержание работоспособности автомобилей в условиях низкой обеспеченности квалифицированными кадрами. Наличие в автохозяйствах простой по конструкции автомобильной техники и небольшие размеры автохозяйств давали возможность обходиться информацией, получаемой через опытного механика субъективными методами. Однако с появлением новых моделей автомобилей усложненной конструкции и укрупнением автохозяйства такая информация все в меньшей степени обеспечивала эффективное управление поддержанием работоспособности автомобилей.

Современный дизель, многоконтурная тормозная система, рулевое управление с гидроусилителем, многоступенчатая коробка передач и другие прогрессивные конструктивные решения, обеспечив с одной стороны высокую эффективность использования этих автомобилей, с другой — резко усложнили организацию ТО и ремонта и потребовали создания прогрессивных методов их технической эксплуатации, в том числе методов технического диагностирования.

В условиях нехватки квалифицированных кадров при прочих равных условиях ухудшается качество проведения работ по ТО и ремонту автомобилей, а некоторые сложные виды работ не могут быть выполнены. Так, например, автослесарь 5-го разряда в силу своего опыта и профессиональных навыков с высокой степенью точности оценивает люфт рулевого ко-

леса и без применения прибора. Но если на этой операции использовать автослесаря 3-го разряда, то достоверность его субъективной оценки будет, как показала практика, крайне низка и операция эта обычно не выполняется. Однако, если автослесарь 3-го разряда при этом использует средство технического диагностирования (СТД) — динамометрический люфтомер, то операция будет выполнена с высокой степенью достоверности. Таким образом, использование инструментальных методов контроля позволяет повысить полноту и качество выполнения операций ТО и ремонта при определенном снижении требований к квалификации персонала.

В последние годы отмечается тенденция усложнения и совершенствования диагностического оборудования за счет широкого применения микропроцессорной техники, автоматизации рабочих процессов, упрощения подключения и приведения в действие оборудования. Например, все ведущие фирмы перешли к выпуску автоматизированных мотор-тестеров (анализаторов двигателей) второго поколения, в которых вместо экрана осциллографа устанавливается дисплей, на котором высвечиваются строго определенный перечень команд оператору по подключению датчиков к той или иной точке двигателя, команды о запуске двигателя, об изменении частоты вращения коленчатого вала и т. д. При этом все процессы замера значений параметров и постановка диагноза производятся автоматически с помощью микропроцессора, и на экран дисплея в итоге выводятся обработанные результаты диагностирования в виде указаний по проведению необходимых ремонтно-регулирующих операций и замен. Роль оператора при этом значительно упрощена, что дает возможность снизить требования к его квалификации. По имеющимся данным подготовка механиков для работы на мотор-тестерах первого поколения с использованием осциллографа в учебном центре требовала

3-месячного курса обучения, на мотор-тестерах второго поколения предусмотрен всего 3-дневный курс. Таким образом, применение объективных методов инструментального контроля обеспечивает при определенном повышении затрат на оборудование существенную экономию на подготовке кадров.

Важное значение имеет для персонала инженерно-технической службы АТП возможность определения показателей эксплуатационных свойств каждого конкретного автомобиля. Без диагностирования в технической службе такую информацию могли получать через достаточно продолжительное время в результате анализа информации по этому автомобилю или от водителя, который в силу использования опять-таки субъективных оценок выдавал мало достоверную, а иногда и заведомо ошибочную информацию. Последнее объясняется тем, что водитель и техническая служба АТП в ряде случаев являются так называемыми «партнерами с несовпадающими интересами». Использование опаздывающей или недостоверной информации приводило к тому, что в эксплуатации в течение длительного времени находились автомобили, имеющие повышенный расход топлива, большую интенсивность изнашивания шин, низкую степень заряженности аккумуляторных батарей и т. д. В результате увеличивались эксплуатационные затраты, возрастала вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий, увеличивалось отрицательное влияние автомобилей на окружающую среду. Вследствие же ошибочной информации повышались неоправданные простои автомобилей в ТО и ремонте, росли трудовые затраты на преждевременную или излишнюю профилактику. Проведение планового или заявочного диагностирования позволяет в значительной степени сократить эти затраты и обеспечить своевременное выявление автомобилей с отклонениями и устранение выявленных неисправностей.

Значительную роль в снижении затрат при проведении ТО и ремонта сыграли широко проводимые в нашей стране мероприятия по концентрации подвижного состава на крупных автотранспортных предприятиях и внедрению на них централизованной системы управления производством. В этих условиях повысилось значение необходимости совершенствования методов информационного обеспечения процессов управления производством ТО и ремонта автомобилей, так как низкое качество используемой субъективной информации значительно затрудняло управление и снижало надежность функционирования системы.

Выполненные в МАДИ исследования позволили определить, что информация о техническом состоянии автомобилей, формируемая механиками на контрольно-техническом пункте при возвращении автомобиля с линии, на 76 % состоит из описаний внешних проявлений неисправностей. Данная информация имеет достаточно высокую достоверность (96 %), но обладает низким качеством, так как содержит значительное количество (40 %) неоднозначных сведений. Неоднозначная информация, т. е. когда одному внешнему проявлению может соответствовать несколько возможных неисправностей, требует для их устранения проведения различных операций ТО и ремонта и, как следствие, различной подготовки производства. На эти, как правило, наиболее трудоемкие операции приходится до 40 % общего количества случаев и 75 % трудовых затрат.

Персонал инженерно-технической службы, получая информацию типа «пережог топлива», «не держат тормоза», «шум в главной передаче», не имеет возможности при принятии решения придать ему нормативную форму, обеспечивающую поэтапный количественный и качественный контроль его выполнения. В этом случае инженер теряет свои управленческие функции, превращается в регистратора факта поступления автомобиля

в ремонт, а ответственность за принятие конкретного решения перекладывается с помощью общего указания «найти и устранить неисправность» на непосредственного исполнителя. Эффективность функционирования системы поддержания работоспособности автомобилей при этом определяется уровнем ее самоорганизации, зависящим от квалификации исполнителей, их материальной и моральной заинтересованности, трудовой дисциплины и т. д. Повысить надежность и эффективность работы технической службы позволяет применение диагностирования для уточнения и локализации неисправностей в случае неоднозначной информации и принятия на этой основе персоналом инженерно-технической службы обоснованных решений, обеспечивающих их доведение до исполнителей в четкой нормативной форме и предварительную подготовку производства. Это в значительной степени снижает простой автомобилей в ремонте и повышает качество его проведения.

4.4. МЕТОДЫ И ПРОЦЕССЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Как уже отмечалось ранее, для оценки технического состояния объекта необходимо определить текущее значение структурного параметра и сравнить это значение с нормативным. Однако структурные параметры в большинстве случаев не поддаются измерению без разборки узла или агрегата. Конечно, только ради получения информации об уровне технического состояния никто не будет разбирать исправный агрегат или узел, так как это связано, во-первых, с значительными трудовыми затратами, и, во-вторых, что главное, каждая разборка и нарушение взаимного положения приработавшихся деталей приводят к сокращению остаточного ресурса на 30—40 % (см. рис. 4.9).

Для этого при диагностировании о значениях структурных показате-

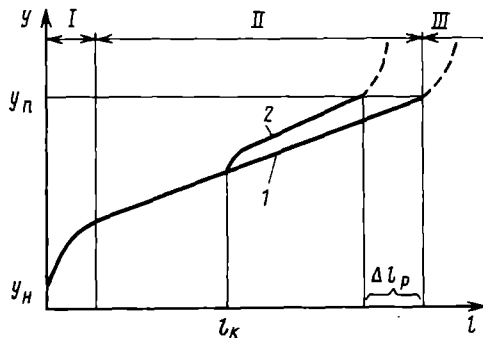


Рис. 4.9. Кривая изменения интенсивности изнашивания двух сопряженных деталей: 1 — без разборки; 2 — после разборки; I — зона приработки; II — зона нормальной работы; III — зона интенсивного изнашивания; Δt_p — снижение ресурса из-за разборки

лей судят по косвенным, диагностическим признакам, качественной мерой которых являются *диагностические параметры*. Таким образом, диагностический параметр — это качественная мера проявления технического состояния автомобиля, его агрегата и узла по косвенному признаку, определение количественного значения которого возможно без их разборки. Между структурными (y) и диагностическими (S) параметрами в зависимости от сложности объекта могут существовать различные взаимосвязи (рис. 4.10).

Для определения в сложных случаях возможного набора диагностических параметров и выбора из них наиболее удобных для использования применяют построение *структурно-следственной схемы* узла или механизма. Структурно-следственная схема представляет собой граф-модель, увязывающую в единое целое основные элементы механизма, характеризующие их структурные параметры, перечень характерных неисправностей, подлежащих выявлению, и набор возможных для использования диагностических параметров. Перечень характерных неисправностей механизма составляют на основе статистических оценок показателей его надежности. Пример структурно-следственной схемы цилиндропорш-

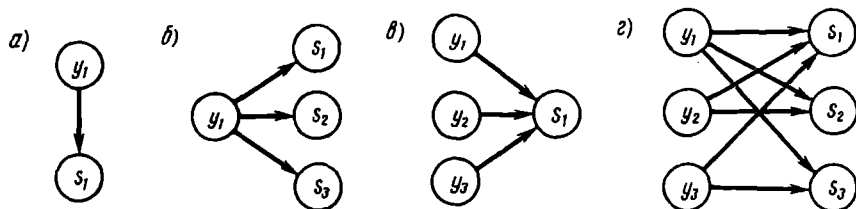


Рис. 4.10. Возможные связи между структурными и диагностическими параметрами: а — единичные; б — множественные; в — неопределенные; г — комбинированные

невой группы двигателя приведен на рис. 4.11.

Пользуясь подобной схемой, составленной на основе инженерного изучения объекта диагностирования, можно применительно к определенному перечню структурных параметров и неисправностей установить первоначальный перечень диагностических параметров и связи между теми и другими. Закономерности изменения значений диагностических параметров обусловлены изменениями структурных параметров механизма. Аналогично структурным диагностические параметры имеют номинальные значения S_n , соответствующие исправному состоянию нового изделия, предельные S_n , соответствующие условной границе перехода объектов в неисправное состояние и предельно допустимые $S_{n\text{ д.}}$.

Так же, как структурные, диагностические параметры имеют различную значимость и, как правило, определяют техническое состояние сложного механизма, агрегата, системы автомобиля комплексно.

При измерении диагностических параметров неизбежно регистрируются помехи, которые обусловлены конструктивными особенностями диагностируемого объекта и избирательными способностями прибора и его точностью. Это затрудняет постановку диагноза и снижает его достоверность. Поэтому следующим важным этапом является отбор из выявленной исходной совокупности наиболее значимых и эффективных в использовании диагностических параметров, для чего они должны отвечать четырем основным требованиям: однозначности, стабильности,

Агрегат, узел, механизм, система

Основные элементы

Структурные параметры

Характерные неисправности

Диагностические параметры

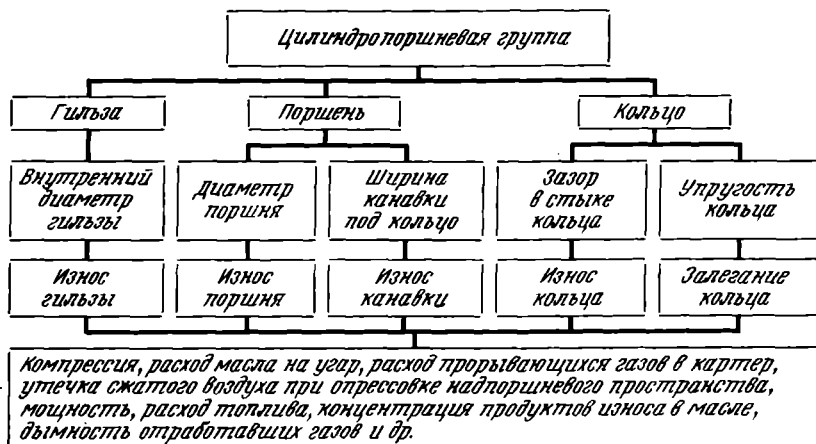


Рис. 4.11. Структурно-следственная схема цилиндропоршневой группы двигателя как объекта диагностирования

чувствительности и информативности.

Требование *однозначности* заключается в том, что все текущие значения диагностического параметра S должны однозначно соответствовать значениям структурного параметра y в интервале изменения технического состояния механизма, агрегата (рис. 4.12).

Математически это требование определяется условием $dS/dy \neq 0$, т. е. отсутствием перехода от возрастания к убыванию или, наоборот, в диапазоне $y_n \leq y_i \leq y_{п.д.}$

Стабильность диагностического параметра определяется дисперсией его величины при многократных замерах в неизменных условиях измерения на объектах, имеющих одно и то же значение структурного параметра (рис. 4.13). Нестабильность диагностического параметра снижает достоверность оценки технического состояния механизма с его использованием, что в некоторых случаях заставляет отказаться от быстродействующих и удобных методов диагностирования.

Так, например именно по этой причине до сих пор не начато серийное производство площадочных тормозных стендов, несмотря на их очевидные преимущества при организации инспекторского экспресс-диагностирования эффективности тормозной системы автомобилей.

Чувствительность диагностического параметра определяется скоростью его приращения при изменении величины структурного параметра и математически описывается зависимостью $dS/dy \gg 0$ (рис. 4.14). Требование чувствительности является важным для оценки качества диагностического параметра и служит удобным критерием при выборе наиболее эффективного метода диагностирования в конкретных условиях.

Так, например, на рис. 4.14 графическое изображение диагностического параметра 1 соответствует изменению количества газов, прорывающихся в картер двигателя, а 2 — из-

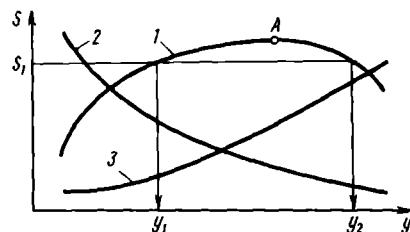


Рис. 4.12. Характеристика неоднозначного (1) диагностического параметра с экстремумом в точке A и однозначных параметров (убывающего 2 и возрастающего 3)

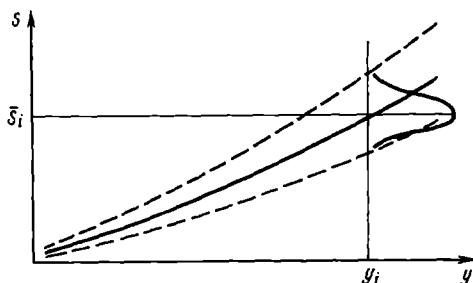


Рис. 4.13. Плотность распределения результатов замеров значения диагностического параметра S_i при y_i

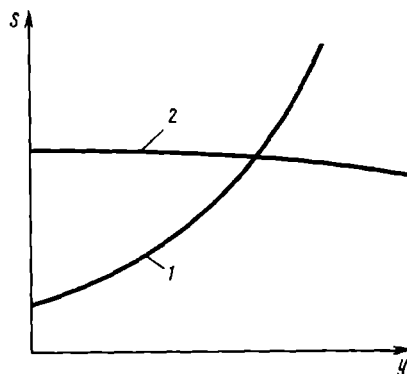


Рис. 4.14. Характеристика высокочувствительного (1) и малочувствительного (2) диагностических параметров

менению компрессии в цилиндрах двигателя в зависимости от износа деталей цилиндропоршневой группы. В первом случае мы имеем параметр, значение которого, например, для двигателя ЗИЛ-130 изменяется от номинального значения 22 л/мин до

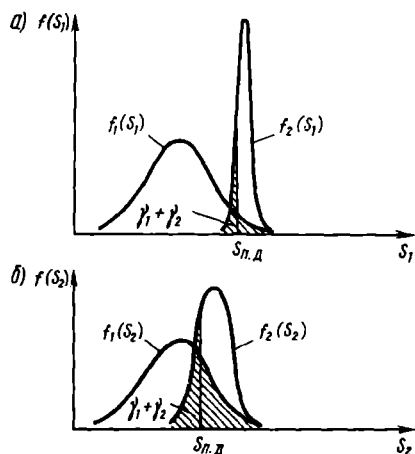


Рис. 4.15. Плотность вероятности информативного (а) и малоинформативного (б) диагностических параметров для групп исправных (1) и неисправных (2) объектов

предельно допустимого, равного 120 л/мин, т. е. почти в 6 раз. У второго же параметра значение для данного двигателя меняется от 0,75 МПа у нового до 0,63 МПа, соответствующего полностью изношенной цилиндропоршневой группе, т. е. уменьшается всего на 16 %. С учетом имеющейся нестабильности второго диагностического параметра можно сделать вывод о практической невозможности использования его из-за малой чувствительности для определения промежуточных значений износа цилиндропоршневой группы и прогнозирования ее остаточного ресурса. Его использование эффективно при выявлении крупных неисправностей, таких, как залегание поршневых колец, зависание клапана, предельный износ цилиндропоршневой группы. И, наоборот, первый параметр — прорыв газов в картер позволяет с высокой степенью точности оценить уровень износа деталей, определить остаточный ресурс и наметить сроки предупредительных регламентных работ. По этой причине этот метод широко используется для индивидуального прогнозирования технического состояния цилиндропоршневой группы судовых, тепловых и тракторных двигателей.

Информативность является главным критерием, положенным в основу определения возможности применения параметра для целей диагностирования. Она характеризует достоверность диагноза, получаемого в результате измерения значений параметра. Количественно информативность диагностического параметра можно оценить через снижение неопределенности знаний о техническом состоянии объекта после использования информации по результатам диагностирования. При этом, как уже говорилось ранее (см. разд. 4.2), достоверность оценки технического состояния определяется соотношением значений ошибок первого и второго рода. На рис. 4.15 показано графическое изображение сравнительной информативности диагностических параметров, основанное на совместном анализе распределения значений параметров $f_1(S)$ и $f_2(S)$, соответствующих исправным и неисправным объектам. Очевидно, что чем меньше площади перекрытия кривых распределения, представляющие собой суммарные вероятности ошибок первого и второго рода, тем информативней параметр и тем более достоверными будут результаты диагностирования.

Так, в приведенном на рис. 4.15 примере, информативному параметру соответствует прорыв газов в картер двигателя, а малоинформативному параметру соответствует люфт редуктора главной передачи.

В первом случае с помощью назначения предельно допустимого значения параметра статистическим методом представляется возможным свести к минимуму ошибку второго рода и почти все поле значений параметра от номинала до предельно допустимого значения будет однозначно соответствовать исправному состоянию объекта. Во втором случае при значении диагностического параметра меньше предельно допустимого норматива такой однозначной оценки состояния объекта диагностирования дать невозможно. Здесь можно оценить фактическое состояние объекта

только с вероятностных позиций, учитывая соотношение для данного значения параметра вероятностей

$$P_1 = \int_0^{S_1} f_1(S) dS \text{ и } P_2 = \int_0^{S_2} f_2(S) dS.$$

Отсюда информативность данного диагностического параметра можно оценить значением коэффициента

$$K_{\text{инф}} = \frac{P_{1.д}}{P_{1.д} + P_{2.д}}, \quad (4.7)$$

где $P_{1.д} = \int_0^{S_1} f_1(S) dS$ и $P_{2.д} = \int_0^{S_2} f_2(S) dS$.

Кроме указанных требований, предъявляемых к диагностическим параметрам, их качество оценивается также по затратам на диагностирование и по технологичности диагностирования, основанного на применении данного параметра. Перечисленные требования обуславливают выбор диагностических параметров при разработке методов, средств и процессов технического диагностирования.

Общий процесс технического диагностирования включает в себя (рис. 4.16): обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект; улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значения диагностических параметров, их измерение; постановку диагноза на основании логической обработки полученной информации путем сопоставления с нормативами.

Диагностирование осуществляется либо в процессе работы самого авто-

мобиля, его агрегатов и систем на заданных нагрузочных, скоростных и тепловых режимах (функциональное диагностирование), либо при использовании внешних приводных устройств (роликовых стендов, подкатных и переносных приспособлений), с помощью которых на автомобиль подаются тестовые воздействия (тестовое диагностирование). Эти воздействия должны обеспечивать получение максимальной информации о техническом состоянии автомобиля при оптимальных трудовых и материальных затратах.

Например, мощностные показатели автомобиля проверяют на режиме максимального крутящего момента, экономические показатели на режиме, соответствующем реализации контрольного расхода топлива, т. е. при наиболее экономичной скорости и при нагрузочном режиме, имитирующем движение автомобиля по ровному горизонтальному отрезку пути с асфальтобетонным покрытием. Тормозные качества проверяют при таких скоростях и нагрузках, которые позволяют надежно выявить основные неисправности тормозной системы автомобиля. Большинство нормативных показателей разрабатывается применительно к оптимальным тестовым режимам диагностирования.

Как показано на рис. 4.16, у объекта диагностирования, выведенного на заданный режим, с помощью специального датчика (механического, гидравлического, пьезоэлектрического, индукционного и др.) воспринимается сигнал, отражающий диагностический параметр S , характери-

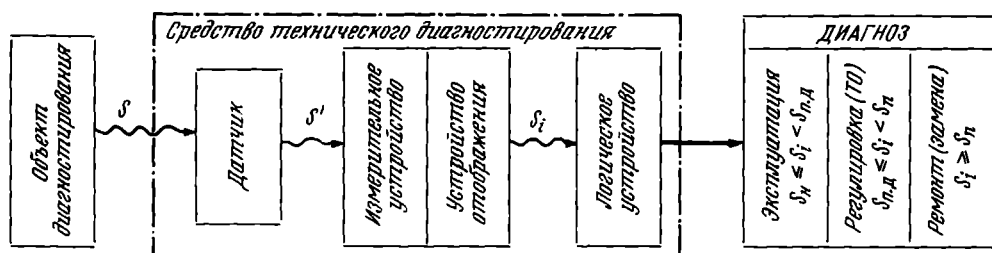


Рис. 4.16. Схема процесса диагностирования

Диагностические параметры	Возможные неисправности		
	A_1	A_2	A_3
S_1	1	0	0
S_2	0	1	0
S_3	1	0	1
S_4	0	1	1

Рис. 4.17. Диагностическая матрица

зующий, в свою очередь, значение структурного параметра y .

Различают легкоъемные и встроенные датчики. Первые устанавливаются на объект на время диагностирования (магнитные, навесные, на зажимах и т. п.), а вторые являются элементами конструкции автомобиля. Встроенные датчики могут быть подключены к контрольным приборам для постоянного наблюдения или к централизованным теплосельным разъемам.

От датчика сигнал в трансформированном виде S' поступает в измерительное устройство, затем количественное значение диагностического параметра S_i выдается устройством отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация, графопостроитель и т. п.).

В автоматизированных средствах технического диагностирования при помощи специального логического устройства, функционирующего на базе микропроцессора, выполняется автоматическая постановка диагноза и выдаются рекомендации в нормативной форме о возможности дальнейшей эксплуатации или необходимости проведения ремонтно-регулирующих операций и замен неисправных элементов. В неавтоматизированных СТД процесс постановки диагноза осуществляется оператором.

В зависимости от задачи диагностирования и сложности объекта диагноз может различаться по глубине. Для оценки работоспособности агрегата, системы, автомобиля в целом используются выходные параметры, на основании которых ставит-

ся общий диагноз типа «да», «нет» («годен», «не годен»). Для определения потребности в ремонтно-регулирующей операции требуется более глубокий диагноз, основанный на локализации конкретной неисправности. Постановка диагноза в случае, когда приходится пользоваться одним диагностическим параметром, не вызывает особых методических трудностей. Она практически сводится к сравнению измеренной величины диагностического параметра с нормативом.

Постановка диагноза, когда производится поиск неисправности у сложного механизма, системы и используется несколько диагностических параметров, существенно сложнее. Для решения задачи постановки диагноза в этом случае необходимо на основе данных о надежности объекта выявить связи между его наиболее вероятными неисправностями и используемыми диагностическими параметрами. Для этой цели в практике диагностирования автомобилей наиболее часто применяют диагностические матрицы.

Диагностическая матрица (рис. 4.17) представляет собой логическую модель, описывающую связи между диагностическими параметрами S и возможными неисправностями A объекта.

Единица в месте пересечения строки и столбца означает возможность существования неисправности, а ноль — отсутствие такой возможности. Применяют также и более сложный вариант вероятностных матриц, в которых на пересечении столбцов и строк вместо единиц и нулей подставляются полученные экспериментальным путем статистические оценки вероятностей возникновения данной неисправности при достижении диагностическим параметром допустимого или предельного значения.

С помощью представленной на рис. 4.17 диагностической матрицы решается задача локализации одной из трех возможных неисправностей объекта с помощью четырех диагностических параметров. Физический

смысл решения задачи заключается в определении соответствия полученной комбинации диагностических параметров, вышедших за норматив, существованию одной из неисправностей. Так, в рассматриваемом примере имеем: неисправность A_1 возникает в случае одновременного выхода за норматив параметров S_1 и S_3 , неисправность A_2 — параметров S_2 и S_4 , и неисправность A_3 — параметров S_3 и S_4 .

Диагностические матрицы являются основой автоматизированных логических устройств, применяемых в современных средствах технического диагностирования.

Методы диагностирования автомобилей, их агрегатов и узлов характеризуются способом измерения и физической сущностью диагностических параметров, наиболее приемлемых для использования в зависимости от задачи диагностирования и глубины постановки диагноза. В настоящее время принято выделять три основные группы методов, классифицированных в зависимости от вида диагностических параметров (рис. 4.18).

Первая группа методов базируется в основном на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы

автомобиля и определении при заданных условиях выходных параметров. Для этих целей используются стенды с беговыми барабанами или параметры определяются непосредственно в процессе работы автомобиля на линии.

Вторая группа включает в себя методы, оценивающие по герметичности рабочих объемов степень износа цилиндропоршневой группы двигателя, работоспособность пневматического привода тормозов, плотность прилегания клапанов и другое путем создания в контролируемом объеме избыточного давления (опрессовки) или, наоборот, разрежения и в оценке интенсивности падения давления (разрежения).

Методы, оценивающие по интенсивности тепловыделения работу трения сопряженных поверхностей деталей, а также протекание процессов сгорания (например, по температуре выхлопных газов) пока не нашли широкого применения на автомобильном транспорте. Методы, оценивающие состояние узлов и систем по параметрам колебательных процессов, широко используются при создании средств технического диагностирования автомобилей и их далее можно разделить на три под-

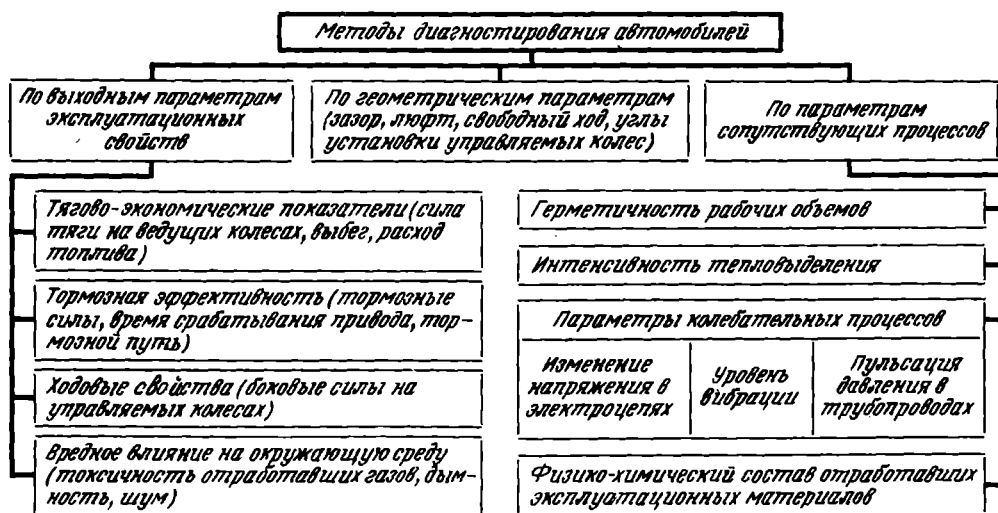


Рис. 4.18. Классификация методов диагностирования автомобилей

вида: методы, оценивающие колебания напряжения в электрических цепях (на этой основе созданы мотор-тестеры); параметры виброакустических сигналов (получаемых при работе зубчатых зацеплений, клапанных механизмов, подшипников и т. д.); оценивающие пульсацию давления в трубопроводах (на этой основе созданы дизель-тестеры для диагностирования дизельной топливной аппаратуры).

Определенное место занимают методы, оценивающие по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов состояние узлов и агрегатов и отклонения от их нормального функционирования, например простейший экспресс-анализ отработанного масла на загрязнение, сложный спектральный анализ проб масел, в результате проведения которого по наличию и концентрации различных химических элементов в масле можно поставить диагноз работоспособности отдельных узлов и сопряжений агрегата. Если в пробе картерного масла двигателя имеется высокое содержание свинца, это говорит об износе вкладышей шатунных и коренных подшипников, если высокое содержание железа — об износе гильз цилиндров, если высокое содержание кремния — о засорении воздушного фильтра и т. д.

Третья группа методов основывается на объективной оценке геометрических параметров в статике, что требует в целом ряде случаев применения динамометров для приложения к диагностируемому сопряжению стандартного усилия при определении зазора (люфта, свободного хода).

В настоящее время продолжают исследования по разработке новых и совершенствованию имеющихся методов диагностирования применительно к усложняющимся конструкциям автомобилей, изменению элементной базы микроэлектроники и микропроцессорной техники и применению ресурсосберегающей технической политики на транспорте.

Средства технического диагностирования (СТД) представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения текущих значений диагностических параметров. Они включают в себя в различных комбинациях следующие основные элементы: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования; измерительное устройство и устройство отображения результатов (стрелочных приборов, цифровая индикация, экран осциллографа). Кроме того, СТД может включать в себя устройства автоматизации задания и поддержания тестового режима, измерения параметров и автоматизированное логическое устройство, осуществляющее постановку диагноза.

Результаты диагноза могут автоматически заноситься в запоминающее устройство для хранения или последующей передачи в управляющий орган.

Средства технического диагностирования можно разделить на три вида по их взаимодействию с объектом диагностирования (автомобилем): внешние, встроенные (бортовые) и устанавливаемые на автомобиль (рис. 4.19).

Внешние СТД, т. е. не входящие в конструкцию автомобиля, в зависимости от их устройства и технологического назначения могут быть стационарными или переносными. Стационарные стенды устанавливаются на фундаменты, как правило, в специальных помещениях, оборудованных отсосом отработавших газов, вентиляцией, шумоизоляцией. Переносные приборы используются как в комплексе со стационарными стендами, так и отдельно для локализации и уточнения неисправностей на специализированных участках и постах ТО и ремонта. Внешние СТД обеспечивают получение и обработку информации о техническом состоянии автомобилей и уровне их эксплуатационных свойств, необходи-

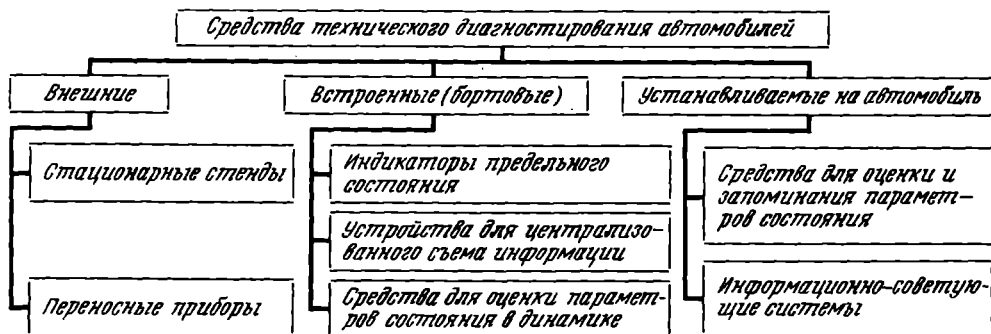


Рис. 4.19. Классификация средств технического диагностирования автомобилей

мой для управления производством ТО и ремонта.

Встроенные (бортовые) СТД включают в себя входящие в конструкцию автомобиля датчики, устройства измерения, микропроцессоры и устройства отображения диагностической информации.

Простейшие встроенные СТД реализуются в виде традиционных приборов на панели (щитке) перед водителем, номенклатура которых на современных автомобилях постоянно расширяется за счет введения новых СТД, особенно электронных, обеспечивающих контроль состояния все усложняющихся элементов конструкции автомобилей. Более сложные встроенные СТД позволяют водителю постоянно контролировать состояние элементов привода и рабочих механизмов тормозной системы, расход топлива, токсичность отработавших газов в процессе выполнения транспортной работы и выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы движения автомобиля или своевременно прекращать движение при возникновении аварийной ситуации.

Наличие таких средств позволяет своевременно выявлять наступление предотказных состояний и назначать проведение предупредительных воздействий по фактическому состоянию, обеспечивая тем самым полное использование ресурса деталей и агрегатов. Широкое использование встроенных СТД с

достаточно развитыми информационными возможностями на автомобилях массового выпуска целесообразно, но ограничивается их надежностью и экономическими соображениями. В связи с этим в последние годы получили распространение вместо встроенных СТД так называемые **устанавливаемые СТД (УСТД)**, которые отличаются от встроенных конструктивным исполнением средств обработки, хранения и выдачи информации. Эти элементы выполняются не встроенными в автомобиль, а в виде блока, который устанавливается на автомобиль периодически перед выходом его на линию и снимается в конце смены после возвращения автомобиля в парк. Поскольку плановые и заявочные диагностирования автомобиля проводятся относительно редко, это позволяет иметь значительно меньшее количество УСТД по сравнению с встроенными СТД и обойти ограничения экономического порядка.

УСТД изготавливаются на базе электронных элементов. Это позволяет эффективно использовать ЭВМ для обработки получаемой диагностической информации о техническом состоянии автомобилей и ее дальнейшего использования для решения задач управления производством ТО и ремонта автомобилей. Кроме того, в последнее время на базе УСТД и встроенных СТД находят все более широкое применение **информационно-советующие системы**,

позволяющие проводить обучение методам экономичного и безопасного движения, проводить аттестацию режимов движения на маршрутах и определять маршрутные нормативы времени движения, расхода топлива, затрат на ТО и ремонт.

Целесообразность использования конкретных средств диагностирова-

ния определяется с использованием экономико-вероятностного метода (см. разд. 3.2), учитывающего стоимость диагностических средств и самого технологического процесса, а также влияние диагностирования на безотказность, долговечность автомобиля и периодичность его ТО (формула 3.11).

Глава 5

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

5.1. СРЕДСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

КАК СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для обеспечения работоспособности автомобилей необходимо выполнять профилактические и ремонтные операции. Эти операции выполняет персонал инженерно-технической службы, т. е. ремонтные рабочие, техники, инженеры. Для обеспечения необходимых условий качественного выполнения операций ТО и ремонта и повышения производительности труда персонала используются средства труда, которые, вовлекаясь в производственный процесс, превращаются в основные производственные фонды, имеющие *активную* и *пассивную* части. Применительно к технической эксплуатации пассивная часть основных фондов — это здания, сооружения, коммуникации, создающие необходимые усло-

вия для выполнения ТО и ремонта, а активная — средства механизации и автоматизации (роботизации).

Характерной особенностью работы этих средств обслуживания является изменяющийся во времени поток требований на работу средств обслуживания (см. разд. 2.8), а также переменные трудоемкость и продолжительность устранения неисправностей (см. разд. 2.7).

Системы, в которых переменными и 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, участки ремонтных мастерских, предприятий автомобильного транспорта, склады запасных частей, топливо- и маслораздаточные колонки АЗС и др.

Система массового обслуживания

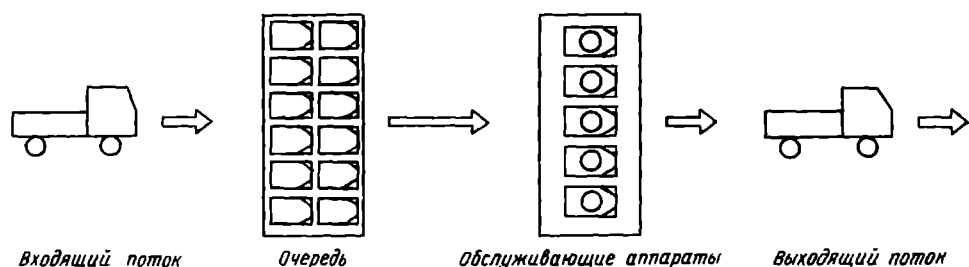


Рис. 5.1. Схема системы массового обслуживания

состоит из следующих основных элементов: входящего потока объектов, требующих обслуживания и называемых здесь требованиями, очереди, обслуживающих аппаратов и выходного потока требований (рис. 5.1).

Входящий поток требований представляет собой совокупность требований на удовлетворение потребностей в проведении определенных работ. Заявки поступают в некоторые случайные моменты времени. Поэтому число требований, поступающих в систему в единицу времени, является случайной величиной, а входящий поток представляет собой случайный процесс, который, как правило, описывается законом Пуассона. Требования могут быть однородными и неоднородными.

Обслуживающие аппараты — это совокупность отдельных рабочих, звеньев, бригад с необходимым оборудованием, средствами механизации, инструментом и оснасткой. При проведении ТО — это бригады, при ТР — рабочие посты, на вспомогательных участках — отдельные рабочие и т. д.

Очередь образуется в том случае, когда пропускная способность обслуживающих аппаратов недостаточна по отношению к входящему потоку требований. Величина входящего потока имеет вариацию относительно математического ожидания (см. рис. 2.19).

Выходящий поток требований в зависимости от характеристики СМО составляют в общем случае обслуженные и необслуженные требования. Для автомобильного транспорта обязательным является выполнение необходимых работ по обслуживанию и ремонту, т. е. выходящий поток, как правило, состоит из обслуженных требований, т. е. работоспособных автомобилей.

Системы массового обслуживания классифицируются следующим образом:

по ограничениям на длину очереди — с потерями, без потерь и с ограничением по длине очереди. В системах с потерями требование по-

кидает ее, если все обслуживающие аппараты заняты. В системах без потерь требование «встает» в очередь, если все аппараты заняты. Могут существовать ограничения на длину очереди или на время нахождения в ней;

по количеству каналов обслуживания — одно- и многоканальные;
по типу обслуживающих аппаратов — однотипные (универсальные) и разнотипные (специализированные);

по порядку обслуживания — одно- и многофазовые. Однофазовые — это такие системы, в которых требование обслуживается на одном посту. При многофазовом обслуживании требование последовательно проходит несколько обслуживающих аппаратов, например на поточной линии ТО;

по числу обслуживающих аппаратов — ограниченное и неограниченное;

по приоритетности обслуживания — с приоритетом и без приоритета. С приоритетом — это такие системы, в которых ряд требований будет обслуживаться в первую очередь независимо от наличия очереди других требований, например заправка топливом вне очереди автомобилей скорой медицинской помощи. Без приоритета — требования обслуживаются в порядке поступления в систему;

по величине входящего потока требований — с ограниченным и неограниченным потоком;

по структуре системы — замкнутые и открытые. Замкнутые — это такие системы, в которых входящий поток требований зависит от числа обслуженных требований. Открытые — входящий поток требований не зависит от числа обслуженных требований;

по взаимосвязи обслуживающих аппаратов — с взаимопомощью и без нее. В системах без взаимопомощи параметры пропускной способности и производительности обслуживающих аппаратов постоянны и не зависят от загрузки или простоя других аппаратов. В системах с взаимо-

помощью пропускная способность обслуживающих аппаратов будет зависеть от занятости других аппаратов. Взаимопомощь между постами и исполнителями характерна при организации работы зон и участков ТО и ремонта и при коллективных методах труда, при котором исполнители могут перемещаться по постам. При рассмотрении СМО с взаимопомощью необходимо учитывать два фактора: насколько ускоряется обслуживание требования, если ее обслуживанием занято сразу несколько обслуживающих аппаратов; какова «дисциплина взаимопомощи», т. е. когда и как несколько каналов берут на себя обслуживание одного и того же требования.

Применительно к технической эксплуатации автомобилей наибольшее распространение находят 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 времени нахождения на ней.

В качестве показателей эффективности работы СМО используют приведенные ниже параметры.

Интенсивность обслуживания

$$\mu = 1/t_d, \quad (5.1)$$

где t_d — продолжительность (длительность) обслуживания одного требования.

Приведенная плотность потока требований

$$\rho = \omega/\mu, \quad (5.2)$$

где ω — параметр потока требований (см. разд. 2.8).

Абсолютная пропускная способность А показывает количество требований, поступающих в единицу времени, т. е.

$$A = \omega g, \quad (5.3)$$

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 П 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. Для систем массового обслуживания с потерями ($r=0$) эти зависимости приведены в табл. 5.1, а для других типов систем — в рассмотренных примерах.

Среднее время нахождения в очереди

$$t_{ож} = r/\omega. \quad (5.4)$$

Количество требований, связанных с системой,

$$K = r + n_{зан}. \quad (5.5)$$

Время связи требования с системой:

СМО с потерями

$$t_{сист} = g t_d; \quad (5.6)$$

СМО без потерь

$$t_{сист} = t_d + t_{ож}. \quad (5.7)$$

Издержки от функционирования системы

$$И = C_1 r + C_2 n_{св} + (C_1 + C_2) \rho,$$

где C_1 — стоимость простоя автомобиля в очереди; r — средняя длина очереди; C_2 — стоимость простоя обслуживающего канала; $n_{св}$ — количество простаивающих каналов.

Из-за случайности входящего потока на ТО и ремонт и продолжительности их обслуживания всегда имеется какое-то среднее число простаивающих автомобилей. Обычно требуется так распределить число обслуживающих аппаратов (постов, рабочих мест, исполнителей) по различным подсистемам, чтобы $И = \min$. Этот класс задач имеет дело с дис-

Таблица 5.1. Показатели эффективности систем массового обслуживания с потерями ($r=0$)

Тип СМО	Относительная пропускная способность g	Вероятность того, что все посты свободны P_0	Вероятность отказа в обслуживании $P_{отк}$	Число занятых обслуживающих аппаратов $n_{зан}$
Одноканальная ($n=1$)	$g = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_0 = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_{отк} = \frac{\omega}{\omega + \mu}$	$n_{зан} = \frac{\omega}{\omega + \mu}$
Многоканальная ($n > 1$)	$g = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{отк} = \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$n_{зан} = \rho g$
С взаимопомощью многоканальная ($n > 1$; $\mu_{бр} = n\mu$) *	$g = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_0 = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_{отк} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{бр}}$	$n_{зан} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{бр}}$

* $\mu_{бр}$ — интенсивность технических воздействий бригады.

клетным изменением параметров, так как число аппаратов может изменяться только дискретным образом. Поэтому при анализе системы обеспечения работоспособности автомобилей неприменимо классическое вариационное исчисление, а используются методы исследования операций, теории массового обслуживания, линейного, нелинейного и динамического программирования, имитационного моделирования и так называемого метода «Монте-Карло».

Пример. Станция технического обслуживания имеет один пост диагностирования ($n=1$). Длина очереди ограничена 2 автомобилями ($r=m=2$). Определить параметры эффективности работы диагностического поста, если интенсивность потока требований на диагностирование в среднем $\omega=2$ треб/ч, продолжительность диагностирования $t_3=0,4$ ч.

Интенсивность диагностирования (5.1)
 $\mu = 1/0,4 = 2,5$.

Приведенная плотность потока (5.2)
 $\rho = 2/2,5 = 0,8$.

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

$$P = \rho^2 P_0 = 0,8^2 \cdot 0,339 = 0,217.$$

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 (5.3)

$$A = 2 \cdot 0,827 = 1,654.$$

Среднее количество занятых постов

$$n_{зан} = \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}} = \frac{0,8 - 0,8^4}{1 - 0,8^4} = 0,661.$$

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 в очереди

$$t_{ож} = r/\omega = 0,564/2 = 0,282.$$

Издержки от функционирования системы $I = C_{2n_{ев}} + C_{2n_{зан}} = 15 \cdot 0,339 + 15 \cdot 0,661 = 15$ руб/день. Однако эти издержки не учитывают потери от простоя автомобилей в очереди, так как данные потери несет владелец, а не станция технического обслуживания.

Пример. На автотранспортном предприятии имеется один пост диагностирования ($n=1$). В данном случае длина очереди практически неограничена. Определить параметры эффективности работы диагностического поста. Остальные исходные данные те же, что и для предыдущего примера.

Интенсивность диагностирования и приведенная плотность потока остаются те же: $\mu=2,5$; $\rho=0,8$.

Вероятность того, что пост свободен,
 $P_0 = 1 - \rho = 1 - 0,8 = 0,2$.

Вероятность образования очереди

$$P = \rho^2 P_0 = 0,8^2 \cdot 0,2 = 0,128.$$

Относительная пропускная способность
 $g = 1$, так как все автомобили пройдут через диагностический пост.

Абсолютная пропускная способность

$$A = \omega = 2 \text{ треб./ч.}$$

Среднее количество занятых постов

$$n_{\text{зан}} = \rho = 0,8.$$

Среднее количество требований, находящихся в очереди,

$$r = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,8^2}{1 - 0,8} = 3,2.$$

Среднее время нахождения в очереди

$$t_{\text{ож}} = \frac{\rho}{\mu (1 - \rho)} = \frac{0,8}{2,5 (1 - 0,8)} = 1,6.$$

Издержки от функционирования системы
 $I = C_1 r + C_2 n_{\text{зан}} + (C_1 + C_2) \rho = 20 \cdot 3,2 + 15 \times 0,2 + (20 + 15) \cdot 0,8 = 97,5 \text{ руб./день.}$

Пример. На автотранспортном предприятии имеются два поста диагностирования ($n = 2$) — многоканальная система. Определить параметры эффективности работы системы диагностирования. Остальные исходные данные те же, что для предыдущего примера.

Интенсивность диагностирования и приведенная плотность потока остаются те же: $\mu = 2,5$; $\rho = 0,8$.

Вероятность того, что оба поста свободны,

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{K!} + \frac{\rho^{n+1}}{n! (n - \rho)}} = 0,294.$$

Вероятность образования очереди

$$P = \frac{\rho^n}{n!} P_0 = \frac{0,8^2}{2!} 0,294 = 0,094.$$

Относительная пропускная способность
 $g = 1$, так как все автомобили пройдут через диагностические посты.

Абсолютная пропускная способность $A = 2$ треб./ч.

Среднее количество занятых постов

$$n_{\text{зан}} = \rho = 0,8.$$

Среднее количество требований, находящихся в очереди,

$$r = \frac{\rho P}{n - \rho} = \frac{0,8 \cdot 0,094}{2 - 0,8} = 0,063.$$

Среднее время нахождения в очереди

$$t_{\text{ож}} = \frac{P}{\mu (n - \rho)} = \frac{0,094}{2,5 \cdot (2 - 0,8)} = 0,031.$$

Издержки от функционирования системы
 $I = C_1 r + C_2 n_{\text{зан}} + (C_1 + C_2) \rho = 20 \cdot 0,063 + 15 \times 1,2 + (20 + 15) \cdot 0,8 = 47,26 \text{ руб./день.}$

Как видно из примеров, показатели эффективности в значительной мере зависят от структуры системы массового обслуживания. В системе с ограничением по длине очереди только 82,7 % автомобилей будут продиагностированы, т. е. 17,3 % автомобилей покинут СМО не обслуженными.

При переходе от одноканальной системы к многоканальной средняя длина очереди уменьшается более чем в 10 раз. Издержки на функционирование двухпостовой СМО ниже, чем однопостовой. Однако в этом случае требуются дополнительные капитальные затраты на строительство и оборудование диагностического поста.

5.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ И МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Основным условием функционирования СМО является соотношение между входящими потоком требований и абсолютной пропускной способностью системы $\omega \geq A$.

Таким образом, 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 будут оказывать влияние следующие факторы: принятая система ТО и ремонта; распределение работ между отдельными производствами и предприятиями в условиях специализации, централизации и кооперации; характеристики надеж-

ности подвижного состава; 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 как состоящий из отдельных потоков на специализированные производства (рис. 5.2). При этом величина отдельных его частей будет уменьшаться. Это приводит к большей вариации фактических значений от средней величины (см. разд. 2.8 и 2.9). Поток требований будет однородным.

Абсолютная пропускная способность зависит от следующих факторов: принятой структуры предприятий или специализации подразделений, уровня организации и управления ТО и ТР; технологического уровня проведения работ; обеспеченности производственной технической базой; уровня механизации работ; квалификации и обеспеченности ремонтными рабочими, запасными частями и материалами и др.

Абсолютная пропускная способность

$$A = \sum_{i=1}^k \mu_i n_i, \quad (5.8)$$

где $\mu_i = 1/t_{\Delta i}$ — интенсивность i -го технического воздействия; n_i — количество каналов обслуживания i -го вида; k — количество видов каналов обслуживания.

Продолжительность технического воздействия является случайной величиной, так как она зависит от большого числа факторов и определяется по выражению

$$t_{\Delta} = \frac{t K_{\Sigma} K_{\Delta} K_{\text{пр}}}{T_{\text{см}} C P_{\text{н}} K_{\text{кв}}}, \quad (5.9)$$

где t — трудоемкость технического воздействия; чел.ч; K_{Σ} — коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости в зависимости от уровня механизации работ; K_{Δ} — коэффициент, учитывающий изменение трудоемкости при использовании диагностирования; $K_{\text{пр}}$ —

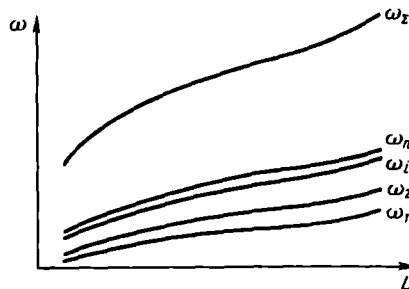


Рис. 5.2. Изменение входящего потока требований в зависимости от пробега с начала эксплуатации и специализации по видам работ

коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по организационным причинам; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч; C — число смен; $P_{\text{н}}$ — среднее число одновременно работающих на посту, чел.; $K_{\text{кв}}$ — коэффициент, учитывающий квалификацию ремонтных рабочих.

Трудоемкость технических воздействий 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.

Коэффициент K_{Σ} зависит от уровня механизации работ, специализации постов и рабочих мест по видам работ.

Коэффициент K_{Δ} зависит от уровня внедрения в технологический процесс ТО и ремонта диагностики и достоверности информации.

Коэффициент $K_{\text{пр}}$ 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.

Коэффициент $K_{\text{кв}}$ учитывает разную производительность труда ремонтных рабочих в зависимости от их квалификации (разряда) и степени сложности выполняемых работ.

Факторы, влияющие на пропускную способность средств обслуживания, можно разделить на экстенсивные и интенсивные. На данном этапе к экстенсивным факторам можно отнести: развитие ПТБ, повышение фондовооруженности при неизменных технических, технологических и организационных решениях; рост численности работающих без изменения их качественного состава; обеспеченность запасными частями, материалами и др.

К интенсивным факторам относятся: 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 бригадного подряда, внутрихозяйственного расчета 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 по типу «все как один» или «равномерная взаимопомощь».

5.3. МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ КАК МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Под *механизацией* понимают частичную или полную замену мускульного труда человека машинным с сохранением непосредственного участия человека в управлении процессом и для контроля за его выполнением. Под *автоматизацией* понимают частичное или полное освобождение человека не только от мускульного труда, но и от участия в оперативном

Таблица 5.2. Изменение показателей эффективности в зависимости от уровня механизации ТО и ТР в грузовых АТП, %

Показатель	Уровень механизации, %					
	10	15	20*	25	30	35
Коэффициент технической готовности	96	98	100	101	103	104
Трудоемкость ТО и ТР	140	120	100	90	85	80
Расход запасных частей	130	110	100	90	85	80

* 100 % — условное значение.

управлении технологическим процессом. Управление технологическим процессом в этом случае осуществляется машиной по программе, разработанной человеком. В обязанности человека входят настройка машины или группы машин, включение и контроль. Под *роботизацией* понимают полное исключение исчерпывающего себя по интенсивности физического труда человека и расширение применения более гибких и практически неограниченных для интенсификации интеллектуальных форм труда, помноженных на широкие возможности современных ЭВМ.

Механизация является важнейшим направлением НТП при технической эксплуатации, влияет на продолжительность выполнения операций ТО или ремонта (см. формулу 5.9), т. е. на производительность персонала и средств обслуживания, ускорение труда, качество самого обслуживания и ремонта, расход материалов и запасных частей (табл. 5.2) и другие показатели эффективности технической эксплуатации автомобилей.

Оценка механизации производственных процессов производится по двум показателям:

уровню механизации производственных процессов;

степени механизации производственных процессов.

Базой для определения этих показателей является совместный анализ операций технологических процессов

Т а б л и ц а 5.3. Классификация оборудования по количеству содержащихся в нем звеньев

Оборудование	Звеньевость	Заменяемые машинами рабочие функции	Характеристика непосредственного участия рабочего в производственном процессе	Группы технических средств	Примеры
Ручной инструмент	0	—	Выполнение всех рабочих функций	Ручные приспособления, гаечные ключи, отвертки, линейки	Комплект приспособлений для обработки местных повреждений шин
Машина ручного действия	1,0	Передающий механизм преобразует сообщаемые орудия труда усилия человека	Непрерывно: сообщение орудия труда необходимых усилий; пространственная ориентация орудия и предмета труда, управление процессом	Механические устройства с ручным приводом: пресс, таль, дрель, транспортная тележка, домкрат. Контрольно-диагностические приборы без подвода внешней энергии	Моечная щетка М-906, канавные подъемники П-227, П-113
Механизированно-ручная машина	2,0	Машина-двигатель — источник движения собственно орудия труда, которое преобразуется посредством передаточного механизма	Непрерывно: пространственная ориентация и взаимоперемещение машины-орудия и предмета труда, управление процессом	Механизмы с электро- и гидроприводом: электроточило, электродрель, пневмогайковерты, газовые горелки, электропаяльники. Подъемники, маслораздаточное оборудование, контрольно-диагностические приборы с подводом внешней энергии	Маслозаправочные колонки 367М4, 397А, стробоскоп К-269, прибор для проверки тормозов К-233
Механизированная машина	3,0	Машина-двигатель — источник движения собственно орудия труда и предмета труда. Передаточный механизм преобразует сообщаемое движение орудия труда или предмету труда, также усилия взаимоперемещения машины-орудия и предмета труда	Непрерывно: сообщение усилия взаимоперемещения машины-орудия и предмета труда, управление процессом. Периодическая смена предмета труда	Оборудование без системы автоматического управления, универсальные станки, прессы, авто-, и электрокары, автопогрузчики, кран-балки, контрольно-диагностические стенды, автомобили	Станок для балансировки колес К-121. Шлифовальный станок Р-108

Оборудование	Звеньность	Замменяемые машинами рабочие функции
Машина-полуавтомат	3,5	Дополнительно к функции механизированной машины ($Z \approx 3,0$): машина-двигатель посредством передаточного механизма обеспечивает взаимоперемещение машины-орудия и предмета труда. Контрольно-управляющее устройство обеспечивает работу машины в автоматическом режиме в течение основного времени операции
Машина-автомат	4,0	Дополнительно к функциям машины-полуавтомата контрольно-управляющее устройство обеспечивает автоматическое повторение рабочего цикла при смене однотипных предметов труда
Гибкие автоматизированные производства	5,0	Суперзвено обеспечивает автоматическую адаптацию системы машин-автоматов к предметам труда при параллельном изготовлении изделий различных видов

Продолжение табл. 5.3

Характеристика непосредственного участия рабочего в производственном процессе	Группы технических средств	Примеры

Рабочий свободен в течение основного времени операции. Периодическая смена предмета труда и частичное управление процессом. Контроль и замена орудия труда, поднастройка машины

Машины с устройством автоматического управления технологическим циклом. Автоматические воздухоподдающие колонки, автоматические мойки без конвейеров, автоматизированное диагностическое обслуживание

Установки для мойки автомобилей М-121, -130, -132. Воздухоподдающие колонки С-411, -413, электровулканизаторы Ш-116, -114

Рабочий свободен в течение выполнения операции над партиями однотипных предметов труда. Частичное управление процессом, контроль и замена орудия труда, периодическая поднастройка машины

Металлорежущие станки-автоматы, гальванические ванны, сушильные и окрасочные комплексы, которые настроены автоматически. Автоматические линии мойки автомобилей с конвейером. Роботы-манипуляторы. Штабелеры с автоматическим адресованием

Линия мойки легковых автомобилей М-133

Рабочий свободен в течение изготовления изделий различных видов. За человеком сохраняется функция технического обслуживания, а также инженерные функции, подготовка и корректирование управляющих программ для совокупности изделий различных видов

Разветвленная в пространстве совокупность дополняющих друг друга в технологических процессах машин, связанных общими, транспортной и управляющей системами, которые обеспечивают одновременное изготовление изделий с разными технологическими маршрутами

На автомобильном транспорте еще не применяется

и оборудования, применяемого при выполнении этих операций.

Уровень механизации $У_m$ (%) производственных процессов определяет долю механизированного труда в общих трудозатратах и рассчитывается по формуле:

$$У_m = \frac{T_m}{T_o} 100, \quad (5.10)$$

где T_m — трудоемкость механизированных операций процесса из применяемой технологической документации, чел·мин; T_o — общая трудоемкость всех операций процесса из применяемой технологической документации, чел·мин.

Степень механизации производственных процессов определяет замещение рабочих функций человека реально применяемым оборудованием в сравнении с полностью автоматизированными технологическими процессами. Количество замещаемых оборудованием рабочих функций человека определяется «звенностью» оборудования (Z), которая характеризует его совершенство (табл. 5.3).

Степень механизации производственных процессов C_m (%) рассчитывается по формуле:

$$C_m = \frac{M}{4n} 100, \quad (5.11)$$

где $M = Z_1 M_1 + Z_2 M_2 + Z_3 M_3 + Z_{3,5} M_{3,5} + Z_4 M_4$; $Z_1, Z_2, Z_3, Z_{3,5}, Z_4$ — звенность применяемого оборудования, соответственно равная 1; 2; 3; 3,5; 4; M_1 — количество механизиро-

ванных операций, выполняемых с применением оборудования со звенностью $Z=1$; M_2 — количество механизированных операций, выполняемых с применением оборудования со звенностью $Z=2$; M_3 — количество механизированных операций, выполняемых с применением оборудования со звенностью $Z=3$; $M_{3,5}$ — количество механизированных операций, выполняемых с применением оборудования со звенностью $Z=3,5$; M_4 — количество механизированных операций, выполняемых с применением оборудования со звенностью $Z=4$; n — общее количество операций.

Сопоставляя фактическое значение M с максимально возможным, можно оценить технический уровень любой машины с точки зрения замещения функций человека в процессе труда.

К ручным (немеханизированным) операциям относятся операции, выполняемые с использованием инструмента и оборудования со звенностью $Z=0$.

К механизированным относятся операции, выполняемые с использованием оборудования и инструмента со звенностью $Z=1 \div 3$.

К автоматизированным относятся операции, выполняемые с использованием оборудования со звенностью $Z=3,5 \div 5$. Для технологического оборудования, используемого при ТО и ремонте, максимальная звенность $Z=4$.

В прил. 2 дан пример расчета показателей механизации технического обслуживания автомобилей КамАЗ.

Глава 6

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВЫ СИСТЕМЫ

Знание количественной и качественной характеристик закономерностей изменения параметров технического состояния узлов, агрегатов и автомобиля в целом позволяют управлять работоспособностью и техническим состоянием автомобиля в процессе эксплуатации, т. е. поддерживать и восстанавливать его

работоспособность. Как уже отмечалось в гл. 2, эти работы подразделяются на две большие группы — техническое обслуживание и ремонт.

Необходимость поддержания высокого уровня работоспособности требует, чтобы большая часть неисправностей была предупреждена, т. е. работоспособность изделия была восстановлена до наступления неисправности. Поэтому задача ТО состоит

главным образом в предупреждении возникновения отказов и неисправностей, а ремонта — в их устранении (восстановлении работоспособности). Предупреждение отказов и неисправностей требует регламентации ТО, т. е. регулярного (по плану) выполнения определенных операций ТО с установленными периодичностью и трудоемкостью (см. разд. 2.11 и 3.2). Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость в целом составляют *режим технического обслуживания*.

В нашей стране ТО и ремонт автомобилей так же, как и других машин и механизмов (сельскохозяйственных машин, станков, транспортных средств и др.), производятся на плановой основе, представляющей собой систему ТО и ремонта, которая состоит из комплекса взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок проведения работ по ТО и ремонту с целью обеспечения заданных показателей качества автомобилей в процессе эксплуатации. На автомобильном транспорте большинства стран также используется планово-предупредительная система, в соответствии с которой ТО носит предупредительный (профилактический) характер и выполняется регулярно после определенной наработки (пробега) автомобиля, а ремонт, как правило, выполняется по потребности, т. е. после возникновения неисправности.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются требования:

а) обеспечение заданных уровней эксплуатационной надежности автомобильного парка при рациональных материальных и трудовых затратах;

б) ресурсосберегающая и природоохранная направленность;

в) планово-нормативный характер, позволяющий планировать и организовывать ТО и ремонт на всех уровнях — с рабочего места на АТП до общегосударственных плановых и директивных органов, нормативно обеспечивать хозяйственные отношения внутри предприятий и между ними;

г) обязательность для всех организаций и предприятий, владеющих автомобильным транспортом, вне зависимости от их ведомственной подчиненности (за исключением организаций Министерства обороны, МВД и КГБ);

д) конкретность, доступность и пригодность для руководства и принятия решений всеми звеньями инженерно-технической службы автомобильного транспорта;

е) стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов, учитывающих изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей, а также хозяйственного механизма;

ж) учет разнообразия условий эксплуатации автомобилей.

Принципиальные основы организации и нормативы ТО и ремонта регламентируются в нашей стране *Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта*, которое является результатом, во-первых, проводимых на автомобильном транспорте научных исследований в области технической эксплуатации автомобилей; во-вторых, опыта передовых АТП; в-третьих, работы, проводимой автомобильной промышленностью по повышению качества автомобилей.

6.2. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА, ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА

Основой системы ТО и ремонта 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 ряд других.

Структура системы ТО и ремонта определяется: уровнем надежности и качества автомобилей; целью, которая поставлена перед автомобильным транспортом и ТЭА; условиями

эксплуатации; имеющимися ресурсами; организационно-техническими ограничениями.

Для эксплуатируемого в настоящее время подвижного состава автомобильного транспорта уровень влияния отдельных элементов структуры системы ТО и ремонта на затраты по обеспечению работоспособности (без организационно-планировочных затрат) следующий: перечень профилактических операций и их периодичность $80 \div 87\%$; число ступеней (видов) ТО и кратность их периодичности $13 \div 20\%$. Таким образом, главными факторами, определяющими эффективность системы ТО и ремонта, являются правильно определенные перечни (что делать) и периодичности (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, диагностические и др.) и более 150—280 конкретных объектов обслуживания, т. е. агрегатов, механизмов, деталей, требующих предупредительных воздействий.

Каждый узел, механизм, соединение могут иметь свою оптимальную периодичность ТО, определяемую методами, изложенными в гл. 3. Если следовать этим периодичностям, то автомобиль в целом практически непрерывно должен направляться для технического обслуживания каждого соединения, механизма, агрегата, что вызовет большие сложности с организацией работ и дополнительные потери рабочего времени, особенно на подготовительно-заключительных операциях. При этом объектом воздействия 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.

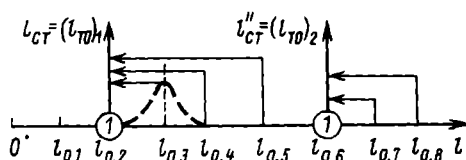


Рис. 6.1. Схема группировки воздействий по стержневым операциям ТО

гл. 3) 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 оптимальной периодичности ТО отдельных операций. При определении периодичности ТО группы операций («групповую» периодичность) применяют следующие методы.

Группировка по стержневым операциям ТО основана на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности l_{CT} так называемых стержневых операций, которые обладают следующими признаками:

- а) влияют на безопасность движения автомобиля;
- б) невыполнение их снижает безотказность, экономичность, экологичность и влияет на работоспособность автомобиля;
- в) характеризуются большой трудоемкостью, требуют специального оборудования и обустройства постов;
- г) регулярно повторяются.

Примерами подобных стержневых операций или групп операций являются: смазка деталей и узлов автомобилей через пресс-масленки — признаки в), г); регулирование тормозной системы — все признаки; смена масла в картере двигателя — признаки в), г). Таким образом, по этому методу периодичность ТО стержневой операции l_{CT} принимается за периодичность вида ТО или группы операций, т. е. $(l_{TO})_1 = l_{CT}$ (рис. 6.1). Причем одновременно с данной

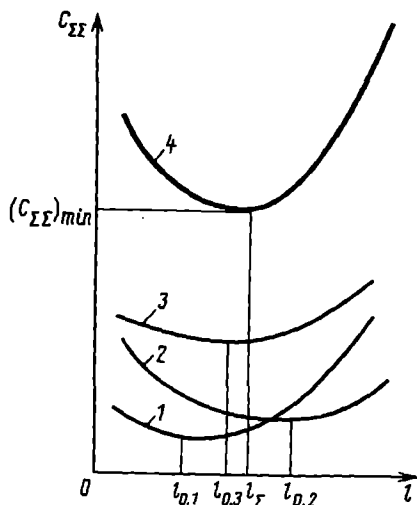


Рис. 6.2. Схема применения технико-экономического метода для определения групповой оптимальной периодичности ТО:

1, 2, 3 — суммарные удельные затраты на ТО и ремонт по отдельным объектам; 4 — то же, по группе объектов

стержневой операцией могут выполняться те операции, которые имеют периодичность $t_{CT} \leq t_i \leq t'_{CT}$, где t'_{CT} — периодичность последующей стержневой операции.

Операции, оптимальная периодичность которых $t_{o,i}$ больше периодичности стержневой операции, выпол-

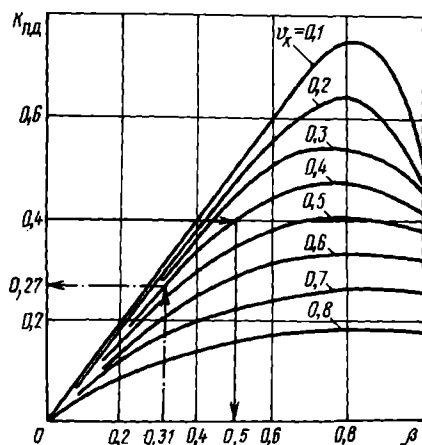


Рис. 6.3. К оценке рациональности профилактических воздействий при заданной периодичности

няются с коэффициентом повторяемости

$$k_i = t_{CT} / t_{o,i} = (t_{TO})_i / t_{o,i}, \text{ где } 0 < k \leq 1 \quad (6.1)$$

Такие операции, как правило, 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 фактического технического состояния объекта обслуживания. 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 t_{Σ} , которая соответствует минимальным суммарным затратам $C_{\Sigma\Sigma}$ на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам (рис. 6.2):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^s C_{ti} + \sum_{i=1}^s C_{rii},$$

т. е. оптимальная периодичность $t_o = t_{o,\Sigma}$ при $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$, где C_{ti} , C_{rii} — удельные затраты на ТО и ремонт i -го объекта; s — число операций в группе (виде ТО). Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена в рассматриваемых пределах условиями безопасности, экологии или техническими критериями, то выбранная групповая периодичность должна удовлетворять требованиям $t_{o,\Sigma} \leq t_{o,j}$, где j — номер операции с периодичностью, ограниченной требованиями безопасности движения или другими техническими критериями (например, прекращение функционирования механизма при $t_{o,\Sigma} > t_{o,j}$).

Используя экономико-вероятностный метод, можно определить целесообразность выполнения данной операции не с оптимальной для нее, а с заданной периодичностью стерж-

невой операции. Воспользовавшись *картой профилактической операции*, определяют зону наработок, в которой удельные затраты при предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа (см. рис. 3.9). Если в этой зоне находится периодичность стержневой операции, то изменение периодичности для данной операции допустимо.

На рис. 6.3 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимое значение коэффициента относительных затрат на ТО и ремонт $k_{нд}$, превышение которого при изменении периодичности нецелесообразно по экономическому критерию. Определим целесообразность выполнения ранее рассмотренной в качестве примера операции (см. стр. 59) 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 $v_x = 0,4$ предельное значение коэффициента $k_{нд} = 0,27$ при фактическом значении $k_n = 0,4$. Так как $k_n > k_{нд}$, 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 $l_{ТО} = \beta \bar{x} = 0,5 \bar{x}$, т. е. 7,75 тыс. км. Таким образом определяется интервал периодичностей, внутри которого выполнение операции по предупредительной стратегии целесообразно. Для рассматриваемого примера этот интервал составляет 7,75—12 тыс. км.

Если ряд объектов обслуживания имеют весьма близкие рациональные периодичности, то используется так называемая *естественная группировка*. Например, вся совокупность несомаконтрящихся крепежных соединений современных грузовых автомобилей обнаруживает два

Таблица 6.1. Оценка изменения суммарных затрат (%) на ТО и ремонт и организацию производства в зависимости от стратегии и числа ступеней обслуживания

Удельный иес органи- зационных затрат, %	Стратегия I при числе ступеней						Стратегия II
	1	2	3	4	5	10	
0	91	83	81	80	80	79	141
5	95	89	88	90	92	99	148
10	100	95	96	98	104	119	155
20	109	108	111	116	126	159	169

пика потребности в возобновлении предварительной затяжки в интервалах 3—5 и 10—15 тыс. км. Достаточно близкую периодичность регулирования обнаруживают тормозные механизмы (10—15 тыс. км), клапанные механизмы (9—14 тыс. км), углы установки колес (9—12 тыс. км). Возможны и другие методы группировки, например *линейное программирование, метод статистических испытаний*. Таким образом, применяя соответствующие методы ТО, производят группировку операции по видам ТО. Ранее отмечалось, что увеличение числа ступеней (видов ТО) теоретически благоприятно сказывается на надежности и суммарных затратах на обеспечение работоспособности, но одновременно увеличиваются затраты, связанные с организацией производственного процесса (подготовительно-заключительное время, планирование постановки на ТО и др.). В табл. 6.1 приведены данные по изменению трех групп затрат (на ТО, ремонт и организационные), которые подтверждают преимущества предупредительной стратегии и показывают нецелесообразность чрезмерного увеличения числа ступеней (видов) ТО. При увеличении числа ступеней свыше 2—3 удельные затраты собственно на ТО и ремонт практически стабилизируются, приближаясь к условиям выполнения всех операций с оптимальными для них периодичностями.

Таблица 6.2. Периодичность ТО автомобилей (I категория условий эксплуатации)

Автомобили	Периодичность, тыс. км	
	ТО-1	ТО-2
Легковые	4,0	16,0
Автобусы	3,5	14,0
Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей	3,0	12,0

При учете организационных затрат (планирование, организация производства) существует минимум суммарных затрат, соответствующий (без ежедневного обслуживания) 2—3 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. Поэтому при наведении порядка в организации и выполнении профилактических работ допустимо начинать и с более простых систем, например единого обслуживания, а затем переходить к рациональным структурам системы ТО и ремонта, обеспечивающим оптимальные затраты и работоспособность.

Действующая в стране система предусматривает следующие виды ТО, отличающиеся по периодичности (табл. 6.2), перечню и трудоемкости выполненных работ: ежедневное техническое обслуживание (ЕО); первое техническое обслуживание (ТО-1), второе техническое обслуживание (ТО-2); сезонное обслуживание (СО).

6.3. ПОЛОЖЕНИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Этот документ является основополагающим нормативным документом по ТО и ремонту автомобилей в стране, на основе которого производятся планирование и организация ТО и ремонта, определяются ресур-

сы, проектируются и реконструируются АТП и разрабатывается ряд производных нормативно-технологических документов.

Для оперативного учета изменений конструкций автомобилей и условий их эксплуатации в Положении предусматриваются две части.

Первая часть, содержащая основы технического обслуживания и ремонта подвижного состава, определяет систему и техническую политику по данным вопросам на автомобильном транспорте. В первой части устанавливаются: система и виды ТО и ремонта, а также исходные нормативы, регламентирующие их; классификация условий эксплуатации и методы корректирования нормативов; принципы организации производства ТО и ремонта на АТП; типовые перечни операций ТО и другие основополагающие материалы.

Вторая часть включает конкретные нормативы по каждой базовой модели, выпускаемой в СССР, и по ее модификациям. Разрабатывается эта часть с периодичностью 3—5 лет в виде отдельных приложений к первой части.

Назначение работ ТО. Задачей *ежедневного обслуживания* является: общий контроль, направленный на обеспечение безопасности движения (см. прил. 10); 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. Контроль технического состояния автомобиля перед выездом на линию и при смене водителей на линии осуществляется ими же.

Задачей ТО-1 и ТО-2 являются снижение интенсивности изменения параметров технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля, выявление и предупреждение неисправностей, обеспечение экономичности работы, безопасности движения, защиты окружающей среды путем своевременного выполнения

Таблица 6.3. Нормативы трудоемкости технического обслуживания, текущего ремонта и простоя подвижного состава (извлечение из Положения)

Подвижной состав и его основной параметр	Марки модели подвижного состава (грузоподъемность)	ЕО	ТО-1	ТО-2	Текущий ремонт, чел·ч 1000 км	Простой в ТО и ГР, дни, 1000 км
		чел·ч на одно обслуживание				
Легковые автомобили среднего класса (рабочий объем двигателя от 1,8 до 3,5 л, сухая масса от 1150 до 1500 кг)	ГАЗ-24-01 ГАЗ-24-07	0,35 0,50	2,5 2,9	10,5 11,7	3,0 3,2	0,3 0,3
Автобусы:						
особо малого класса (длина до 5,0 м)	РАФ-2203	0,50	4,0	15,0	4,5	0,3
среднего класса (8,0—9,5 м)	ЛАЗ-695Н, -697Н, -697Р ЛАЗ-695НГ	0,80 0,95	5,0 6,6	24,0 25,8	6,5 6,9	0,5 0,5
Грузовые автомобили общетран- спортного назначения грузоподъем- ностью, т:						
от 0,3 до 1,0	ИЖ-27151 (0,4 т)	0,2	2,2	7,2	2,8	0,4
» 8,0 и более	МАЗ-5335 (8 т)	0,30	3,2	12,0	5,8	0,5
Прицепы одноосные	Все модели	0,1	0,4	2,1	0,4	0,1
Полуприцепы	»	0,2— 0,3	0,8— 1,0	4,2— 5,0	1,1—1,45	0,15

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 поэтапное 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 2 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, эксплуатирующегося в очень холодном, холодном, жарком сухом и

очень жарком сухом климатических районах.

Нормативы трудоемкости СО составляют от трудоемкости ТО-2: 50 % для очень холодного и очень жаркого сухого климатических районов; 30 % для холодного и жаркого сухого районов; 20 % для прочих районов. В остальных условиях СО совмещается с очередными ТО-2 с увеличением трудоемкости по сравнению с трудоемкостью ТО-2 на 20 %.

В действующей системе ТО и ремонта для технического обслуживания регламентируются расчетные периодичность (см. табл. 6.2), трудоемкость и простои (табл. 6.3), а специальными нормами также и затраты по видам ТО, удельные затраты (рублей на 1000 км пробега) с подразделением на заработную плату, материалы и запасные части.

Назначение ремонтных работ. Ремонт в соответствии с характером и назначением работ, подразделяется на капитальный и текущий.

Капитальный ремонт предназначен для регламентированного восстановления потерявших работоспособность автомобилей и его агрегатов,

Назначение ремонтных работ

Таблица 6.4. Основные агрегаты автомобиля, их базовые и основные детали (фрагмент из Положения)

Агрегат	Базовая деталь	Основные детали
Двигатель с картером сцепления в сборе	Блок цилиндров	Головка блока, коленчатый вал, маховик, распределительный вал, картер сцепления
Коробка передач	Картер коробки передач	Крышка верхняя, удлинитель, ведущий, промежуточный и ведомый валы
Задний ведущий мост	Картер моста	Кожух полуоси, картер редуктора, крышки подшипников, чашка дифференциала, ступица колеса, тормозной барабан (или диск)
Кабина	Каркас кабины	Оперение, двери, капот
Кузов автобуса	» основания кузова	Кожух пола, шпангоуты

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 (табл. 6.4) нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата, а также, когда работоспособность агрегата не может быть восстановлена путем проведения ТР.

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 ремонтпригодность базовых деталей, как правило, определяют полный срок службы агрегата и условия его списания.

При капитальном ремонте обеспечивается 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 специализированных авторемонтных предприятиях, обслуживающих по договорам АТП. Направление подвижного состава и агрегатов в капитальный ремонт производится на основании результатов анализа их технического состояния с применением средств диагностики и учетом пробега, а также затрат на ТО и ремонт.

Легковые автомобили и автобусы направляются в капитальный ремонт при необходимости капитального ремонта кузова. Грузовые автомобили — при необходимости капитального ремонта рамы, кабины, а также не менее трех основных агрегатов автомобиля в любом их сочетании. К основным агрегатам относятся: двигатель, коробка передач, раздаточная коробка, ведущий мост (передний, задний, средний), передняя ось и рулевой механизм.

Одной из основных тенденций в области капитального ремонта является замена ремонта полнокомплектных грузовых автомобилей, выполняемого на АРЗах, на агрегатный метод ремонта, при котором агрегаты, требующие капитального (в ряде случаев и текущего) ремонта, меняются на АТП на исправные, взятые из оборотного фонда (прил. 5).

Оборотный фонд пополняется агрегатами, капитально отремонтированными на АРЗах, или после ТР на АТП, а также на централизованных ремонтных предприятиях.

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 неисправностей, а также для обеспечения установленных нормативов пробегов 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 обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов и узлов на пробеге, не меньшем, чем до очередного ТО-2. В действующей системе для ТР регламентируется удельная трудоемкость, т. е. трудоемкость, отнесенная к пробегу автомобиля (чел.ч/1000 км), а также суммарные удельные простои в ТР и ТО (дней/1000 км). Кроме того, специальными нормативами регламентируются затраты на ТО (руб/1000 км) с поэлементной разбивкой на рабочую силу, запасные части и материалы (см. табл. 3.4).

Положение по ТО и ремонту и соответствующая практика свидетельствуют о целесообразности регламентации ряда работ ТР (*предупредительный ремонт*), например, по предупреждению отказов, влияющих на безопасность движения или дающих большие убытки при их возникновении. Часть таких операций ТР малой трудоемкости может совмещаться с ТО (*сопутствующий ТР*). Другие выполняются в виде самостоятельных комплексов, например, по поддержанию исправного состоя-

ния кузовов, кабин, рам. Они производятся 2—3 раза за срок службы автомобиля и включают: углубленный контроль технического состояния элементов; восстановление или замену деталей, достигших предельного состояния; обеспечение герметичности и прочности сварных швов; удаление продуктов коррозии и нанесение противокоррозионного покрытия; устранение вмятин и трещин; проведение мер, обеспечивающих комфортные условия для водителей и пассажиров; полную или частичную окраску кузова, кабины, рамы.

Корректирование нормативов. Нормативы ТО и ремонта, установленные Положением, относятся к определенным условиям эксплуатации, называемым эталонными. За эталонные условия принята работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50—75 % от нормы пробега до капитального ремонта, в условиях эксплуатации первой категории (см. табл. 2.4) в умеренном климатическом районе с умеренной агрессивностью окружающей среды. При этом предусматривается, что ТО и ТР выполняются на АТП, имеющем в своем составе 200—300 автомобилей, составляющих три технологически совместимые группы.

При работе в иных, отличных условиях эксплуатации, изменяются безотказность и долговечность автомобилей, а также трудовые и материальные затраты на обеспечение работоспособности. Поэтому нормативы ТО и ремонта корректируются. Необходимо указать на два основных вида корректирования нормативов.

Первый (*ресурсный*) имеет целью корректирование нормативов в зависимости от изменения уровня надежности автомобилей, работающих в различных условиях эксплуатации. Это корректирование приводит к изменению материальных ресурсов, необходимых для проведения ТО и ремонта автомобилей в различных условиях эксплуатации, что важно в новых условиях хозяйствования. При этом АТП, работающие в раз-

Таблица 6.5. Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации — K_1

Категория условий эксплуатации	Нормативы		
	Периодичность технического обслуживания	Удельная трудоемкость текущего ремонта	Пробег до капитального ремонта
I	1,0	1,0	1,0
II	0,9	1,1	0,9
III	0,8	1,2	0,8
IV	0,7	1,4	0,7
V	0,6	1,5	0,6

личных условиях, ставятся в сопоставимые по ресурсообеспечению и показателям эффективности условия.

При первом виде корректирования учитываются следующие пять основных факторов.

Категория условий эксплуатации (табл. 6.5) учитывается с помощью коэффициента K_1 и влияет на периодичность ТО, ресурсы до капитального ремонта и трудоемкость ТР.

Модификация подвижного состава и особенности организации его работы (автомобили с прицепами, самосвалы и т. д.) учитываются коэффициентом K_2 , который применяется для корректирования трудоемкости ТО и ТР (1,0—1,25), пробега до капитального ремонта (1,00—0,75), расхода запасных частей (1,0—1,3).

Природно-климатические условия учитываются при определении периодичности ТО, удельной трудоемкости ТР и норм пробега до капитального ремонта с помощью коэффициента

K_3 , который соответственно изменяется: с учетом агрессивности окружающей среды при определении периодичности — от 0,72 до 1,0; удельной трудоемкости ТР — от 0,9 до 1,43; при определении ресурсов до первого капитального ремонта соответственно от 0,63 до 1,1; расхода запасных частей от 0,9 до 1,54.

Коэффициент K_4 учитывает изменение трудоемкости ТР автомобилей в ремонте в зависимости от *пробега автомобиля с начала эксплуатации* — возраста. Для грузовых автомобилей этот коэффициент изменяется для трудоемкости от 0,4 (для пробега составляющего менее 25 % ресурса автомобиля до капитального ремонта) до 2 и более при пробеге автомобиля, в 1,75—2 раза превышающем ресурс до капитального ремонта.

В зависимости от пробега с начала эксплуатации до капитального ремонта изменяется и продолжительность простоев автомобиля на ТО и ремонте, которая учитывается коэффициентом K_4 , равным 0,7—1,4. При пробеге автомобиля, превышающем его значение до первого капитального ремонта, величина K_4 принимается равной 1,4.

Коэффициент K_5 учитывает *уровень концентрации подвижного состава*, т. е. размеры АТП и производственных объединений, а также разномарочность парков (табл. 6.6). Последнее учитывается количеством технологически совместимых, т. е. требующих для ТО и ТР одинаковых

Таблица 6.6. Коэффициент корректирования нормативов трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП и количества технологически совместимых групп подвижного состава — K_5

Количество автомобилей, обслуживаемых и ремонтируемых на автотранспортном предприятии	Количество технологически совместимых групп подвижного состава		
	Менее 3	3	Более 3
До 100	1,15	1,20	1,30
Свыше 100 до 200	1,05	1,10	1,20
» 200 » 300	0,95	1,00	1,10
» 300 » 600	0,85	0,90	1,05
» 600	0,80	0,85	0,95

Таблица 6.7. Примерные условия определения перечня и периодичности выполнения работ технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта

Отношение затрат при выполнении ТО и планово-предупредительного ремонта к затратам при выполнении ремонта по потребности — k_n	Вариации наработки на случай текущего ремонта		
	Малая (до 0,3)	Средняя (0,3—0,7)	Большая (более 0,7)
	Операцию следует включить в перечень работ, если		
Менее 0,1	$0,10l_r < l < l_r$	$0,15l_r < l < l_r$	$0,2l_r < l < l_r$
От 0,1 до 0,2	$0,15l_r < l < l_r$	$0,20l_r < l < l_r$	$0,4l_r < l < l_r$
» 0,2 » 0,3	$0,25l_r < l < l_r$	$0,30l_r < l < l_r$	—
» 0,3 » 0,4	$0,35l_r < l < l_r$	$0,50l_r < l < l_r$	—
» 0,4 » 0,5	$0,45l_r < l < 0,95l_r$	—	—
» 0,5 » 0,6	$0,55l_r < l < 0,90l_r$	—	—
От 0,6 и более	—	—	—

Примечание. Здесь установлены интервалы рациональной периодичности l в зависимости от наработки на случай текущего ремонта l_r . Прочерки указывают на нецелесообразность проведения работы планово-предупредительного ремонта при данной вариации наработки на случай текущего ремонта и данном соотношении затрат.

средств обслуживания (постов, оборудования), автомобилей в парке (не менее 25 в группе).

Результирующий коэффициент корректирования нормативов получается перемножением соответствующих коэффициентов, причем результирующие коэффициенты корректирования периодичности ТО и пробега до КР должны быть не меньше 0,5.

Второй вид корректирования (*оперативный*) проводится непосредственно на АТП и имеет целью повысить работоспособность автомобилей путем изменения состава операций ТО с учетом конструкции, условий работы автомобилей и особенностей данного АТП. Оперативное корректирование осуществляется только после внедрения на АТП исходных нормативов, рекомендуемых Положением. Этот вид корректирования основывается на объективных данных действующей системы учета неисправностей, затрат на ТО и ремонт, а также результатов диагностических работ (Д-1, Д-2). Основным методом корректирования является совместный анализ факти-

чески 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. При этом в перечень профилактических операций могут переноситься часто повторяющиеся в данных условиях операции ТР, снижающие работоспособность автомобиля. Нехарактерные в данных условиях эксплуатации операции ТО из перечня исключаются. Целесообразность корректирования оценивается технико-экономическим методом.

Учитываются периодичность вида ТО $l_{ТО}$, наработка на случай текущего ремонта l_r и её вариация v , а также коэффициент относительных затрат k_n (табл. 6.7).

Например, средняя наработка на случай ТР составляет 19 тыс. км, коэффициент вариации наработки 0,6, а коэффициент относительных затрат 0,25. Эту операцию экономически целесообразно проводить в интервале наработки от 0,3 l_r до 1,0 l_r , т. е. в интервале 5,7—19 тыс. км.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

7.1. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭА

В процессе использования автомобиля с определенной вероятностью может находиться в нескольких состояниях (табл. 7.1), оцениваемых за цикл соответствующими коэффициентами. Под *циклом* понимается ресурс (наработка) автомобиля до капитального ремонта (L_K) или между капитальными ремонтами (ηL_K), или полный ресурс до списания L_a .

Коэффициент выпуска α_v представляет собой отношение числа дней нахождения автомобиля в эксплуатации к календарному числу дней за этот период или долю календарного времени, в течение которого автомобиль осуществлял транспортную работу.

Для каждого автомобиля этот показатель определяется выражением

$$\alpha_v = \frac{D_3}{D_3 + D_p + D_n} = \frac{D_3}{D_u}, \quad (7.1)$$

где D_3 — число дней эксплуатации автомобиля; D_p — число дней простоя автомобиля в ремонте и ТО; D_n — число дней простоя в исправном состоянии по организационным причинам; D_u — число дней в цикле.

При определении коэффициента выпуска α_v для всего парка автомобилей используются соответствующие автомобиле-дни:

$$\alpha_v = \frac{AD_3}{AD_3 + AD_p + AD_n} = \frac{AD_3}{AD_u}. \quad (7.2)$$

Коэффициент технической готовности α_r определяет долю календарного времени, в течение которого автомобиль (или парк автомобилей) находится в работоспособном состоянии и может осуществлять транс-

портную работу. Он выражается через отношение числа дней D_3 или автомобиле-дней AD_3 эксплуатации автомобилей к сумме числа дней эксплуатации и дней простоя D_p на ТО и в ремонте:

$$\alpha_r = \frac{D_3}{D_3 + D_p}, \quad (7.3)$$

$$\alpha_r = \frac{AD_3}{AD_3 + AD_p}. \quad (7.4)$$

Коэффициент технической готовности является одним из показателей, характеризующих работоспособность автомобиля и парков.

Рассмотрим соотношение

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_v}{\alpha_r} &= \frac{D_3 + D_p}{D_3 + D_p + D_n} = \frac{D_u - D_n}{D_u} = \\ &= 1 - \frac{D_n}{D_u} = 1 - \alpha_n, \end{aligned}$$

откуда

$$\alpha_v = \alpha_r (1 - \alpha_n). \quad (7.5)$$

Таким образом, коэффициент выпуска непосредственно зависит от коэффициента технической готовности и коэффициента нерабочих дней.

На транспорте общего пользования фактически сложившееся отношение α_v/α_r равно для грузовых перевозок 0,75—0,78; для пассажирских 0,91—0,95.

В свою очередь, годовая производительность W , например, при грузовых перевозках (в т·км) непосредственно определяется при прочих равных условиях коэффициентом выпуска и, следовательно, коэффициентом технической готовности:

$$W = 365 \alpha_v q \gamma \beta l_{cc} = 365 \alpha_r (1 - \alpha_n) q \gamma \beta l_{cc}, \quad (7.6)$$

где q — номинальная грузоподъемность, т; γ — коэффициент использования грузоподъемности; β — коэффициент использования пробега; l_{cc} — среднесуточный пробег.

Таблица 7.1. Формулы для определения вероятности различных состояний автомобиля

Состояние	Продолжительность пребывания в состоянии, дни	Вероятность состояния (коэффициенты)
Исправен, работает (в эксплуатации)	D_3	$\alpha_3 = D_3 / D_u$
Исправен, простаивает в ожидании работы (нерабочие дни, нет водителя)	D_n	$\alpha_n = D_n / D_u$
Неисправен (ремонт, ТО, ожидание ремонта)	D_p	$\alpha_p = D_p / D_u$
Все состояния — полный цикл	$D_u = D_3 + D_n + D_p$	$\alpha_3 + \alpha_n + \alpha_p = 1$

Таким образом, увеличение коэффициента технической готовности способствует повышению производительности автомобилей.

Рассмотрим связь коэффициента технической готовности с показателями надежности и организацией технического обслуживания и ремонта. Если числитель и знаменатель в формуле (7.3) разделить на D_3 , то получим

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + D_{p,u} / D_3}, \quad (7.7)$$

или применительно к эксплуатационному циклу

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + D_{p,u} / D_{э,у}}, \quad (7.8)$$

где $D_{p,u}$ — число дней простоя автомобиля в ремонте за цикл; $D_{э,у}$ — число дней эксплуатации автомобиля за цикл.

Продолжительность эксплуатационного цикла в днях зависит от планируемого пробега или наработки за цикл L_K и среднесуточного пробега l_{cc} :

$$D_{э,у} = L_K / l_{cc}. \quad (7.9)$$

Простой на ТО и ремонт за цикл $D_{p,u}$ складывается из простоя в капитальном ремонте, если он производится, и простоя на ТО и ТР: $D_{p,u} = D_{кр} + D_{тр,то}$. Простой в капитальном ремонте обычно нормируется в календарных днях, а простой в ТО и ТР — в виде удельной нормы $d_{тр}$ в днях на 1000 км пробега (см. табл. 6.3). Таким образом, $D_{тр,то} = d_{тр} L_K / 1000$.

Следует обратить внимание, что основная доля простоев (до 85—

95 %) приходится на текущий ремонт на АТП. Поэтому сокращение простоев в ремонте, производимое на АТП, является главным резервом увеличения α_3 и α_T .

Продолжим анализ коэффициента технической готовности и рассмотрим следующее выражение:

$$\frac{D_{p,u}}{D_{э,у}} = \frac{D_{p,u} l_{cc}}{L_K} = B_p l_{cc},$$

где $B_p = D_{p,u} / L_K$ — простои автомобиля во всех видах ТО и ремонта за счет рабочего времени, дней/1000 км.

В этом случае

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + B_p l_{cc}} = \frac{1}{1 + B_p T_n v_3}, \quad (7.10)$$

где v_3 — эксплуатационная скорость, км/ч; T_n — продолжительность рабочей смены (или нарядного времени), ч.

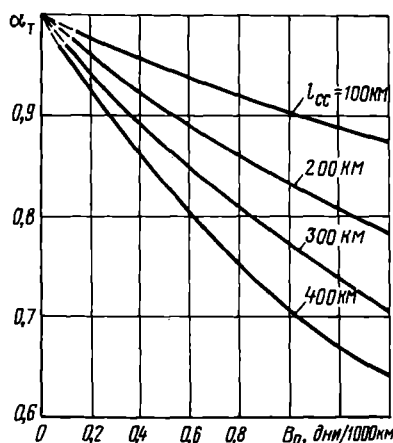


Рис. 7.1. Влияние простоев в ремонте и среднесуточного пробега на коэффициент технической готовности

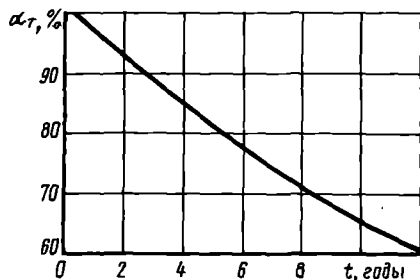


Рис. 7.2. Влияние срока службы автомобиля с начала эксплуатации на коэффициент технической готовности

Влияние простоев в ремонте B_p и среднесуточного пробега на α_t показано на рис. 7.1. Необходимо отметить, что с увеличением пробега автомобиля с начала эксплуатации (с его старением) простой в ремонте возрастают, а коэффициент технической готовности уменьшается (рис. 7.2). На простой при устранении неисправностей и, следовательно, на α_t влияют также условия эксплуатации, уровень организации ТО и ремонта, квалификация персонала и другие факторы.

7.2. СВЯЗЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Общий простой автомобилей с потерей рабочего времени за период его работы складывается из n простоев. В этом случае средняя наработка на отказ, вызывающий простой, $\bar{x}_{np} = L_k / n$. Тогда при средней продолжительности одного простоя t_{np} продолжительность простоя автомобиля за эксплуатационный цикл $D_{p.ц} = \bar{t}_{np} n$, следовательно,

$$\frac{D_{p.ц}}{D_{э.ц}} = \frac{\bar{t}_{np} n l_{cc}}{L_k} = \frac{\bar{t}_{np} n l_{cc}}{\bar{x}_{np} n} = \frac{\bar{t}_{np} l_{cc}}{\bar{x}_{np}},$$

откуда на основании выражения (7.8) следует

$$\alpha_t = \frac{1}{1 + l_{cc} \frac{\bar{t}_{np}}{\bar{x}_{np}}} = \frac{1}{1 + l_{cc} \bar{t}_{np} \omega_{np}}, \quad (7.11)$$

где ω_{np} — параметр потока отказов, связанных с простоем автомобиля за рассматриваемый период.

Из указанной формулы следует, что на α_t и B_p влияют, во-первых: $\bar{t}_{np}$, характеризующее уровень технологии и организации производства, а также приспособленность автомобиля и его агрегатов к ТО и ремонту (или эксплуатационная технологичность); $\bar{x}_{np}$, определяющее надежность автомобиля, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта; l_{cc} , характеризующий интенсивность эксплуатации автомобилей. Во-вторых, появляется возможность управления технической готовностью автомобилей на основе количественной оценки мероприятий, которые следует провести для обеспечения заданного уровня коэффициента выпуска и технической готовности, т. е. в конечном итоге работоспособности и производительности — см. формулу (7.6). В этом случае возможны решения двух задач. Первая, *прямая* задача рассматривает конкретные мероприятия, проводимые в технической эксплуатации, влияющие на повышение показателей эффективности, например коэффициента технической готовности. Подобные мероприятия должны влиять на изменение (увеличение) наработки на случай простоя ($\bar{x}_{np}$) и уменьшение продолжительности простоя ($\bar{t}_{np}$), т. е. сокращение B_p (рис. 7.3).

Как следует из рис. 7.4, где удельный простой в ремонте определяется тангенсом угла наклона линий I и II к оси абсцисс, переход от исходного значения B_p (I) к необходимому (II) возможен: при сокращении средней продолжительности простоя в ремонте (I) — улучшение ПТБ, механизация, совершенствование технологии и организации; при увеличении средней наработки на случай ремонта (2) — повышение качества ТО и ремонта; многочисленными комбинациями этих способов (3).

В случае *обратной задачи* изменение коэффициента технической готовности диктуется необходимостью

прироста объема перевозок и производительности автомобилей. Этапы решения этой задачи следующие.

Первый этап (1—4, рис. 7.5) необходим для выявления источников покрытия 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 *втором этапе* (5, рис. 7.5) производят сравнение фактических показателей работы ИТС с целевыми нормативами, например (α_T) .

На *третьем этапе* (6—8, рис. 7.5) производят укрупненный анализ простоя и поэлементный анализ факторов, влияющих на простой. Укрупненный анализ проводится по цехам и участкам предприятия или агрегатам и системам автомобиля и позволяет выявить агрегаты автомобиля (или цехи и участки), оказывающие наибольшее влияние на простой (форма 7.1)

$$B_p = \sum_{j=1}^n B_{pj}^a = \sum_{j=1}^m B_{pj}^u, \quad (7.12)$$

где B_{pj}^a — фактический удельный простой по j -му цеху; B_{pj}^u — то же, по i -му агрегату.

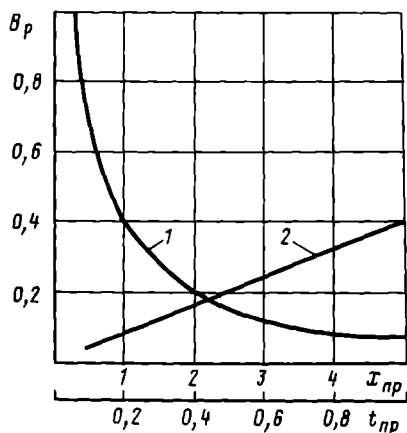


Рис. 7.3. Влияние наработки на случай простоя (1) и продолжительности простоя в ремонте (2) на удельный простой

Общее число случаев простоя складывается из простоев по причине отказов конкретных агрегатов и узлов автомобиля (n_i) или простоев из-за определенных цехов и участков (n_j), производящих ремонт.

Причем

$$\bar{t}_{np} = \bar{t}_1 \frac{n_1}{n} + \bar{t}_2 \frac{n_2}{n} + \dots + \bar{t}_k \frac{n_k}{n} = \sum_{i=1}^k \bar{t}_i \frac{n_i}{n},$$

где $\bar{t}_i$ — средняя продолжительность простоя при ремонте i -го агрегата узла.

Отсюда, используя выражение $\bar{x}_{np} = L_u/n$ и $\bar{x}_{np.i} = L_u/n_i$, получим

$$\frac{\bar{t}_{np}}{\bar{x}_{np}} = \frac{\bar{t}_1}{\bar{x}_{np.1}} + \frac{\bar{t}_2}{\bar{x}_{np.2}} + \dots + \frac{\bar{t}_k}{\bar{x}_{np.k}} = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{t}_{np.i}}{\bar{x}_{np.i}}$$

или

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{cc} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{t}_{np.i}}{\bar{x}_{np.i}}} = \frac{1}{1 + l_{cc} \sum_{j=1}^m \frac{\bar{t}_{np.j}}{\bar{x}_{np.j}}}. \quad (7.13)$$

Таким образом, поэлементный анализ позволяет связать простой и коэффициент технической готовности

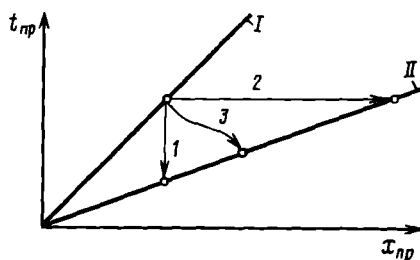


Рис. 7.4. К вопросу о методах сокращения удельных простоев в ремонте:

1 — сокращение продолжительности простоев; 2 — увеличение наработки на случай простоя; 3 — комбинация 1-го и 2-го методов; I и II — изолинии удельных простоев в ремонте B_p^I , B_p^{II} ; x_{np} — наработка на простой в ремонте; t_{np} — продолжительность простоя

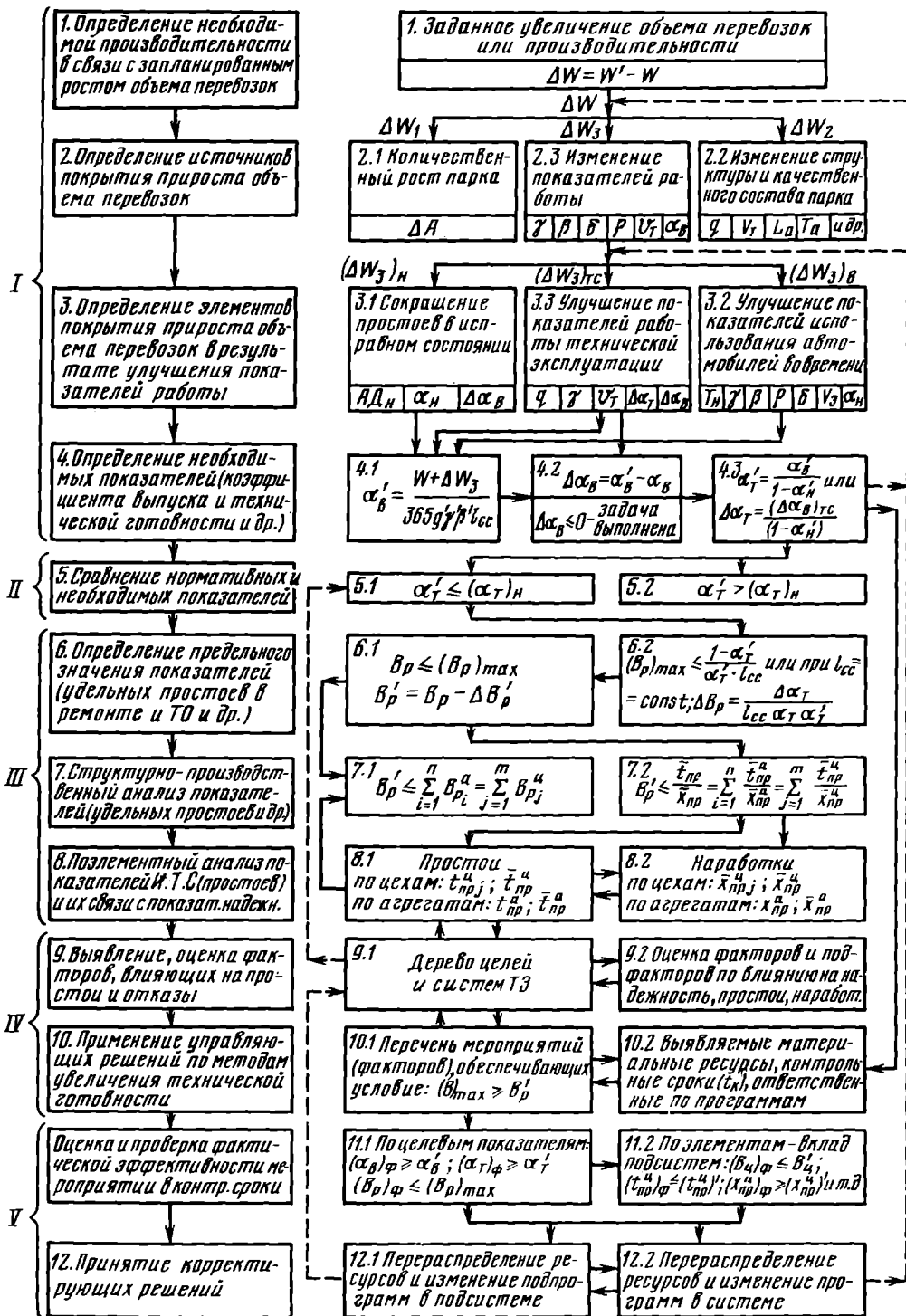


Рис. 7.5. Схема оценки эффективности технической эксплуатации

Форма 7.1. Характеристики отказов автобусов среднего класса при пробеге с начала эксплуатации 200 тыс. км

Элементы автомобиля	Отказы, %	Трудоемкость устранения от отказа, %	Простои, %	Затраты на запасные части, %	Средняя трудоемкость устранения отказа, чел·ч
Двигатель	17,7	37,7	36,9	42,1	3,5
Система питания	2,5	1,5	2,4	1,8	1,0
» выпуска	3,3	1,3	1,5	1,3	0,6
Система охлаждения	8,8	11,4	11,2	12,4	2,1
Сцепление	6,3	6,4	4,9	1,4	1,6
Коробка передач	5,6	7,5	6,7	5,8	2,2
Карданная передача	5,0	3,8	3,6	5,2	1,2
Задний мост	1,4	1,4	2,8	0,1	1,6
Подвеска	4,9	4,1	4,4	7,4	1,3
Передний мост	4,6	5,5	3,6	3,6	1,9
Колеса и ступицы	0,6	0,8	0,8	0,8	2,1
Рулевое управление	2,0	0,7	0,8	0,9	0,5
Тормоза	5,5	5,7	6,0	4,3	1,7
Электрооборудование	10,7	4,4	5,6	5,9	0,6
Детали кузова	21,1	7,8	8,8	7,0	—
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	—

с конкретными показателями надежности автомобилей, т. е. наработкой на случай простоя $\bar{x}_{пр. i}$, $x_{пр. j}$, и продолжительностью простоя $\bar{t}_{пр. i}$, $t_{пр. j}$.

Этот анализ позволяет выявить цехи, участки, а также агрегаты в системе автомобиля, которые на данном АТП оказывают главное влияние на суммарный простой, трудоемкость и стоимость работ (см. формулу 7.1) и, следовательно, на коэффициенты технической готовности, выпуска, производительности и себестоимости. Именно на эти объекты должно быть сосредоточено главное внимание ИТС при принятии решений и их реализации.

Например, при суммарной наработке группы грузовых автомобилей за рассматриваемый промежуток времени 570 тыс. км возникло $n = 388$ отказов, связанных с потерей рабочего времени. Среднесуточный пробег $l_{ср} =$

$= 295$ км. Исходное распределение отказов по группам цехов и зон приведено в табл. 7.2 (числитель).

При первом варианте удельный простой в ТО и ТР $B_p = 0,327$, а с учетом капитального ремонта $B_p \approx 1,1$ $v_p = 1,1 \cdot 0,327 = 0,359$ дней/1000 км.

$$\alpha_1^I = \frac{1}{1 + 0,295 \cdot 0,359} = 0,905.$$

На четвертом этапе (9—10, рис. 7.5) определяют конкретные мероприятия ИТС, руководствуясь деревом систем ТЭА, которые позволяют увеличить наработку на случай простоя или сократить продолжительность простоя автомобиля и оценивают их стоимость. Сравнивают затраты и эффективность этих мероприятий.

Так как наибольший удельный вес в рассматриваемом примере занимают простои в зоне текущего ремонта (так называемые постовые работы), то по этой зоне выполнены организационно-технические мероприятия, по-

Таблица 7.2. Результаты поэлементного анализа простоев в ремонте

Группы зон и цехов АТП	Число отказов n_i	Наработка на случай простоя $\bar{x}_{пр. i}$, тыс. км	Простой $\bar{t}_{пр. i}$, дни	Удельный простой в ТО и ТР B_p , дни/1000 км
Зона ТО	109/109	5,2/5,2	0,2/0,2	0,038/0,038
Вспомогательные цехи и участки	102/102	5,6/5,6	0,53/0,53	0,095/0,095
Зона текущего ремонта	177/112	3,2/5,1	0,62/0,62	0,194/0,122
Всего	388/323	—	—	0,327/0,255

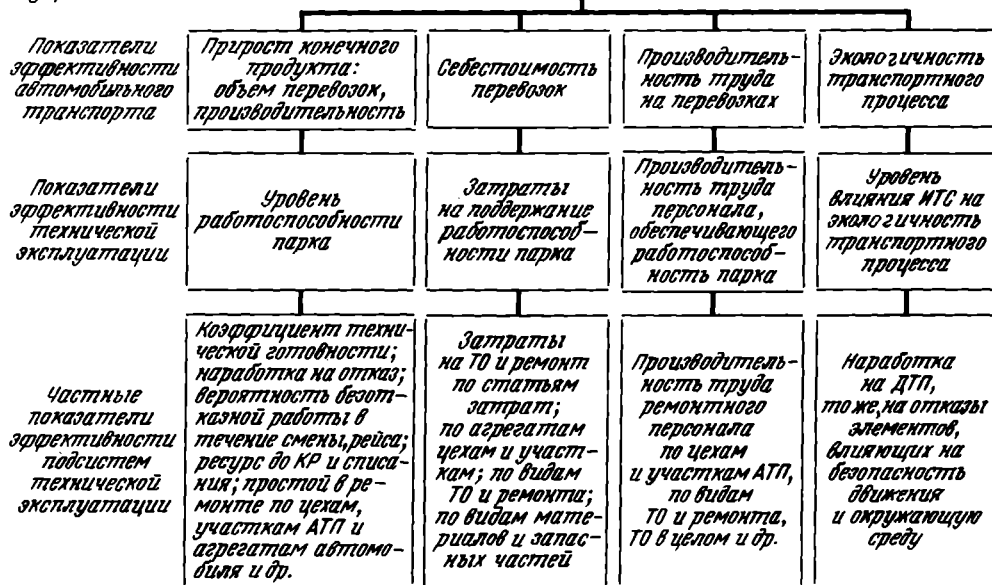


Рис. 7.6. Дерево целей, характеризующее связь показателей эффективности автомобильного транспорта и технической эксплуатации

звolyающие увеличить среднюю наработку на случай простоя с 3,2 до 5,1 тыс. км (все дан- ные для II варианта в знаменателе табл. 7.2). Для второго варианта $\alpha_4^{II} = 0,923$.

Поэлементный анализ позволяет определить и обоснованно поощрять цехи, участки, бригады, обеспечи- вающие улучшение показателей эф- фективности ИТС, а также разрабо- тать обобщающие показатели эффе- ктивности работы отдельных цехов и участков, являющиеся основой кол- лективных форм труда в виде: нор- мативов удельных простоев в ремонте по цехам и участкам (за смену, неде- лю, месяц); наработок на случай простоя в ТР (см. табл. 7.2) нор- мативов предельных затрат и трудоем- кости.

Наконец, на пятом этапе (11—12, рис. 7.5) осуществляют в контроль- ные сроки проверку фактической эф- фективности реализуемых мероприя- тий, т. е. достижение заданных це- левых показателей, и при необходи- мости принимаются корректирующие решения.

Аналогичный подход применим и для других показателей, характери- зующих эффективность технической эксплуатации (рис. 7.6).

7.3. ЦЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАК ПОДСИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Целью автомобильного транспор- та, как части транспортного комплек- са страны, является удовлетворение потребности народного хозяйства и населения страны в грузовых и пас- сажирских перевозках при мини- мальных затратах всех видов ресур- сов. Эта генеральная цель обеспечи- вается в результате повышения по- казателей эффективности автомо- бильного транспорта (см. рис. 7.6): роста провозной способности транс- порта и производительности транс- портных средств; сокращения себе- стоимости перевозок; повышения производительности труда персонала; обеспечения экологичности транс- портного процесса.

Техническая эксплуатация как подсистема автомобильного транспорта (см. рис. 2.4) должна, во-первых, способствовать реализации целей автомобильного транспорта, во-вторых, иметь управляемые показатели эффективности, увязанные с показателями эффективности системы, т. е. автомобильного транспорта.

Эти показатели необходимы также для организации внутривозвратного хозяйственного расчета, т. е. хозяйственных отношений между инженерно-технической и перевозочными службами и между подразделениями (цехи, участки, бригады) ИТС.

Основными показателями эффективности и целями ТЭА являются: обеспечение необходимого уровня работоспособности парка; сокращение затрат на обеспечение работоспособности (этот показатель влияет на себестоимость перевозок); 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.

В разделе 7.1 было показано влияние одного из показателей работоспособности (α_T) на производительность автомобилей — формула (7.6).

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 техническое обслуживание и ремонт, включая капитальный ремонт автомобилей, шин и накладные расходы ИТС, составляют около 22—26 % себестоимости перевозок. Уровень организации и качества технической эксплуатации автомобилей (техническое обслуживание и ремонт) оказывает существенное влияние на ряд статей себестоимости перевозок, в частности затраты на топливно-смазочные и эксплуатационные материалы. Уровень этого влияния по этим статьям составляет от 15 до

22 % себестоимости перевозок. В общей сложности до 45—50 % себестоимости перевозок зависит от качества и эффективности технической эксплуатации автомобилей.

Более 26 % всего персонала автомобильного транспорта (а при учете времени, затрачиваемого водителями на участке ТО и ремонте, равного 36 %) работает в ИТС.

Производительность труда ремонтных рабочих оценивается выработкой и трудоемкостью. *Выработка* — это количество продукции, произведенной за единицу времени (час, смену, год) на одного среднесписочного 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, управления, отрасли — это отношение нормативного к фактическому 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, приходящихся на одного ремонтного рабочего. Для транспорта общего пользования этот показатель составляет для грузовых автомобилей 3—4. При определении производительности труда с учетом интенсивности использования автомобилей применяют другой укрупненный показатель: количество производственных рабочих на 1 млн. км пробега в эталонных условиях эксплуатации. По данным Гипроавтотранса, этот показатель равен для комплексных АТП

легковых автомобилей 2,9; автобусов 6,7 и грузовых автомобилей 3,9.

Применяя соответствующие коэффициенты корректирования, учитывающие условия эксплуатации, определяют потребное 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.

Экологичность транспортного процесса сказывается во влиянии технического состояния автомобилей, а также технологических процессов ТО и ремонта на загрязнение окружающей среды (отработавшими газами, продуктами изнашивания, шумом, загрязнением воды при мойке), на удельный вес дорожно-транспортных происшествий, вызванных технической неисправностью автомобилей (4—7 %), а также несчастных случаев и профессиональных заболеваний персонала ИТС.

Таким образом, при управлении технической эксплуатацией и оценке ее эффективности необходимо рассматривать две взаимосвязанные группы показателей: комплексные или внешние, характеризующие работу ИТС как подсистемы автомобильного транспорта; частные или внутренние, определяющие эффективность работы отдельных подсистем собственно ИТС (см. рис. 7.6). С помощью комплексных показателей определяют направление совершенствования ИТС в целом, а с помощью частных показателей выявляют подсистемы ИТС, улучшение работы которых окажется наиболее эффективным как для подсистемы, так и для автомобильного транспорта.

Вопросы для самоконтроля по первому разделу

1. Проанализируйте данные о распределении отказов в форме 7.1 разд. 7.2. Какие виды работ ТО могут оказать решающее влияние на повышение уровня работоспособности автомобилей?

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. Какие методы оценки весомости факторов дерева целей ТЭА целесообразно применять на уровне АТП?

5. Предложите и обоснуйте систему показателей эффективности работы участка по ремонту агрегатов, связанную с показателями эффективности технической эксплуатации.

6. Каково значение ресурсного корректирования нормативов Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта в условиях самоокупаемости предприятия?

7. Как можно усовершенствовать нормативы трудоемкости текущего ремонта Положения по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта?

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?

12. Перечислите важнейшие функции инженера ИТС автотранспортных предприятий.

13. Каковы особенности производственной схемы деловой карьеры инженера-механика? Назовите другие схемы.

14. В чем значение динамичности знаний инженера? Как они соотносятся с другими требованиями к его подготовке?

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 8

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

8.1. АВТОМОБИЛЬ КАК ОБЪЕКТ ТРУДА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ

Согласно нормативам, основная доля трудовых затрат на поддержание автомобиля в технически исправном состоянии связана с выполнением текущего ремонта (рис. 8.1). На практике в зависимости от конкретных условий эксплуатации, конструкции автомобиля, качества выполнения работ потребность в текущем ремонте и связанные с этим простои автомобилей различны (табл. 8.1).

Автомобиль является сложным объектом труда. При проведении технического обслуживания, а особенно текущего ремонта, требуется выполнять многие виды работ, разных по своей физической сущности: уборочно-моечные, контрольные, регулировочные, крепежные, подъемно-транспортные, разборочно-сборочные, слесарно-механические, кузнечные, жестяничные, сварочные, медничные, очистительно-промывочные и смазочно-заправочные, вулканизационные, аккумуляторные, окрасочные.

Многие из перечисленных работ несовместимы и должны выполняться на разных производственных участках (цехах, зонах). Даже в тех случаях, когда можно одновременно на одном рабочем месте выполнять различные виды работ, требуются, как правило, исполнители разных специальностей.

Места технологических воздействий при ТО и устранении неисправ-

Таблица 8.1. Распределение простоев (%) автомобилей в текущем ремонте из-за отказов различных агрегатов

Агрегат (система)	Грузовой дизельный автомобиль большой грузоподъемности	Автобус большого класса с гидромеханической передачей
Двигатель	19,5	5,1
Коробка передач	15,5	25,7
Сцепление	10,1	—
Задний мост	9,9	1,5
Карданная передача	3,3	2,6
Подвеска	8,7	20,5
Тормозная система	6,4	10,2
Рулевое управление	4,8	10,2
Кабина, кузов, оперение, рама	4,5	2,6
Электрооборудование	4,1	10,2
Прочее	13,2	11,4

ностей могут быть сбоку, снизу автомобиля, внутри салона и т. д. (табл. 8.2). Это выдвигает требования к расположению исполнителей, номенклатуре работ (операций), ко-

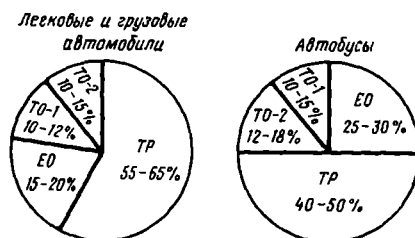


Рис. 8.1. Соотношение трудовых затрат на выполнение ТО и ТР за пробег до капитального ремонта

Таблица 8.2. Распределение объемов работ по ТО и ТР по местам выполнения

Работы	Общая трудо- емкость, чел.·мин	Число точек обслужи- вания	Распределение трудоемкости (в числителе — %) и число точек обслуживания (%) по местам выполнения		
			Сверху	Снизу	В кабине (салоне)
ТО-2 (МАЗ-5335)	681	269	62/42	36/56	2/2
ТО-2 (ЛиАЗ-677М)	1879	1105	35/32	32/38	33/30
Замена двигателя (КамАЗ)	270	98	80/77	20/23	—
Замена переднего моста (ЛАЗ-4202)	332	76	25/17	75/83	—

торые необходимо выполнить при минимальном перемещении объекта с места на место. Взаимосвязь перечисленных и ряда других факторов отражает технологический процесс.

8.2. ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Ремонт или обслуживание автомобиля, его узлов выполняется по определенной технологии. *Технология ТО и ТР* автомобиля — это совокупность методов изменения его технического состояния с целью обеспечения работоспособности.

Технологический процесс — это совокупность операций, выполняемых планомерно и последовательно во времени и пространстве над автомобилем (агрегатом).

Операция — законченная часть технологического процесса, выполняемая над данным объектом (автомобилем) или его элементом одним или несколькими исполнителями на одном рабочем месте.

Часть операции, характеризующаяся неизменностью применяемого оборудования или инструмента, называется *переходом*.

На проведение технических обслуживаний и текущих ремонтов специализированными проектными организациями разрабатываются *типовые технологии*, которые для каждого конкретного АТП требуют привязки с учетом категории условий эксплуатации и особенно состояния производственно-технической базы.

Технологические процессы на технические обслуживания требуют минимальной привязки. Вызвано это тем, что периодичность и объем каждого вида обслуживания регламентированы, существует перечень работ по узлам (агрегатам), оценена трудоемкость этих работ.

Привязка технологических процессов на текущий ремонт сложнее, поскольку отказы автомобиля случайны по месту, времени, трудоемкости и количеству возникновения, труднее поддаются регламентации.

При внедрении технологических процессов следует учитывать оснащенность рабочих постов оборудованием, инструментом, приборами, технологической документацией, проводить обучение исполнителей выполнению закрепленных операций и соблюдению технических условий.

Правильно организованный технологический процесс обеспечивает оптимальные затраты и безопасность труда, высокое качество работ, сокращение передвижения исполнителей, особенно, если 1 чел. выполняет несколько операций, уравнивание загрузки между исполнителями и постами, персональную ответственность за качество выполнения закрепленных операций.

Совокупность технологических процессов технического обслуживания и текущего ремонта представляет собой *производственный процесс* автотранспортного предприятия.

В зависимости от производственных функций предприятия автомобильного транспорта подразделяют-

ся на автотранспортные, автообслуживающие и авторемонтные.

Автотранспортные предприятия по своему назначению делятся на грузовые, пассажирские (автобусные и легковые), смешанные и специальные (скорой помощи, коммунального обслуживания и др.).

По ведомственной принадлежности автомобилями могут владеть предприятия общего пользования (министерств автомобильного транспорта союзных республик), предприятия и учреждения других министерств, колхозы, кооперативы.

По организации производственной деятельности АТП подразделяются на *комплексные*, которые осуществляют транспортную работу, все виды ТО и ТР, хранение подвижного состава, и *кооперированные*, деятельность которых осуществляется с учетом централизации производства транспортной работы, и централизации (полной или частичной) работ по ТО и ТР.

Наиболее распространены комплексные АТП с количеством автомобилей 200—400 единиц. К кооперированным АТП относятся автокомбинаты. Они насчитывают 700—1000 и более единиц подвижного состава и состоят из головного предприятия и нескольких филиалов (на 150—200 и более единиц), расположенных на других территориях в районе обслуживания перевозками. Это способствует сокращению нулевых пробегов ликвидации малоэффективных мелких предприятий. На головном предприятии выполняются наиболее трудоемкие и сложные виды технического обслуживания (ТО-2), диагностирование и ТР всего подвижного состава, а также все виды ТО, ремонт и хранение той части подвижного состава, которая базируется на основном предприятии. В филиалах производятся хранение подвижного состава, техническое обслуживание в объеме ЕО и ТО-1 и несложный текущий ремонт.

К *автообслуживающим предприятиям* относятся базы централизован-

ного обслуживания (БЦТО), станции технического обслуживания (СТО), гаражи (стоянки), автозаправочные станции (АЗС).

БЦТО предназначены для централизованного выполнения сложных видов ТО и крупного текущего ремонта подвижного состава, эксплуатируемого в небольших по размеру АТП.

В объем ремонтных работ, выполняемых базами, входит замена агрегатов, требующих капитального ремонта, на агрегаты, отремонтированные на авторемонтном предприятии и находящиеся в централизованном оборотном фонде базы. Кроме того, на базах может быть организован централизованный ремонт отдельных механизмов, узлов, агрегатов и приборов автомобилей.

Величина (мощность) базы измеряется количеством приписанных к ней автомобилей, которое по современным данным должно примерно составлять 1000—2000 машин. В зависимости от типа приписанного подвижного состава базы могут быть предназначены для грузовых автомобилей, автобусов или легковых автомобилей.

СТО предназначены в основном для обслуживания автомобилей индивидуальных владельцев как в полном объеме ТО и ТР, так и отдельных их операций.

Гаражи (стоянки) являются предприятиями для хранения автомобилей. Наиболее широко они распространены для хранения автомобилей индивидуального пользования. 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 иногда воздухом для шин.

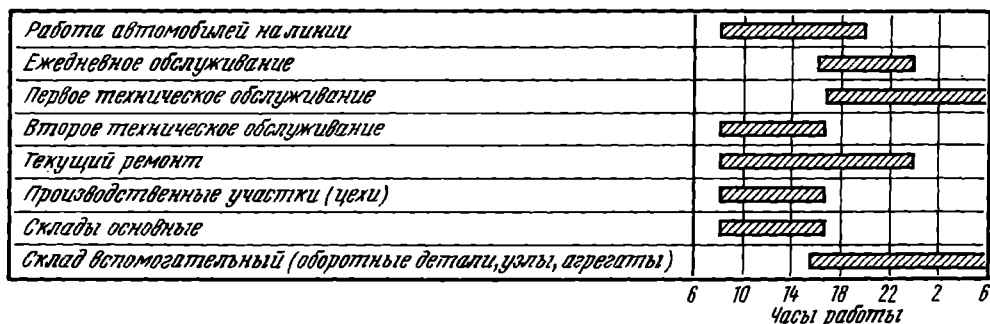


Рис. 8.2. Линейный график производственного процесса и работы подразделений АТП

АЗС могут быть специализированы по роду автомобильного топлива: бензиновые, дизельные, газобаллонные. Они подразделяются на городские и дорожные. Величина (мощность) заправочных станций измеряется максимальным суточным количеством заправок, соответствующим для городских станций 150—1000 и для дорожных 500—1500 заправок.

В последнее время возобновилась практика установки АЗС на территории АТП, имеющих более 250 автомобилей. Это позволяет сократить простой автомобилей при заправке, снизить порожние пробеги.

Авторемонтные предприятия предназначены для проведения капиталь-

ных ремонтов как отдельных агрегатов, так и автомобилей в целом. К ним относятся авторемонтные и агрегатно-ремонтные заводы, базы централизованного ремонта агрегатов (узлов), специализированные авторемонтные мастерские, шиноремонтные заводы, аккумуляторные зарядно-ремонтные станции.

Производственный процесс ТО и ТР на АТП в общем виде может быть проиллюстрирован линейным графиком, показанным на рис. 8.2. Выполняется он в производственных зонах (цехах, участках), объединенных в производственный корпус (рис. 8.3).

В зависимости от численности автомобилей, их типа, вида перевозимого груза и других факторов производственный корпус может быть различным по площади и расположению зон и участков. Новые АТП строят по типовым проектам, разрабатываемым проектными организациями с последующей привязкой к конкретному земельному участку. В практической деятельности существующего АТП инженерно-технической службе приходится заниматься в основном реконструкцией, расширением и техническим перевооружением производственных корпусов (участков, зон). Потребность в этом может быть вызвана увеличивающимся списочным количеством автомобилей на АТП, их новыми модификациями, созданием прогрессивных технологий обслуживания или ремонта автомобилей.

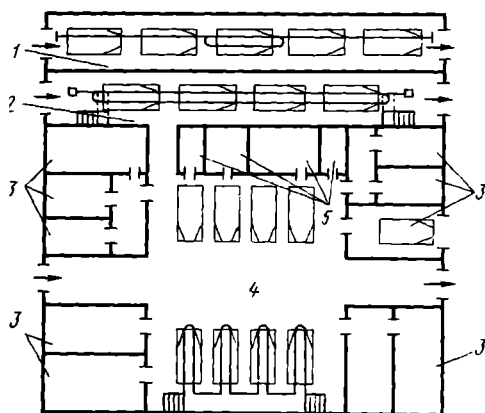


Рис. 8.3. Схема производственного корпуса АТП для проведения ТО и ТР:
1 — зона ЕО; 2 — зоны ТО-1 и ТО-2; 3 — производственные участки; 4 — зона ТР; 5 — складские помещения

8.3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

На отдельные технологические и производственный процесс в целом влияют численность и концентрация автомобилей, условия и режимы эксплуатации, которые определяют производственную программу по видам и работам ТО и ТР, число исполнителей, площади, технологическое оборудование и т. д.

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 и другие регламентированные первой и второй частями Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (см. гл. 6), а также общесоюзными нормами технологического проектирования предприятий для автомобильного транспорта (ОНТП-АТП-СТО). Нормативы корректируются с учетом условий эксплуатации.

После установления нормативных значений периодичности ТО-1 (L_1), ТО-2 (L_2) и ресурса автомобиля до капитального ремонта (L_K), т. е. за цикл, определяют число ТО (N_{EO} , N_1 , N_2) и КР (N_K) на один автомобиль за цикл (N_u) по формулам:

$$N_K = L_K / L_K;$$

$$N_2 = \frac{L_K}{L_2} - N_K; \quad N_1 = \frac{L_K}{L_1} - N_2 - N_K;$$

Далее рассчитывают число ТО и КР на один автомобиль (N_r) за год по формуле:

$$N_r = N_u \eta_r,$$

где $\eta_r = L_r / L_K$ — коэффициент перехода от циклового к среднегодовому пробегу L_r .

Затем число ТО и КР рассчитывают на парк в целом.

При определении годового пробега используют данные по коэффициенту выпуска (α_v) и технической готовности (α_t), а также среднесуточному пробегу см. формулу (7.2, 7.5):

$$L_r = 365 \alpha_v l_{cc} = 365 \alpha_v l_{cc} (1 - \alpha_u).$$

Годовая программа по видам воздействий на парк N_r^z определяется перемножением годовой программы на один автомобиль N_r на инвентарный размер парка автомобилей данной марки A_u :

$$N_r^z = A_u N_r.$$

Программа работ, выражаемая в трудоемкости T^z , определяется:

для ТО перемножением скорректированной разовой трудоемкости видов обслуживания t_{TO} (т. е. t_{EO}, t_1, t_2) на годовую программу числа воздействий (N_r^z), т. е. $T_{TO}^z = N_r^z t_{TO}$;

для ТР перемножением скорректированного норматива удельной трудоемкости ТР (t_{TP}) на годовую пробег парка

$$T_{TP}^z = A_u L_r t_{TP} / 1000.$$

Трудоемкость работ ТО и ремонта по видам T_i^z , цехам, производственным зонам T_{ji}^z определяется перемножением годовой трудоемкости соответствующих работ ТО или ТР T^z на коэффициент удельного веса вида работ ($k_{p.i}$) или цеха, участка ($k_{u.i}$).

Трудоемкость по виду работ (моечных, контрольных, регулировочных, разборочно-сборочных, сварочных и др.)

$$T_i^z = T^z k_{p.i}.$$

Трудоемкость работы по цехам и участкам

$$T_{ji}^z = T^z k_{u.i}.$$

Значения $k_{p.i}$ и $k_{u.i}$ приведены в нормативных (вторых) частях Положения, а также в ОНТП-АТП-СТО.

Значение трудоемкости работ позволяет определить технологически необходимую (P_r) и штатную ($P_{шт}$) численность производственных рабочих.

Технологически необходимая численность производственных рабочих определяется по годовой трудоемкости работ в зоне ТО или ТР (T_i) и нормированному фонду рабочего времени рабочего данной профессии (Φ): $P_{\tau} = T_i / \Phi$.

Штатная численность производственных рабочих, учитывающая с помощью коэффициента штатности $\eta_{\text{ш}}$ отпусков, болезни и другие уважительные причины невыхода рабочих, определяется так: $P_{\text{ш}} = P_{\tau} / \eta_{\text{ш}}$.

Число универсальных постов (рабочих мест) для выполнения ТО и ТР P_y определяется соотношением годовой трудоемкости работ, выполняемых на данном посту (участке) T_i^{Σ} , и годовым фондом рабочего времени поста (участка) $\Phi_{\text{п}}$.

$$P_y = \frac{T_i^{\Sigma} \varphi}{\Phi_{\text{п}} P_{\text{п}}} = \frac{T_i^{\Sigma} \varphi}{D_{\text{р.г}} T_{\text{см}} c P_{\text{п}} \eta_{\text{п}}},$$

где $D_{\text{р.г}}$ — число рабочих дней в году поста, участка; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены; c — число смен; $P_{\text{п}}$ — число рабочих на посту; φ — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей (1—1,5); $\eta_{\text{п}}$ — коэффициент использования рабочего времени поста, характеризующий уровень технологии и организации работ (0,85—0,95).

Площади зон ТО и ТР определяют по числу постов, коэффициенту плотности расстановки постов, учитываемому проезды и проходы, и площадью, занимаемой обслуживаемым автомобилем.

8.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ

Уборочно-моечные работы. Эти воздействия предназначены для содержания автомобилей в чистом и опрятном состоянии, что является одним из обязательных условий соблюдения санитарных правил при пассажирских перевозках и транспортировании различных грузов. Кроме того, своевременная мойка автомобилей способствует сохранению лакокрасочных покрытий, а также позволяет обнаружить появившиеся неисправности.

Работа автомобилей в различных дорожных и погодных условиях сопровождается различного рода загрязнениями кузова и шасси.

Под влиянием температуры окружающей среды, атмосферных воздействий и налипания на кузов грязи, содержащей органические и неорганические кислоты, происходят необратимые изменения химических свойств лакокрасочных покрытий. Потеря эластичности лакокрасочного покрытия происходит также под влиянием деформаций и вибраций кузова при движении автомобиля, в результате чего на его поверхности образуются микротрещины, происходит обнажение металла, что способствует его коррозии. В результате слой краски на поверхности кузова автомобиля постепенно тускнеет и разрушается.

Нижние поверхности автомобиля загрязняются глинистыми, песчаными, органическими и другими примесями, образующими прочную корку, что затрудняет осмотр и проведение необходимых работ. Хромированные детали кузова теряют блеск под воздействием содержащихся в воздухе сернистых соединений, а также поваренной соли, которой посыплют дорогу во время гололеда. Внутренняя обивка кузова, подушки и спинки сидений, панель приборов и пол загрязняются пылью и мусором.

В связи с этим в процессе ежедневного обслуживания подвижного состава проводятся работы по уборке, мойке, сушке и периодической полировке кузова.

Уборка кузова автомобиля заключается в удалении пыли и мусора из кузова и кабины автомобиля, в протирке сидений, стекол и арматуры внутри кузова, а также в протирке двигателя, щитков и внутренней стороны капота. Кузова автомобилей специального назначения (санитарных, для перевозки продуктов и др.) и автобусов, кроме того, периодически подвергаются внутри дезинфекции и мойке полов и стен. Для уборки автомобиля применяют стационарные и переносные пылесосы, воло-

сяные щетки, скребки, обтирочный материал.

Мойку автомобилей производят холодной или теплой (25—30 °С) водой. Чтобы не вызвать разрушения окраски кузова, разница между температурой воды и обмываемой поверхностью не должна превышать 18—20 °С.

При смывании струей воды слабосвязанных пылевидных загрязнений на полированных поверхностях кузова остаются мелкие (до 30 мкм) частицы пыли, которые удерживаются в тонкой водяной пленке и при ее высыхании оставляют на поверхности кузова матовый серый налет. Поэтому для повышения эффективности мойки струей воды необходимо применять щетку или губку.

При использовании струйной мойки расход воды достаточно велик. Так, при давлении воды 1,5 МПа расход на один грузовой автомобиль составляет 600—1200 л. Для повышения качества мойки и уменьшения в 2—3 раза расхода воды используют специальные моющие средства («Прогресс», автошампунь МЛ-72 и др.), которые уменьшают силу поверхностного натяжения водяной пленки на обмываемой поверхности и растворяют маслянистые отложения, образуя эмульсии и суспензии, которые легко смываются.

На обмываемую поверхность моющих раствор наносят при помощи моечного пистолета или пульверизатора, после чего поверхность ополаскивается чистой водой. Расход моющего средства на один легковой автомобиль составляет в среднем 40—50 г. Помимо жидких моющих средств, промышленностью выпускается синтетический порошок, из которого приготавливается раствор с концентрацией 7—8 г на 1 л воды при 35—40 °С.

Значительное уменьшение расхода воды обеспечивают системы оборотного водоснабжения. В соответствии с принятым законодательством все водопользователи обязаны принимать меры по сокращению расхода воды и прекращению сброса

неочищенных сточных вод. Поэтому все АТП должны иметь очистные сооружения и систему оборотного использования воды.

Сушка кузова производится после окончательного ополаскивания его чистой водой. При этом удаляется влага с наружных поверхностей кузова. Для удаления остатков воды вручную применяют замшу, фланель и другие гигроскопические материалы. У грузовых автомобилей обтирают кабину, боковые и передние стекла, капот, крылья и фары. При механизации процесса внешнего ухода за автомобилями для сушки кузова применяют обдув холодным или подогретым воздухом.

Главной целью *полирования кузова* является создание стойкого защитного слоя на его поверхности, предохраняющего металлическую основу кузова от агрессивного влияния окружающей среды. Поэтому как новые, так и старые кузова автомобилей подвергаются периодической обработке полиролями. Новые кузова обрабатываются 1 раз в 1,5—2 мес. При этом используются полироли, созданные на основе водоотталкивающих средств, эмульсаторов, растворителей и воды. Для старых, потерявших блеск лакокрасочных покрытий используется автополироль, составной частью которой является композиция абразивных материалов.

Контрольно-диагностические и регулировочные работы. Контрольно-диагностические работы предназначены для определения и обеспечения соответствия автомобиля требованиям безопасности движения и воздействия автомобиля на окружающую среду, для оценки технического состояния агрегатов, узлов без их раз-

Т а б л и ц а 8.3. 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

Таблица 8.4. Основные способы и средства диагностирования

Признаки, определяющие техническое состояние автомобиля	Принцип диагностирования	Приборное обеспечение
Вмятины, поломки, задиры, подтекание технических жидкостей, дымление, стуки, скрипы	Визуальная проверка, прослушивание	Оптическая и волоконная техника, стетоскопы, дымомеры
Температура охлаждающей жидкости, масел, узлов трения, поверхности корпусов 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, оптические или жидкостные уровни
Частота и амплитуда звука, вибрации, биений	Измерение колебательных процессов	Стробоскопы, виброакустическая аппаратура, стетоскопы
Компрессия, разрежение, утечка газов	Измерение давления, разрежения, количества газов	Компрессометры, компрессографы, расходомеры газов и воздуха, пьезометры, вакуумметры
Давление воздуха, масла, топлива	Измерение давления	Манометры воздушные, жидкостные
Загрязненность моторного и трансмиссионного масел	Исследование состава масел	Спектрографы, микрофотометры, приборы для определения металлов в масле
Состав продуктов сгорания двигателя	Исследование состава отработавших газов	Газоанализаторы
Значение электрических сигналов	Измерение закономерностей работы приборов первичной и вторичной цепей системы зажигания	Электронные газоразрядные трубки (мотор-тестеры), стробоскопы, электронные индикаторные и стрелочные приборы
Мощность и направленность осветительных устройств	Измерение силы и направленности светового потока	Фотометры, экраны с разметкой
Расход топлива, мощность	Измерение количества топлива, колесной мощности автомобиля, крутящего момента двигателя	Расходомеры топлива, стенды для измерения тяговых характеристик
Тормозной путь автомобиля	Измерение тормозной силы на колесах, усилия на тормозной педали, замедления автомобиля	Стенды для измерения тормозных качеств, мессдозы, деселерометры
Сопротивления в трансмиссии, ступицах колес, усилие на рулевом колесе	Измерение силы сопротивления	Стенды с беговыми барабанами, динамометры

борки. Эти работы являются составной частью процесса технического обслуживания и ремонта (табл. 8.3).

Диагностирование какого-либо агрегата (системы) проводится специальными стендами, приспособлениями, приборами. Принцип их действия зависит от характера диагностических признаков, которые присущи объекту контроля (табл. 8.4).

Наряду с рассмотренными способами диагностирования существует встроенное диагностирование, когда информация выводится на приборную панель автомобиля, например момент износа тормозных колодок

до предельного состояния, а также экспресс-диагностирование, когда за минимальный промежуток времени, обычно в автоматическом режиме, определяется одно из значений технического состояния — исправлен или неисправен — без выдачи информации о конкретной причине неисправности, например контроль давления воздуха в шине по ее деформации.

Регулировочные работы, как правило, являются заключительным этапом процесса диагностирования. Они предназначены для восстановления работоспособности систем и узлов автомобиля без замены составных

частей. Специальными регулировочными узлами в конструкции автомобиля (эксцентрики в тормозных барабанах, натяжные устройства приводных ремней, поворотные устройства прерывателей-распределителей и т. д.) устанавливают нормативные параметры.

Многие наиболее важные характеристики автомобиля (расход топлива, мощность, износ шин, тормозной путь) в большинстве случаев зависит от своевременности и качества выполнения диагностических и регулировочных работ.

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 примерно 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 число возрастает еще больше. При текущем ремонте с крепежными работами связано большинство монтажно-демонтажных, сборочно-разборочных операций. Поэтому применение правильных приемов по обслуживанию резьбовых соединений позволяет повысить эксплуатационную надежность автомобиля в целом, облегчить труд рабочих, резко снизить трудоемкость работ.

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 — винтов, болтов, шпилек, гаек специального и общего назначения. Специальные применяют в ответственных узлах (шатунные болты, шпильки крепления головки цилиндров, гайки крепления колес) или там, где без них технология сборки-разборки усложнится (например, квадратные гайки, устанавливаемые в пазы, где они удерживаются от прокручива-

ния). Как правило, более ответственные крепежные соединения имеют более мелкий шаг резьбы и защитное покрытие.

Неисправности резьбовых соединений. Заключаются в ослаблении предварительной затяжки, самоотвинчивании соединений и срыве резьбы. Ослабление резьбовых соединений и самоотвинчивание нарушают регулировку и приводит к ухудшению эксплуатационных свойств автомобиля, к потере герметичности уплотнений, к возрастанию динамических нагрузок на детали и к их поломкам. Самоотвинчивание происходит в основном из-за вибраций, в результате чего снижается сила трения в самой резьбе и на торце гайки или головки болта. При несоблюдении объема крепежных работ, согласно ТО-2, например у двигателя к пробегу 80—100 тыс. км, момент затяжки становится меньше требуемой величины почти у 17 % резьбовых соединений. К пробегу 150—180 тыс. км эта величина достигает 25 %. Также быстрому ослаблению крепления подвержены стартер, генератор, топливный насос, карданный вал. Вероятность самоотвинчивания резко возрастает, если перед сборкой резьба была повреждена. Усилие закручивания в этом случае приходилось в основном на трение в самой резьбе. Подтягивание резьбового соединения без необходимости также нарушает его стабильность. При этом может быть потеряно 20—25 % первоначального натяга. Крепежные детали, подвергшиеся 10—15 затяжкам (отворачиваниям и заворачиваниям), держат натяг в 2—4 раза хуже, чем новые.

Срыв резьбы при ремонтах в условиях АТП — также распространенный дефект (табл. 8.5). Основная причина этого — затяжка резьбовых соединений с усилиями, значительно превышающими нормативные.

Замятую резьбу можно восстановить специальным режущим инструментом (плашками, метчиками). Оборвавшуюся часть болта или

Таблица 8.5. Частота отказов резьбовых соединений, двигателей ЗМЗ при ремонте, %

Отказ	ЗМЗ-24	ЗМЗ-53
Срыв резьбы под шпильки крепления головки цилиндров в блоке	15,4	31,8
Обрыв шпилек крепления головки цилиндров	9,8	21,5
Срыв резьбы в головке цилиндров под винты крепления крышек клапанной коробки	50,0	—
Срыв резьбы шпилек крепления топливного насоса	9,8	14,4
Срыв резьбы шпилек крепления масляного насоса	4,9	10,8
Срыв резьбы шпилек крепления поддона	10,1	21,5
Итого	100	100

шпильки из резьбового отверстия удаляют сверлом меньшего диаметра.

Сборка резьбовых соединений. Заключается в создании в них определенных усилий (натяга). Существует несколько методов контроля усилия затяжки. Наиболее распространенные из них: контроль по крутящему моменту при затяжке гайки или болта; контроль по углу поворота гайки или болта; контроль по удлинению болта. Самый простой метод контроля, и им в основном пользуются на АТП,— по моменту затяжки при помощи тарированных динамометрических ключей (рукоятки). Момент затяжки при конструировании выбирается таким, чтобы затяжка обеспечивала работоспособность узла при расчетных нагрузках, а в самих резьбовых деталях был натяг на 15—20 % меньше усилия, при котором возникает текучесть металла. Требуемый момент затяжки выбирается из специальных таблиц с учетом размера резьбы и марки металла. В инструкциях заводоизготовителей, в технологических картах указаны моменты затяжки для наиболее ответственных узлов. В автомобиле много резьбовых соединений из стали марок 30 или 35. Для них также есть таблицы, но можно пользоваться приближенной фор-

мулой $M_{кр} = 1/30 D^3$, где $M_{кр}$ — момент затяжки, Н·м; D — диаметр резьбы, мм. Чрезмерно большой момент может повредить (сорвать) резьбу или вызвать текучесть материала стержня болта (шпильки) и ослабление затяжки. При применении динамометрических ключей надо иметь в виду, что на момент затяжки оказывает влияние сила трения в резьбовом соединении, которая существенно зависит от состояния резьбы (ее загрязненности, смятия).

Затяжку по углу поворота обычными, нединамометрическими ключами используют на практике слесари с большим опытом работы. Первоначально производится подтяжка резьбового соединения с усилием примерно 30—40 Н·м, чтобы выбрать все зазоры. Затем гайку (болт) слесарь поворачивает на угол, определенный опытным путем. Этот способ является единственно доступным в тех узлах, где невозможно установить динамометрический ключ, например болты крепления карданного вала.

Метод контроля по величине удлинения наиболее точный, но он требует специальных приспособлений, индикаторов с точностью деления 0,01 мм и значительно увеличивает трудоемкость крепежных работ.

Обслуживание резьбовых соединений требует соблюдения ряда условий. Длина ввертываемой части болта, который предназначен для ввертывания в стальную деталь, должна быть от одного до двух диаметров резьбы. Увеличивать глубину ввертывания бесполезно, так как основную нагрузку воспринимает 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, изготов-

ленные из разных металлов, например свеча зажигания и алюминиевая головка цилиндров, так как резьба на более мягком металле подвержена повреждению. Соединения, обеспечивающие герметичность топливно-, воздухо-, водо- и маслопроводов затягиваются плавно, без рывков за один прием. Надежность этих соединений проверяется только визуально или на слух. Подтяжка без необходимости может вызвать потерю герметичности.

К числу наиболее ответственных крепежных работ относятся затяжка гаек головки цилиндров двигателя, болтов крепления крышек шатунов, сборка деталей, имеющих уплотнения (прокладки). При слабой затяжке, например головки цилиндров, со временем будет повреждена прокладка. При затяжке, превышающей нормативные значения, могут произойти срыв резьбы, деформация и даже трещины головки. Поэтому эти узлы затягивают в несколько приемов в строгой последовательности. Болты крышек шатунов двигателя затягивают также с определенным моментом, чтобы не произошло проворачивание вкладыша, а также для достижения равных зазоров между вкладышами и шейками коленчатого вала. Завертывать болты динамометрическим ключом следует плавно, без остановок до тех пор, пока стрелка ключа не дойдет до требуемого деления.

Если узел имеет уплотнительные прокладки и собирается из разкомплектованных крепежных деталей, то следует обжать уплотнение с моментом, в 1,1—1,2 раза большим предусмотренного по техническим условиям, затем ослабить гайки (болты) и повторно затянуть их с требуемым моментом. В противном случае неравномерность затяжки уплотнения может достигнуть 25 %.

Негерметичность уплотнений — частый дефект сборки агрегатов, в частности двигателя (в условиях АТП). В случаях, если уплотнения (прокладки) вынуждены использовать повторно, момент затяжки сле-

дует увеличивать на 10—20 % по сравнению с техническими условиями.

Защита резьбы. Продолжительность простоя автомобилей в обслуживании или ремонте часто увеличивается из-за сложности разборки резьбового соединения, покрытого коррозией. При этом могут возникнуть поломки. Для предотвращения этого перед каждой сборкой резьба должна быть очищена и смазана маслом. Наилучший эффект дает применение противокоррозионных средств типа Мовиль. Это в дальнейшем значительно упрощает крепежные работы.

Чтобы не повредить детали, заржавевшее резьбовое соединение следует очистить металлической щеткой, смочить тормозной жидкостью. Более эффективно применение какого-либо преобразователя ржавчины, например Ферана, или в крайнем случае обычной уксусной кислоты. Но в последнем случае детали резьбового соединения необходимо затем промыть водой и смазать.

Стопорение резьбовых соединений. Для повышения надежности резьбовых соединений производится их стопорение. Наиболее известный способ — применение стопорной гайки (контргайки). В настоящее время в автомобилестроении он в основном применяется в тех узлах, где существуют большие нагрузки и надо выдержать определенный зазор в сочленении, например регулируемый толкатель (шток) привода включения сцепления, крепление сайлент-блоков. Основная нагрузка в таком соединении приходится на контргайку, поэтому она должна быть достаточной высоты и соответствующего класса точности.

Большое распространение получили пружинные шайбы, обеспечивающие высокую силу трения в соединении даже при некотором повороте гайки в сторону отворачивания, так как происходит врезание острых кромок шайбы в деталь и гайку. При повторном использовании эффективность пружинной шайбы падает.

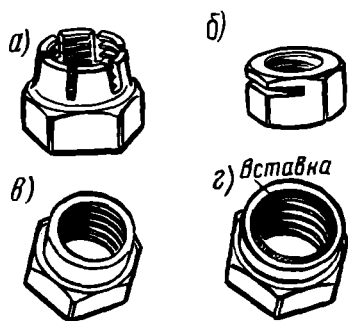


Рис. 8.4. Самоконтрящиеся гайки:

а — конусная гайка, обжимаемая по конусной части; б — подрезная гайка с подгибом ушка; в — эллипсондная гайка, сжатая в конусной части по эллипсу; г — гайка с нейлоновой вставкой в конусной части.

Весьма эффективны пружинные шайбы типа «звездочка», обычно применяемые при соединении тонкостенных деталей, например облицовки.

Наиболее надежный способ стопорения — применение деформируемых деталей: стопорных пластин, проволоки, шплинтов в паре с корончатыми гайками. Последнее время получили распространение самоконтрящиеся гайки (рис. 8.4). Наиболее перспективными являются гайки с нейлоновой вставкой, которые выдерживают 25—30 затяжек без заметного нарушения контрящих свойств.

Механизация крепежных работ. Основным инструментом при выполнении крепежных работ является набор гаечных ключей. Работы, выполняемые вручную, трудоемки, монотонны, а в ряде случаев травмоопасны. Например, чтобы снять под-

дон картера двигателя КамАЗ-740, необходимо отвернуть 22 болта и 6 гаек М8, совершив в итоге около 300 оборотов гаечного ключа и затратив более 15 мин. Некоторые виды работ, как, например, затяжка (отворачивание) гаек стремянок рессор, требуют весьма больших усилий.

В качестве ручного инструмента при крепежных работах применяют гидравлические, электрические или пневматические гайковерты, значительно сокращающие трудоемкость работ. Так, применение пневмогайковерта ГМП-14 сокращает продолжительность снятия и установки поддона двигателя КамАЗ в 4 раза.

Однако сокращение времени на непосредственное выполнение операций не является окончательным критерием целесообразности использования гайковертов. Необходимо учитывать подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ на «транспортировку» гайковерта, подключение к сети, наладку и т. д. Целесообразно применение гайковерта в том случае, когда $T_r + T_{пз} < T_p$, где T_p и T_r — соответственно время на выполнение операций вручную и гайковертом. На примере, приведенном в табл. 8.6, зона справа от жирной линии показывает случаи, когда применение гайковертов нецелесообразно.

Для гаек, требующих больших крутящих моментов (колес, стремянок рессор), применяют напольные передвижные гайковерты.

Подъемно-транспортные работы. Составляют значительную часть производящихся на АТП при ТО и ТР работ, связанную с перемещением автомобилей с поста на пост, а также с подъемом и перемещением агрегатов и узлов большой массы: двигателя, коробки передач, мостов, редукторов заднего моста и др.

В зонах ТО-2 и ТР и на поточных линиях автомобили могут перемещаться собственным ходом, перекачиванием или с помощью специальных конвейеров. На постах ТР агрегаты поднимают и транспортируют с помощью различных подъемно-транспортных механизмов, оборуду-

Таблица 8.6. Штучно-калькуляционное время на отворачивание 6 болтов М12, мин

Длина резьбовой части, мм	Время отворачивания, мин					
	гаечным ключом	гайковертом с учетом $T_{пз}$, мин				
		0	1	2	3	4
10	2,8	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8
15	3,4	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9
20	4,4	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1

дованных захватами, гарантирующими безопасность работы. Делается это с помощью электротельфера, перемещающегося по монорельсу, или кран-балки, а в случае их отсутствия с помощью передвижных гидравлических кранов и грузовых тележек. На этих же тележках снятые агрегаты могут доставляться на склад ремонтного фонда или на агрегатный участок. Транспортировка новых или отремонтированных агрегатов на посты ТР производится этими же средствами.

Для подъема автомобиля над уровнем пола при обслуживании и ремонте используют стационарные подъемники различных конструкций. Для вывешивания переднего и заднего мостов при работах на осмотровых канавах широко используют канавные подъемники. Для подъема передних и задних частей автомобиля при работе на напольных постах используют гаражные передвижные домкраты различной грузоподъемности. Наличие указанных средств на постах ТО и ТР обеспечивает необходимый уровень механизации подъемно-осмотровых работ, повышает производительность труда и культуру производства.

Разборочно-сборочные работы. Являются начальной и конечной операциями текущего ремонта автомобилей. Они включают замену неисправных агрегатов, механизмов и узлов автомобиля на исправные, замену в них неисправных деталей на новые или отремонтированные, а также разборочно-сборочные работы, связанные с ремонтом отдельных деталей и подгонкой их по месту установки.

Наиболее характерными являются работы по замене двигателей, мостов, коробок передач, радиаторов, сцеплений, рессор, износившихся деталей в агрегатах и узлах. Выполняют их на постах ТР, где производят снятие с автомобилей неисправных и установку новых или отремонтированных агрегатов, узлов и деталей. Здесь же выполняют работы по частичной разборке и устранению неисправно-

стей агрегатов, не снимаемых с автомобиля.

Трудоемкость разборочно-сборочных работ, выполняемых на постах, значительна. В зависимости от модели автомобиля она составляет 28—37 % общей трудоемкости ТР и свыше 80 % трудоемкости собственно постовых работ.

Кроме постов ТР, разборочно-сборочные работы проводятся практически во всех других производственных отделениях, куда поступают для ремонта различные агрегаты и узлы, снятые с автомобиля (двигатель, коробка передач, мосты, рулевой механизм, генератор, стартер, прерыватель-распределитель, топливный насос, форсунки, аккумулятор, рессоры и др.).

Качество разборочно-сборочных работ в значительной мере определяет эксплуатационную надежность подвижного состава, и, следовательно, инженерно-техническая служба АТП должна уделять этому особое внимание. Даже небольшие улучшения в организации разборочно-сборочных работ дают значительный технико-экономический эффект. Так, проведенная согласно технологии разборка обеспечивает сохранность деталей, уменьшает трудоемкость последующего ремонта. При правильной организации разборочного процесса на автотранспортном предприятии повторно используют 70—80 % деталей.

С целью повышения уровня механизации при разборке-сборке необходимо использовать различные гайковерты, приспособления, наборы ключей и т. п. Автозаводы ЗИЛ, ГАЗ, КамАЗ, МАЗ, ВАЗ, АЗЛК и другие выпускают комплекты приспособлений и специального инструмента для проведения разборочно-сборочных работ. Конструкция их выполнена с учетом особенностей определенной модели автомобиля и позволяет существенно снизить трудоемкость и повысить качество разборочно-сборочных работ. Кроме того, имеются в ряде республик специализированные предприятия, которые выпус-

кают наборы инструментов для проведения разборочно-сборочных работ на автомобилях различных моделей.

Разборочно-сборочные работы на агрегатном участке, как правило, проводят на специализированных стендах, обеспечивающих свободный доступ к ремонтируемому агрегату, а также поворот и наклон агрегата для удобства работы. Разборка-сборка различных узлов, например электрооборудования, топливной аппаратуры, проводится в основном на верстаках с применением универсального инструмента и специальных приспособлений.

Значительную трудность представляют снятие колес автомобиля, а также демонтаж и монтаж шин грузовых автомобилей. Поэтому отечественная промышленность выпускает специальные тележки для снятия, установки и транспортирования колес грузовых автомобилей и автобусов, в том числе в сборе со ступицами и тормозными барабанами, а также стенды для демонтажа и монтажа шин легковых и грузовых автомобилей.

Слесарно-механические работы. Включают изготовление крепежных деталей (болтов, гаек, шпилек, шайб), 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 и т. п.

Проводятся перечисленные работы на слесарно-механическом участке АТП с помощью токарно-винторезных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных и других универсальных металлообрабатывающих станков, а также вручную на слесарных верстаках. В общей трудоемкости ТР слесарно-механические работы составляют 4—12 %.

Значительное число отказов автомобиля приходится на долю механических разрушений и износов. В условиях АТП такие детали восстанавливают сваркой или слесарно-меха-

нической обработкой. В первом случае поврежденные детали заваривают газовой или электродуговой сваркой, а затем подвергают слесарной обработке. Характерными примерами являются заварка трещин различных кронштейнов и трещин в головках блока цилиндров.

Во втором случае используют так называемый метод ремонтных размеров, т. е. механически обрабатывают изношенную шейку вала под размер, меньший номинального, и тем самым выводят износ. Таким образом восстанавливают опорные шейки распределительных валов, клапаны, толкатели, валик масляного насоса 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.

Таким же способом восстанавливают и отверстия. Например, при износе резьбы под свечу зажигания отверстие в головке блока цилиндров рассверливают и нарезают резьбу большого размера, а затем вворачивают в нее так называемый ввертыш, внутренняя резьба которого соответствует резьбе под свечу.

Кузнечные работы. Представляют собой пластическую обработку металлических деталей и составляют примерно 2—3 % объема работ по текущему ремонту. Основная доля связана с ремонтом рессор — заменой сломанных листов, рихтовкой (восстановление первоначальной формы) просевших. Кроме того, изготавливают различного вида стремянки, скобы, хомуты, кронштейны.

Жестяники работы. В основном представляют собой ремонт повреждений кузовов автобусов и легковых автомобилей (7—9 % объема ТР) и кабин грузовых (примерно 2,5 % объема ТР). В указанные объемы

входят сопутствующие сварочные работы.

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.

Меднические работы. Составляют примерно 2 % объема работ по текущему ремонту и предназначены для восстановления герметичности деталей, изготовленных в основном из цветных металлов. Это пайка радиаторов, поплавков карбюраторов, латунных трубопроводов и т. д.

Смазочно-заправочные, очистительно-промывочные работы. Предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сил 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) автомобиля маслами, топливом, техническими жидкостями. Качество этих работ относится к числу наиболее весомых факторов, влияющих на ресурс узлов. Так, если смазку шкворня грузового автомобиля проводить не каждое ТО-1, как это требуется, а через раз, то ресурс шкворня сократится более чем на 40 %. Эксплуатация двигателя с уровнем масла ниже допустимого приводит к полному падению давления в системе смазки и почти мгновенному выплавлению вкладышей коленчатого вала. Снижение уровня тормозной жидкости приводит к попаданию воздуха в тормозную 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 расход.

Косвенно к заправочным работам относятся работы по подкачке шин.

Очистительно-промывочные работы являются обязательной частью заправочных работ при замене полных объемов масла или технических жидкостей. Периодическая промывка (1 раз в год) тормозной системы увеличивает долговечность резиновых уплотнительных манжет в 1,5—2,5 раза. При промывке вымываются продукты износа, что обеспечивает лучшие условия работы деталей. Промывка каждого узла или системы регламентирована и выполняется по индивидуальной технологии.

Аккумуляторные работы. Включают контроль за внешним состоянием аккумуляторной батареи, ее заряженностью, проверку уровня и плотности электролита, замену сепараторов, моноблока. Замена пластин относится к капитальному ремонту, и проведение его в условиях АТП допустимо только в критических ситуациях, так как трудоемкость капитального ремонта аккумулятора почти в 10 раз выше трудоемкости изготовления нового.

Вулканизационные работы. Предназначены для восстановления работоспособности (вулканизации) поврежденных автомобильных камер, устранения мелких повреждений шин — проведения так называемого местного ремонта. Более подробно эти работы, технология их проведения, применяемое оборудование приведены в гл. 11.

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.

Защитно-декоративные покрытия состоят из нескольких слоев: шпатлевки для выравнивания неровностей металла, грунтовки для создания высокой адгезии (иногда грунт наносят также перед шпатлёвкой) и окрасочного слоя, как правило, — эмали (суспензии пигмента в лаке). Декоративные свойства покрытий должны сохраняться до 3 лет в умеренном и тропическом климате, защитные — до 3 лет в тропиках и 5 в умеренном климате.

8.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

На АТП применяют универсальное оборудование, изготавливаемое машиностроением (металлорежущие и деревообрабатывающие станки, прессы, кран-балки, сварочные трансформаторы и др.), а также специализированное, выпускающееся предприятиями Минавтотранса РСФСР и других ведомств (моечные машины, подъемники, диагностические приборы, смазочно-заправочные устройства и др.). Кроме того, широко используют нестандартизированное оборудование, изготавливаемое собственными силами (стеллажи, верстаки, тележки и др.).

Технологическое оборудование, используемое на АТП, в зависимости от его назначения подразделяется на подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, специализированное для ТО автомобилей и специализированное для ТР автомобилей.

Первая группа включает оборудование и устройства, обеспечивающие при ТО и ТР удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенным снизу и сбоку автомобиля. Сюда входят осмотровые каналы, эстакады, подъемники, опрокидыватели и гаражные домкраты.

Вторая группа включает оборудование для подъема и перемещения агрегатов, узлов и механизмов автомобиля: передвижные краны, электротельферы, кран-балки, грузовые тележки и конвейеры.

Третья группа — специализиро-

ванное оборудование, предназначенное для выполнения технологических операций ТО: уборочно-моечных, крепежных, смазочных, диагностических, регулировочных и заправочных.

Четвертая группа — специализированное оборудование, предназначенное для выполнения технологических операций ТР: разборочно-сборочное, слесарно-механическое, кузнечное, сварочное, медницкое, кузовное, шинномонтажное и вулканизационное, электротехническое и для ремонта систем питания.

Подъемно-осмотровое оборудование. Универсальным осмотровым устройством, обеспечивающим одновременный фронт работ снизу, сбоку и сверху, являются *осмотровые каналы*. Каналами оборудуются тупиковые и прямоточные посты и поточные линии.

По ширине каналы подразделяются на узкие и широкие. По способу заезда автомобиля на канал и съезда с нее — на тупиковые и проездные. По устройству — на межколейные и боковые, с колейными мостами и вывешиванием колес, траншейные и изолированные (рис. 8.5).

Длина канала должна быть больше длины автомобиля на 0,5—0,8 м, а глубина для легковых автомобилей 1,4—1,5 м, а для грузовых автомобилей и автобусов 1,2—1,3 м.

Каналы должны иметь вход с лестницами, располагаемыми за пределами рабочей зоны канала. Для безопасного заезда автомобиля каналы сбоку обрамляются направляющими ребордами, а с торца (со стороны заезда) — отбойником, выравнивающим направление колес. Реборды могут быть металлическими и железобетонными высотой не более 15 см. Для фиксации конечного положения автомобиля при его перемещении вдоль тупиковой каналы со стороны открытой траншеи делают упоры. Ширина узких каналов не более 0,9 м при железобетонных ребордах и 1,1 м при металлических. Боковые каналы выполняются глубиной 0,8—0,9 м при ширине не менее 0,6 м.

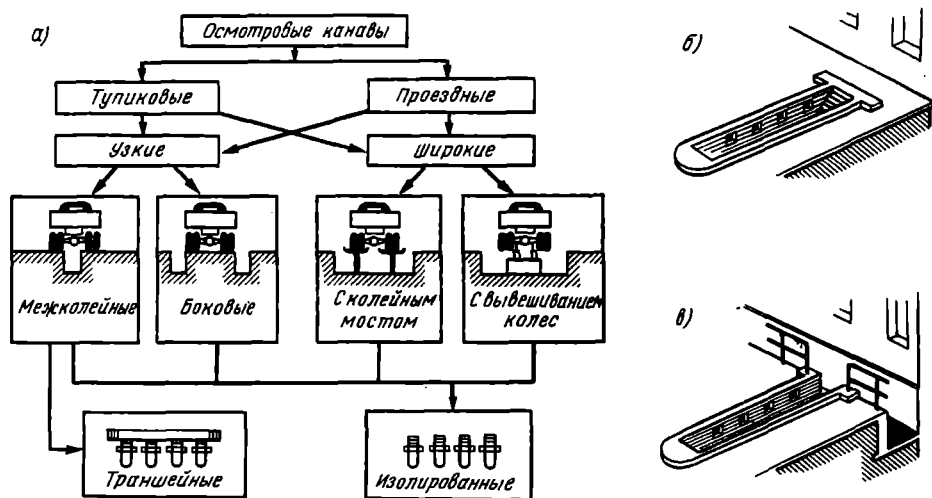


Рис. 8.5. Классификация (а) и общий вид узкой изолированной (б) и траншейной (а) осмотровых каналов

Параллельные узкие каналы соединяются открытой траншеей или тоннелем. Ширина траншеи (тоннеля) 1—2 м, глубина — до 2 м.

Траншеи ограждают перилами высотой не менее 0,9 м, а через каналы со стороны траншеи (за пределами рабочей зоны) устанавливают переходные мостики. Траншеи (тоннели) должны иметь не менее одного выхода на 2—3 каналы.

Широкие каналы длиннее обслуживаемого автомобиля на 1,0—1,2 м. Они обеспечивают большее удобство при работах снизу, чем узкие, так как под автомобилем имеется большая свободная зона, удобная для размещения технологического оборудования, инструмента, запасных частей и обеспечивающая свободный маневр работающих снизу рабочих. Для работы сбоку предусматриваются съемные трапы.

В нишах стен каналов устанавливают светильники. Кроме того, каналы должны вентилироваться и обогреваться притоком теплого воздуха.

Недостатком осмотровых каналов всех типов являются сложность обеспечения нормальных условий труда для исполнителя (ограничены перемещения, недостаточная естественная вентиляция, слабое естествен-

ное освещение автомобиля снизу), неудобство работ с некоторыми агрегатами автомобиля и невозможность проведения перепланировки производственного помещения без больших затрат времени и средств.

Эстакады представляют собой колеиный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7—1,4 м, с рампами, имеющими уклон 20—25° для въезда и съезда автомобиля. Эстакады могут быть тупиковые и прямоточные, стационарные или передвижные. Для одновременного производства работ снизу, сбоку и сверху автомобиля применяют эстакады с неглубокой осмотровой канавой под ними.

Подъемники классифицируют: по способу установки на стационарные и передвижные; по типу механизма подъема на механические и гидравлические; по роду привода на ручные и электрические; по месту установки на напольные и канавные; по конструкции опорной рамы на подъемники с колеиной, межколеиной и поперечной рамами и с опорными траверсами. Наиболее распространенными являются электромеханические и гидравлические подъемники.

Стационарные электрогидравлические подъемники могут быть одно-

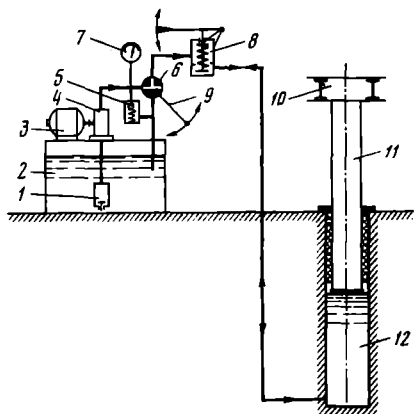


Рис. 8.6. Схема одноплунжерного электрогидравлического подъемника

двух- и многоплунжерные грузоподъемностью 2; 4; 8; 12; 16 и 20 т.

В одноплунжерном электрогидравлическом подъемнике (рис. 8.6) при работающем электродвигателе 3 масло из бака 2 через всасывающий клапан 1 подается насосом 4 в цилиндр 12 под плунжер 11. Рукояткой 9 крана управления 6 масло через перепускной клапан 8 направляется в цилиндр 12 при подъеме или в бак 2 при спуске. Редукционный клапан 5, отрегулированный на давление 0,9 МПа, в момент прекращения подъема плунжера автоматически перепускает масло в бак. Давление масла в системе контролируется манометром 7.

Опускание плунжера происходит под действием веса автомобиля,

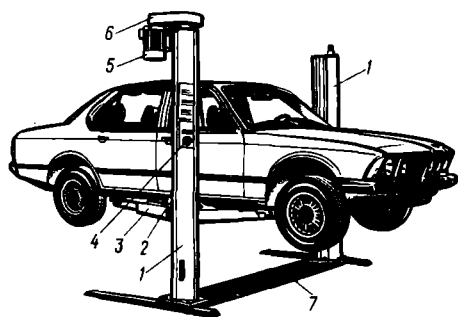


Рис. 8.7. Общий вид электромеханического подъемника

установленного на раме 10, при соответствующем положении рукоятки 9. Скорость опускания регулируется перепускным клапаном 8. От самопроизвольного опускания плунжера с поднятым на раме автомобилем предохраняет откидывающаяся стойка, прикрепленная к раме подъемника.

Отечественная промышленность выпускает два типа таких электрогидравлических плунжерных подъемников моделей П138Г и П151 грузоподъемностью 2,0 и 12,5 т соответственно. Первый — одноплунжерный и предназначен для подъема легковых автомобилей, второй — двухплунжерный и служит для подъема грузовых автомобилей и автобусов.

Электромеханические подъемники могут быть 1-, 2-, 4- и 6-стоечными грузоподъемностью 1,5—14 т. Двухстоечный напольный электромеханический подъемник (рис. 8.7) состоит из двух коробчатых стоек 1 и поперечины 7. В каждой стойке размещен ходовой винт, по которому перемещается грузоподъемная гайка. К гайке прикреплена каретка 2 с шарнирно установленными раздвижными подхватами 3. Грузоподъемные (ходовые) винты приводятся в действие электродвигателем 5 через редуктор 6, установленный на одной из стоек. Вращение на другой винт передается с помощью цепной передачи, установленной внутри поперечины 7.

Управление подъемником осуществляется при помощи кнопочного включателя 4. Высота подъема 1800 мм, время подъема 45—60 с. В крайних верхнем и нижнем положениях каретка останавливается конечными выключателями электродвигателя. Подъемник устанавливается без специального фундамента на ровную поверхность и крепится к полу анкерными болтами.

Отечественная промышленность выпускает электромеханические подъемники грузоподъемностью 2 т, моделей П133 и П145, которые предназначены для подъема легковых автомобилей. Аналогичные подъемники

производятся в Венгрии, Польше, Чехословакии. Выпускаются также 4- (модель П150) и 6-стоечные (модель П142) электромеханические подъемники, которые используют на АТП для подъема грузовых автомобилей и автобусов. Они могут быть стационарными и передвижными. В первом случае каждая стойка подъемника, состоящая из рамы, каретки, электродвигателя, редуктора, ходового винта с гайкой, крепится анкерными болтами, заделанными в пол, а во втором — выполняется передвижной.

Электромеханические подъемники с передвижными стойками (модели П238 и П252) получили название «подъемник-комплект передвижных стоек» (рис. 8.8). Использование их на АТП позволяет организовать рабочий пост с подъемником в любом помещении с ровным полом. Кроме того, установив под поднятый автомобиль входящие в комплект подъемника специальные подставки, представляющие собой простые сварные конструкции, можно передвинуть комплект стоек на другое место, поднять с их помощью другой автомобиль и организовать новый рабочий пост для ТО или ТР и т. д. При этом управление подъемом и опусканием всех стоек осуществляется с передвижного пульта, обеспечивающего их синхронную работу.

Канавные подъемники бывают гидравлические и электромеханические, с одной и двумя стойками. Передвижной канавный гидравлический одноплунжерный подъемник представляет собой гидравлический цилиндр с ручным приводом, смонтированный на основании, которое опирается на поперечные балки рамы тележки. Последняя с помощью роликов устанавливается на направляющие, закрепленные на продольных стенках канавы. Таким образом, подъемник можно перемещать вдоль и поперек канавы.

В зависимости от рода выполняемой работы на плунжер канавного подъемника устанавливают подхват, служащий для упора в ось или раму

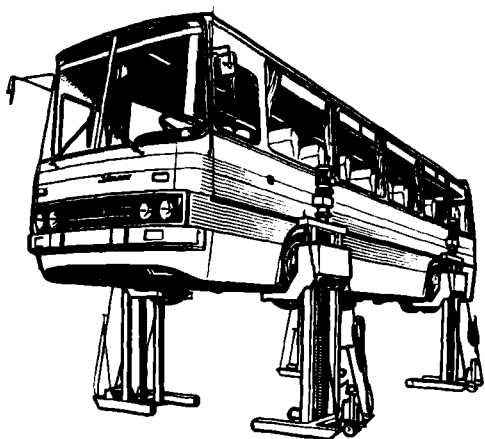


Рис. 8.8. Подъемник-комплект передвижных стоек

автомобиля, или приспособление для удержания агрегатов автомобиля.

Опрокидыватели предназначены для бокового наклона автомобилей при обслуживании и ремонте их со стороны днища. Максимальная их грузоподъемность 2 т, максимальный угол наклона 90°. Используются при проведении сварочных, кузовных и окрасочных работ, а также при противокоррозионной обработке легковых автомобилей.

Гаражные домкраты представляют собой передвижные грузоподъемные механизмы, состоящие из подъемного устройства и силового органа. Они предназначены для вывешивания передней или задней части автомобиля. По типу подъемного устройства являются гидравлическими, по роду привода — ручными. В качестве силового органа на них используется плунжерный насос, приводимый в действие рукояткой или педалью.

В зависимости от модели грузоподъемность гаражных домкратов изменяется в пределах 1,6—12,5 т, а высота подъема в пределах 430—700 мм. Применение их на АТП позволяет на напольных постах, а в случае необходимости и на постах ожидания провести необходимые работы по ТО и ТР.

Подъемно-транспортное оборудование. На крупных АТП применяют

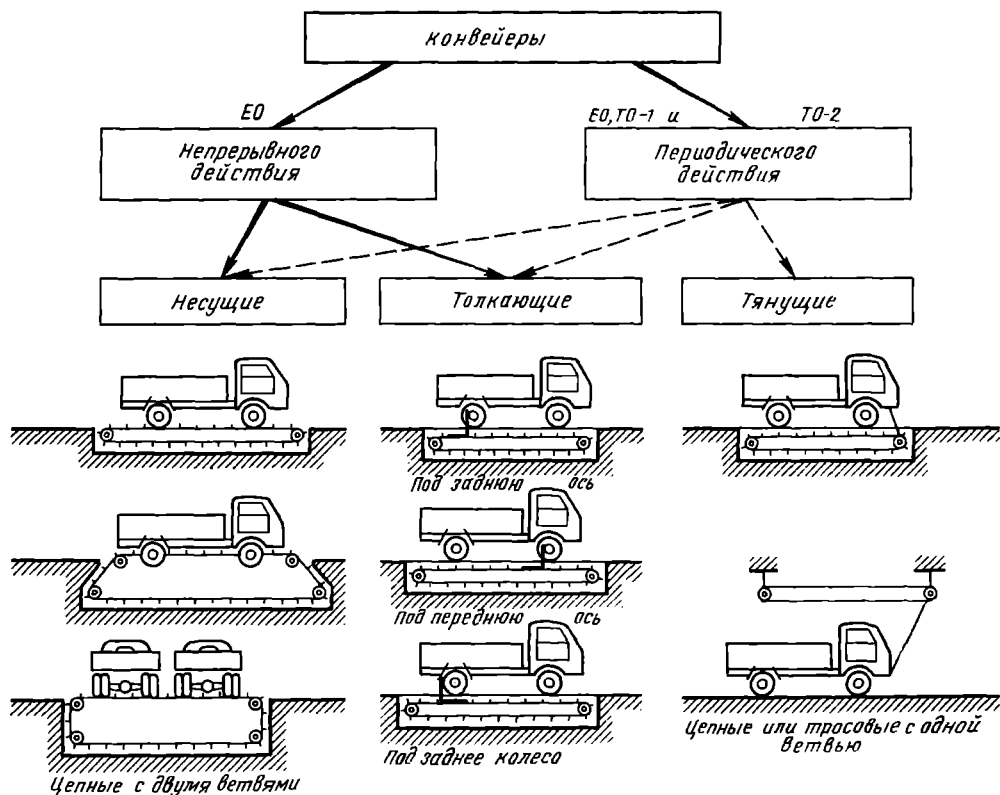


Рис. 8.9. Классификация конвейеров

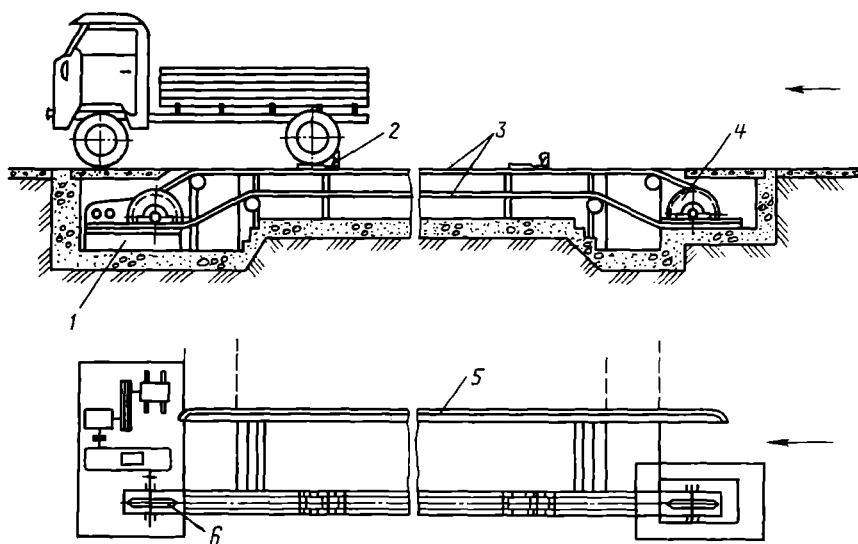


Рис. 8.10. Принципиальная схема толкающего конвейера:

1 — приводная станция; 2 — толкающая тележка; 3 — цепь; 4 — натяжная станция; 5 — направляющие пути; 6 — ведущая звездочка

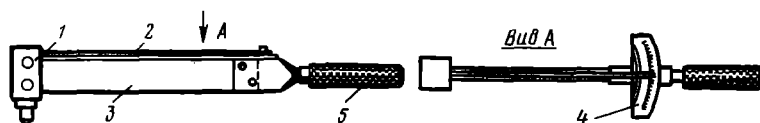


Рис. 8.11. Динамометрический ключ:

1 — держатель накидной головки; 2 — стрелка; 3 — упругий стержень; 4 — шкала; 5 — рукоятка

монокраны с электротельферами грузоподъемностью 0,25—1 т и подвесные кран-балки грузоподъемностью 1—3 т, а также *электрокары*. На небольших АТП для этих целей используют *передвижные краны* с гидравлическим приводом подъемной стрелы. Грузоподъемность при минимальном вылете стрелы у различных моделей кранов составляет 1—2,5 т, при максимальном — 200—800 кг.

Грузовые тележки могут оснащаться устройствами для снятия и установки агрегатов и узлов на автомобиль, например, для снятия и установки коробки передач, радиаторов, мостов, карданных валов, рессор и др. Характерным примером является тележка для снятия, транспортирования и установки колес грузовых автомобилей и автобусов (модель П254). Тележку подводят под снимаемое одиночное или двоярное колесо, упором подхватывают его и затем производят транспортировку.

Конвейеры для передвижения автомобилей на поточных линиях (обычно цепные) по принципу работы могут быть периодического или непрерывного действия, а по способу передачи движения автомобилю — толкающие, несущие и тянущие (рис. 8.9).

Наиболее распространены толкающие одноколейные конвейеры (рис. 8.10). Отечественная промышленность выпускает такой конвейер модели 4120 в 27 различных исполнениях, позволяющих использовать его на поточных линиях ЕО и ТО-1 на АТП, укомплектованных различными моделями грузовых автомобилей и автобусов.

Специализированное оборудование для ТО и ТР. Разборочно-сборочное и ремонтное оборудование приме-

няют для монтажно-демонтажных и регулировочных работ при ТО и ТР автомобилей. Это динамометрические ключи (рис. 8.11), различные *комплекты инструмента* (моделей 2336М, И145, И146, И147, 2446, 2445М, И132, И133), комплект ключей для ТО и ТР топливной аппаратуры газобаллонных автомобилей (И139), комплект инструмента для электротехнических работ (И143) и др. В качестве примера на рис. 8.12 представлен комплект инструмента модели 2446.

На постах ТО-2 и ТР применяются *специальные гайковерты*. Гайковерт модели И330 передвижной, электрический, инерционно-ударный, реверсивный предназначен для отвертывания и заворачивания гаек колес грузовых автомобилей и автобусов (рис. 8.13).

Принцип работы гайковерта основан на использовании накопленной энергии маховика 3, передаваемой на ведомый вал 9 в момент включения. Крутящий момент, создаваемый электродвигателем, с помощью клиноременной передачи передается на маховик к ведущему валу 5, двухкулачковой ступице 6, шлицевой двухкулачковой муфте 7, пружине 8, ведомому валу 9 и торцовому ключу 10 при включенном положении рычага 4. При первом приложении нагрузки к гайке крутящий момент достигает 350—450 Н·м. Для создания момента порядка 1000—1100 Н·м необходимы 4—5 включений муфты. Использование гайковертов в 3—4 раза повышает производительность труда слесарей-ремонтников.

Выпускаются также передвижные, электромеханические, реверсивные гайковерты для отвертывания и заворачивания гаек стремянок рессор

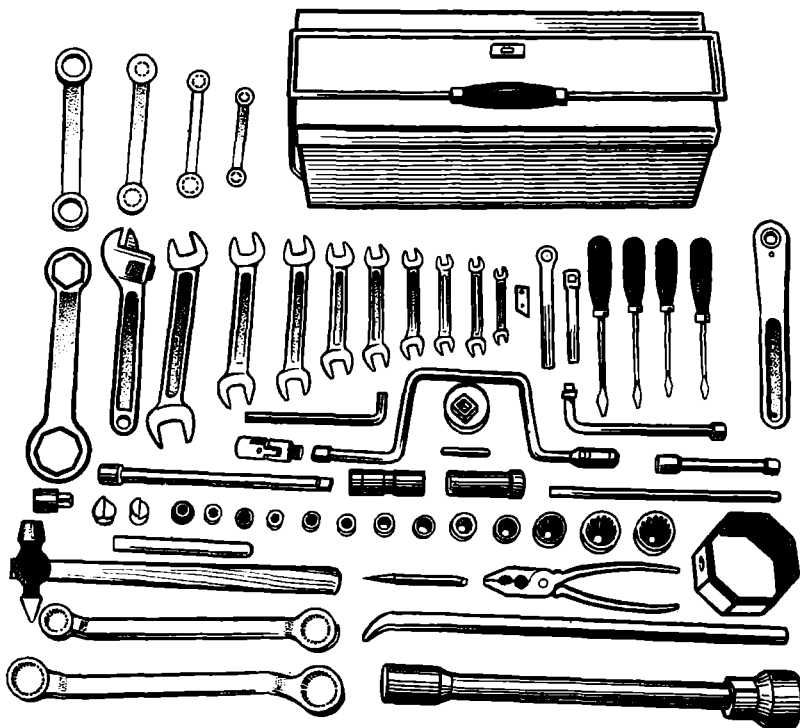


Рис. 8.12. Набор инструмента слесаря-авторемонтника модели 2446

грузовых автомобилей моделей И319 и И322, обеспечивающие регулируемый момент затяжки гаек 150—700 Н·м.

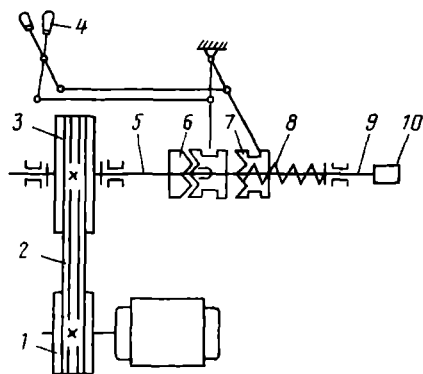


Рис. 8.13. Принципиальная схема гайковерта для гаек колес модели И330:

1 — шкив электродвигателя; 2 — приводной ремень; 3 — маховик; 4 — рычаг выключения; 5 — вал маховика; 6 — двухулачковая ступица маховика; 7 — шлицевая двухулачковая муфта; 8 — пружина; 9 — ведомый вал; 10 — торцовый ключ

Посты замены агрегатов и узлов моделей Р637, Р638 и Р658 позволяют механизировать наиболее трудоемкие операции снятия и установки агрегатов, проводящиеся при ТР автомобилей.

Пост модели Р637 включает в себя канавный передвижной электромеханический подъемник грузоподъемностью 5 т с комплектом приспособлений для замены переднего и заднего мостов, коробок передач, редуктора заднего моста, рессор, межосевого дифференциала грузовых автомобилей, смонтированный на осмотровой канаве шириной 1100 мм и глубиной 1200 мм (перемещается по рельсам, уложенным на дно канавы).

Кроме того, в комплект поста Р637 входят: приспособления для слива масел из агрегатов трансмиссии, тележка для снятия и установки колес, гайковерт для гаек колес, редуктор-усилитель крутящего момента с набором торцовых ключей, гай-

коверт для гаек стремянок рессор, маслораздаточный бак, передвижной пост слесаря-автомонтажника с комплектом инструмента, гайковерт пневматический, подставка для вывешивания грузовых автомобилей за раму.

Аналогичный по назначению пост модели Р638 предназначен для замены агрегатов и узлов автобусов ПАЗ, ЛАЗ и ЛиАЗ на осмотровой канаве шириной 1400 мм и глубиной 1200 мм.

Пост модели Р658 выполнен напольным на базе электромеханического четырехстоечного подъемника модели П150 грузоподъемностью 10 т и дополнительно оснащен автоагрегатным манипулятором модели П255.

Применение указанных постов на АТП позволяет в 2—3 раза повысить производительность труда при проведении постовых разборочно-сборочных работ. Особенно удобен пост модели Р658, так как позволяет организовать рабочий пост в любом свободном месте помещения и легко осуществлять необходимую перепланировку.

Разборочно-сборочные работы в агрегатном и других участках АТП производятся на различных принципиально одинаково устроенных (рама 1, стойки 2, кронштейн 4 для крепления агрегата) стендах (рис. 8.14). Если масса агрегата большая, в стойке монтируют ручной или электромеханический привод 3, обеспечивающий поворот кронштейна с закрепленным агрегатом на нужный угол. Отечественная промышленность выпускает несколько видов таких стендов: модели Р641 — для двигателей легковых автомобилей «Москвич», «Жигули», «Волга»; модели Р642 — для двигателей ЗМЗ-53 и ЗИЛ-130; модели Р770 и Р776 — для дизельных двигателей ЯМЗ-236, -238, КамАЗ-740, -741; модели Р643 — для двигателей автобусов «Икарус».

Аналогичные по конструкции стенды применяются для разборки-сборки коробок передач (модель Р201), гидромеханической передачи (модель Р636), редуктора заднего моста (модель Р640), переднего и заднего мостов (модель 2450).

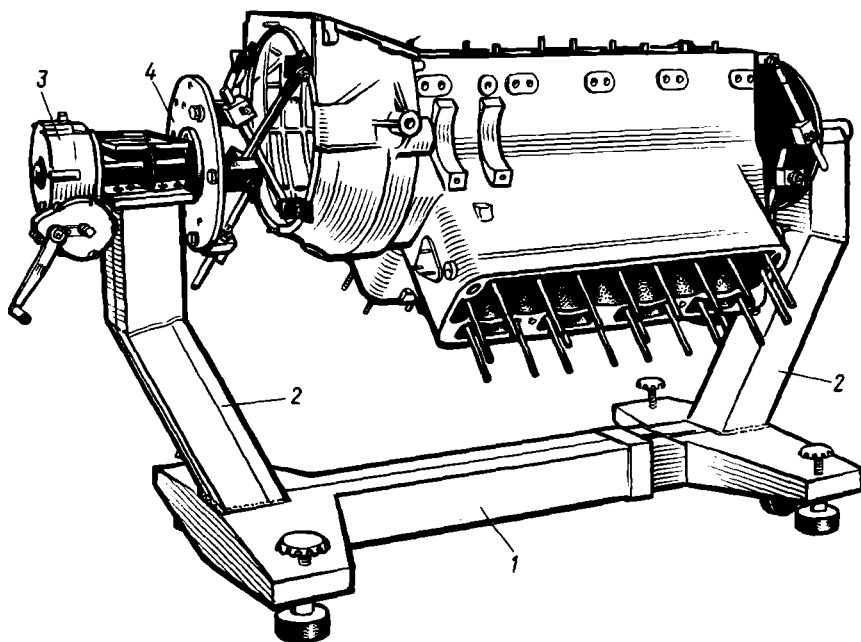


Рис. 8.14. Стенд для разборки и сборки двигателей

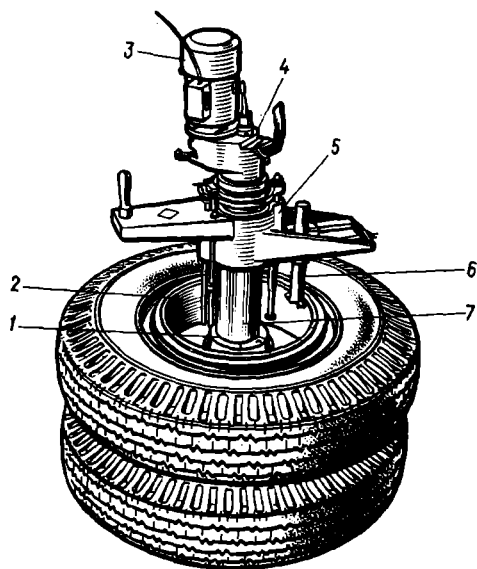


Рис. 8.15. Переносная установка для расточки тормозных барабанов и обточки накладок тормозных колодок:

1 — ступица колеса; 2 — тормозной барабан; 3 — электродвигатель; 4 — редуктор; 5 — каретка; 6 — резец; 7 — шпиндель

Для разборки и сборки рессор грузовых автомобилей, замены втулок в рессорах и в кронштейнах, рихтовки рессорных листов применяют специальные станки моделей Р203 и Р275.

Для расточки тормозных барабанов и обточки накладок тормозных колодок на АТП широко применяют специальные установки. Они могут

быть стационарными и переносными (рис. 8.15). В нашей стране выпускаются стационарные установки: модели Р117 — для легковых автомобилей, Р114 — для грузовых автомобилей и Р159 — для грузовых автомобилей и автобусов.

На АТП при ремонтных работах используется ряд других станков и установок. Среди них станок для срезания накладок с тормозных колодок (Р174), установка для приклеивания тормозных накладок и дисков сцеплений (Р335) и др. Применение их на АТП позволяет механизировать трудоемкие операции разборки-сборки и существенно повысить производительность труда, качество ремонтных работ и культуру производства.

Уборочно-моечное оборудование.

Как правило, представляет собой механизированную установку для мойки автомобилей, состоящую из двух основных систем: гидравлической, включающей душевое устройство, трубопроводы, коллекторы с форсунками, и механической, включающей привод для поворачивания коллекторов или привод ротационных щеток.

Рабочим органом *струйной моечной установки* являются форсунки (рис. 8.16), вмонтированные в систему неподвижных или подвижных трубопроводов — коллекторов, по которым к форсункам подводится

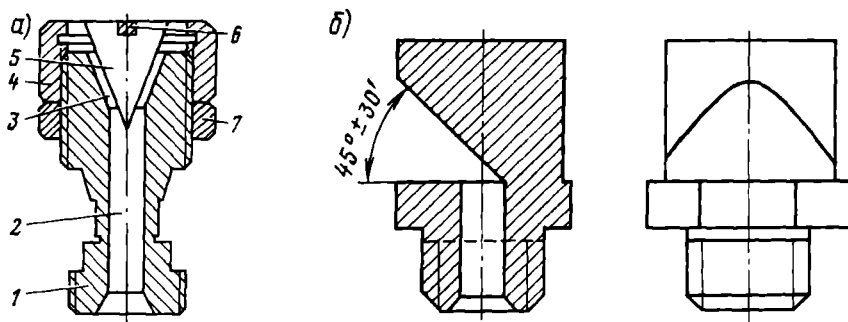


Рис. 8.16. Форсунки для моечных установок:

а — регулируемая; б — нерегулируемая с боковым распылом; 1 — корпус; 2 — сквозной канал; 3 — конусное кольцевое отверстие; 4 — гайка; 5 — поворотный конус; 6 — переключатель; 7 — контргайка

вода или моющий раствор. Струйные моечные установки предназначены в основном для мойки грузовых автомобилей, самосвалов, автомобилей с прицепами и полуприцепами.

Рабочим органом *щеточных моечных установок* являются цилиндрические вращающиеся ротационные щетки, к которым по трубопроводам подается вода или моющий раствор. Щеточные моечные установки предназначены для мойки легковых автомобилей, автобусов, автопоездов-фургонов.

Шланговые моечные установки, используемые на небольших АТП, представляют собой смонтированный на тележке агрегат, состоящий из вихревого или плунжерного насоса, развивающего давление до 6,5 МПа, приводного электродвигателя, нагнетательного шланга с моечным пистолетом и емкости для моющего и полировочного составов. Моющий пистолет снабжен сменным наконечником для получения водяной струи в виде плоского веера, что обеспечивает повышение производительности. Управление подачей моющего раствора, чистой воды для обмыва и полировочного состава осуществляется запорно-регулирующими кранами.

За рубежом широко распространены аналогичные моечные установки, дополнительно оборудованные нагревателем воды, представляющим собой теплообменник с горелкой. Установка обеспечивает подачу на очищаемую поверхность водяной струи с температурой до 80 °С и давлением до 5—7 МПа и паровой струи с температурой до 140 °С и давлением до 1,4—1,6 МПа; при отключенном нагревателе она может подавать холодную воду или моющий раствор.

Установка с нагревателем многофункциональна: используется для мойки автомобилей и их двигателей, снятия защитного воскового покрытия с кузовов легковых автомобилей, внутренней мойки автофургонов, мойки низа автомобилей, в том числе при подготовке к противокоррозионной обработке; мойки деталей после

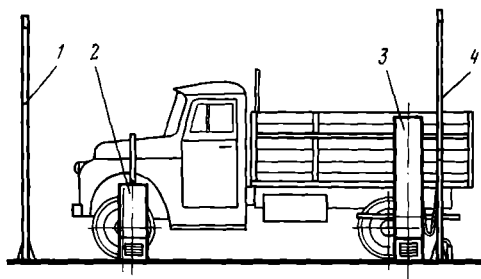


Рис. 8.17. Струйная установка для мойки грузовых автомобилей модели М129

разборки агрегатов, мойки полов и стен в помещениях. Выпускается несколько модификаций таких установок, отличающихся производительностью, которая при подаче воды может составлять 750—3000 л/ч, а при подаче пара 375—1400 л/ч.

Струйная стационарная с автоматическим управлением установка модели М129 (рис. 8.17) включает два передних 2 и два задних 3 моющих механизма, попарно установленных по сторонам моечного поста, имеющего небольшую траншею для сбора сточных вод. Перед въездом на моечный пост имеется рамка предварительного смачивания 4 с форсунками, а в конце установки, при выезде рамка ополаскивания автомобиля 1. Для обеспечения автоматизации работы установка снабжена двумя командоконтроллерами нажимного типа и аппаратным шкафом. Перед въездом на установку устанавливается светофор.

Передний моющий механизм выполнен в виде полой стойки, внутри которой с помощью двухцепной передачи перемещается каретка с водяным коллектором, которая приводится в действие от электропривода через редуктор. Задний моющий механизм также представляет собой полую стойку, внутри которой размещены электропривод и вал с коллектором и моющими форсунками. Трубчатые рамки смачивания и ополаскивания выполнены в виде дуговой арки с форсунками, развернутыми относительно друг друга под определенным углом.

Установка оборудуется конвейером для перемещения автомобилей и обеспечивает производительность 40 авт./ч.

Установки типа М129 не обеспечивают мойку автомобилей снизу, поэтому для этих целей выпускается специальная моечная установка М136. Основной ее частью являются трубчатые качающиеся коллекторы с форсунками, установленные на уровне пола. Производительность установки в зависимости от типа автомобиля 25—60 авт./ч, расход воды 200—500 л/авт., давление воды 2 МПа.

Для мойки автомобилей с полуприцепами и самосвалов применяются струйные моечные установки с подвижным порталом, осуществляющие одновременную мойку снаружи и снизу (рис. 8.18).

Достоинствами струйных моечных установок являются простота кон-

струкции, компактность, небольшая металлоемкость и универсальность. Недостатком — чрезмерно большой расход воды и недостаточное качество мойки легковых автомобилей и автобусов.

Щеточные моечные установки по выполнению рабочих органов разделяются на передвижные (перемещающиеся вдоль обрабатываемого автомобиля, который при этом остается неподвижным) и стационарные, через которые автомобиль перемещается своим ходом или с помощью конвейера.

Передвижные установки (рис. 8.19) представляют собой П-образную арку, перемещающуюся с помощью электропривода по рельсовому пути, уложенному на моечном посту. На портале монтируются две вертикальные и одна горизонтальная ротационные щетки с электроприводами и устройство для обдува (сушки) автомобиля после мойки.

Обработка автомобиля осуществляется за один или два полных (туда и обратно) прохода портала с рабочими органами. Время, необходимое на мойку легкового автомобиля, составляет 5—6 мин, поэтому такие установки применяются только на небольших АТП и на станциях технического обслуживания.

Для мойки легковых автомобилей на крупных АТП применяют стационарные автоматические щеточные установки типа М130 производительностью 60 авт./ч. Еще большую производительность (60—90 авт./ч) обеспечивает моечная поточная линия М133, включающая моечную установку М130, установку для мойки дисков колес М131 и установку для сушки М132, оснащенную толкающим конвейером.

Выпускаются также щеточные моечные установки для мойки наружных поверхностей автобусов (модели М123 и М128) и струйно-щеточные для наружной мойки автомобилей и автопоездов КамАЗ, МАЗ, «Шкода» (модель М127). Первая оснащена пятью ротационными щетками и обеспечивает производительность 60 авт./ч,

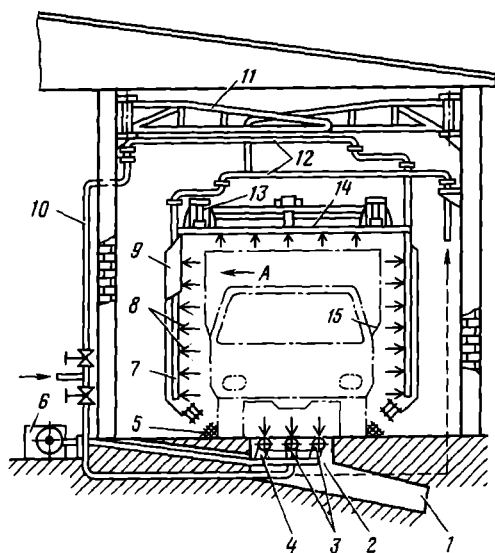


Рис. 8.18. Установка для мойки автомобилей с подвижным порталом:

1 — грязесборник; 2, 4 — рычаги привода нижнего коллектора; 3 — тяга привода нижнего коллектора; 5 — смывы загрязнений; 6 — электропривод нижнего коллектора; 7 — боковой коллектор с форсунками; 8 — распыливающие форсунки; 9 — защитный экран; 10 — напорный трубопровод; 11 — поворотные кронштейны; 12 — трубопроводы; 13 — направляющие портала; 14 — рама портала

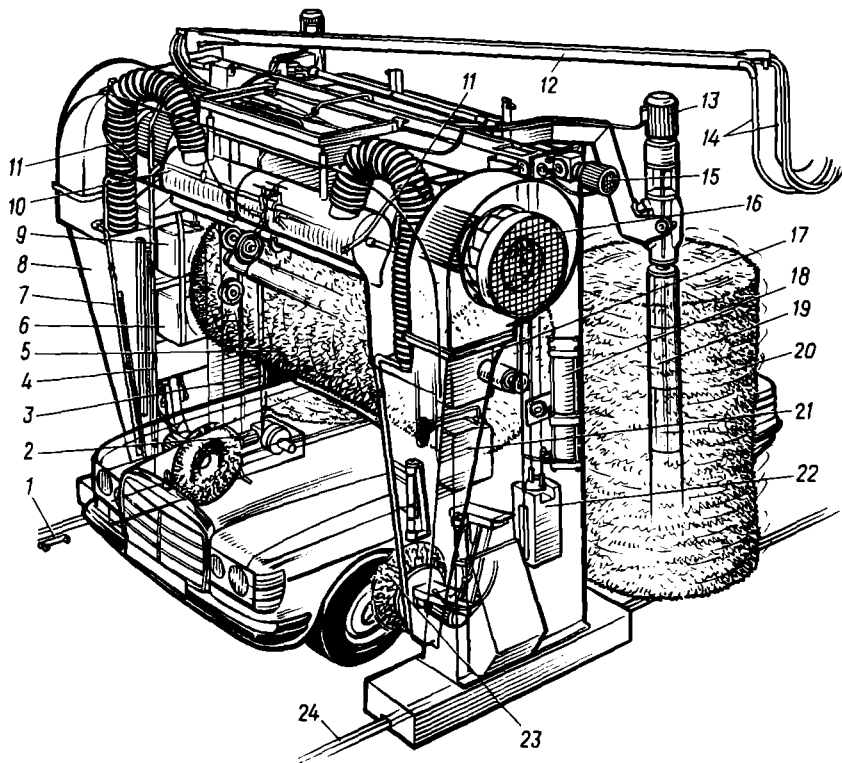


Рис. 8.19. Передвижная щеточная моечная установка для легковых автомобилей:

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 — поворотный распылитель воздуха; 11 — форсунки подачи моющего раствора; 12 — поворотный кронштейн; 13 — электромотор привода горизонтальной щетки; 14 — электропроводка; 15 — электромотор привода горизонтальной щетки; 16 — вентилятор для сушки автомобиля; 17 — бак с полиролем I; 18 — механизм изменения наклона форсунок; 19 — съемные секционные щетиноносители; 20 — левая ротационная щетка; 21 — бак с полиролем II; 22 — противовес горизонтальной щетки; 23 — устройства для мойки дисков колес; 24 — рельсовый путь

вторая семью щетками и обеспечивает мойку 80—120 авт/ч.

Для мойки деталей и узлов с масляными загрязнениями и смолистыми отложениями используются моечные машины моделей М316 и М317. Они представляют собой стационарные тупиковые камеры, в которые загружаются детали и узлы, требующие мойки. Очистка поверхности деталей осуществляется щелочным моечным раствором, подаваемым вращающимся коллектором с форсунками. Время мойки 10—15 мин, при сильно загрязненных деталях 20—30 мин. Нижняя часть установки является баком для моечного раствора, в котором смонтированы нагревательный

элемент и фильтр для очистки раствора. Внутренняя полость установки вентилируется.

Диагностическое оборудование. Предназначено для проверки технического состояния как автомобиля в целом, так и основных его узлов и систем. Техническое состояние в целом оценивается уровнем безопасности движения, воздействием на окружающую среду, тягово-экономическими характеристиками.

Согласно ГОСТ 25478—82, проверка эффективности тормозов осуществляется методами ходовых и стендовых испытаний, классификационная схема которых представлена на рис. 8.20. Методика ходовых испы-



Рис. 8.20. Классификация методов проверки тормозов автомобилей

таний заключается в том, что снаряженный автомобиль разгоняется на ровной площадке с сухим асфальтобетонным покрытием (коэффициент сцепления не ниже 0,6) до скорости 40 км/ч и водитель производит экстренное торможение. При этом оцениваются тормозной путь автомобиля и замедление, нормативные значения которых установлены стандартом в зависимости от типа автомобиля. Стояночная тормозная система оценивается по обеспечению неподвижного состояния при заезде автомобиля (автопоезда) на наклонную эстакаду с различными значениями уклона: для автомобиля полной массы 16 %, для легковых автомобилей и автобусов в снаряженном

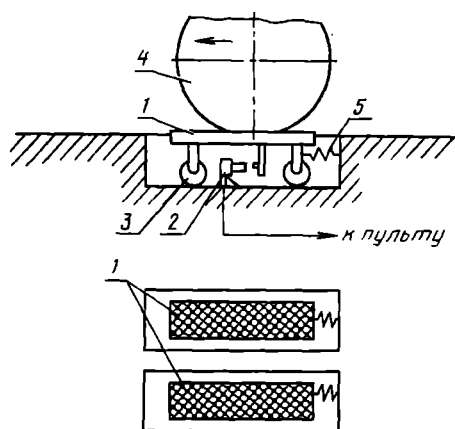


Рис. 8.21. Схема площадного тормозного стенда

состоянии 23 % и для грузовых автомобилей и автопоездов в снаряженном состоянии 31 %.

При ходовых испытаниях тормозов могут применяться деселерометры (приборы для определения ускорения), но в основном используются методы визуальных наблюдений, что делает оценку технического состояния тормозов субъективной и, как следствие, недостаточно достоверной. В связи с этим в последнее время все больший акцент в организации диагностирования тормозов переносится на стендовые методы, обеспечивающие объективную оценку тормозных свойств автомобиля. В соответствии со схемой на рис. 8.20 тормозные стенды подразделяются на площадочные и роликовые, а последние на стенды инерционного и силового типа.

Схема площадочного тормозного стенда представлена на рис. 8.21. Методика диагностирования тормозов с его использованием заключается в разгоне автомобиля до скорости 6—12 км/ч и резком торможении при наезде колесами 4 на площадки 1 стенда. Если тормоза неэффективны, то колеса автомобиля прокатываются по площадкам стенда и последние не перемещаются. Если же тормоза эффективны, колеса затормаживаются и блокируются, а под влиянием сил инерции и сил трения между колесами и поверхностью площадок автомобиль перемещается вперед и захватывает с собой площадки. Значение неограниченного пружинами 5 перемещения каждой площадки на роликах 3 воспринимается датчиками 2 и фиксируется измерительными приборами, расположенными на пульте. Основными преимуществами площадочных стендов являются их быстродействие, малая металло- и энергоемкость. Наиболее удобны стенды для проведения инспекторского контроля с выдачей заключения «годен — не годен». К недостаткам этих стендов следует прежде всего отнести низкую стабильность показаний из-за изменения коэффициента сцепления колес

автомобиля с площадками (колеса мокрые, грязные и т. д.) и заезда автомобиля с перекосом. Именно вследствие этих причин до сих пор не реализовано серийное производство этих стендов.

Указанные недостатки отсутствуют у стендов с беговыми роликами (барабанами), получивших широкое распространение во всем мире. На рис. 8.22 приведена принципиальная схема *тормозного стенда инерционного типа*. Конструктивно он выполнен из двух пар барабанов, соединенных во избежание проскальзывания колес цепными передачами. Привод осуществляется от электродвигателя мощностью 55—90 кВт через редуктор и электромагнитные муфты, при отключении которых блоки барабанов становятся самостоятельными динамическими системами. Беговые барабаны соединены с маховыми массами.

Физический смысл проверки эффективности тормозов на инерционном стенде заключается в следующем. Если в реальных условиях на дороге с помощью тормозных механизмов гасится кинетическая энергия поступательно движущегося автомобиля, то на стенде, где автомобиль неподвижен, за счет действия тормозов гасится энергия вращения барабанов и маховых масс, с которой «движущаяся дорога подкатывается под автомобиль». Для обеспечения имитации реальных условий маховые массы подбираются таким образом, чтобы момент инерции их и беговых барабанов при заданной скорости вращения обеспечивал кинетическую энергию, соответствующую кинетической энергии поступательно движущейся массы автомобиля, приходящейся на одну ось.

Преимуществами тормозных стендов инерционного типа являются высокая степень точности и достоверности определения показателей (за счет обеспечения высокой стабильности коэффициента сцепления между колесами автомобиля и барабанами стенда), возможность испытаний тормозов в режимах, прибли-

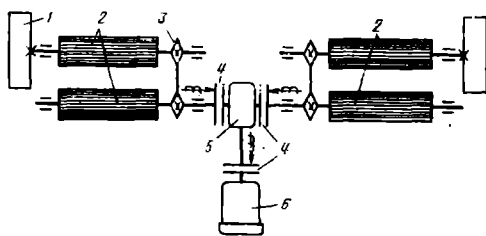


Рис. 8.22. Схема тормозного стенда инерционного типа с беговыми барабанами:

1 — маховик; 2 — барабаны стенда; 3 — цепная передача; 4 — электромагнитная муфта; 5 — редуктор; 6 — электродвигатель

жающихся к реальным, чем обеспечивается высокая информативность проверки. Однако стенды инерционного типа металлоемки (с инерционными массами до 5 т) и энергоемки. Наиболее целесообразно применение стендов данного типа при проведении приемочного контроля автомобилей с целью комплексной оценки их тормозных свойств.

Наибольшее распространение получили в настоящее время *тормозные стенды силового типа*, принципиальная схема которых показана на рис. 8.23. Так же, как и инерционные, они выполнены в виде двух пар роликов, соединенных цепными передачами. Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ним жестким валом электродвигателя мощностью 4—13 кВт с встроенным редуктором (мотор-редуктором). Вследствие использования редукторов планетарного типа, имеющих высокие передаточные отношения (32—34), обеспечивается невысокая скорость вращения роликов при испытаниях тормозов, соответствующая 2—4 км/ч скорости автомобиля. На роликах стенда нанесены насечка или специальное асфальтобетонное покрытие, обеспечивающее стабильность сцепления колес с роликами. Для обеспечения компактности конструкции и удобства монтажа блоки роликов установлены в общей раме. Стенд должен быть укомплектован датчиком усилия на тормозной педали и обеспечивать возможность

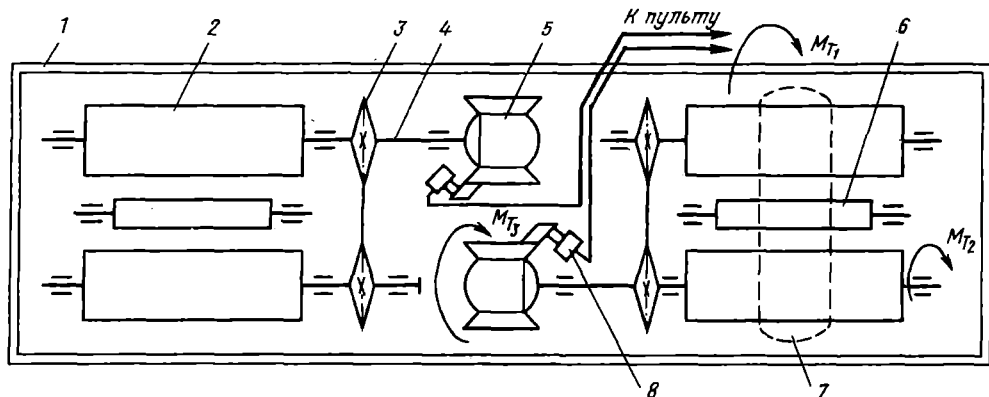


Рис. 8.23. Схема роликового тормозного стенда силового типа:

1 — рама; 2 — ролик; 3 — цепная передача; 4 — вал; 5 — мотор-редуктор; 6 — блокировочный ролик; 7 — автомобильное колесо; 8 — датчик давления

определения максимальной тормозной силы и времени срабатывания тормозного привода.

Преимуществами тормозных стендов силового типа являются их достаточно высокая точность, а низкая скорость вращения роликов при испытании тормозов определяет их высокую технологичность. К недостаткам стендов относится их металло- и энергоемкость. Наиболее удоб-

ны эти стенды при проведении операционного контроля, когда с их использованием определяется эффективность тормозов, проводятся при необходимости регулировочные работы и повторной проверкой оценивается качество выполненных регулировок. Для стендов силового типа имеются разработки по применению автоматизации процесса диагностирования, что в значительной мере повышает информативность и достоверность результатов диагностирования.

Из средств *технического диагностирования тяговых качеств* в настоящее время получили наибольшее развитие стенды силового типа, позволяющие, кроме оценки мощностных показателей, создавать постоянный нагрузочный режим, необходимый для определения показателей топливной экономичности автомобиля. Принципиальная схема стенда представлена на рис. 8.24. Он состоит из двух барабанов (или двух пар роликов), из которых один соединен с нагрузочным устройством, а другой является поддерживающим. В качестве нагрузочного устройства в настоящее время наиболее широко применяются гидравлический или индукторный тормоз. На рис. 8.25 показана сравнительная характеристика рабочих режимов указанных видов тормозных устройств, из которой видно

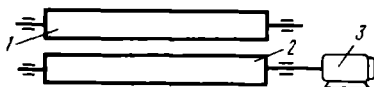


Рис. 8.24. Схема стенда тяговых качеств силового типа:

1 — поддерживающий барабан; 2 — нагрузочный барабан; 3 — нагрузочное устройство (тормоз)

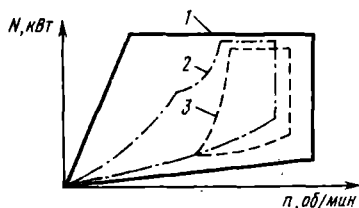


Рис. 8.25. Сравнительная характеристика рабочих режимов различных типов нагрузочных устройств:

1 — индукторного типа; 2 — гидравлического; 3 — электрического (переменного тока)

преимущество тормозного устройства индукторного типа, которое уже на малых частотах вращения обеспечивает большой тормозной момент, тогда как электротормоз переменного тока обеспечивает нагрузку только при выходе на номинальный скоростной режим (700 или 1400 об/мин), а гидротормоз также на малых частотах не развивает необходимой нагрузки. Кроме того, индукторный тормоз гораздо экономичнее электротормоза переменного тока. Так, при максимальном тормозном моменте электротормоз переменного тока потребляет мощность 55 кВт, а индукторный тормоз только 8 кВт при той же создаваемой им нагрузке.

Стенд тяговых качеств обеспечивает измерение скорости, колесной мощности (силы тяги на ведущих колесах), параметров разгона и выбега, а в комплекте с расходомером топлива — расхода топлива на различных нагрузочных и скоростных режимах и проведение соответствующих регулировок. Стенды снабжаются автоматической системой поддержания заданных нагрузочного и скоростного режимов в процессе проведения диагностирования автомобиля.

Для определения токсичности отработавших газов применяются специальные газоанализаторы для карбюраторных и *дымомеры* для дизельных двигателей.

Газоанализаторы представляют собой как автономные приборы, так и встроенные в некоторые модели мотор-тестеров. В настоящее время используются два типа газоанализаторов — инфракрасные и каталитические. Принцип действия первых основан на поглощении газовыми компонентами инфракрасных лучей с различной длиной волны: ГАИ-2 (СССР), Инфралит (ГДР). Принцип действия вторых основан на каталитическом дожигании содержащейся в выхлопных газах окиси углерода СО и фиксации повышения вследствие этого температуры при помощи электрического моста: АСТ (Польша), Элкон — SI05A (Венгрия),

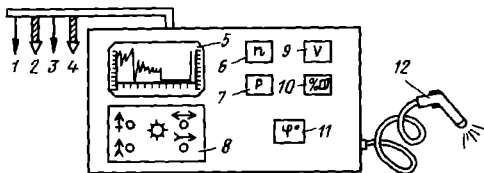


Рис. 8.26. Мотор-тестер

К-456 (СССР). К сожалению, до настоящего времени на автомобильном транспорте отсутствуют недорогие газоанализаторы, способные оценивать содержание в отработавших газах других токсичных компонентов, таких, как окислы азота (NO_x) и углеводороды (C_nH_m). У дизелей проверяется уровень дымности, оцениваемый дымомерами, работающими по принципу поглощения светового потока, проходящего через отработавшие газы.

Основная номенклатура диагностического оборудования предназначена для контроля технического состояния отдельных систем и узлов автомобиля: системы зажигания, питания, электрооборудования и освещения; цилиндропоршневой группы и клапанного механизма двигателя; рулевого управления; переднего моста и углов установки колес.

Для проверки систем зажигания применяют *мотор-тестеры*. На рис. 8.26 показан общий вид передней панели мотор-тестера. Стенды имеют в своем составе осциллограф 5 с пультом 8 для оценки изменения напряжения в электрических цепях, набор приборов в различных комбинациях, но, как правило, содержащий вольтметр 9, тахометр 7, вакуумметр 10, указатель 11 углов опережения зажигания и замкнутого состояния контактов прерывателя. Кроме того, имеется стробоскопическая лампа-пистолет 12 для определения угла опережения зажигания.

Мотор-тестер любой модификации присоединяется к системе зажигания четырьмя датчиками 1—4, которые не переставляются в процессе проведения всех проверок. Два датчика высокого напряжения и два низкого.

Первый датчик (низкого напряжения) подсоединяется к первичной цепи системы зажигания — клемме первичной обмотки катушки зажигания или клемме конденсатора на прерывателе-распределителе. Второй датчик (высокого напряжения) подсоединяется к вторичной цепи обычно, в разрыв центрального провода распределителя. Третий датчик — низкого напряжения — соединяется с корпусом (массой), а четвертый — высокого напряжения — со свечой первого цилиндра (в разрыв провода высокого напряжения).

Первые три датчика обеспечивают снятие характеристик напряжения в первичной и вторичной цепях системы зажигания, а четвертый синхронизирует сигнал с работой свечи первого цилиндра. Вследствие синхронизации на экране осциллографа первая картинка принадлежит первому цилиндру, а остальные в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя, что дает возможность локализовать место неисправности. Кроме того, стробоскопическая лампа также управляется четвертым датчиком и мигает в момент проскакивания искры на свече первого цилиндра.

Мотор-тестер с помощью осциллографа методом сравнения с эталонными осциллограммами позволяет определить отклонения в работе генератора переменного тока, состояние конденсатора и первичной обмотки катушки зажигания, состояние и зазор в контактах прерывателя, пробивное напряжение на свечах и работоспособность катушки зажигания. Имеющийся в комплекте вольт-

метр позволяет оценить работоспособность системы пуска и реле-регулятора. С помощью стробоскопической лампы измеряют начальный угол опережения зажигания, характеристики центробежного и вакуумного регуляторов. Вакуумметр и тахометр позволяют задавать и поддерживать тестовые режимы проверок, оценивать эффективность работы цилиндров путем поочередного выключения зажигания в каждом цилиндре. В зависимости от модели мотор-тестера меняются наборы комплекса приборов и варьируется перечень возможных проверок, в частности, по оценке системы питания дизельных двигателей.

В настоящее время находят все более широкое применение мотор-тестеры второго поколения (см. гл. 4) — автотестеры, в которых благодаря использованию микропроцессорных систем полностью автоматизированы процессы диагностирования и постановки диагноза, а оператор по командам, выводимым на дисплей, задает необходимые тестовые режимы и выполняет регулировочные работы.

По системе освещения наиболее ответственной является *проверка правильности установки фар*. В соответствии с требованиями ГОСТ 25478—82 диагностическое оборудование для проверки фар должно обеспечивать контроль направленности светового потока и силу света фар.

В качестве СТД наиболее прогрессивным решением является использование оптической камеры, что позволяет значительно уменьшить габариты прибора. Схема оптической камеры показана на рис. 8.27.

В нашей стране применяют фары двух типов: симметричной («американской») системы (до 30 % в парке, в основном на снятых с производства моделях) и «европейской» асимметричной системы. Отличие указанных систем фар графически показано на рис. 8.28 и заключается в том, что у асимметричных фар за счет специального бокового эк-

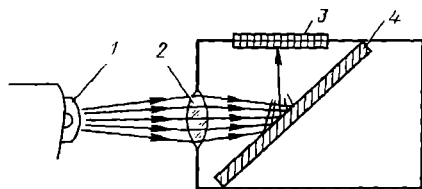


Рис. 8.27. Схема оптической камеры:

1 — фара; 2 — линза; 3 — матовый полупрозрачный экран; 4 — зеркало

ранчика в лампе происходят отрезание и отбрасывание левой части луча вправо, чем достигается двойной эффект: уменьшается вероятность ослепления водителей встречных транспортных средств и увеличивается интенсивность освещения дороги непосредственно перед автомобилем. Указанная конструктивная особенность фар определяет различие в методах их диагностирования. У симметричных фар проверка направленности светового потока 4 производится при включенном дальнем свете, и на экране 2 прибора сравнивается положение светового пятна 1 по отношению к перекрестью 3, нанесенному на экран. Световое пятно должно находиться в центре перекрестья и, если оно смещено, то необходимо отрегулировать фару с помощью винтов, изменяющих наклон фары по вертикали и горизонтали. У асимметричных фар проверка производится при включенном ближнем свете. В этом случае световой поток 5 не сфокусирован, поэтому на экране 6 прибора наблюдаем не световое пятно, а равномерно освещенную поверхность экрана. При этом на экране достаточно четко видна граница 7 между освещенной и затененной поверхностями. Граница представляет собой ломаную линию, расположение которой на экране сравнивается с нанесенной на нем эталонной ломаной линией 8. Несовпадение границы света и тени с нанесенной на экране ломаной линией свидетельствует о необходимости регулировки фары, как и в ранее рассмотренном случае.

Проверка силы света фар проводится при включенном дальнем свете с помощью фотометра.

Приборы для диагностирования систем питания различные для карбюраторных и дизельных двигателей.

Для проверки карбюраторов применяют установку модели 489А, позволяющую имитировать условия работы карбюратора на автомобиле и определять аэродинамическое сопротивление впускных трубопроводов. Проверку бензонасоса проводят

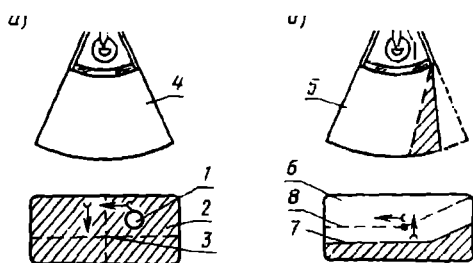


Рис. 8.28. Схемы проверки и регулировки фар симметричного (а) и асимметричного (б) типов

непосредственно на автомобиле прибором модели 527Б или К436. Приборы определяют максимальное давление, плотность прилегания впускных клапанов, герметичность соединений.

Для проверки топливной аппаратуры дизеля используют специальный анализатор модели К261. Он обеспечивает определение частоты вращения коленчатого вала двигателя и кулачкового вала топливного насоса, частоту вращения начала и конца действия регулятора частоты вращения, характеристики впрыскивания топлива. При подключении к анализатору осциллографа можно визуально оценивать характеристики впрыскивания.

Наиболее ответственными приборами являются приборы для контроля расхода топлива. В настоящее время на автомобильном транспорте получили наибольшее распространение *расходомеры топлива* трех типов — объемные, весовые и массовые (ротаметрические). Первые два типа представляют собой расходомеры дискретного действия (для определения расхода топлива необходимо израсходовать порцию топлива на интервале пробега или времени и сделать перерасчет удельных показателей на единицу пути или времени). Третий тип расходомеров — приборы непрерывного действия, показывающие в каждый момент времени мгновенный расход топлива.

Получившие благодаря своей простоте широкое распространение рас-

ходомеры топлива объемного типа применяются в основном для автомобилей с карбюраторными двигателями. На рис. 8.29 представлена принципиальная схема такого расходомера. В его конструкцию входят расширительный бачок 1, мерная колба 3 с рисками 4, трехходовой кран 2 переключения подачи топлива. Расходомер подключается в разрыв между бензонасосом и карбюратором двигателя. Топливо от бензонасоса поступает в расширительный бачок и через открытый трехходовой кран к карбюратору. При измерении расхода топлива, когда автомобиль выведен на заданный скоростной и нагрузочный режим, перекрывают кран, и бензин к карбюратору начинает поступать из мерной колбы. Оператор визуально (или с помощью автоматизированной системы с фотоэлементами) при прохождении уровня топлива верхней риски включает счетчик пути или секундомер, а при прохождении нижней риски после израсходования мерного объема топлива выключает счетчик пути или секундомер, переключает трехходовой кран в положение заполнения системы и определяет путь или время, которые автомобиль двигался в заданном режиме на мерном объеме топлива. Пользуясь расчетными таблицами, определяют удельные показатели топливной экономичности автомобиля — линейный (в л/100 км) или часовой (в л/ч) расход топлива.

Принцип действия расходомера топлива весового типа точно такой

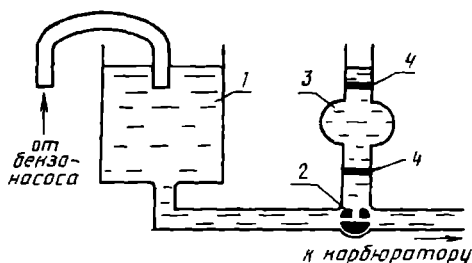


Рис. 8.29. Схема расходомера топлива объемного типа:

1 — расширительный бачок; 2 — трехходовой кран; 3 — мерная колба; 4 — контрольные риски объема топлива

же. Только вместо мерной колбы используются весы и порции топлива задаются в весовом виде. Весовые расходомеры обладают большей точностью и стабильностью показаний, так как весовая порция топлива менее подвержена изменениям под воздействием внешних факторов, таких, как температура воздуха, барометрическое давление, температура топлива, его плотность и т. п. Кроме того, эти расходомеры позволяют достаточно просто решить проблему учета перепуска топлива в топливном насосе высокого давления дизеля, отводя перепуск назад в сосуд с весовой порцией топлива. В случае с объемным расходомером этого сделать не удастся из-за появления волнения и вспенивания поверхности топлива, что не позволяет определить моменты прохождения верхней и нижней риски.

Наиболее удобными и технологичными являются расходомеры непрерывного действия. В конструкцию такого расходомера могут, например, входить корпус и вертушка с вогнутыми лопастями, установленными на оси, укрепленной в подшипниках. Каждая лопасть плотно, с минимальным зазором прилегает к корпусу и имеет определенный объем. При вращении вертушки каждая лопасть на входе забирает определенный объем топлива и доносит его до выпускного канала. Расходомер имеет два датчика, один из которых показывает скорость вращения вертушки, что соответствует мгновенному расходу топлива, а второй определяет суммарное количество оборотов, что дает возможность определить общий расход топлива.

Расходомеры данного типа нашли широкое применение в авиации, на тепловых турбинах, а на автомобильном транспорте их применение до последнего времени сдерживалось трудностью обеспечения достаточной точности при малых расходах топлива, характерных для режимов холостого хода двигателя. И только в последние годы у нас в стране и за рубежом стали появляться образ-

a)



Рис. 8.30. Компрессометры с манометром (а) и с самописцем (б)

принцип действия которого основан на измерении снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя при отключении цилиндров. Если частота вращения при отключении цилиндра не изменяется, цилиндр неисправен.

С помощью прибора К272 (рис. 8.31), измеряя утечку сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры, сравнительно просто и быстро определяют наличие в любом из них следующих 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 утечки 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, шкала которого проградуирована в процентах утечки воздуха (0—100 %), при положении поршня в НМТ и в ВМТ. Полученные данные сравниваются с нормативными значениями.

Рулевое управление в целом проверяют прибором модели К187. Он позволяет определить суммарный люфт (по углу поворота рулевого колеса), а также общую силу трения, для чего передние колеса вывешивают, чтобы устранить трение шин в пятне контакта, и специальным динамометром измеряют усилие поворота рулевого колеса.

При обслуживании рулевых систем, снабженных гидроусилителем, дополнительно применяют установку

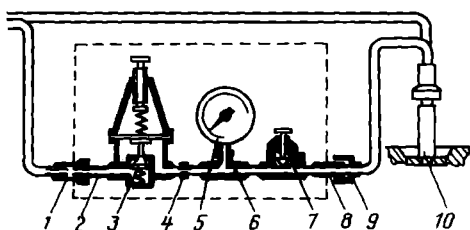


Рис. 8.31. Принципиальная схема прибора для проверки герметичности надпоршневого пространства цилиндра двигателя:

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 — специальный штуцер

модели К465М, которая позволяет определить утечку масла, давление гидравлического насоса, производительность насоса.

Износ шкворневого узла переднего моста грузового автомобиля проверяют прибором модели Т-1. Порядок работы с этим прибором приведен в разделе 9.3.

Наиболее обширная номенклатура стенов (приборов) — для контроля углов установки колес.

Проездные платформенные или реечные стенды для проверки углов установки колес (рис. 8.32) предназначены для экспресс-диагностирования геометрического положения автомобильного колеса по наличию или отсутствию в пятне контакта боковой силы. Когда углы установки колес не соответствуют требованиям, в пятне контакта возникает боковая сила, которая воздействует на платформу (рейку) и смещает её в поперечном направлении. Смещение регистрируется на измерительном устройстве. Какой угол установки колес надо регулировать, данные стенды не указывают. При необходимости дальнейшего обслуживания автомобиля выполняют на стендах, работающих в статическом режиме.

Платформенные стенды устанавливают под одну колею автомобиля, реечные — под две. Автомобиль проезжает через стенд со скоростью примерно 5 км/ч.

Стенды с беговыми барабанами предназначены для измерения боковых сил в местах контакта управляемых колес автомобиля с опорной поверхностью барабана.

Для измерения боковых сил автомобиль устанавливают на стенде и включают электродвигатели барабанов. При помощи рулевого колеса, наблюдая за приборами, добиваются равенства боковых сил на обоих колесах. Если показания не соответствуют норме, регулируют сходжение. В случае, если требуемого результата достичь не удалось, дальнейшее обслуживание автомобиля выполняют на стендах, работающих в статическом режиме.

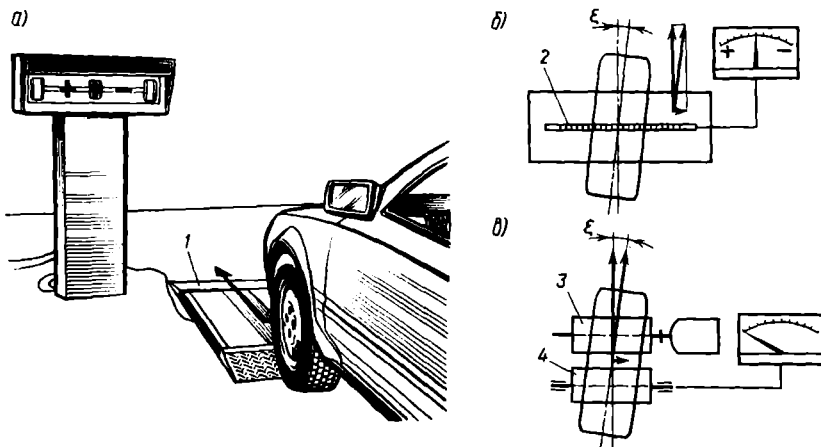


Рис. 8.32. Средства контроля углов установки колес в динамическом режиме:

а — проездной платформенный стенд; *б* — схема проездного реечного стенда; *в* — схема стенда с беговыми барабанами;
 1 — платформа поперечного перемещения; 2 — рейка поперечного перемещения; 3 — ведущий барабан; 4 — ведомый барабан осевого перемещения

Стенды с беговыми барабанами в основном предназначены для автомобилей, у которых предусмотрена регулировка только схождения. Эти стенды металлоемкие и дорогостоящие, поэтому использовать их целесообразно только на крупных АТП.

Стенды (приборы) для контроля углов установки колес в статическом режиме позволяют измерять углы: продольного и поперечного наклона оси шкворня, развала, соотношения углов поворота, схождения. Эти стенды получили наибольшее распространение из-за простоты конструкции и невысокой стоимости. Функциональные возможности стендов примерно одинаковые, основные различия — в принципе измерения.

Измерение по уровню: на колесо автомобиля крепят прибор и по жидкостным уровням выставляют его «горизонт» (рис. 8.33, *а*).

Поворачивая колеса вправо и влево, определяют, какой наклон получили уровни. Величина этих наклонов зависит от фактических значений углов установки колес. Отечественный прибор данного типа — М2142.

Принцип уровня (или отвеса)

заложен в измерительные системы большинства современных конструкций. Отклонение колеса от этих базовых положений считывается визуально, а в некоторых конструкциях автоматически и выдается на перфокарту или дисплей.

Измерение контактным способом — на автомобильное колесо строго параллельно его плоскости вращения крепят металлический диск. К нему по направляющим подводят прибор с подвижными измерительными стержнями. По величине утапливания стержней определяют значения углов установки колес (рис. 8.33, *б*). Выпускаемый в настоящее время стенд такого типа К622 предназначен для легковых автомобилей, но легко может быть модернизирован для грузовых и технологически удобен для измерения углов схождения и развала на поточных линиях технического обслуживания.

Измерение по проецируемому лучу: на автомобильное колесо крепят проектор, посылающий на экран узкий световой или лазерный луч (рис. 8.33, *в*). Изменяя положение колеса по соответствующим шкалам, поочередно измеряют углы установки

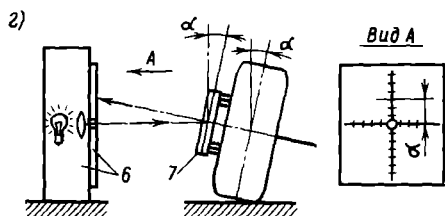
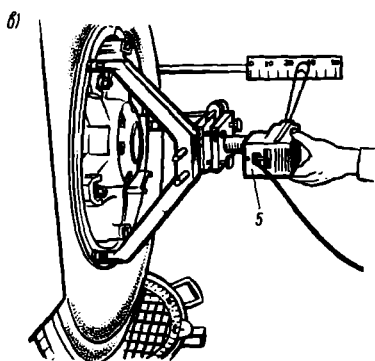
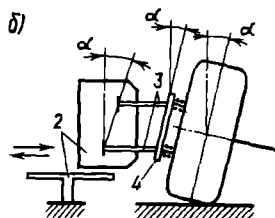
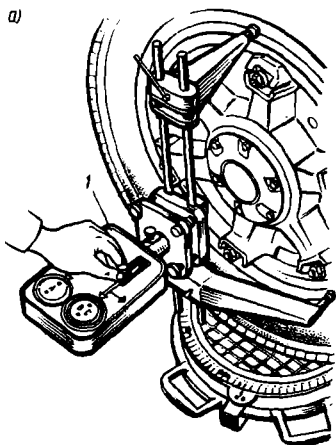


Рис. 8.33. Средства контроля углов установки колес в статическом режиме:

1 — прибор с уровнями; 2 — измерительная головка с направляющими; 3 — измерительные стержни; 4 — контактный диск для крепления на колесе; 5 — проектор; 6 — источник светового луча с измерительной шкалой; 7 — зеркальный отражатель

колеса, а также геометрию базы автомобиля. Представителем стан­дов этого типа является модель K111 для легковых автомобилей и K621 — для грузовых.

Измерение по отраженному лучу: на автомобильное колесо крепят трехгранный зеркальный отра­жатель, центральное зеркало которого должно быть параллельно плоскости качения колеса. На зеркало посы­лают луч с визирным символом (рис. 8.33, г). Изменяя положение колеса, по положению визира на соответствующих шкалах поочередно определяют углы установки колеса. Стенды данного типа получили наибольшее распространение на АТП (модель 1119М), так как надежны, имеют высокую точность измерения, просты в работе и обслуживании. В настоящее время разработан новый стенд данного типа модели K620, предназначенный для легковых авто­мобилей.

Для измерения только угла схож­дения применяют специальную ли­нейку (модель 2182), которая универ­сальна и пригодна для всех автомо­билей. Использование линейки оп­равдано только при отсутствии другого оборудования, так как обес­печиваемая ею точность примерно в 2—4 раза ниже, чем стационарных стан­дов, что недостаточно для совре­менных автомобилей.

Смазочно-заправочное оборудо­вание. Подразделяется на стационар­ное, применяемое на постах обслужи­вания автомобилей с большей про­пускной способностью, и передвиж­ное. Подачу масла (жидкостей) обеспечивают нагнетательные устрой­ства, приводимые в действие электродвигателями или сжатым воздухом. Некоторые виды оборудования имеют ручной привод.

На специализированных постах по смазке и заправке (дозаправке) автомобилей наиболее перспективно применение механизированной *маслораздаточной установки* модели C101 (рис. 8.34).

Установка имеет панель, содержа-

щую пять 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 под действием пневматических насосов, установленных в резервуарах — стандартных бочках, в которых масла и смазки поступают на АТП. После опорожнения бочки заменяют на новые. При подаче жидких масел обеспечивается давление до 0,8 МПа. При подаче пластической смазки обеспечивается рабочее давление в интервале 25—40 МПа в зависимости от сопротивления продавливания смазки в пресс-масленки. 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 винтовой парой: резьбовой канал, заполняемый смазкой и вворачиваемый в него резьбовой шток.

Установку, кроме указанного на рис. 8.34 настенного варианта, выпускают с напольным расположением панели (модель С101-1) и с потолочным расположением (модель С101-2). Счетчика расхода масел установка не имеет.

Промышленностью выпускается также ряд маслоподающих установок для одного конкретного вида смазки. Для моторного масла — маслораздаточная колонка (модель 3155М1), позволяющая вести учет расхода масла и при необходимости разогреть его. Без разогрева масла — модели 367М4, 397А, С228 и др. Для раздачи трансмиссионного масла выпускают установки моделей 3119М, 3161 и т. д. Счетчика расхода масла они не имеют. Для пластических смазок выпускают *нагнетатели* моделей С321, 1127 и др. Технические характеристики колонок (нагнетателей) примерно одинаковы с установкой С101. Отличия состоят в

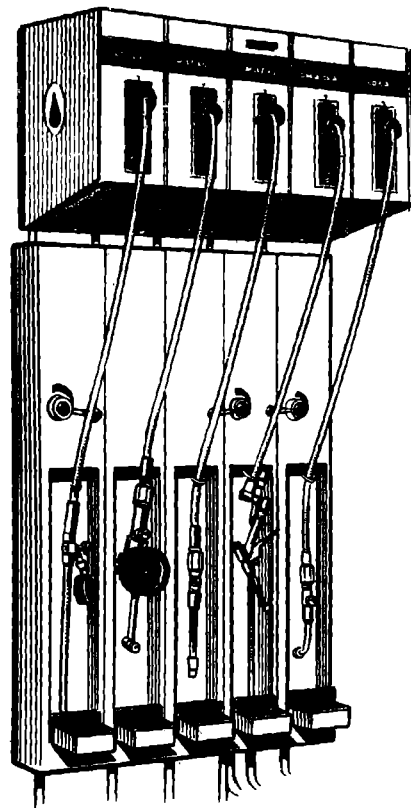


Рис. 8.34. Механизированная маслораздаточная установка

конструкции подающих насосов и резервуаров для масла (смазки).

Для заправки гидравлического привода тормозов, прокачки системы и замены в ней жидкости выпускается приспособление модели 326. Оно представляет собой бак объемом 10 л, из которого тормозная жидкость под действием сжатого воздуха (0,3 МПа) через раздаточный шланг и резьбовой штуцер подается в главный тормозной цилиндр. Применение данного приспособления позволяет замену тормозной жидкости или прокачку системы проводить одним исполнителем.

Для нанесения жидких противокоррозионных покрытий на нижние поверхности и оперение автомобиля выпускаются передвижные установки модели 183М. Противокоррозионное покрытие (вязкость 70—150 мм²/с)

распыляется и наносится на автомобиль в виде эмульсии воздухом, поступающим в смеситель под давлением 0,5—1,0 МПа.

В последнее время в практике больших АТП находят применение малогабаритные установки для раздачи масла, горячей воды, сжатого

воздуха, смонтированные на автомобиле или малотоннажном автомобиле. На них также устанавливают несколько аккумуляторных батарей большой емкости. Этим значительно облегчаются дозаправка автомобилей и их запуск в зимнее время при открытом способе хранения.

Глава 9

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

9.1. ДВИГАТЕЛЬ И ЕГО СИСТЕМЫ

К характерным повреждениям кривошипно-шатунного механизма (КШМ) относятся: износ цилиндров, поршневых колец, канавок, стенок и отверстий в бобышках поршня, поршневых пальцев, втулок головок шатунов, шеек и вкладышей коленчатого вала; закоксовывание колец. К характерным отказам — поломка поршневых колец, задиры зеркала цилиндров и заклинивание поршней, подплавление подшипников, появление трещин блока цилиндров и головки блока цилиндров.

Основными признаками неисправности КШМ являются: уменьшение компрессии в цилиндрах, появление шумов и стуков при работе двигателя, прорыв газов в картер и появление из маслосливной горловины голубоватого дыма с резким запахом, увеличение расхода масла, разжижение масла в картере из-за проникновения паров рабочей смеси при тактах сжатия, загрязнение свечей зажигания маслом. отчего на электродах образуется нагар и ухудшается искрообразование. При этом, как правило, повышается расход топлива и снижается мощность двигателя.

К характерным повреждениям газораспределительного механизма (ГРМ) относятся: износ толкателей и их направляющих втулок, тарелок клапанов и их гнезд, шестерен, кулачков и опорных шеек распределительного вала; нарушение зазоров между

стержнями клапанов и коромыслами (толкателями). К характерным отказам — поломка и потеря упругости клапанных пружин, поломка зубьев распределительных шестерен, прогорание клапанов. Признаками неисправности ГРМ служат стуки, появление вспышек в карбюраторе и хлопков в глушителе.

Техническое обслуживание КШМ и ГРМ. Является частью технического обслуживания двигателя и включает проверку и подтягивание креплений, диагностирование двигателя, регулировочные и смазочные работы.

Крепёжные работы проводят для проверки состояния креплений всех соединений двигателя: опор двигателя к раме, головки цилиндров и поддона картера к блоку, фланцев впускного и выпускного трубопроводов и других соединений.

Для предотвращения пропуска газов и охлаждающей жидкости через прокладку головки цилиндров проверяют и при необходимости определенным моментом подтягивают гайки ее крепления к блоку. Делается это с помощью динамометрического ключа (см. рис. 8.11). Момент и последовательность затяжки гаек установлены заводами-изготовителями (рис. 9.1). Чугунную головку цилиндров крепят в горячем состоянии, а из алюминиевого сплава — в холодном.

Проверку затяжки болтов крепления поддона картера во избе-

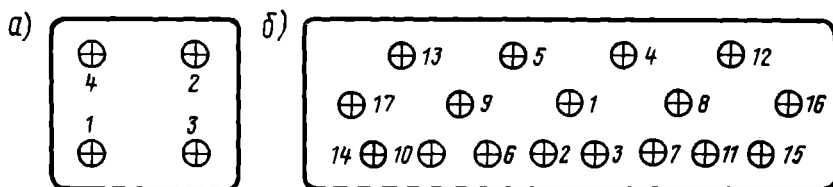


Рис. 9.1. Последовательность затяжки гаек крепления головок к блоку цилиндров двигателей КамАЗ-740 (а) и ЗИЛ-130 (б)

жание его деформации и нарушения герметичности также производят с соблюдением определенной последовательности, заключающейся в поочередном подтягивании диаметрально расположенных болтов.

Диагностирование технического состояния КШМ и ГРМ на автотранспортных предприятиях осуществляют: по количеству газов, прорывающихся в картер; по давлению в конце такта сжатия (компрессии), по утечке сжатого воздуха из цилиндров, путем прослушивания двигателя с помощью стетоскопа.

Количество газов, прорывающихся в картер двигателя между поршнями с кольцами и цилиндрами, замеряют газовым расходомером, соединенным с маслянистым патрубком. При этом картер двигателя герметизируют резиновыми пробками, закрывающими отверстия под масляный щуп и газоотводящую трубку системы вентиляции картера. Замеры проводят на динамометрическом стенде при полной нагрузке и максимальной частоте вращения коленчатого вала. Для нового двигателя количество прорывающихся газов в зависимости от модели двигателя составляет 16—28 л/мин. Несмотря на простоту метода, использование его на практике встречает затруднения, связанные с необходимостью создания полной нагрузки и непостоянным количеством прорывающихся газов, зависящим от индивидуальных качеств двигателя.

Наиболее часто диагностирование КШМ и ГРМ проводят компрессометром (см. рис. 8.30) путем измерения давления в конце такта сжатия,

которое служит показателем герметичности и характеризует состояние цилиндров, поршней с кольцами и клапанов.

Наиболее совершенен метод определения состояния КШМ и ГРМ с помощью специального прибора по утечкам сжатого воздуха, принудительно подаваемого в цилиндр через отверстие под свечу (см. рис. 8.31).

Прослушивание с помощью стетоскопа шумов и стуков, которые являются следствием нарушения зазоров в сопряжениях КШМ и ГРМ, также позволяет провести диагностирование двигателя. Однако для этого требуется большой практический опыт исполнителя.

Регулировочные работы проводятся после диагностирования. При обнаружении стука в клапанах, а также при ТО-2 проверяют и регулируют тепловые зазоры между торцами стержней клапанов и носками коромысел (рис. 9.2). При регулировке зазоров на двигателе ЗМЗ-53 поршень 1-го цилиндра на такте сжатия

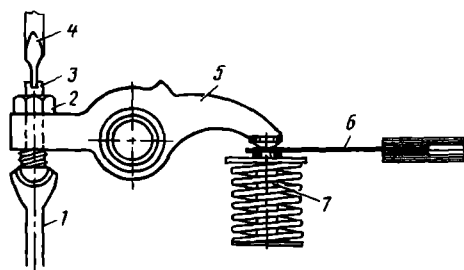


Рис. 9.2. Регулировка зазоров в газораспределительном механизме:

1 — штанга; 2 — контргайка; 3 — регулировочный винт; 4 — отвертка; 5 — коромысло; 6 — щуп; 7 — клапан

устанавливают в ВМТ, для чего поворачивают коленчатый вал до совмещения риски на его шкиве с центральной риской на указателе, расположенном на крышке распределительных шестерен. В этом положении регулируют зазоры между стержнями клапанов и носками коромысел 1-го цилиндра. Зазоры у клапанов остальных цилиндров регулируют в последовательности, соответствующей порядку работы цилиндров: 1-5-4-2-6-3-7-8, поворачивая коленчатый вал при переходе от цилиндра к цилиндру на 1/4 оборота. Существует и другой способ регулировки зазоров. Так, в двигателе ЗИЛ-130 после установки поршня 1-го цилиндра в ВМТ, для чего совмещают отверстие в шкиве коленчатого вала с меткой ВМТ, сначала регулируют зазоры у обоих клапанов 1-го цилиндра, выпускных клапанов 2, 4 и 5-го цилиндров, впускных клапанов 3, 7 и 8-го цилиндров. Зазоры у остальных клапанов регулируют после поворота коленчатого вала на полный оборот.

Для регулировки зазоров в двигателе КамАЗ-740 коленчатый вал устанавливают в положение, соответствующее началу подачи топлива в 1-м цилиндре, используя фиксатор, смонтированный на картере маховика. Затем поворачивают коленчатый вал через люк в картере сцепления на 60° и регулируют зазоры клапанов 1-го и 5-го цилиндров. Далее поворачивают коленчатый вал на 180, 360 и 540°, регулируя соответственно зазоры в 4-м и 2-м, 6-м и 3-м, 7-м и 8-м цилиндрах.

Нетрудно видеть, что независимо от способа установки коленчатого вала в исходную для регулировки позицию тепловой зазор в приводе каждого клапана проверяется и регулируется в положении, когда этот клапан полностью закрыт.

Текущий ремонт КШМ и ГРМ. Характерными работами при текущем ремонте КШМ и ГРМ являются замена гильз, поршней, поршневых колец, поршневых пальцев, вкладышей шатунных и коренных подшип-

ников, клапанов, их седел и пружин, толкателей, а также шлифование и притирка клапанов и их седел.

Замена гильз блока цилиндров производится в случаях, когда их износ превышает допустимый, при наличии сколов, трещин любого размера и задиров, а также при износе верхнего и нижнего посадочных поясков.

Извлечь гильзы из блока цилиндров достаточно трудно. Поэтому их выпрессовывают с помощью специального съемника, захваты которого зацепляют за нижней торец гильз. Использование других методов недопустимо, так как это приводит к повреждению посадочных отверстий под гильзы в блоке цилиндров двигателя и самих гильз.

Перед запрессовкой новой гильзы ее необходимо подобрать по блоку цилиндров таким образом, чтобы ее торец выступал над плоскостью разъема с головкой блока. Для этого гильзу устанавливают в блок цилиндров без уплотнительных колец, накрывают поверочной плитой и шупом замеряют зазор между плитой и блоком цилиндров.

Гильзы, установленные в блок без уплотнительных колец, должны свободно проворачиваться. Перед окончательной постановкой гильз следует проверить состояние посадочных отверстий под них в блоке цилиндров. Если они сильно поражены коррозией или имеют раковины, необходимо отремонтировать их нанесением слоя эпоксидной смолы, смешанной с чугунными опилками, который после застывания зачистить заподлицо. Края верхней части блока, которые первыми соприкасаются с резиновыми уплотнительными кольцами при запрессовке гильзы, должны быть зачищены шлифовальной шкуркой для предотвращения повреждений уплотнительных колец в процессе запрессовки.

Гильзы с установленными на них резиновыми уплотнительными кольцами запрессовывают в блок цилиндров с помощью пресса. Можно это сделать и с помощью специального

приспособления, устройство и работа которого ясны из рис. 9.3. При надевании уплотнительных колец их нельзя сильно растягивать, а также допускать скручивания в канавке гильзы цилиндра.

Замена поршней производится при образовании на поверхности юбки глубоких задиров, прогорании днища и поверхности поршня в зоне верхнего компрессионного кольца, при износе верхней канавки под поршневое кольцо больше допустимого.

Замену поршня делают без снятия двигателя с автомобиля: сливают масло из поддона картера, снимают головку блока и поддон картера, расшплинтовывают и отворачивают гайки шатунных болтов, снимают крышку нижней головки шатуна и вынимают вверх поврежденный поршень в сборе с шатуном и поршневыми кольцами. Затем вынимают из отверстий в бобышках стопорные кольца, с помощью пресса выпрессовывают поршневой палец и отделяют поршень от шатуна. В случае необходимости тем же прессом выпрессовывают бронзовую втулку верхней головки шатуна.

Перед заменой поршня необходимо сначала подобрать его по цилиндру. Для этого необходимо выбрать поршень, размерная группа которого соответствует размерной группе гильзы (цилиндра), и проверить лентой-щупом зазор между поршнем и гильзой (рис. 9.4). Для этого поршень вставляют в цилиндр головкой вниз так, чтобы край юбки совпадал с торцом гильзы, а лента-щуп, вставленная между гильзой и поршнем, находилась в плоскости, перпендикулярной оси пальца. Затем динамометром протягивают ленту-щуп и измеряют усилие протягивания, которое должно находиться в пределах допустимого. Размеры ленты-щупа и усилие протягивания для разных моделей двигателей приведены в инструкции по эксплуатации или в руководстве по ремонту. Так, для двигателей ЗИЛ-130 используют ленту толщиной 0,08 мм, шириной 13 мм и длиной 200 мм, а усилие проти-

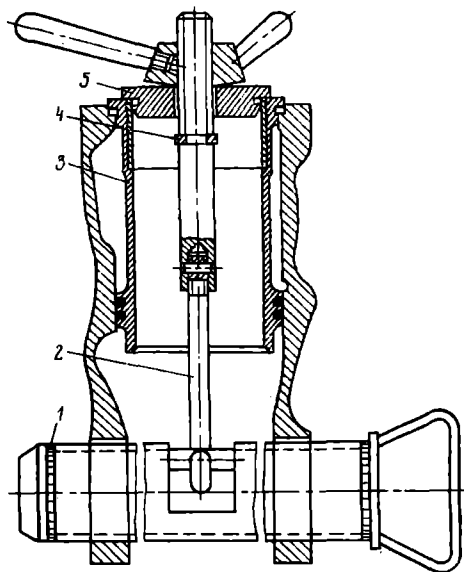


Рис. 9.3. Приспособление для запрессовки гильзы в блок цилиндров:

1 — скалка; 2 — захват; 3 — гильза; 4 — упорное кольцо; 5 — оправка

вания должно быть 35—45 Н. Если усилие отлично от рекомендуемого, берут другой поршень той же размерной группы или, в виде исключения,

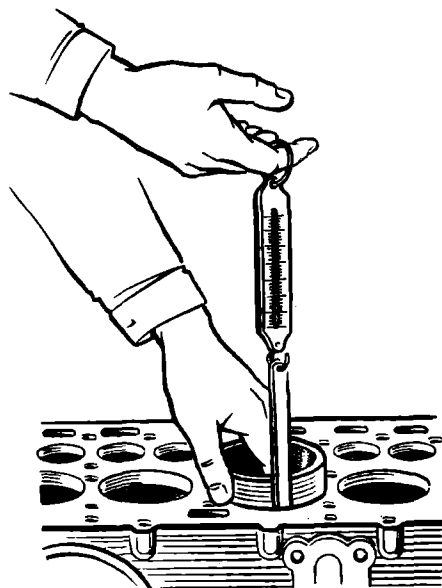


Рис. 9.4. Проверка зазора между поршнем и цилиндром

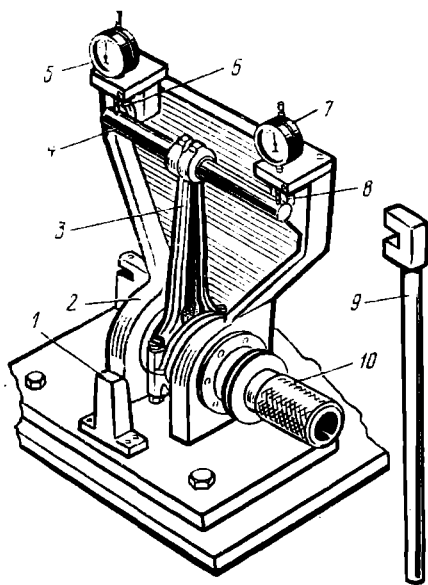


Рис. 9.5. Приспособление для контроля и правки шатуна:

1 — унор для правки шатуна; 2 — корпус приспособления; 3 — шатун; 4 — оправка для верхней головки шатуна; 5, 7 — индикаторы; 6, 8 — опорные выступы; 9 — ключ для правки; 10 — оправка для нижней головки шатуна

соседней размерной группы и снова подбирают его по цилиндру.

В пределах номинального и каждого ремонтного размера гильз и поршней двигателя ЗИЛ-130 имеется шесть размерных групп. Диаметры цилиндров в пределах каждой из них отличаются на 0,01 мм. Индекс размерной группы (А, АА, Б, ББ, В, ВВ для гильз и поршней номинального размера и Г, ГГ, Д, ДД, Е, ЕЕ для 1-го ремонтного размера и т. д.) обозначен на верхнем торце гильзы и на днище поршня.

Аналогичные размерные группы в пределах каждого ремонтного размера имеют все другие двигатели автомобилей.

При сборке двигателей, снятых с автомобиля, подбор поршней по цилиндрам осуществляется аналогичным образом, так же подбирают поршни при сборке двигателей на заводах-изготовителях.

При замене поршней на АТП, кроме подбора поршня по цилиндру,

следует обеспечить соблюдение еще одного важного требования ТУ на сборку двигателей: диаметр отверстия в бобышках поршня, диаметр поршневого пальца и диаметр отверстия в бронзовой втулке верхней головки шатуна должны иметь одну размерную группу. Поэтому перед сборкой комплекта «поршень — палец — шатун» необходимо убедиться, что маркировка, нанесенная краской, на одной из бобышек поршня, на торцах пальца и верхней головки шатуна выполнена одной краской.

В случае, когда меняют всю цилиндропоршневую группу, что чаще всего происходит на практике, проблем с подбором не возникает: поршень, палец, поршневые кольца и гильза, поступающие в запасные части комплектом, подобраны заранее. Поэтому при сборке требуется по маркировке деталей убедиться в правильности подбора и проверить лентой-шупом зазор между поршнем и гильзой. Можно обойтись и без ленты-шупа. Правильно подобранный поршень должен под собственным весом медленно опускаться в гильзе. Необходимо также проверить, подходит ли новый поршневой палец к верхней головке шатуна: поршневой палец должен плавно входить в отверстие втулки верхней головки шатуна под нажимом большого пальца руки.

Перед тем как соединять поршень с шатуном, последний необходимо проверить на параллельность осей головок. Делается это на контрольном приспособлении с индикаторными головками (рис. 9.5).

При деформации, превышающей допустимые пределы, шатун правят. Затем поршень помещают в ванну с жидким маслом, нагревают до температуры 60 °С и с помощью оправки запрессовывают поршневой палец в отверстия бобышек поршня и верхней головки шатуна. После запрессовки в канавки бобышек вставляют стопорные кольца.

Аналогичным образом, начиная со снятия головки блока цилиндров и поддона картера, поступают в случае

необходимости замены втулки верхней головки шатуна, поршневого пальца и поршневых колец. Негодные втулки выпрессовывают, а на их место запрессовывают новые, обеспечивая при этом необходимый натяг. Затем втулки растачивают на горизонтально-расточном станке или обрабатывают с помощью развертки. Внутренняя поверхность втулки должна быть чистой, без рисок с параметром шероховатости порядка $Ra=0,63$ мкм, а овальность и конусообразность отверстия не должны превышать 0,004 мм.

Перед установкой поршня в сборе с шатуном в блок цилиндров проводят установку комплекта поршневых колец в канавки поршня. Зазор между компрессионным кольцом и канавкой поршня определяют щупом 1 (рис. 9.6), обкатывая кольцо 2 по канавке поршня. Кроме того, кольца проверяют на просвет, для чего вставляют их в верхнюю неизношенную часть гильзы цилиндра и визуально оценивают плотность прилегания.

Зазор в замке определяют щупом (рис. 9.7) и в случае, когда он меньше допустимого, концы колец спиливают. После этого кольцо повторно проверяют на просвет и только потом с помощью специального приспособления, разжимающего кольцо за торцы в замке, устанавливают в канавки поршней.

Комплекты колец номинального размера используют при ТР двигателей, цилиндры которых не растачивались, а в расточенные устанавливают кольца ремонтного размера, которые по наружному диаметру соответствуют новому диаметру цилиндров.

Стыки (замки) соседних колец равномерно разводят по окружности. Компрессионные кольца на поршень устанавливают фаской вверх. При этом они должны свободно вращаться в канавках поршня. Установка поршней в сборе с кольцами в цилиндры двигателя осуществляется с помощью специального приспособления (рис. 9.8).

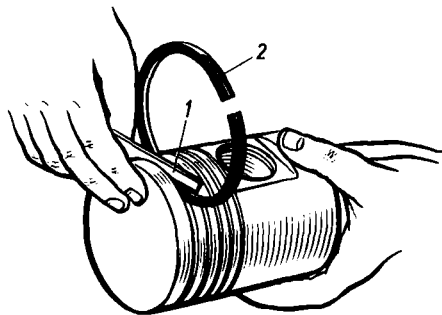


Рис. 9.6. Проверка зазора между кольцом и канавкой поршня

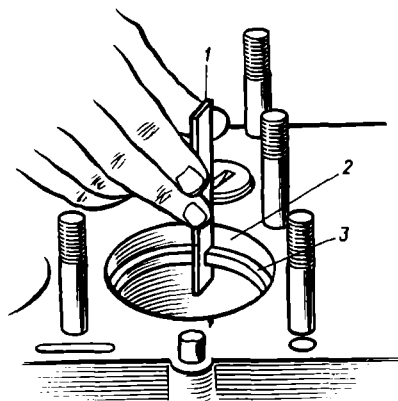


Рис. 9.7. Проверка зазора в стыке поршневого кольца:

1 — щуп; 2 — зеркало цилиндра; 3 — поршневое кольцо

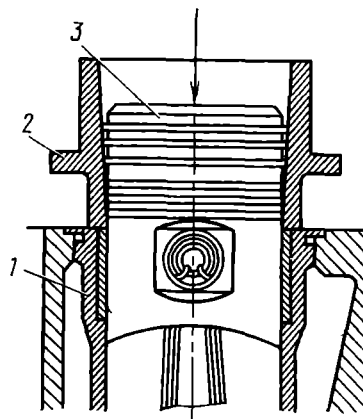


Рис. 9.8. Установка поршня в сборе с кольцами и шатуном в цилиндр:

1 — гильза блока цилиндров; 2 — приспособление (оправка); 3 — поршень в сборе с кольцами и шатуном

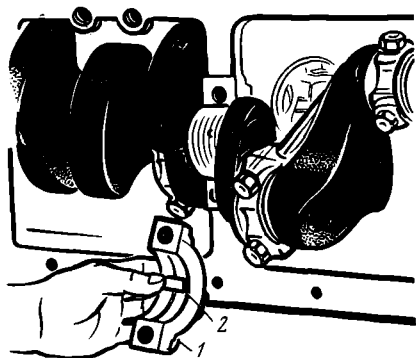


Рис. 9.9. Проверка диаметрального зазора в коренных подшипниках:

1 — крышка подшипника; 2 — контрольная пластинка

Замена вкладышей коленчатого вала проводится при стуке подшипников и падении давления в масляной магистрали ниже $0,5 \text{ кгс/см}^2$ при частоте вращения коленчатого вала 500—600 об/мин и исправно работающих в масляном насосе и редукционных клапанах. Необходимость замены вкладышей обусловлена диаметральным зазором в коренных и шатунных подшипниках: если он более допустимого, вкладыши заменяют новыми. Номинальный зазор между вкладышами и коренной шейкой должен составлять 0,026—0,12 мм, между вкладышами и шатунной шейкой 0,026—0,11 мм в зависимости от модели двигателя.

Зазор в подшипниках коленчатого вала определяют с помощью контрольных латунных пластинок. Для двигателей автомобилей ЗИЛ и ГАЗ используют пластинки из медной фольги толщиной 0,025; 0,05; 0,075 мм, шириной 6—7 мм и длиной на 5 мм короче ширины вкладыша. Пластинку, смазанную маслом, укладывают между шейкой вала и вкладышем (рис. 9.9), а болты крышки подшипника затягивают динамометрическим ключом с определенным для каждого двигателя моментом (для коренных подшипников двигателя ЗИЛ-130 это 110—130 Н·м, шатунных 70—80 Н·м). Если при установке пластинки толщиной

0,025 мм коленчатый вал вращается слишком легко, значит зазор больше 0,025 мм и, следовательно, следует заменить пластину на следующий размер, пока вал не будет вращаться с ощутимым усилием, что соответствует фактическому зазору между шейкой и вкладышем. При проверке одного подшипника болты остальных должны быть ослаблены. Так поочередно проверяются все подшипники.

Необходимо, чтобы на поверхности шеек коленчатого вала не было задиров. При наличии задиров и износа заменять вкладыши нецелесообразно. В этом случае необходима замена коленчатого вала.

После проверки состояния шеек коленчатого вала вкладыши требуемого размера промывают, протирают и устанавливают в постели коренных и шатунных подшипников, предварительно смазав поверхность вкладыша и шейки моторным маслом.

Для двигателей ЗИЛ-130, кроме номинального, предусмотрено пять ремонтных размеров коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Соответственно выпускается шесть комплектов вкладышей: номинального, 1, 2, 3, 4, 5-го ремонтных размеров.

Для двигателей ЗМЗ-53 и всех моделей двигателей ЯМЗ — шесть ремонтных размеров коренных и шатунных шеек и столько же комплектов коренных и шатунных вкладышей.

Регулировка осевого люфта коленчатого вала у двигателей ЗИЛ-130 и ЗМЗ-53 производится подбором упорных шайб. У двигателей ЗМЗ-53 осевой зазор между передним упорным торцом коленчатого вала и задней упорной шайбой должен быть 0,075—0,175 мм, а у двигателей ЗИЛ-130 0,075—0,245 мм.

У двигателей ЯМЗ осевой зазор коленчатого вала регулируют в зависимости от длины задней коренной шейки путем установки полуколец. Осевой зазор в упорном подшипнике должен быть 0,08—0,23 мм.

В процессе эксплуатации вследствие износов осевой зазор увеличи-

вается. При ТР его регулируют, устанавливая упорные шайбы или полукольца ремонтных размеров, которые по сравнению с номинальным размером имеют увеличенную (соответственно на 0,1; 0,2; 0,3 мм) толщину.

Основными *неисправностями головок блока* являются: трещины на поверхности сопряжения с блоком цилиндров, трещины на рубашке охлаждения, коробление поверхности сопряжения с блоком цилиндров, износ отверстий в направляющих втулках клапанов, износ и раковины на фасках седел клапанов, ослабление посадки седел клапанов в гнездах.

Трещины длиной не более 150 мм, расположенные на поверхности сопряжения головки цилиндров с блоком, заваривают. Перед сваркой в концах трещин головки, изготовленной из алюминиевого сплава, сверлят отверстия $\varnothing 4$ мм и разделяют ее по всей длине на глубину 3 мм под углом 90° . Затем головку нагревают в электропечи до 200°C и после зачистки шва металлической щеткой заваривают трещину ровным швом постоянным током обратной полярности, используя специальные электроды.

При сварке газовым способом используют горелку с наконечником № 4 и проволоку марки АЛ4 диаметром 6 мм, а в качестве флюса применяют АФ-4А. После заварки удаляют остатки флюса со шва и промывают его 10 %-ным раствором азотной кислоты, а затем горячей водой. После этого шов зачищают заподлицо с основным металлом шлифовальным кругом.

Трещины длиной до 150 мм, расположенные на поверхности рубашки охлаждения головки цилиндров, заделывают эпоксидной пастой. Предварительно трещину разделяют так же, как для сварки, обезжиривают ацетоном, наносят два слоя эпоксидной композиции, смешанной с алюминиевыми опилками. Затем головку выдерживают в течение 48 ч при $18-20^\circ\text{C}$.

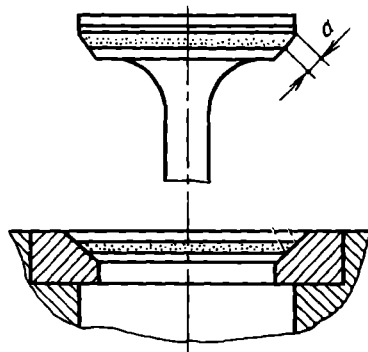


Рис. 9.10. Притертые поверхности клапана и седла

Коробление плоскости сопряжения головки с блоком цилиндров устраняют шлифованием или фрезерованием «как чисто». После обработки головки проверяют на контрольной плите. Щуп толщиной 0,15 мм не должен проходить между плоскостью головки и плитой.

При износе отверстий в направляющих втулках клапанов их заменяют новыми. Отверстия новых втулок разворачивают до номинального или ремонтного размеров. Для выпрессовки и запрессовки направляющих используют оправку и гидравлический пресс.

Износ и раковины на фасках седел клапанов устраняют притиркой или шлифованием. Притирку выполняют с помощью пневматической дрели, на шпинделе которой установлена присоска.

Для притирки клапанов применяют притирочную пасту (15 г микропорошка белого электрокорунда М20 или М12, 15 г карбида бора М40 и моторное масло М10Г₂ или М10В₂) или пасту ГОИ. Притертые клапан и седло должны иметь по всей длине окружности фаски ровную матовую полоску $a \geq 1,5$ мм (рис. 9.10).

Качество притирки проверяют также прибором (рис. 9.11), создающим над клапаном избыточное давление воздуха. После достижения давления 0,07 МПа оно не должно заметно снижаться в течение 1 мин.

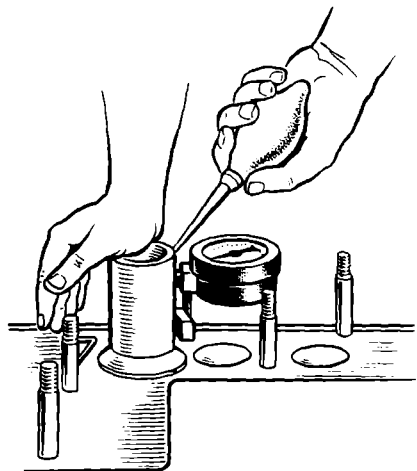


Рис. 9.11. Проверка качества притирки клапанов

В случае когда восстановить фаски седел притиркой не удастся, седла зенкуют с последующим шлифованием и притиркой. Для зенкования, например, седел двигателя ЗИЛ-130 применяют комплект из четырех зенковок, имеющих углы наклона режущих кромок 15; 30; 45; 75°. Зенковки с углами 15 и 75° являются вспомогательными и применяются для получения рабочей фаски седла необходимой ширины (рис. 9.12). Зенковка с углом 30° предназначена для обработки седел впускных клапанов, а с углом 45° — выпускных. После зенкования рабочие фаски седел клапанов шлифуют абразивными кругами под соответствующий

угол, а затем притирают клапаны. При наличии на фаске раковин и при ослаблении посадки седла в гнезде головки блока его выпрессовывают с помощью съемника (рис. 9.13), а отверстие растачивают под седло ремонтного размера. Изготовленные из высокопрочного чугуна седла ремонтного размера запрессовывают с помощью специальной оправки (рис. 9.14) в предварительно нагретую головку блока, а затем зенковками формируют фаску седла.

Характерными неисправностями клапанов являются износ и раковины на фаске клапана, износ и деформация стержней клапанов, износ торца клапана. При дефектации клапанов проверяют прямолинейность стержня и биение рабочей фаски головки относительно стержня. Если биение больше допустимого, клапан правят. При износе стержня клапана его шлифуют под один из двух предусмотренных ТУ ремонтных размеров на бесцентрово-шлифовальном станке. Изношенный торец стержня клапана шлифуют «как чисто» на заточном станке.

Для шлифования изношенной фаски используют станок модели Р108. На нем же шлифуют цилиндрическую поверхность изношенных толкателей под один из двух предусмотренных ТУ ремонтных размеров, изношенные сферические поверхности толкателей и коромысел.

Изношенные бронзовые втулки в коромыслах заменяют новыми и

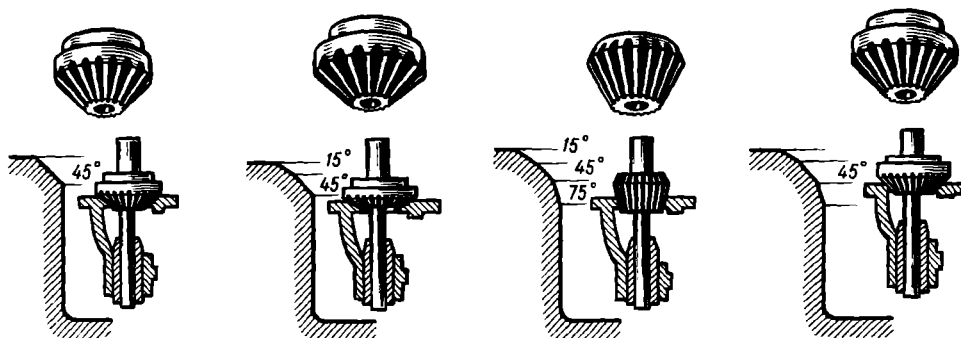


Рис. 9.12. Последовательность зенкования клапанного седла

растачивают до номинального или ремонтного размера.

На крупных АТП и в автотранспортных объединениях, имеющих специализированные участки по восстановлению деталей, осуществляют ремонт коленчатых и распределительных валов. Изношенные коренные и шатунные шейки коленчатых валов, а также опорные шейки распределительных валов шлифуют под ремонтные размеры на круглошлифовальном станке. После шлифования шейки коленчатого и распределительного валов полируют абразивной лентой или пастой ГОИ. Изношенные кулачки распределительного вала шлифуют на копировально-шлифовальном станке.

Система зажигания. На автомобилях применяются батарейные контактные (классические), контактно-бесконтактно-транзисторные, а также некоторые другие системы зажигания. По статистике на батарейное зажигание приходится порядка 40 % всех отказов и неисправностей по бензиновому двигателю с его системами, которые в 80 % случаях также являются причиной повышения расхода топлива (на 5—6 %) и снижения мощности двигателя.

Характерными неисправностями системы зажигания являются: разрушение изоляции проводов 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 широкое распространение получили стационарные мотор-тестеры с электронно-лучевой трубкой, а также переносные электронные автотестеры (с цифровой индикацией), достоинства которых явля-

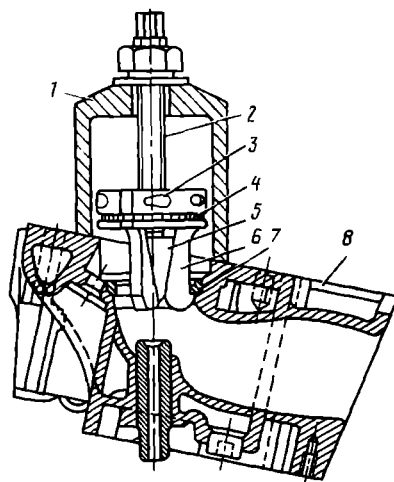


Рис. 9.13. Выпрессовка седла клапана съемником:

1 — корпус съемника; 2 — винт; 3 — гайка с тремя лапками; 4 — стяжная пружина; 5 — разжимной конус лапок; 6 — лапка съемника; 7 — седло клапана; 8 — головка цилиндров

ются широкие функциональные возможности.

Локализация неисправностей, в том числе и по цилиндрам, здесь осуществляется на основе выделения соответствующей фазы изменения напряжения в первичной и вторичной

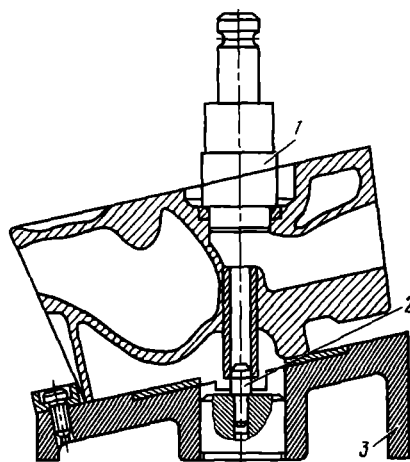


Рис. 9.14. Приспособление для запрессовки седла клапана:

1 — оправка; 2 — центрирующий палец; 3 — плита

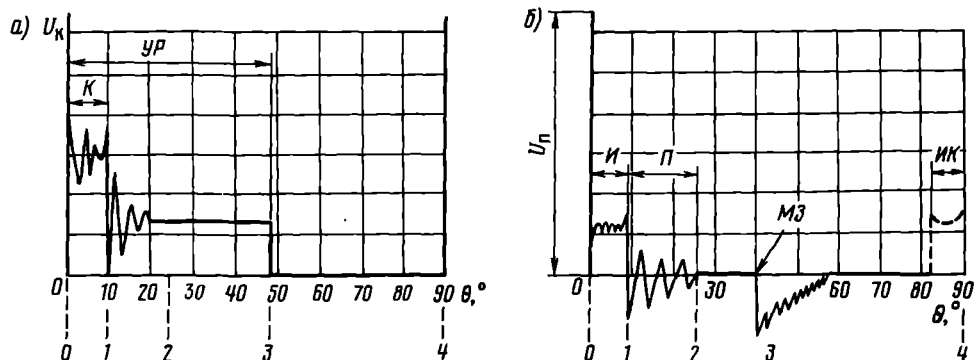


Рис. 9.15. Осциллограммы напряжений первичной (а) и вторичной (б) цепей батарейного зажигания нормального рабочего цикла в одном цилиндре 4-тактного двигателя в зависимости от угла поворота кулачкового вала прерывателя-распределителя:

U_k — напряжение на контактах прерывателя или выходной клемме катушки зажигания; K — колебания напряжения, вызванные конденсатором; $УР$ — угол разомкнутого состояния контактов; θ — угол поворота кулачка прерывателя-распределителя; $И$ — след искры; U_n — пробивное напряжение межэлектродного промежутка свечи; $П$ — падение напряжения магнитного поля катушки; $МЗ$ — момент замыкания контактов; $МК$ — искрение контактов.

цепях зажигания при многократном повороте рабочего цикла двигателя (два оборота коленчатого вала). На экране электронно-лучевой трубки изменение напряжения оценивается визуально, сравнением с эталоном. При этом необходимо понимание процессов, приводящих к изменению напряжения.

На характерных осциллограммах цепей низкого и высокого (рис. 9.15) напряжений батарейной контактной системы зажигания отражен процесс для одного цилиндра, происходящий за 90° угла поворота кулачка распределителя зажигания для 4-цилиндрового и 45° — для 8-цилиндрового двигателя. В точке 0 происходит размыкание контактов прерывателя. При этом во вторичной цепи за счет токов индукции напряжение U_n достигает 8—12 кВ, при котором происходит искровой пробой межэлектродного промежутка свечи. Участок 0—1 отражает процесс горения искры, который поддерживается при напряжении порядка 1,0—1,5 кВ.

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 кон-

денсатора. При этом в первичной цепи на участке 2—3 устанавливается напряжение, создаваемое аккумуляторной батареей или генератором, а во вторичной цепи напряжение падает до нуля.

В точке 3 контакты прерывателя замыкаются, и по первичной обмотке катушки зажигания течет ток, сила которого будет зависеть от сопротивлений первичной обмотки, дополнительного резистора и состояния контактов прерывателя. 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 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 снова стремится к нулю по мере насыщения (стабилизации) магнитного поля индукционной катушки. В точке 4 период повторяется для следующего цилиндра.

Зазор в контактах прерывателя определяют, измеряя по осциллограмме первичного напряжения угол

разомкнутого состояния контактов УР и сравнивая его с нормативной величиной, которая составляет 45—49° для 4-цилиндрового и 13—17° для 8-цилиндрового двигателя. Пробивное напряжение U_n во вторичной 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 ослабевают или полностью исчезают колебания на участке 1—2 вторичной осциллограммы. Если не наблюдается резкого выброса напряжения в точке 3, то это указывает на плохое состояние (пригорание) контактов прерывателя. Появление дополнительной ступеньки напряжения в точке 4 (ИК) говорит об искрении контактов прерывателя (в результате неисправной работы конденсатора).

Для транзисторной системы зажигания осциллограммы первичного напряжения (на клеммах индукционной катушки) и вторичного напряжения аналогичны приведенным на рис. 9.15 и отличаются от них только большим размахом колебаний и их выбросов (для бесконтактных систем анализу подвергается только осциллограмма вторичного напряжения). Для тиристорных систем зажигания, которые в настоящее время широко рекомендуются автолюбителям, легко выделить «ступеньку» разомкнутого состояния контактов по осциллограмме низкого напряжения; по осциллограмме высокого напряжения возможна только оценка межэлектродного промежутка свечи по величине пробивного напряжения U_n .

В последнее время находят все большее применение упрощенные аналоговые 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).

Проверку и регулировку угла опережения зажигания проводят следующим образом. При неработающем двигателе производят грубую установку начального угла по совпадению подвижной и неподвижной меток ВМТ, расположенных на маховике или шкиве привода вентилятора двигателя, однако указанный метод дает погрешность на 5°. Проверку и окончательную регулировку начального угла, а также работу центробежного и вакуумного регуляторов осуществляют на режимах разгона автомобиля и холостого хода. Так, при отключении трубки вакуумного регулятора резко снижается частота вращения коленчатого вала на холостом ходу, а неэффективная работа центробежного регулятора ухудшает динамику.

Более точно проверку углов опережения производят 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. По результатам проверки производят регулировку или замену прерывателя. Последний восстанавливают в условиях специализированного участка с использованием для проверки качества восстановления стендов (типа СПЗ-12). В условиях участка эффективны также пескоструйная очистка свечей и проверка их работоспособности при определенном давлении (на приборах модели Э203-О и Э203-П).

Система питания бензиновых двигателей. Хотя на систему питания приходится не более 5 % отказов и явных неисправностей по автомобилю, состояние ее основного элемента — карбюратора является определяющим для обеспечения топливной

экономичности (по последним данным, средний перерасход топлива из-за невыявленных по внешним признакам неисправностей составляет 10—15 %) и допустимой концентрации вредных компонентов в отработавших газах. К явным неисправностям относят нарушение герметичности и течь топлива из топливных баков и топливопроводов, «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.

При ходовых испытаниях, которые рекомендуется осуществлять при движении автомобиля с постоянной скоростью на мерном горизонтальном участке шоссе или на основе тщательного учета расхода топлива в процессе обычной эксплуатации, оценивают экономичность при помощи различных расходомеров. Превышение норматива экономичности (при исправном зажигании) здесь указывает на разрегулировку главной дозирующей системы. Более удобно подобные испытания с охватом всех диапазонов работы карбюратора (включение второй камеры и экономайзера) проводить на стенде с беговыми барабанами (см. разд. 9.6). При этом также возможно получение информации о степени несоответствия пропускной способности жиклеров главной дозирующей системы экономичным 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 недопустимом 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. 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), напор (17—30 кПа) и производительность (0,7—2,0 л/мин), а также наличие повреждений диафрагмы. Указанные виды испытаний можно осуществлять как на отдельных приспособлениях и приборах, так и на специальных комбинированных стендах (типа «Карбюест-стандарт» производства ВНР).

Наиболее ответственной является проверка пропускной способности жиклеров, измеряемой в количестве воды в кубических сантиметрах, протекающей через дозирующее отверстие жиклера за 1 мин под напором водяного столба $1 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$ при температуре $(20 \pm 1)^\circ \text{C}$. На основе указанных измерений можно не только проверять соответствие жиклеров паспортным данным, но и осуществлять индивидуальную «подгонку» пропускной способности топливных жиклеров главной дозирующей системы для каждого кар-

бюратора для обеспечения экономических режимов работы (на основе данных участка диагностирования или испытаний карбюратора на безмоторных установках). У карбюраторов с вакуумным приводом экономайзера проверяют также сопротивление давлению его открытия и закрытия, которые должны составлять 13 и 16 кПа соответственно.

Значительное совершенствование технологии обслуживания и ремонта карбюратора обеспечивает его проверка в целом на безмоторной установке, позволяющей имитировать все установившиеся режимы работы двигателя (от холостого хода до развития им максимальной мощности) и на основе измерений осуществлять не только общую оценку состояния, но и индивидуальную «подгонку» пропускной способности основных топливных жиклеров. Однако выпускаемая для этой цели установка модели 489А не получила широкого распространения на АТП из-за ее сложности и несовершенства методики испытаний и последующих технических воздействий на карбюратор в целом. В последнее время все большее значение приобретают непосредственные испытания двигателя автомобиля на экономичность на участке диагностирования, на основе которых также можно получить количественные данные об изменении пропускной способности жиклеров главной дозирующей системы.

Система питания дизелей. На систему питания приходится до 9 % неисправностей автомобилей с дизельными двигателями. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в трубоагнетатель; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунок и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовыва-

ние и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи и впрыскивания топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и в незначительной степени приводит к 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, а также 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. столба). 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 давления до и после фильтра (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

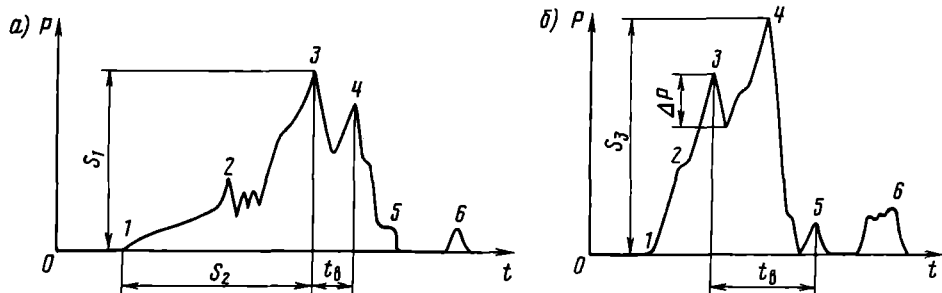


Рис. 9.16. Осциллограммы давления топлива у штуцера форсунки в режиме холостого хода двигателя (а) и в режиме полной подачи топлива и максимальной мощности дизеля (б)

1050 об/мин) разрежение не менее 50 кПа, напор не менее 400 кПа и подачу не ниже 25 см³ 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 выявления неисправностей и оптимизации технических воздействий по обслуживанию и ремонту топливной аппаратуры. Наибольшее распространение получил метод, основанный на анализе изменения давления, фиксируемого при помощи специального датчика, устанавливаемого у форсунки в разрыв нагнетательного топливопровода (рис. 9.16). Здесь в точке 1 начинается повышение давления в результате движения плунжера насоса, в точке 2 срабатывает нагнетательный клапан и при малой скорости движения плунжера давление несколько падает. В точке 3 поднимается игла форсунки. При этом давление падает, поскольку высвободившийся объем не успевает заполниться топливом. Точка 4 характеризует при полной подаче топлива на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя максимальное давление установившегося процесса впрыска. В точке 5 происходит посадка иглы форсунки, и впрыскивание заканчивается, после чего происходит посадка в седло нагнетательного клапана плунжера. Импульсы остаточного давления в

точке 6 появляются в результате недостаточной герметичности нагнетательного клапана. Величина сигнала S_1 определяет затяжку пружины форсунки и статическое давление начала впрыскивания. Перепад давления ΔP характеризует подвижность иглы форсунки. Максимальное давление впрыска S_3 определяет эффективное проходное сечение сопел распылителя, а путем интегрирования на периоде впрыскивания t_0 можно оценить цикловую подачу топлива. Время задержки впрыскивания S_2 характеризует зазор в плунжерной паре, вызывающий утечку топлива между гильзой и плунжером.

Диагностирование по указанному методу осуществляется при помощи упрощенных аналоговых приборов с одним встраиваемым датчиком и стробоскопом (типа К261), обеспечивающих определение частоты вращения коленчатого вала двигателя, установочного угла опережения впрыска топлива, возможности проверки качества работы регулятора частоты вращения и автоматической муфты опережения впрыскивания топлива, а также давления начала впрыскивания и максимального давления впрыскивания по каждому цилиндру (при перестановке датчика). Меньшее распространение имеют дизель-тестеры с осциллографом и одновременной установкой датчиков на все форсунки из-за сложностей установки и снятия датчиков.

При отсутствии средств диагностики 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 (давление впрыскивания), которое должно составлять $(16,5 \pm 0,5)$ МПа для двигателей КамАЗ, $(14,7 \pm 0,5)$ МПа и для двигателей ЯМЗ; на качество распыла, который должен быть четким, туманообразным и ровным по поперечному сечению конуса, иметь характерный «металлический» звук. Давление впрыскивания форсунки регулируют путем изменения толщины регулировочных шайб, установленных под пружину, или с помощью регулировочной гайки.

Наиболее сложной и ответственной являются цеховая проверка и регулировка насоса высокого давления на начало подачи, ее равномерность и собственно подача топлива, осуществляемая на специальных стендах. Неточность интервала между началом подачи топлива каждой секцией относительно первой не должна превышать $\pm 20^\circ$, а неравномерность при установке рейки в положение максимальной подачи — не более 5 %. На стенде регулируются пусковая и максимальная цикловая подача 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, устанавливаемым на выходном штуцере 1-й или предыдущей по порядку работы секции насоса, по

появлению топлива в которой производится закрепление муфты привода таким образом, чтобы угол опережения составлял 16—19° до ВМТ 1-го цилиндра. Выполнение указанных работ обеспечивает (при правильной регулировке клапанов и хорошей компрессии в цилиндрах двигателя) минимальную дымность и максимальную экономичность работы двигателя.

Смазочная система. Внешними признаками неисправности системы являются потеря герметичности, загрязнение масла и несоответствие давления в системе нормативным значениям: для автомобилей ГАЗ-53А, ЗИЛ-130 при скорости 40—50 км/ч на прямой передаче давление в системе должно быть 0,2—0,4 МПа. При снижении давления на холостом ходу до 0,09—0,04 МПа у ГАЗ-53А и 0,06—0,03 МПа у ЗИЛ-130 загорается сигнальная лампа на щитке приборов. В прогретом двигателе КамАЗ-740 при 2600 об/мин коленчатого вала давление должно быть 0,45—0,5 МПа.

Автомобильные указатели давления масла могут иметь значительную погрешность, поэтому периодически их показания надо сравнивать с показаниями механического манометра, устанавливаемого на место масляного датчика.

В процессе работы в смазочной системе накапливаются осадки, состоящие из продуктов неполного сгорания топлива и окисления масла. Присадки масел также способствуют отложениям. Новые масла, заливаемые при техническом обслуживании, обладают мощными свойствами и частично вымывают отложения, загрязняя тем самым масло. Длительная работа двигателя на холостом ходу при низких температурах воды и масла способствует интенсивному осадкообразованию. Последующая работа двигателя при высоких нагрузках и температурах вызывает превращение мягких отложений в твердые. Осадкообразование вызывает забивку маслопровода, задирывкладышей, залегание колец и т. д.

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 (при пробеге более 100 тыс. км) за счет более свободного положения колец на поршне, уменьшает расход топлива и угар масла, обеспечивает лучшее функционирование смазочной системы.

Промывку системы проводят масляевязкими маслами (6—8 мм²/с) со специальными присадками. В СССР — это масло ВНИИ НП-113/3; фирма «ФИАТ» рекомендует промывочное масло «Олиофиат Л-20»; фирма «Шелл» выпускает масло «Шелл-Донакс».

Последовательность промывки системы следующая:

- слить отработанное масло при горячем двигателе;

- залить промывочное масло до нижней метки шупа;

- запустить двигатель (избегая резких ускорений) и дать поработать примерно 20 мин на малой частоте вращения;

- слить промывочное масло;

- очистить и промыть керосином фильтры, заменить их элементы;

- залить свежее масло, завести двигатель и дать ему поработать на малой частоте, чтобы масло заполнило всю систему;

- проверить уровень масла и при необходимости довести его до нормы.

Промывочное масло после отстаивания можно еще использовать 1—2 раза.

При отсутствии промывочных масел, как исключение, можно использовать летнее дизельное топливо. Время промывки в этом случае не более 5 мин.

Пониженное давление в системе является результатом недостаточного уровня масла, разжижения масла или применения масла пониженной вязкости, засорения сетки маслоза-

борника, фильтров, износа ряда деталей, заедания редукционного или перепускного клапанов в открытом положении. На автомобилях КамАЗ при открытии перепускного клапана загорается сигнальная лампа.

Повышенное давление является результатом применения масла с повышенной вязкостью, например, летнего в зимний период, заедания редукционного клапана в закрытом состоянии.

Надежность работы смазочной системы во многом зависит от состояния фильтров. Большинство современных двигателей имеет 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 (4 мм толщины слоя отложений соответствует примерно 100 г). Отсутствие отложений указывает, что ротор не вращался, и грязь вымыта циркулирующим маслом. На автомобиле ЗИЛ-130 это может быть из-за сильной затяжки барашковой гайки кожуха, на автомобилях КамАЗ в результате самопроизвольного отворачивания гайки крепления ротора.

При сборке центрифуги автомобиля КамАЗ для предотвращения дисбаланса необходимо совместить риски на внешней стороне колпака и на основании ротора. В противном случае ротор, имеющий частоту вращения до 5000 об/мин, создаст сильную вибрацию, работа фильтра ухудшится. 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 шупа.

Система охлаждения. Внешними признаками неисправности системы охлаждения являются перегрев или чрезмерное охлаждение двигателя, потеря герметичности. Перегрев возможен при недостатке охлаждающей жидкости в системе. Особенно это проявляется при применении антифризов, которые вспениваются из-за наличия в системе воздуха и замедляют отвод тепла. Для предотвращения заморозки антифриза необходимо поддерживать его нормативную плотность. Так, при 20 °С плотность антифриза А-40 должна быть 1,067—1,072 г/см³, а антифриза Тосол А-40 1,075—1,085 г/см³.

Эффективность работы системы охлаждения также снижается при ослаблении натяжения ремня вентилятора. Натяжение ремня двигателя ЗМЗ-53 регулируют изменением положения натяжного ролика. При усилии 30—40 Н прогиб ремня должен быть 10—15 мм. У двигателя КамАЗ-740 регулировку производят изменением положения генератора. При усилии 40 Н прогиб ремня должен быть 15—22 мм.

У двигателя ЗИЛ-130 привод вентилятора 4 (рис. 9.17) и водяного насоса осуществлен от шкива 1 коленчатого вала двумя приводными ремнями, один из которых связан с генератором 2, другой — с насосом гидроусилителя 5 рулевого управления. Шкив вентилятора третьим приводным ремнем связан с компрессором 3. Натяжение ремней проверяют при нагрузке 40 Н, прогиб указан на рисунке. Регулировку натяжения ремней производят перемещением навесных агрегатов.

Неисправный термостат также может быть причиной неправильного функционирования системы охлаждения. Жидкостные термостаты грузовых автомобилей при потере герметичности заполняют 15 %-ным раствором этилового спирта и запаивают мягким припоем.

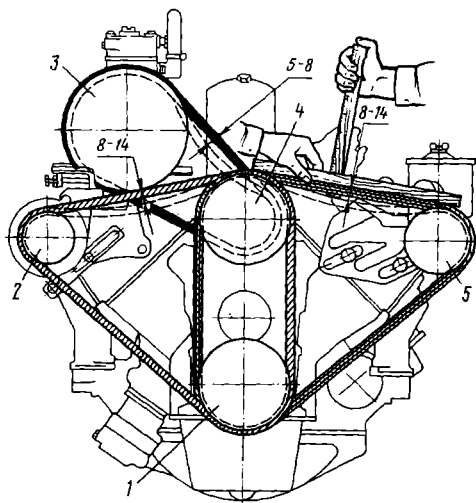


Рис. 9.17. Приводные ремни двигателя ЗИЛ-130

На легковые автомобили современных конструкций, как правило, установлены порошковые (фракция церезина в смеси с алюминиевой пудрой) термостаты. При отказе их заменяют на новые.

Проверяют термостаты в горячей воде. Для порошкового термостата, например автомобиля АЗЛК-2141, температура начала открытия клапана $81 \pm \frac{1}{2}$ °С. За начало открытия клапана считается его перемещение на 0,1 мм. Полностью открыт термостат должен быть при 94 °С (ход клапана не менее 6 мм).

К неисправностям радиатора в основном относятся образование накипи и потеря герметичности.

В условиях АТП накипь удаляют для двигателей с чугунной головкой раствором каустика (700—1000 г каустика и 150 г керосина на 10 л воды), для двигателей с головкой и блоком из алюминиевого сплава — раствором хромпика или хромового ангидрида (200 г на 10 л воды). Раствор заливают в систему охлаждения на 7—10 ч, затем пускают 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 восстанавливают пайкой мест повреждения. Сильно поврежденные трубки заменяют на новые или удаляют (заглушают), места установки пропаивают. Допускается заглушать не более 5 % трубок и устанавливать новых не более 20 %:

Пайка радиаторов из латунных сплавов сложностей не вызывает. Труднее ремонтировать радиаторы из сплавов алюминия. Для этого используют газовые горелки, присадочный материал — проволоку СВАК5 диаметром 3—4 мм, прутковый припой марки 34А, порошкообразный флюс Ф-34А. Подготовленное для пайки место нагревают пламенем горелки до 400—560 °С. Если деталь недостаточно прогрета, то припой не будет равномерно распределяться по поверхности, а будет собираться отдельными наплывами. Температуру нагрева зоны пайки на практике с хорошей точностью можно определить деревянной палочкой. При соприкосновении с нормально нагретой поверхностью палочка обугливается и оставляет темный след.

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.

9.2. АГРЕГАТЫ И МЕХАНИЗМЫ ТРАНСМИССИИ

На сцепление, карданную передачу, коробку передач, раздаточную коробку, главную передачу и бортовые редукторы приходится 10—15 % отказов и до 40 % материальных и трудовых затрат на технические воздействия от их общего объема по грузовым автомобилям. На устранение отказов гидромеханической передачи, являющейся наиболее сложным и дорогим агрегатом, приходится порядка 20 % материальных и трудовых затрат по автобусам.

Характерными неисправностями сцепления являются: пробуксовка под нагрузкой (из-за отсутствия свободного хода, износа или замасливания функциональных накладок и ослабления пружин); неполное выключение (из-за увеличенного свободного хода, перекоса рычажков, заклинивания или коробления диска); резкое выключение (вследствие заедания подшипника выключения, поломки демпферных пружин, износа шлицевого соединения); нагрев, стуки и шумы (из-за разрушения подшипника выключения, ослабления заклепок накладок диска).

Неисправностями карданной передачи могут быть биевание вала, увеличенные зазоры в шарнирах, приводящие к шуму и вибрации во время работы.

Характерными неисправностями механической коробки передач, раздаточной коробки, главной передачи и бортовых редукторов являются: самовыключение передачи (из-за разрегулировки привода, износа подшипников, зубьев, шлицов, валов, фиксаторов); шумы при переключении (из-за неполного выключения сцепления или неисправностей синхронизатора); повышенные вибрации, шум, нагрев, люфт из-за 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.

Характерными неисправностями гидромеханической коробки передач (ГМП) являются: невключение какой-либо передачи при движении автомобиля из-за выхода из строя электромагнитов, заклинивания главного золотника, отказа в работе гидравлических клапанов, разрегулировки системы автоматического управления переключения передач; рывки при переключении передач как следствие разрегулировки переключателя золотников периферийных клапанов или ослабления крепления центростремительного регулятора и тормоза

главного золотника; несоответствие моментов переключения передач по скорости движения и степени открытия дроссельной заслонки карбюратора вследствие разрегулировки системы автоматического переключения передач или неисправностей силового и центробежного регуляторов (погнутость, заедание тяг и рычагов, ослабление креплений); пониженное давление масла в главной магистрали из-за износа деталей масляных насосов или чрезмерных внутренних утечек масла в передаче; повышенная температура масла на сливе из гидротрансформатора вследствие коробления или повышенного износа дисков фрикционов.

Диагностирование агрегатов и механизмов трансмиссии осуществляют на основе: сведений водителя о самопроизвольном выключении передач или трудностях их включения, шумах и перегревах агрегатов, наблюдаемых в процессе работы на линии; результатов внешнего осмотра (отсутствие подтеканий, деформации и др.); данных о суммарных люфтах, а также легкости переключения передач, повышенных шумах и вибрациях отдельных агрегатов при испытаниях автомобиля на беговых барабанах участка диагностирования.

Состояние механизма сцепления контролируют по свободному ходу педали и полноте включения сцепления, определяемой легкостью включения передач.

Износ сопряженных деталей шарниров карданного вала и его шлицов определяют визуально по их относительному смещению при покачивании. Биение карданного вала по центру не должно превышать нормативного значения (порядка 2 мм). Определить его можно при помощи неподвижно закрепленного механического индикатора.

Для диагностирования коробок передач и главной передачи основное распространение получил метод, основанный на измерении суммарных люфтов при помощи специализированных люфтомеров-динамометров

для задания необходимого момента (20—25 Н·м). При этом 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 последний измеряется отдельно). Люфт главной передачи грузовых автомобилей не должен превышать 60°, коробки передач 15° и карданного вала 6°.

Описанный метод должен сочетаться с прослушиванием характерных шумов агрегатов трансмиссии при имитации скоростного режима работы автомобиля на ненагруженных беговых барабанах. При этом выявляются вибрации карданного вала, места повышенного нагрева, проверяется легкость переключения передач. Эти простейшие методы диагностирования позволяют значительно уменьшить число внезапных отказов агрегатов трансмиссии и их дорогостоящий ремонт, а также сократить число ремонтов, проводимых на основе субъективных оценок водителей. Более достоверные методы диагностирования по виброакустическим параметрам из-за сложности аппаратуры пока практического применения не получили.

Диагностирование гидромеханических передач возможно на основе тестовых испытаний автобуса на динамометрическом стенде с заданием необходимых скоростных и нагрузочных режимов — разгона, торможения, установившегося движения на каждой передаче. При этом необходим ряд переносных приборов, подключаемых к электромагнитам I и II передач, к магистрали подачи масла от главного золотника к клапану блокировки гидротрансформатора. Перспективным является создание специализированных динамометрических стендов с автоматической программой испытаний.

Указанные методы диагностирования, помимо выявления нарушений функционирования ГМП и потребности в снятии для ремонта с целью недопущения линейных отказов, позволяя проводить индивидуальные регулировки систем автоматического управления переключением передач с целью получения максимальной топливной экономичности на характерных маршрутах движения. Положительные результаты дает также простейший способ определения моментов переключения передач по скорости при плавном «разгоне» автобуса на ненагруженных беговых барабанах. При этом моменты переключения определяются по колебаниям стрелки спидометра.

На участках диагностирования и постах ТО-2 целесообразно выполнять все основные регулировочные работы по агрегатам трансмиссии. Наиболее часто регулируют свободный ход педали сцепления (для большинства отечественных автомобилей равен 30—50 мм) по зазору между концами рычажков и подшипников муфты выключения сцепления (1,5—4 мм), изменяя длину тяги вращением гайки или вилки тяги. У сцеплений с гидравлическим приводом свободный ход педали дополнительно регулируют, изменяя зазор между толкателем и поршнем главного цилиндра. Регулировка механизма переключения коробки передач заключается в изменении длины промежуточных тяг для согласования положения рычага переключения передач и шестерен коробки передач.

Механизмы ГМП регулируют при помощи специального винта, изменяя положение главного золотника для обеспечения требуемых режимов автоматического переключения передач (например, для ГМП автобуса ЛиАЗ-677М при разгоне с полностью открытой дроссельной заслонкой переключение с понижающей передачи на прямую должно происходить при скорости 25—30 км/ч, блокирование гидротрансформатора при скорости 35—42 км/ч). Регулируют также ход конца продольной тяги

управления силовым регулятором для обеспечения поворота рычага эксцентрика на 90° в период полного хода педали управления дроссельной заслонкой и зазор в механизме управления золотниками периферийных клапанов (для ГМП автобуса ЛиАЗ-677М он составляет 0—0,2 мм) с целью снижения в процессе эксплуатации износа дисков двойного фрикциона.

Основные работы по восстановлению состояния агрегатов трансмиссии выполняются на агрегатном участке, куда доставляют демонтированные с автомобиля агрегаты. Ремонт агрегатов на АТП в основном состоит в замене изношенных крестовин карданного вала, 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 подкладок и другими способами до определенного уровня затяжки, контролируемой при помощи динамометрической рукоятки (порядка 10—35 Н·м). После регулировки подшипников регулируют зацепление 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 промежуточного вала. Зацепление контролируют по отпечатку контактов зубьев шестерен.

После переборки ГМП проводят их стендовые испытания и регулировку автоматического управления на всех основных скоростных и нагрузочных режимах работы.

9.3. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ПЕРЕДНИЙ МОСТ, ТОРМОЗА

Основные неисправности рулевого управления: износы втулок и ролика вала сошки, червяка, 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.

При большом износе, который нельзя компенсировать регулировкой, детали заменяют. Посадочные места вала сошки под втулки шлифуют под ремонтный размер, при необходимости (и возможности в условиях АТП) хромируют и шлифуют под номинальный размер. Поврежденную на валу резьбу протачивают, наваривают и нарезают нормального размера. Втулки заменяют на новые, развертывая их под размер опорных шеек вала сошки или рулевого вала. Овальность при развертывании допускается не более 0,05 мм, а смещение осей — не более 0,03 мм. Места посадки подшипников в картере рулевого механизма восстанавливают постановкой втулок. Погнутые рулевые тяги и рычаги правят с местным нагревом до 800 °С. Пустотелые тяги при этом заполняют мелким песком.

Механизм рулевого управления без гидроусилителя собирают в следующей последовательности: на вал напрессовывают червяк, вал устанавливают в колонку и крепят к картеру, регулируют натяг подшипников. Правильно смонтированный вал червяка должен поворачиваться в подшипниках с усилием 3—8 Н на плече, равным радиусу рулевого колеса, и не иметь осевого зазора. Усилие измеряют динамометром или прибором модели К187. Затем устанавливают сошку с роликом и регулируют их зацепление с червяком.

Ролик должен находиться посредине червяка (определяют его положение в среднем положении рулевого колеса). Зазор в зацеплении зубьев ролика сошки с червяком устанавливают перемещением вала сошки регулировочным винтом или прокладками.

Зацепление считается отрегулированным, если вал рулевого управле-

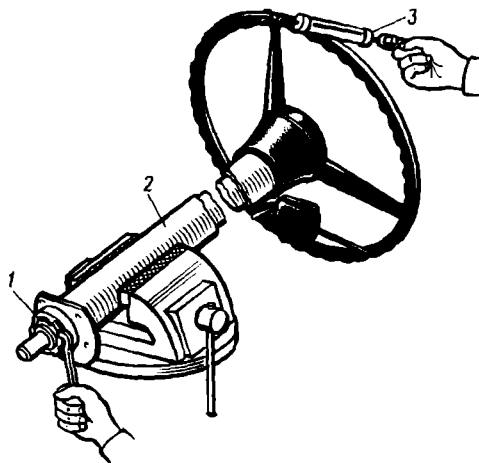


Рис. 9.18. Регулировка подшипников рулевого вала автомобиля ЗИЛ-130:

1 — регулировочная гайка; 2 — рулевая колонка; 3 — динамометр

ния вращается без заедания с усилием не более 15—25 Н, приложенным к ободу рулевого колеса, а нижний конец рулевой сошки перемещается не более чем на 0,15 мм.

Технология регулировки механизма рулевого управления с гидроусилителем зависит от конструктивных особенностей. Для автомобиля ЗИЛ-130, например, регулировку производят следующим образом. Подшипники вала рулевого колеса регулируют гайкой 1 (рис. 9.18) и проверяют динамометром 3, приложенным к ободу рулевого колеса. Момент проворачивания колеса должен быть равен 0,3—0,8 Н·м. После регулировки гайку стопорят загнутым усиком стопорной шайбы.

При сборке рулевого механизма необходимо добиться, чтобы момент проворачивания шариковой гайки 5 (рис. 9.19) в средней части винта 4 рулевого механизма был равен 0,3—0,8 Н·м, а осевой зазор между ними не превышал 0,3 мм.

Размеры шариков 6 гайки 5 при изготовлении сортируют на 14 групп, отличающихся одна от другой на 2 мкм, поэтому при сборке необходимо ставить шарики одной группы.

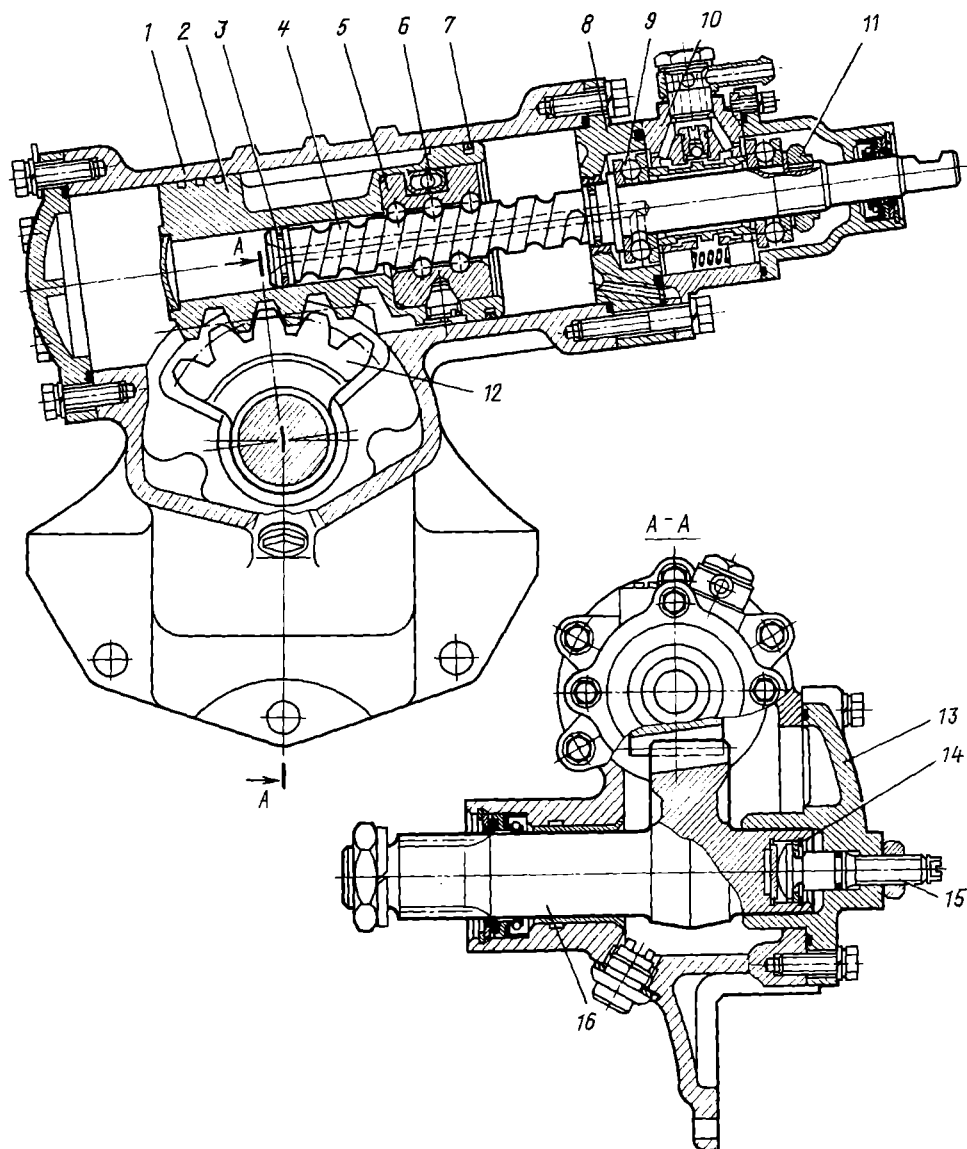


Рис. 9.19. Рулевой механизм автомобиля ЗИЛ-130:

1 — картер рулевого механизма; 2 — рейка-поршень; 3 — уплотнительное кольцо; 4 — винт рулевого механизма; 5 — шариковая гайка; 6 — шарик; 7 — поршневые кольца; 8 — промежуточная крышка; 9 — подшипник; 10 — корпус клапана управления; 11 — регулировочная гайка; 12 — сектор; 13 — боковая крышка; 14 — регулировочная шайба; 15 — регулировочный винт; 16 — вал сошки

Если гайка 5 на винте 4 проворачивается свободно, надо установить шарики большего размера, если проворачивается туго — меньшего. Если заменой шариков нельзя добиться требуемой регулировки, рулевой винт и гайку заменяют новыми.

Предварительный натяг упорных подшипников 9 регулируют гайкой 11 и проверяют динамометром, проворачивая незакрепленный корпус 10 клапана управления. При этом рулевой винт удерживают от проворачивания ключом. Подшипники

отрегулированы правильно, если проворачивающий момент составляет 0,60—0,85 Н·м.

Правильность зацепления сектора 12 с рейкой-поршнем 2 регулируют винтом 15 и проверяют динамометром, приложенным к концу рулевого винта или к рулевому колесу. Зацепление должно быть отрегулировано так, чтобы момент для проворачивания рулевого винта при переходе его через среднее положение был не более 5 Н·м.

В собранном рулевом механизме все подвижные сопрягаемые детали должны работать без заедания и заклинивания при повороте вала рулевой сошки от одного крайнего положения до другого.

Насос гидроусилителя проверяют на максимальное давление 6,5—7,0 МПа при температуре масла 65—75 °С.

Совместную работу насоса с гидроусилителем проверяют на стенде или непосредственно на автомобиле. При нахождении сошки в каком-либо крайнем положении давление масла в системе не должно быть ниже 5,5 МПа.

Основные дефекты переднего (неведущего) моста: нарушенный натяг подшипников ступиц колес, погнутость балки моста, поворотных рычагов, износ посадочного места под шкворень, самих шкворней и их втулок, посадочных мест под подшипники поворотных цапф. Износ и деформация деталей переднего моста нарушают установку передних колес, вызывают односторонний износ шин, затрудняют управление автомобилем.

Регулировку подшипников ступиц колес грузовых автомобилей проверяют при свободно вращающемся тормозном барабане (не должно быть заедания тормозных колодок). Регулировочную гайку ступицы затягивают ключом до отказа усилием одной руки и отпускают на три-четыре прорези коронки в автомобилях ГАЗ и на 1/5 оборота в автомобилях ЗИЛ до совпадения с отверстием для шплинта или ближайшего отверстия в замочном кольце с штифтом.

Подшипники качения и внутреннюю полость ступицы заполняют предварительно тугоплавкой смазкой, ставят колпаки ступиц.

Износ шкворневого узла определяют прибором модели Т1. Индикатор прибора закрепляют струбциной на балке моста автомобиля. Колесо вывешивают, и измерительный стержень индикатора подводят к нижней части опорного тормозного диска (шита). Если есть износ шкворневого узла, то при опускании колеса до соприкосновения с опорной поверхностью будет выбран зазор, и индикатор покажет его значение. Сопражнение с зазором до 1,5 мм считается годным к дальнейшей эксплуатации.

Передние мосты разбирают на специальных стендах или подставках. Для выпрессовки шкворней, шаровых пальцев, наружных и внутренних колец подшипников качения применяют съемники. Изношенные подшипники, шарниры рулевых тяг заменяют новыми. Погнутость балки переднего моста определяют различными приспособлениями, шаблонами, линейками, угольниками. Балки правят под прессом в холодном состоянии.

Изношенные втулки шкворней заменяют новыми с последующим их разворачиванием. Вначале запрессовывают и разворачивают одну втулку, вставив направляющий хвостовик развертки в специально оставленную для этого старую втулку. Затем запрессовывают и обрабатывают вторую втулку. При запрессовке следят за совмещением отверстий для смазки. После обработки втулок их поверхности и масляные канавки очищают от стружки.

К числу наиболее распространенных неисправностей переднего моста относится нарушение углов установки колес. Конструктивно у грузовых автомобилей и автобусов предусмотрена регулировка только угла схождения, у легковых — углов развала, продольного наклона шкворня (оси поворота), соотношения углов поворотов, схождения. Приведенная последовательность является техно-

логически 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 легковых автомобилей отечественного производства с 2-рычажной передней подвеской угол развала изменяют поперечным смещением оси верхнего или нижнего рычага подвески. Для этого под каждый болт крепления оси добавляют (или изымают) одинаковое количество

регулирующих прокладок (скоб). Изменение продольного наклона шкворня производят незначительным поворотом оси рычага в горизонтальной плоскости. Для этого регулировочные прокладки переставляют от одного болта к другому. Количество заменяемых прокладок зависит от того, насколько надо изменить регулируемые углы.

Регулировки развала и продольного наклона оси поворота предусмотрены как две самостоятельные операции. Но оба рассматриваемых параметра имеют одни и те же точки воздействия. Поэтому регулировку этих углов можно совместить в одну

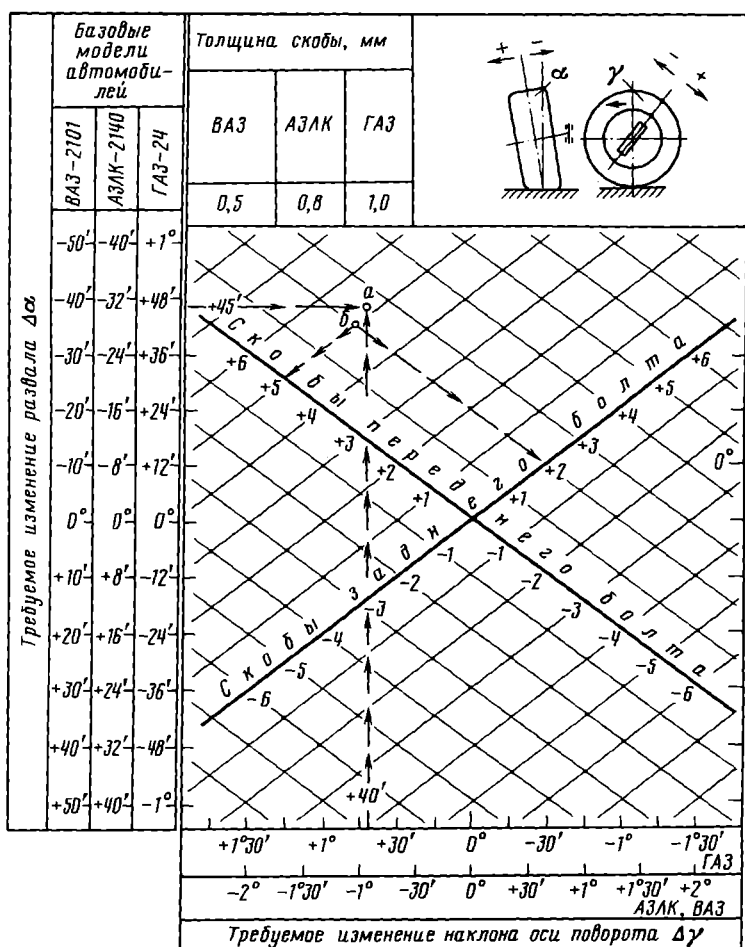


Рис. 9.20. Номограмма выбора технологических воздействий при совместной регулировке развала и продольного наклона оси поворота

операцию. Для этой цели создана номограмма (рис. 9.20). Первоначально измеряют угол развала α и определяют его отклонение от нормы. Эту величину откладывают на соответствующей оси номограммы. Также поступают с углом продольного наклона оси поворотов γ . Затем находят точку пересечения a и смещают ее до ближайшего пересечения сетки номограммы (точка b). Координаты этой точки относительно осей «скобы переднего болта» и «скобы заднего болта» позволяют определить количество скоб, которое необходимо добавить (знак «+») или изъять (знак «-») под соответствующий болт.

В приведенном на рисунке примере для ГАЗ-24, чтобы изменить существующее значение угла развала на $+45'$, а продольного наклона оси поворота на $+40'$, надо под передний болт добавить 5 скоб, а под задний 2 скобы.

Для легковых автомобилей с подвеской типа Макферсон («качающая 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 эксцентрикового регулировочного ползуна 1 (рис. 9.21), установленного в бобышке поворотного кулака, а продольный наклон оси поворота изменяют постановкой или изъятием регулировочных шайб 3 между чашкой 4 шарнира стабилизатора и уступом на самом стабилизаторе 2. Перед регулировкой необходимо отсоединить стабилизатор от места его крепления к поперечине передней опоры двигателя, отвернуть гайку и извлечь конец стабилизатора из проушины рычага. Регулировочная шайба толщиной 3 мм (конструктивно предусмотрено две шайбы) изменяет угол примерно на $20'$.

Соотношение углов поворота регулируют обычно взаимным изменением длин боковых тяг — одну укорачивают, другую на такую же величину удлиняют. Несоблюдение

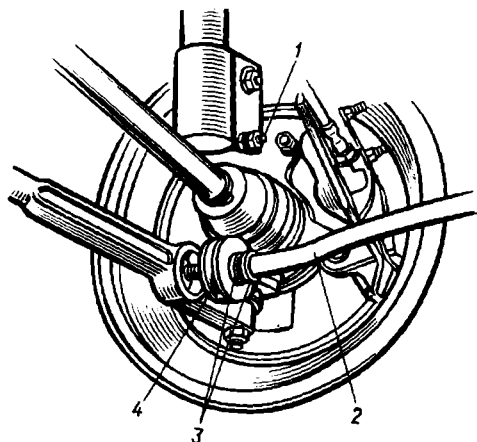


Рис. 9.21. Узел регулировки развала и продольного наклона оси поворота колеса автомобиля АЗЛК-2141:

1 — регулировочный болт (ползун); 2 — штанга стабилизатора; 3 — регулировочные шайбы; 4 — чашка шарнира стабилизатора

этого условия вызовет изменение угла схождения.

В отличие от других углов для соотношения углов поворота, так как они конструктивно связаны с углом схождения, обычно нет численного значения норматива. При регулировке надо добиться равенства углов недоворота наружного (от центра поворота) колеса по отношению к внутреннему, повернутому на 20° . На новых подвесках, как правило, это достигается при равенстве длин обеих боковых тяг. При остаточных деформациях в подвеске равенство углов недоворота достигают поэтапно подбором, вращением регулировочных муфт каждой тяги по пол-оборота по ходу движения автомобиля или против, каждый раз измеряя при этом значение параметра.

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.

Угол схождения является наиболее важным параметром. Несоответствие его оптимальным значениям вызы-

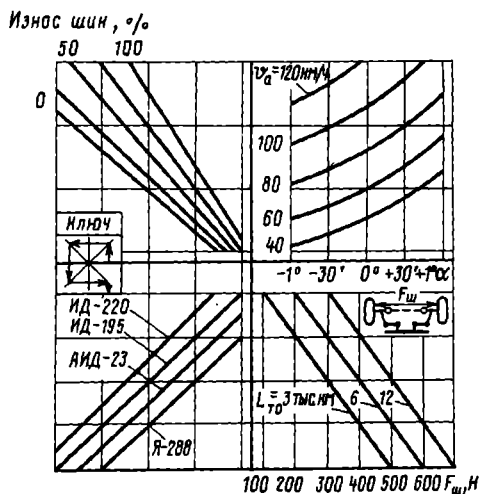


Рис. 9.22. Номограмма выбора нагрузки, имитирующей воздействие дороги на передние колеса

вает интенсивный неравномерный износ протектора. Регулировка угла схождения грузовых автомобилей производится изменением длины поперечной рулевой тяги, легковых с червячным рулевым механизмом — одной из двух боковых тяг, а легковых с реечным рулевым механизмом обязательна регулировка угла схождения каждого колеса в отдельности соответствующей рулевой тягой.

При движении заднеприводного автомобиля под действием сил дорожного сопротивления передние колеса расходятся (у переднеприводных автомобилей в тяговом режиме, как правило, сходятся) на величину существующих зазоров в рулевой трапеции и становятся параллельно друг другу. Нормативное схождение не всегда обеспечивает это условие. Причина — в индивидуальном техническом состоянии каждого автомобиля, особенно с независимой подвеской передних колес. Этот недостаток устраним применением нового способа регулировки угла схождения легковых автомобилей при нагружении их силами, имитирующими условия движения: вертикальной силой на передний мост (500—600 Н) и разжимной силой на передние колеса, создаваемой специальной

нагрузочной штангой, при ее установке между боковинами передних шин на уровне центров колес. Разжимную силу $F_{ш}$ определяют по номограмме (рис. 9.22) с учетом фактического развала α , наиболее часто используемой скорости движения v_a автомобиля, степени износа (в %) протектора, модели установленных на автомобиле шин и периодичности регулировок. Угол схождения при регулировке устанавливают в интервале $0 \pm 5'$, что обеспечивает такое же положение колес при движении автомобиля.

При ТО-1 по рулевому управлению и передней оси проверяют люфты рулевого колеса, шарниров рулевых тяг, подшипников ступиц колес, герметичность системы гидроусилителя, крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней.

При ТО-2 с учетом объема ТО-1 проверяют правильность установки балки передней оси и углы установки колес, дисбаланс колес, состояние и крепление карданного вала рулевого управления, крепление всех узлов и деталей.

Основные неисправности тормозных систем: 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 пневматических тормозов износы клапанов тормозных и защитных кранов, прорыв диафрагм тормозных камер, разрушение уплотнительных манжет энергоаккумуляторов.

Изношенные тормозные накладки с тормозных колодок срезают на стенде модели Р174 или, высверливая заклепки. Новые накладки прикрепляют заклепками из цветных металлов или приклеивают клеем ВС-10Т. Приклеивание почти в 3 раза повышает производительность труда, экономит цветные металлы, увеличивает поверхность трения и ресурс накладок.

Перед склеиванием поверхность колодки зачищают до металлического блеска с некоторой шероховатостью, обезжиривают ацетоном и сушат 10 мин. Клей наносят слоем 0,1—0,15 мм и выдерживают 10—15 мин (слой клея более 0,5 мм снижает прочность соединения), затем наносят второй слой и сушат повторно. Накладку соединяют с колодкой, устанавливают в специальное приспособление (рис. 9.23), создают давление прижатия склеиваемых поверхностей 0,2—0,4 МПа и сушат 1,5—2 ч при 175—185 °С. Охлаждают вместе с печью до температуры 100° в течение 50—60 мин, затем на воздухе в течение 2—3 ч. При таком охлаждении уменьшаются остаточные напряжения в склеенных соединениях.

Существует и более прогрессивный способ склеивания. Хлопчатобумажную ленту пропитывают клеем ВС-10Т в специальных установках и просушивают по определенному режиму. При склеивании отрезают необходимый размер ленты, прокладывают между колодкой и накладкой, сжимают с давлением 0,2—0,3 МПа и выдерживают 1,5 ч при (180 ± 5) °С.

Качество склеивания проверяют (выборочно) на отсутствие сдвига под прессом при давлении 7,5—8,0 МПа.

Радиус рабочей поверхности колодок должен соответствовать размеру тормозного барабана. Обеспечивают это обточкой накладок тормозных колодок (в сборе) на установке модели Р114 или Р117. На этих же установках можно расточить тормозные барабаны под ремонтный размер.

При установке колодок в тормозной барабан необходимо достичь полного прилегания рабочих поверхностей. Допускается зачистка неровностей, задиров, рисков. Зазор должен быть минимальным, но позволяющим барабану вращаться без касания колодок. Регулировку у пневматических тормозов проводят механизмом червячного типа, у гидравлических — эксцентриком. Отказавшие узлы тор-

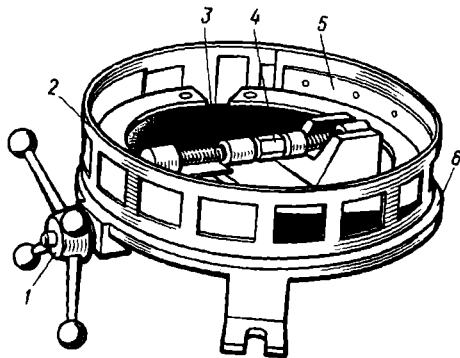


Рис. 9.23. Приспособление для приклеивания тормозных накладок к колодкам:

1 — рукоятка; 2 — обжимное кольцо; 3 — винт; 4 — фиксатор; 5 — тормозная колодка; 6 — плата

мозной системы разбирают, изношенные детали, как правило, заменяют на новые.

Особую ответственность представляет разборка пружинного энергоаккумулятора многоконтурной тормозной системы типа КамАЗ. В энергоаккумуляторе сжата сильная пружина, которая при неосторожной разборке может нанести травму. Технология разборки следующая: отсоединить энергоаккумулятор от тормозной камеры;

нагреть подпятник 1 (рис. 9.24) до 200—250°С и вывернуть его. Подвести к выводу 2 сжатый воздух давлением не менее 0,6 МПа;

при помощи специальных щипцов снять стопорное кольцо 4 упорного подшипника 6, утопив подшипник;

вывернуть винт 7 механического растормаживания на 8—10 оборотов, отсоединить подвод сжатого воздуха, перевернуть энергоаккумулятор фланцем вниз, вынуть упорный подшипник 6, его упор 5 и шайбу 11;

установить энергоаккумулятор в приспособление между скобами 8 так, чтобы нижнее кольцо скоб входило во фланец, а упор 9 винта 10 фиксировал головку винта 7. Прижать винтом 10 энергоаккумулятор к его фланцу;

отвернуть восемь болтов крепления цилиндра 3 энергоаккумулятора к его фланцу;

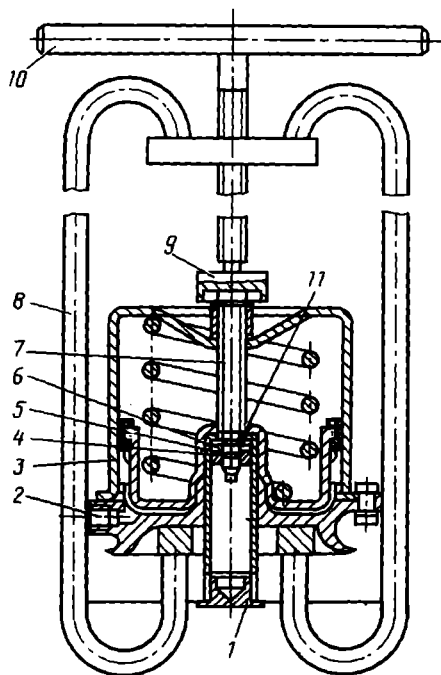


Рис. 9.24. Разборка пружинного энергоаккумулятора в приспособлении

отвернуть винт 10 приспособления и освободить находящуюся в цилиндре силовую пружину;

разобрать энергоаккумулятор.

Собирают энергоаккумулятор в обратном порядке, но после уста-

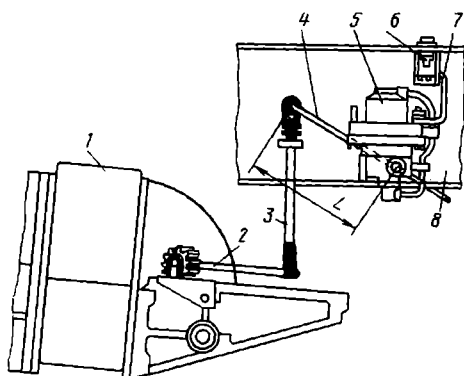


Рис. 9.25. Регулятор тормозных сил автомобиля ЗИЛ-4331:

1 — картер заднего моста; 2 — упругий элемент; 3 — тяга; 4 — рычаг регулятора; 5 — регулятор тормозных сил; 6 — поперечина; 7 — кронштейн регулятора; 8 — лонжерон

новки стопорного кольца 4 при выпуске сжатого воздуха центральная труба энергоаккумулятора должна быть направлена в сторону, обеспечивающую безопасность работающих людей в случае срыва ненадежно установленного кольца под воздействием силовой пружины.

После замены заднего моста, прогиба или замены его рессор необходима регулировка регулятора тормозных сил (рис. 9.25). Для автомобиля ЗИЛ-4331, например, выполняется она в следующем порядке:

рассчитать отношение i нагрузки на задний мост груженого и порожнего автомобиля;

определить прогиб f рессор заднего моста при изменении нагрузки от нуля до полной;

определить по номограмме (рис. 9.26) длину L рычага 4 (см. рис. 9.25) регулятора;

ослабить болт крепления рычага на регуляторе, установить центр

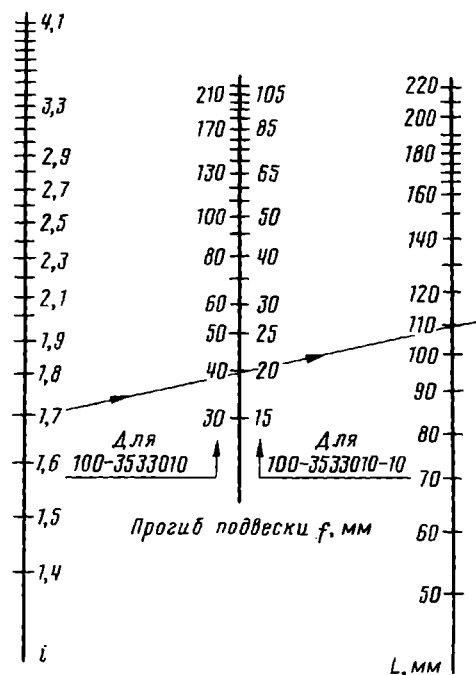


Рис. 9.26. Номограмма для определения длины рычага регулятора тормозных сил автомобиля ЗИЛ-4331

шарнира соединительной муфты на расстоянии L от оси поворота рычага и затянуть болт. Тяга 3, соединяющая рычаг 4 регулятора с упругим элементом 2, должна быть вертикальной;

установить контрольный манометр к клапану магистрали подвода воздуха к задним тормозным камерам;

рассчитать по формуле минимальное давление $p_{\min} = 0,6/i$ [МПа];

на порожнем автомобиле довести давление сжатого воздуха в приводе при нажатой педали тормоза до 0,6 МПа и, изменяя длину вертикальной тяги путем перемещения на ней соединительной муфты, по манометру установить расчетное минимальное давление сжатого воздуха на выходе из регулятора тормозных сил;

проверить стабильность давления $p_{\min}$, сделав несколько нажатий на тормозную педаль. Предельное отклонение не должно превышать 0,02 МПа. После проверки затянуть хомут на соединительной муфте. Наконечник упругого элемента 2 при этом должен оставаться в нейтральном положении;

поднять наконечник элемента 2 на величину прогиба f подвески. Давление по контрольному манометру при нажатой педали тормоза должно быть около 0,6 МПа. Если это не так, то необходимо регулировку повторить.

Герметичность тормозного привода в целом проверяют по падению давления. При номинальном давлении воздуха в системе, включенных потребителях сжатого воздуха и выключенном двигателе падение давления по манометру автомобиля не должно превышать 0,015 МПа за 15 мин при свободном положении органов управления тормозных кранов и 0,03 МПа после их включения.

Правильность функционирования привода в целом или отдельных его контуров проверяют прибором модели К235. Так, по автомобилю КамАЗ последовательно проверяют контуры: тормозных механизмов переднего, среднего и заднего мостов, механизмов стояночного и запасного

тормозов, вспомогательного тормоза, системы растормаживания стояночного тормоза. Для этого контрольные манометры прибора К235 с помощью соединительных шлангов подключают к восьми специальным клапанам (контрольным выводам) и шести дополнительным выводам автомобиля. При различных положениях органов управления тормозной системы измеряют давление воздуха в контролируемых контурах и сравнивают результаты с нормативными значениями. Несоответствие указывает на неисправность органов управления и защитных кранов проверяемого контура.

При ТО-1 по тормозной системе проверяют: герметичность трубопроводов и всех узлов; давление, развиваемое компрессором; эффективность действия тормозов на стенде; затяжку и шплинтовку мест крепления деталей и узлов; свободный и рабочий ходы педали тормоза.

При ТО-2 с учетом объемов ТО-1 проверяют: состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, подшипников колес; уровень жидкости в гидравлических тормозных системах; работу контуров многоконтурных пневматических систем, регулятора тормозных сил.

Дополнительно при ежедневном обслуживании сливают конденсат из воздушных баллонов, в осенне-зимний период проверяют уровень жидкости во влагоотделителе. При сезонном обслуживании промывают фильтр регулятора давления в керосине, подготавливают влагоотделитель к наступающему сезону (при температуре воздуха ниже плюс 5 °С влагоотделитель включают установкой рукоятки в верхнее положение).

9.4. КАБИНА, КУЗОВ, ОПЕРЕНИЕ

Основные неисправности кабин и оперения: перекос, вмятины, разрывы, коррозионные разрушения, ослабления заклепочных и болтовых соединений. Приемы ремонта следующие: удаление продуктов коррозии,

сварка, правка и выравнивание поверхности, постановка дополнительных деталей, восстановление защитных покрытий.

Продукты коррозии удаляют металлическими щетками, растворителями ржавчины. Сварку применяют главным образом газовую, ручную и полуавтоматическую электродугую, контактную. Часто используют пайку твердыми припоями.

Трещины заваривают непосредственно, а пробоины и разрывы наложением заплат. Ремонтные детали кабин и заплаты приваривают внахлестку с перекрытием краев на 20—24 мм. Сварные швы проковывают пневматическим или рихтовальным ручным молотком сразу после сварки в горячем состоянии. Длинные трещины и большие заплаты во избежание коробления участка заваривают не сплошными швами, а отдельными участками. Трещины в панелях кабины устраняют пайкой припоем ПМЦ-54, бронзовой или латунной проволокой, используя специальный аппарат НИИАТР Р-477.

Вмятины, разнообразные перекосы устраняют правкой в холодном состоянии или с предварительным подогревом поврежденного места газовой горелкой до 600—650 °С.

Подогрев применяют для устранения вмятин с перегибами и складками, когда правка в холодном состоянии не удается.

Выравнивают вмятины в два приема. Сначала делают выколотку, затем рихтовку. Выколотку вмятин (рис. 9.27) ведут на поддержке 1 или на плите ударами специального молотка 2 до выравнивания вмятины, затем оставшиеся бугорки подравнивают деревянной или резиновой киянкой 3.

Выколотку глубоких вмятин без острых краев и загибов начинают с середины и постепенно переносят удары молотка или киянки к краям. Вмятины с острыми углами выбивают, начиная с острого угла или с выправки складки. Пологую вмятину выколачивают, начиная с краев к середине. Одну выпуклость устраняют за счет растяжения металла ударами молотка по концентрическим кругам (рис. 9.27, а). По мере приближения молотка к границе выпуклости силу удара молотка уменьшают. Чем больше будет сделано кругов (цепочек), тем успешнее будет сглаживание. При нескольких близкорасположенных выпуклых местах (рис. 9.27, б) вначале растягивают участок между ними и сводят их в одну выпуклость, а затем в зависимости от формы получившейся выпуклости определяют место в направлении дальнейшей растяжки.

Рихтовку делают на supports 1 (рис. 9.27, б), подобранных по профилю восстанавливаемой панели, рихтовальными молотками 3 вручную или при помощи специальных станков и механизированных приспособлений. При рихтовке наносят частые несильные удары один возле другого, постепенно выравнивая бугорки и вогнутости, до полного устранения неровности поверхности. Качество рихтовки проверяют личным напильником, слегка зачищая место рихтовки. Если остаются углубления, рихтовку повторяют.

Сильно растянутые участки, например на крыльях автомобилей, восстановить правкой, как правило,

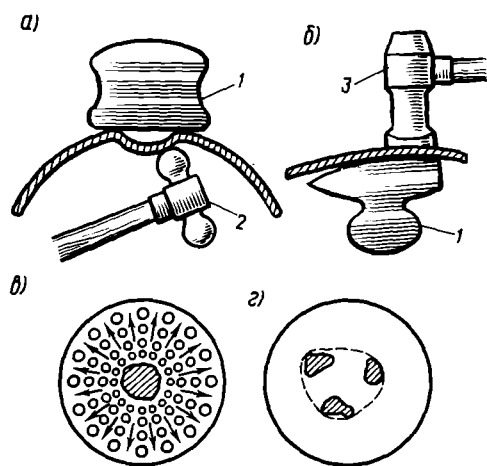


Рис. 9.27. Выколотка и рихтовка вмятин: а — выколотка при помощи поддержек; б — рихтовка на поддержке; в — устранение одной вмятины; г — устранение нескольких вмятин

не удается. В этом случае часть растянутого металла вырезают, а кромки выравнивают и сваривают.

Перекосы и прогибы выправляют при помощи специальных приспособлений и струбцин с механическим или гидравлическим приводом.

Небольшие вмятины, дефекты рихтовки, сварочные швы и другие неровности выравнивают заполнителями — термопластическими массаами ПФН-12, ТПФ-37, эпоксидными клеевыми составами и мягкими припоями.

Постановка дополнительной детали применяется в том случае, если поврежденный участок детали (панели) нельзя восстановить сваркой и правкой. Поврежденную часть удаляют ножовкой, ножницами или другим инструментом. Новую часть изготавливают по шаблону и ставят ее на место удаленной, закрепляя заклепками, сваркой, болтами или клеем.

Для кузовов легковых автомобилей наиболее частой неисправностью является коррозионное разрушение. Долговечность деталей кузовов обусловлена двумя взаимосвязанными факторами: наработкой (пробегом) и календарным сроком службы (рис. 9.28). По долговечности детали кузова можно разделить на две группы: первая (1) — передние и задние крылья, нижние части арок (брызговиков) задних колес, крайние части щита передка; вторая (2) — передние и задние панели, детали пола багажника и салона. Различие в ресурсах указанных групп составляет около 3 лет и 50 тыс. км пробега.

Разрушение деталей первой группы ухудшает внешний вид кузова, не вызывая изменения его прочностных характеристик. К моменту коррозионных разрушений деталей второй группы снижается жесткость и накапливаются усталостные разрушения в наиболее нагруженных деталях кузовов, к числу которых, например, относятся стойки боковин кузова, лонжероны.

Практика показывает, что любую деталь первой группы менять пол-

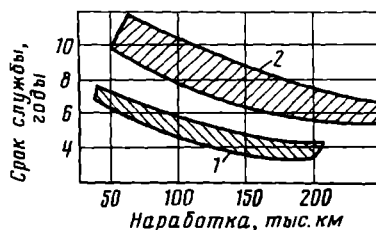


Рис. 9.28. Периоды разрушения деталей кузова автомобилей ВАЗ (среднегодовой пробег 5—50 тыс. км, противокоррозионные покрытия не обновлялись)

ностью («в сборе») 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. Их ремонт возможен и целесообразен термопластическими массаами, эпоксидными составами, мягкими припоями.

Для восстановления больших зон разрушения в настоящее время широкое распространение получает так называемый панельный метод ремонта. Поврежденный коррозией, а иногда и при аварии участок кузова удаляют, а на его место устанавливают аналогичную ремонтную деталь (панель), поставляемую в запасные части или оказавшуюся целой при аварии другого автомобиля.

Ресурс деталей первой группы, восстанавливаемых указанными способами, продлевается до ресурса второй, и при этом становится экономически оправданным обновление всех деталей кузова.

Восстановление кузовов, поврежденных при аварии, состоит в вытяжке, правке и ремонте деформированных участков с заключительным контролем правильности геометрических параметров кузова в целом и его подрамника. Для этих целей существует стенд модели Р620, на раму которого крепят автомобиль и специальными приспособлениями для ручной и гидравлической правки выполняют работы по вытяжке и правке кузова.

Приемы ремонта металлических кузовов грузовых автомобилей аналогичны приемам ремонта кабин и оперения. Толщина металла кузова значительно больше толщины металла оперения, поэтому облегчаются сварочные работы, но затрудняется правка.

Сварочные работы обычно выполняют электродуговой сваркой, а правку ведут с предварительным подогревом места правки до 600—650 °С.

Ремонт кузовов неразрывно связан с окрасочными работами. Грунтовку и эмали в условиях АТП наносят краскораспылителями. Наибольшее распространение получило пневматическое распыление под давлением воздуха 0,3—0,7 МПа. Этот традиционный способ не требует специального оборудования, но обладает существенными недостатками. Для качественного распыления краска должна быть малой вязкости, что достигается добавлением значительного объема растворителя. При высыхании краски растворитель улетучивается, образуя между частицами пигмента поры, что снижает декоративные и, особенно, защитные свойства покрытия.

Более прогрессивным способом окраски является нанесение эмалей с низким содержанием растворителя, но нагретых до 50—70 °С. При этом

давление воздуха можно снизить до 0,15 МПа, на 25 % уменьшается расход краски, можно наносить более толстые слои покрытий без потеков. Покрытия обладают высоким блеском и большей плотностью, так как содержание в них растворителя минимально.

Сложностью такого способа окраски является то, что согласно правилам противопожарной защиты на окрасочных участках подогрев краски возможно осуществить только горячей водой, а водоподогреватель должен быть расположен вне окрасочной камеры.

Кроме окраски распылением с использованием сжатого воздуха, существует безвоздушная окраска, при которой 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 очень производительен и используется при окраске больших площадей. При нем 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. Плунжерные насосы вызывают пульсацию распыляемой краски. Но начинают появляться конструкции, в которых за счет сложных золотниковых устройств удается ликвидировать пульсацию распыляемой краски и повысить качество окрашиваемой поверхности.

Технологический процесс окраски автомобилей состоит из следующих основных этапов: подготовки окрашиваемой металлической поверхности, нанесения шпатлевки, грунтовки, краски.

Подготовка металлической поверхности заключается в очистке ее от ржавчины и старой краски. Выполняют это механическим способом или с помощью химических препаратов. Основным условием качест-

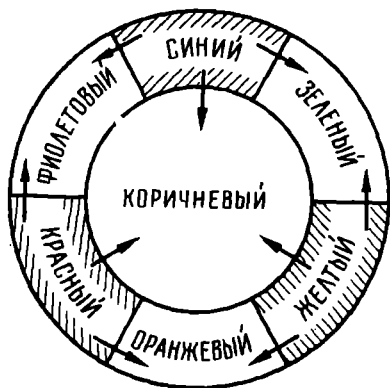


Рис. 9.29. Цветовой круг для подбора колера краски

венного выполнения окрасочных работ является соблюдение технических условий на температурный и временной режим сушки каждого слоя покрытия. Так, например, грунтовка ГФ-021 при обычной температуре должна сохнуть не менее суток. Но через 1,5—2 ч слой кажется сухим. Если на него сразу нанести эмаль, то сцепление грунта с поверхностью ослабевает, а на эмали образуется шагреньевый налет. Наиболее распространены эмали на меламино-алкидной основе МЛ-12, МЛ-197, МЛ-1110 требуют сушки в специальных камерах при 130—140 °С. Перспективными являются эмали данного типа, которые при сохранении высоких защитно-декоративных свойств сохнут при 20 °С (2 ч «от пыли», 6 — «на отлип», за 20 ч — полная полимеризация). Примером может быть поставляемая финской фирмой «Садолин» синтетическая эмаль «Садолин-012».

В условиях АТП наряду с окраской всего автомобиля часто приходится подкрашивать его отдельные участки. Красок всей необходимой гаммы цветов на складе может не быть. Приходится подбирать колер. Для этого удобно пользоваться так называемым цветовым кругом (рис. 9.29). Три основных цвета — синий, желтый, красный позволяют получить остальные. Все цвета цветового круга, за исключением коричневого, называются хроматическими. Коричневый, а также белый, черный и получаемый при их смешивании серый цвет называются ахроматическими. При добавлении ахроматической краски в хроматическую цвет последней в принципе сохраняется, но он теряет сочность и изменяет тон — становится темнее или светлее. Так, сочетание синего с белым дает голубой цвет, а с черным — темно-синий.

Прогрессивным является применение специальных краскосмесительных установок, в которых требуемый колер подбирается на основе спектрального анализа отраженного луча от окрашиваемой поверхности.

9.5. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

На устранение неисправностей элементов электрооборудования бензиновых (без зажигания) * и дизельных автомобилей в эксплуатации приходится от 11 до 17 % от общего объема работ по ТО и ТР автомобилей. 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 понижения, а также длительного хранения аккумулятора бездозаряда 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 заплат на 5—6 слоев стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой. При больших 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/см³. Плотность электролита проверяют денсиметрами различных конструкций. Разница в плотности отдельных аккумуляторов батареи не должна быть более 0,01 г/см³.

* Рассмотрено в разд. 9.1.

Для очень холодного климатического района СССР плотность электролита, приведенная к 25 °С, зимой установлена 1,30 г/см³, а летом 1,26 г/см³. Для умеренного климатического района этот параметр круглый год должен составлять 1,26 г/см³, для теплого влажного и жаркого сухого районов 1,23 г/см³.

Уменьшение плотности электролита на 0,01 г/см³ соответствует разряду батареи примерно на 6 %. Батарея требует заряда (тренировочного цикла) в условиях аккумулятораного участка, 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 конце пятой секунды должно оставаться неизменным в пределах 1,7—1,8 В. Однако указанный метод становится затруднительным при наличии защитного покрытия кислотоупорной мастикой всех соединительных пластин внутренних аккумуляторов, а также для современных необслуживаемых батарей. Поэтому основное значение в эксплуатации приобретает простой метод проверки работоспособности батарей по падению напряжения при пуске двигателя стартером. Это падение для исправного состояния (при прогревом аккумулятора и двигателя) должно быть не ниже 10,2 В. Более низкий уровень свидетельствует также (при нормальной плотности электролита) о потере 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 и транзисторных регуляторов перемен-

ного тока значительно упростило процессы обслуживания и ремонта электрооборудования. 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. Основными неисправностями регулятора (реле-регулятора) является неправильный уровень регулируемого напряжения, которое для обычного 12-вольтового оборудования должно быть 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 характерные, хотя и редко встречающиеся, неисправности генераторов переменного тока, как обрыв или замыкание обмоток статора на корпус (массу) или пробой диодов выпрямителя ввиду значительных резервов работоспособности генератора.

При исправной работе генератора диапазон колебания напряжения в сети не превышает обычно 1—1,2 В для бензиновых двигателей (рис. 9.30, а) и имеет еще меньший уровень для дизелей. При одном пробитом (закороченном) диоде в результате потери его выпрямляющих свойств диапазон изменения

напряжения увеличивается до 2,5—3 В при общем снижении частоты его колебаний (рис. 9.30, б). Средний уровень напряжения, показываемый вольтметром, при этом не меняется, однако «выбросы» напряжения приводят к снижению долговечности батареи и других элементов электрооборудования. Аналогичные явления имеют место при обрыве или замыкании обмоток статора на корпус. Указанные неисправности легко выявляются по характерному виду осциллограмм.

Неисправный генератор подлежит замене для ремонта в условиях электроцеха. Ограничивающее напряжение для контактных реле-регуляторов регулируют натяжением пружины якорька, а при отсутствии такой возможности реле-регулятор заменяют. В условиях электроцеха возможна также регулировка бесконтактно-транзисторных регуляторов путем подбора сопротивлений. 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

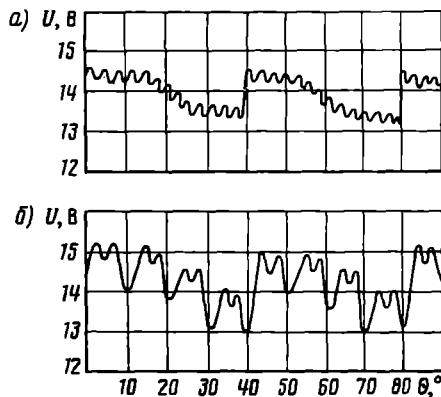


Рис. 9.30. Осциллограммы напряжения генератора переменного тока с реле-регулятором: а — при исправном состоянии генератора; б — при неисправностях обмотки и диодов генератора; θ — угол поворота кулачка прерывателя-распределителя; U — напряжение бортовой сети автомобиля

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 считается отрегулированным, если ее луч направлен вдоль оси дороги с захватом обочины и обеспечивает их освещение на расстоянии порядка 30 м при ближнем свете и порядка 100 м при дальнем. Указатели поворотов должны работать в проблесковом режиме с частотой следования проблесков $(1,5 \pm 0,5)$ Гц. Суммарная сила света фар (при дальнем свете), измеренная в направлении оси отсчета, должна быть не менее 20 000 кд. ГОСТ 25478—82 регламентирует также диапазоны силы света габ-

ритных 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. 8.27, 8.28). Проверку частоты включения указателей поворотов проводят при помощи секундомера путем измерения времени не менее чем по 10 проблескам.

Контрольно-измерительные приборы. Проверяют их на 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.

9.6. ОБЩЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Диагностирование автомобиля, как уже отмечалось в гл. 4, может быть двух видов: функциональное, которое проводится в условиях ходовых испытаний, и тестовое, проводимое в условиях имитации реальных режимов с помощью диагностических стендов. В эксплуатационных условиях ходовые испытания применяются в настоящее время в ограниченных масштабах, главным образом для оценки маршрутных норм расхода топлива. Этот вид испытаний с использованием устанавливаемых на автомобиль средств технического диагностирования, запоминающих накопленную за смену диагностическую информацию с последующей обработкой ее на персональной ЭВМ, перспективен для небольших АТП и эксплуатационных филиалов.

Для головных предприятий автообъединений и централизованных специализированных производств по ТО и ремонту автомобилей эффективным является проведение стендовых испытаний автомобилей. Диагностирование автомобиля на стенде

должно осуществляться в соответствии с технологическим алгоритмом, который включает: порядок измерений или контроля диагностических параметров; правила обработки результатов измерений диагностических параметров; правила принятия заключений (постановка диагноза) о техническом состоянии автомобиля и правила назначения целесообразного порядка дальнейших действий. При этом выбор состава диагностических параметров и тестовых воздействий должен обеспечить требуемую достоверность оценки технического состояния и уровня эксплуатационных свойств диагностируемого автомобиля.

Диагностирование автомобилей по тягово-экономическим показателям и влиянию на окружающую среду. Динамичность и топливная экономичность автомобилей являются основными факторами их эффективности, а показатели токсичности отработавших газов имеют с ними тесную связь. В то же время исследования, выполненные в МАДИ, показывают, что до 30 % автомобилей на АТП эксплуатируются с значительным перерасходом топлива из-за ухудшения мощностных показателей двигателей. В 70 % случаев методы устранения причин перерасхода можно выявить при проведении контрольного осмотра в объеме ЕО, так как причинами его являются подтекания и негерметичность топливopроводов, засорившиеся фильтры, пониженное давление в шинах и т. п. Однако в 20 % наиболее сложных случаев определение причин перерасхода требует проведения диагностирования и выявления скрытых неисправностей. В оставшихся 10 % случаев причинами перерасхода топлива являются неквалифицированное вождение или неблагоприятные условия эксплуатации. Расчеты показывают, что в городских условиях в результате своевременного выявления автомобилей, эксплуатирующихся с перерасходом топлива, и устранения по результатам диагностирования неисправностей расход топлива в сред-

нем по парку автомобилей можно снизить на 3—5 %.

Определение работоспособности и правильности функционирования в части обеспечения тягово-экономических показателей автомобиля производят с помощью стенда тяговых качеств и расходомера топлива. С помощью стенда имитируют различные тестовые режимы работы автомобиля и измеряют при этом его тягово-экономические показатели. Выбор тестовых режимов для различных типов и моделей автомобилей осуществляется исходя из обеспечения требуемой точности и достоверности диагноза. На рис. 9.31 показан выбор тестовых режимов определения максимальной силы тяги на ведущих колесах и расхода топлива для автомобиля ГАЗ-24. В принципе на основании имеющихся паспортных данных о внешних характеристиках двигателя (N_e , M_e и g_e) можно задаться любой скоростью (например, 60 км/ч — удобно для оператора) и пересчитать для этой скорости силу тяги и расход топлива. Однако при этом вследствие имеющегося всегда при проведении испытаний возможного отклонения от расчетной скорости («коридор выдержки режима») мы будем иметь систематическую ошибку Δ , не зависящую даже от точности самого СТД. С целью исключения этой ошибки принято по возможности совмещать тестовые режимы с экстремальными точками кривых внешних характеристик двигателя, так как в них даже при отклонениях скоростного режима изменения измеряемого параметра минимальны. Исходя из этого рекомендуемыми тестовыми режимами для определения тягово-экономических показателей легкового автомобиля ГАЗ-24 будут: скорость на прямой передаче, соответствующая частоте вращения двигателя при максимальном крутящем моменте (66,2 км/ч), и нагрузка, соответствующая максимуму при определении силы тяги; скорость, соответствующая $g_{e, \min}$ (45 км/ч), и нагрузка P_f , имитирующая условия движения

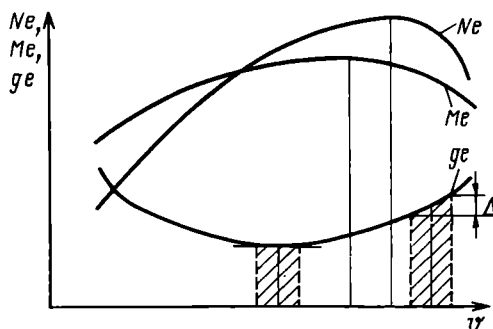


Рис. 9.31. К обоснованию и выбору тестовых режимов определения тягово-экономических показателей автомобиля

автомобиля по ровному горизонтальному отрезку пути с асфальтобетонным покрытием,

$$P_f = P_d + P_v - P_{ст},$$

где P_f — нагрузка, создаваемая нагрузочным устройством стенда; P_d — имитируемое дорожное сопротивление; P_v — имитируемое сопротивление воздуха; $P_{ст}$ — сопротивление качению, создаваемое барабанами стенда без включенной нагрузки.

В рассматриваемом примере $P_f = 133$ Н. При этом должен быть обеспечен контрольный расход топлива 8,5 л/100 км.

Одновременно с измерением тягово-экономических показателей автомобиля определяют токсичность отработавших газов для автомобилей с карбюраторными двигателями по показателю содержащейся в них объемной доли окиси углерода, которая не должна превышать, согласно ГОСТ 17.2.2.03—87, 1,5 % на минимальной частоте вращения коленчатого вала и 2,0 % на режиме повышенной частоты вращения коленчатого вала двигателя, не выше 0,8 от номинальной. Дымность отработавших газов автомобилей с дизельными двигателями не должна превышать 40 % в режиме свободного ускорения и 15 % в режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала.

Методика диагностирования автомобиля на стенде тяговых качеств силового типа следующая. Автомобиль устанавливают на барабаны стенда колесами ведущей оси (трех-

осные автомобили устанавливаются колесами средней оси, а для колес задней оси в конструкции таких стендов предусматриваются специальные поддерживающие ролики). Оператор запускает двигатель, прогревает его и агрегаты трансмиссии при частичных нагрузках до рабочей температуры (60—80 °С) и выводит автомобиль на заданный скоростной режим (заданная скорость движения на прямой передаче). 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. Далее для того, чтобы оценить мощностные свойства двигателя, необходимо определить потери на качение колес по барабанам стенда и на трение в трансмиссии. Эти потери оцениваются по выбегу автомобиля в заданном диапазоне скоростей (от 60 до 30 км/ч).

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.

Диагностирование автомобилей по эффективности тормозов. По данным статистики, число дорожно-транспортных происшествий, обусловленных неисправностями тормозов автомобилей, составляет до 50 % всех аварий, происходящих по техническим причинам, а в авариях с особо тяжкими последствиями их доля еще выше. Своевременное выявление неисправностей тормозов должно обеспечиваться диагностированием.

Эффективность тормозных систем автомобилей проверяют методами дорожных или стендовых испытаний.

Дорожные испытания проводятся на прямой ровной горизонтальной дороге с сухим асфальтобетонным покрытием, не имеющей на поверхности сыпучих материалов или масла. Шины автомобиля, проходящего проверку, должны быть чистыми и сухими. Дорожные испытания применяют главным образом как инспекторскую проверку для грубой оценки тормозных качеств визуальными методами по тормозному пути и синхронности начала торможения колес, а также с использованием переносных приборов — деселерографов.

Показателями эффективности тормозов при стендовых испытаниях являются общая удельная тормозная сила, время срабатывания и коэффициент осевой неравномерности тормозных сил. Стендовые испытания проводят торможением с усилием на тормозной педали не более 490 Н для легковых автомобилей и автобусов и 686 Н для грузовых автомобилей и автопоездов. Определяют максимальные тормозные усилия, развиваемые каждым колесным тормозным механизмом, и время срабатывания. Значение общей удельной тормозной силы

$$\gamma_T = \sum P_T / G_a,$$

где $\sum P_T$ — сумма максимальных тормозных усилий на всех колесах автомобиля; G_a — полная масса автомобиля.

Значения γ_T должны быть не менее 0,53 для легковых автомобилей, 0,46 для автобусов и 0,41 для грузовых автомобилей и автопоездов (по ГОСТ 25478—82). Значение коэффициента осевой неравномерности тормозных сил K_n определяют отдельно для каждой оси автомобиля по формуле:

$$K_n = \frac{|P_T^{np} - P_T^{лев}|}{P_T^{np} + P_T^{лев}},$$

где P_T^{np} и $P_T^{лев}$ — максимальные усилия, развиваемые тормозами соответственно на правом и левом колесе каждой оси автомобиля.

Значения K_n должны быть не более 0,09 для легковых автомобилей, 0,11 для автобусов и 0,13 для грузовых автомобилей и автопоездов.

Время срабатывания тормозов определяется как интервал времени от начала торможения до момента, в который замедление становится постоянным, т. е. тормозная сила достигает своего максимального значения и дальше остается постоянной. Время срабатывания не должно превышать 0,6 с для легковых автомобилей, 1,0 с для автобусов и грузовых автомобилей и 1,2 с для автопоездов.

Методика диагностирования тормозов на стенде силового типа заключается в следующем. Автомобиль устанавливают колесами одной оси на ролики стенда. Включают электродвигатели (можно поочередно) стенда, после чего оператор нажимает на тормозную педаль. На колесе автомобиля создается тормозной момент, который вследствие сцепления колеса с роликами стенда передается на ведущий ролик и от него через жесткий вал на балансирно установленный мотор-редуктор.

Под воздействием тормозного момента балансирный мотор-редуктор

поворачивается относительно вала на некоторый угол и воздействует на специальный датчик (гидравлический, пьезоэлектрический и др.), который воспринимает усилие, преобразует его и передает на измерительное устройство. Измерительный сигнал выдается на устройство отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация, графопостроитель), на котором фиксируется тормозное усилие на проверяемом колесе.

Время срабатывания тормозного привода определяется с помощью специально вводимого в конструкцию стенда блокировочного ролика, который располагается между роликами стенда и поджимается пружинами к колесу автомобиля. При достижении максимального значения тормозной силы происходит блокировка колеса автомобиля, и блокировочный ролик останавливается. Время срабатывания привода замеряется секундомером от момента нажатия на педаль тормоза до момента блокировки колеса (достижения максимальной тормозной силы), который определяется моментом остановки блокировочного ролика.

Глава 10

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

10.1. НОРМАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основным структурным элементом производственных зон автотранспортного предприятия является рабочее место или рабочий пост.

Рабочее место — это зона трудовой деятельности исполнителя, оснащенная технологическим оборудованием, приспособлениями и инструментом для выполнения конкретной работы. *Рабочий пост* — это участок производственной площади, оснащенный технологическим оборудованием для размещения автомобиля и предназначенный для выполнения одной или нескольких однородных работ.

Пост включает одно или несколько рабочих мест.

Рабочие места в условиях современного автотранспортного предприятия представляют собой систему неразрывно связанных звеньев. Эта связь определяется единством производственного процесса, пропорциональным соотношением сменных заданий на всех рабочих местах, коммуникацией промышленных разводов, подающих сжатый воздух, электроэнергию, охлаждающую жидкость, смазочные материалы и т. д.

Соответствие рабочего места данным условиям выясняется на основании его *аттестации*. Она позволяет сократить долю ручного и тяжелого

физического труда, ликвидировать малозэффективные рабочие места, увеличить коэффициент сменности оборудования. Аттестация проводится по четырем показателям: оснащенности рабочего места технической документацией и технологическим оборудованием, планированию и условиям работы, разделению или кооперации объемов работ, нормирования труда. Исходной документацией являются *табели стандартизованного оборудования* с рекомендациями о размещении их по технологическому принципу, а также *типовые технологии* на техническое обслуживание и текущий ремонт.

Основой типовых технологий являются технологические карты. *Технологическая карта* — это форма технологического документа, в которой записан весь процесс воздействия на автомобиль или его агрегат, указаны в определенной последовательности операции, их составные части, профессия исполнителей и их местонахождение, технологическая оснастка, нормы времени, технические условия и указания.

Технологические карты являются первичными документами, на базе которых строится вся организация производства. Они подразделяются на операционные и постовые. *Операционные карты* (см. прил. 8) содержат перечень воздействий по агрегатам, узлам, системам автомобиля. *Постовые карты* содержат перечень воздействий, выполняемых на конкретном посту (рабочем месте).

Для координации работ нескольких постов, технологически связанных друг с другом, например, на поточной линии технического обслуживания используют *карты-схемы* (см. прил. 9). Они содержат по каждому посту: общую характеристику работ и номера операций (согласно операционным картам), число исполнителей, места их расположения, трудоемкость работ.

Карты-схемы позволяют также совершенствовать производственный процесс путем перераспределения работ по постам, обоснования целе-

сообразности создания специализированных постов.

Технологические карты входят в различные виды нормативно-технической документации, разрабатываемой различными автотранспортными объединениями, ассоциациями, вплоть до республиканских министерств транспорта.

В частности, в РСФСР разрабатываются и выпускаются следующие основные документы.

Руководящие документы (РД), которые устанавливают организационно-методические и общетехнические требования и правила проведения работ. При внедрении на АТП такого документа не допускается видоизменение каких-либо его положений.

Руководства по текущему ремонту (РТ), которые излагают порядок и правила проведения текущего ремонта (постовые и цеховые работы) основных агрегатов автомобилей. При внедрении РТ допускаются отдельные изменения для привязки к конкретным условиям АТП.

Инструкции по техническому обслуживанию (ИО), которые излагают порядок и правила технического обслуживания автомобилей. Условия при внедрении те же, что и у РТ.

Методические указания (МУ) — документ рекомендационного плана. Устанавливает общие методы проведения работ.

Каждый документ имеет свой код. Например, РТ-200-РСФСР-15-0080—84, где соответственно РТ — обозначение документа; 200 — индекс Мин-автотранса РСФСР; 15 — индекс организации-разработчика (здесь — Центравтотех); 0080 — регистрационный номер документа; 84 — год утверждения.

На новые модели автомобилей, если централизованно нормативно-техническая документация еще не разработана, производственно-технический отдел АТП разрабатывает свои технологические карты. Исходным материалом при этом являются:

сборочные и рабочие чертежи изделия;

технические условия на сборку, регулировку, контроль, испытания; производственная программа (для выбора оборудования оптимальной производительности и стоимости);

сведения о существующем оборудовании и инструменте;

нормы времени (при отсутствии устанавливаются хронометражом или берутся по аналогам);

масса изделия (для выбора подъемно-транспортных средств).

Порядок разработки технологической карты: изучается конструкция изделия, составляется план проведения работ, определяется последовательность операций и переходов, устанавливаются нормы времени, выбираются оборудование и инструмент, оформляется технологическая документация.

10.2. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В соответствии с Положением о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта обеспечение в эксплуатации работоспособности подвижного состава осуществляется инженерно-технической службой АТП на основе: применения нормативов ТО и ремонта, учитывающих условия эксплуатации и приспособленность к ним подвижного состава; унификации и типизации технологических процессов и элементов производственной базы с учетом применяемых форм организации технического обслуживания и ремонта.

Как указывалось, основными элементами производственно-технической базы являются рабочий пост и рабочее место. Классификация рабочих постов представлена на рис. 10.1.

Специализация поста зависит от количества и номенклатуры выполняемых на нем операций, определяющих уровень специализации и вид технологической специализации. Пост считается широкоуниверсальным, если число разнородных операций, выполняемых на нем с использованием универсального оборудования, превышает 200 наименований, универсальным, если число выполняемых операций составляет 100—200 наименований.

На специализированных постах выполняется 20—50 технологически однородных операций, а на специальных — менее 20 операций, выполняемых с использованием узкоспециализированного технологического оборудования и оснастки, с применением микропроцессорной техники и робототехнических систем.

За счет специализации производства достигается прирост производительности труда путем снижения трудоемкости ремонтно-регулирующих операций по двум категориям затрат времени:

оперативного времени, затрачиваемого исполнителями непосредственно на выполнение технологической операции;

подготовительного времени, затрачиваемого исполнителем на ознакомление с порученной работой, на подготовку оборудования к работе, обслуживание рабочего места, и т. д.

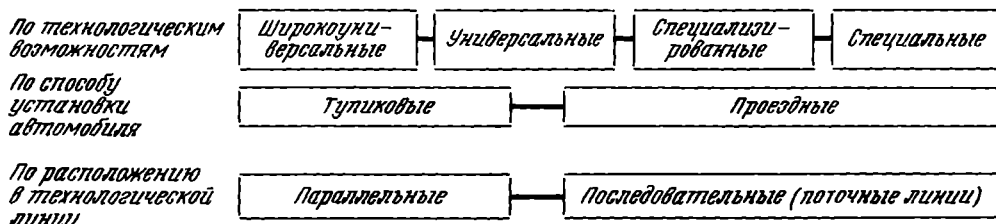


Рис. 10.1. Классификация рабочих постов ТО и ТР автомобилей

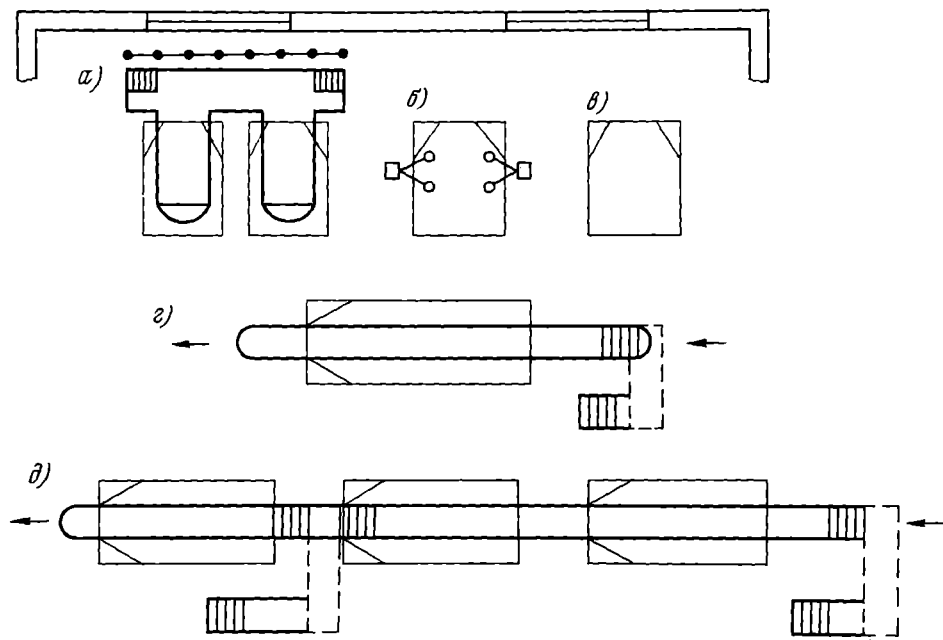


Рис. 10.2. Типы постов:

а, б и в — тупиковые соответственно на осмотровых канавах, подъемнике и напольный; г — проездной на осмотровой канаве; д — поточная линия

Снижение затрат оперативного времени может достигаться путем приобретения навыков, высокой организацией труда на рабочем месте, использования высокопроизводительного технологического оборудования и инструмента. Сокращение подготовительного времени достигается за счет оптимального расположения средств труда относительно объекта ремонта, сокращения зоны обслуживания и номенклатуры технологического оборудования на посту.

Специальные посты имеют наибольший уровень механизации работ. Их пропускная способность максимальная, но на них выполняется ограниченная номенклатура операций. На комплексных АТП требуется проведение большого количества разнотипных работ по ТО и ремонту автомобилей, что делает невозможным обеспечение рациональной загрузки специализированных и специальных постов, поэтому последние используются в основном на цент-

рализованных специализированных производствах и на головных предприятиях автотранспортных объединений.

По способу постановки автомобилей посты делятся на тупиковые и проездные (рис. 10.2). Автомобили ставят на тупиковый пост и съезжают с него с одной стороны. Проездные посты бывают на осмотровых канавах или напольные. Их используют для подвижного состава большой габаритной длины и автопоездов. Постановку автомобилей на проездной пост осуществляют с одной стороны, а съезд — с другой по ходу движения без дополнительных маневров.

В производственных зонах рабочие посты располагаются параллельно друг другу с учетом нормативных значений проходов и проездов, а совокупность последовательно расположенных специализированных проездных постов образует поточную линию.

Выбор типа постов, метода орга-

низации технологического процесса ТО и ремонта определяется производственной программой, которая зависит от размеров и структуры парка, интенсивности эксплуатации подвижного состава и потока отказов.

Содержание работ и их последовательность, инструмент и приспособления, способ выполнения и необходимое для этого время, а также специальность и квалификация исполнителей устанавливаются для каждого поста и его рабочих мест соответствующими технологическими картами. Значительная часть работ по ТО автомобилей выполняется на рабочих местах, но некоторые операции по обслуживанию электрооборудования, аккумуляторов, шин, системы питания и другие — на производственно-вспомогательных участках и отделениях.

Технологический процесс ТО и его организация определяются количеством рабочих постов и мест, необходимых для выполнения производственной программы, технологическими особенностями каждого вида воздействия, возможностью распределения общего объема работ по постам с соответствующей их механизацией и с возможностью специализации как постов, так и исполнителей. В зависимости от количества и уровня специализации постов, на которых осуществляется технологический процесс ТО, различают две формы организации его работ: на универсальных и на специализированных постах.

При обслуживании на универсальных постах комплекс данного вида ТО выполняется на одном посту (тупиковом или проездом), кроме операций по уборке и мойке, для которых при любой организации процесса обслуживания выделяется отдельный пост. На универсальном посту работы могут выполняться группой рабочих всех специальностей (слесарей, смазчиков, электриков) или рабочих-универсалов высокой квалификации. Преимуществом обслуживания на универсальных

постах является возможность выполнения на каждом посту различного объема работ (или обслуживания разномарочных автомобилей), а также выполнения сопутствующего ТР при различной продолжительности пребывания автомобилей на каждом посту. Недостатками такой формы организации обслуживания являются: необходимость многократного дублирования одинакового оборудования; ограниченная возможность применения высокопроизводительного гаражного оборудования, что сдерживает механизацию и автоматизацию производственных процессов; повышенные затраты на ТО и ТР автомобилей; ограниченная возможность разделения труда и специализации работающих.

При обслуживании автомобилей на специализированных постах на каждом из них выполняется часть всего комплекса работ данного вида ТО, требующих однородного оборудования и соответственной специализации рабочих. Обслуживание на специализированных постах может выполняться поточным методом.

При поточном методе все работы выполняются на нескольких расположенных в технологической последовательности специализированных постах, совокупность которых образует поточную линию. Посты располагают прямолинейно, что позволяет применять механическую тягу и обеспечивает наиболее короткие пути перемещения автомобиля с поста на пост. На постах поточной линии расположение автомобилей может быть продольным (ось автомобиля совпадает с осью поточной линии) или поперечным (ось автомобиля перпендикулярна к оси поточной линии). При поперечном расположении автомобиля сокращается длина поточной линии и облегчается съезд автомобиля с любого поста. Поточные линии организуют отдельно для каждого вида обслуживания ввиду различного объема и характера работ. Поточный метод ТО требует обеспечения одинакового времени пребывания автомобиля на каждом

посту, выполнения определенного объема работ и постоянной численности работающих. Нарушение объема работ хотя бы на одном посту вызывает простои на других постах и нарушает процесс поточного производства. Поэтому организация обслуживания на поточных линиях требует однотипности автомобилей и одинакового объема обслуживания, что затрудняет во многих случаях их использование, особенно при ТО-2, где резко колеблются объемы работ и возникает большая асинхронизация работы постов. Передвигаются автомобили на поточных линиях конвейерами или своим ходом.

Различают потоки непрерывного и периодического действия. Поток непрерывного действия называют такую организацию технологического процесса, когда ТО производится при непрерывном перемещении по рабочим постам автомобилей. Скорость конвейера выбирается в пределах от 0,8 до 1,5 м/мин. Поток непрерывного действия в основном нашел применение для работ ЕО.

Организацию технологического процесса, при котором автомобили периодически перемещаются с одного рабочего поста на другой, называют потоком периодического действия. Такая форма организации применяется для работ ТО-1 и ТО-2. Скорость передвижения конвейера при этом принимается от 10 до 15 м/мин.

На средних и крупных предприятиях ТО-1 и ТО-2 могут быть организованы на поточных линиях при сменной программе не менее: для ТО-1 12—15, а для ТО-2 5—6 обслуживаний однотипных автомобилей.

Для обеспечения высокого качества выполнения профилактических работ в установленном объеме, равномерной загрузки исполнителей и повышения производительности труда объем сопутствующих ремонтных работ, проводимых при ТО, ограничивается.

Совместно с ТО возможно выполнение технологически связанных с ним часто повторяющихся операций сопутствующего ТР малой трудоем-

кости (при ТО-1 до 5—7 чел-мин, при ТО-2 до 20—30 чел-мин). Суммарная трудоемкость операций сопутствующего ТР не должна превышать 15—20 % от трудоемкости соответствующего ТО.

ТР автомобилей производится индивидуальным и агрегатным методами. При индивидуальном методе ремонта агрегаты, снятые с автомобиля, не обезличиваются, их ремонтируют, а затем устанавливают на тот же автомобиль. При такой организации ремонтных работ автомобиль продолжает свое время простоя. В целях сокращения простоя подвижного состава ТР автомобилей на АТП осуществляется преимущественно агрегатным методом, при котором неисправные или требующие КР агрегаты заменяют на исправные, взятые из оборотного фонда.

В объем ТР автомобилей входят постовые работы (разборочно-сборочные) и производственно-цеховые. Постовые работы выполняются на постах ТР. При этом возможно применение универсальных и специализированных постов. ТР автомобилей на универсальных постах выполняется одной бригадой рабочих. Сущность ремонта на специализированных постах заключается в выполнении работ на нескольких специализированных постах, каждый из которых предназначен для выполнения определенного вида операций.

Посты ТР обычно оснащаются смотровыми канавами и оборудуются подъемно-транспортными устройствами, приспособлениями и инструментами. Для обеспечения выполнения производственно-цеховых работ на АТП создаются следующие вспомогательные производственные цехи (отделения, участки): агрегатный, слесарно-механический, сварочный, медницкий, жестяницкий, электро-технический, кузнечно-рессорный, аккумуляторный, топливной аппаратуры, шиномонтажный, кузовной, обойный, деревообрабатывающий, арматурный, малярный и др. В этих цехах в соответствии с их назначе-

нием выполняются ремонтно-восстановительные работы агрегатов и механизмов автомобиля.

10.3. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТО И ТР ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Для газобаллонных автомобилей, использующих в качестве топлива сжиженный нефтяной (СНГ) и сжатый природный (СПГ) газы, установлены те же виды и периодичность технического обслуживания, что и для базовых бензиновых автомобилей. Отличие заключается лишь в перечне проводимых профилактических воздействий: в дополнение к работам, предусмотренным для базового автомобиля, проводятся работы по газобаллонной установке.

Ежедневное техническое обслуживание выполняется перед выездом и после возвращения с линии. Перед выездом внешним осмотром проверяют состояние и крепление газовых баллонов, редукторов высокого и низкого давления, карбюратора-смесителя, подогревателя газа, газопроводов и измерительных приборов, а затем с помощью специального прибора или пенным раствором проверяют герметичность соединений газовой магистрали.

Особое внимание обращают на то, чтобы баллоны были надежно закреплены и не касались пола кузова, а газопроводы и арматура не были деформированы.

После возвращения с линии проводят уборочно-моечные работы, проверяют герметичность соединений газовой магистрали высокого давления и состояние элементов газовой системы питания. Обязательной операцией является слив конденсата из редуктора низкого давления. В зимнее время также сливают воду из испарителя.

Первое техническое обслуживание газовой системы питания включает контрольно-диагностические и крепежные работы, которые выполняют при ЕО, а также смазочно-очистительные: очистка фильтрующих эле-

ментов газовых фильтров, электромагнитного клапана, редукторов высокого и низкого давления, смазка резьбовых штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилях.

После этого проверяют герметичность газовой системы питания сжатым воздухом, пускают двигатель и проверяют его работу на холостом ходу на газе и бензине при различной частоте вращения коленчатого вала, определяют содержание СО в отработавших газах и в случае необходимости регулируют карбюратор-смеситель.

Перед постановкой на пост ТО-1 автомобилей, работающих на СНГ, необходимо проверить внутреннюю герметичность расходных вентилях и наружную герметичность арматуры газового баллона, затем закрыть расходный вентиль, выработать газ из системы; при необходимости удалить газ из баллона и перейти на работу двигателя на бензине.

Перед постановкой на пост ТО-1 автомобилей, работающих на СПГ, необходимо проверить герметичность газопроводов высокого давления и арматуры газовых баллонов, выработать газ из системы и перейти на работу двигателя на бензине.

Второе техническое обслуживание включает все работы ТО-1 и, кроме того, ряд дополнительных контрольно-диагностических, крепежных и регулировочных операций, производимых со снятием в необходимых случаях элементов газовой системы питания. При ТО-2 тщательно проверяют крепление узлов и приборов газовой системы, работу редукторов высокого и низкого давления, дозирующе-экономайзерного устройства, предохранительного клапана, подогревателя, испарителя, карбюратора-смесителя, манометров высокого и низкого давлений. В случае обнаружения неисправностей их устраняют и регулируют названные узлы и приборы.

Заканчивается ТО-2 проверкой герметичности соединений всех элементов газовой системы питания.

Проверяются также легкость пуска и работа двигателя на газе и бензине.

Все работы выполняются обычно на специальном посту с помощью установки К277, обеспечивающей проверку всех элементов с помощью воздуха, подаваемого в газовую систему.

При проведении сезонного обслуживания дополнительно продувают трубопроводы сжатым воздухом, проверяют работу ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала, давление срабатывания предохранительного клапана газового баллона для сжиженного нефтяного газа.

При подготовке к зимней эксплуатации с помощью стендового оборудования и приспособлений проводят ревизию газовой аппаратуры: редукторов высокого и низкого давления, вентилей, электромагнитных клапанов, фильтрующих элементов, карбюраторов-смесителей, манометров.

Все эти узлы и приборы снимают с автомобиля, разбирают, очищают, промывают, при необходимости заменяют негодные детали, а затем регулируют и проверяют.

При техническом обслуживании системы питания, кроме работ по газовому оборудованию, выполняют и работы по резервной бензиновой системе питания. Периодичность и перечень этих работ аналогичны выполняемым по системе питания бензиновых двигателей.

Наличие у автомобиля газовой и бензиновой систем питания увеличивает трудоемкость работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту на 10—15 %.

Автомобильные баллоны для СНГ и СПГ являются сосудами высокого давления, на которые распространяются Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Надзор за правильной технической эксплуатацией и хранением возложен на автотранспортное предприятие.

Поэтому автомобильные баллоны должны подвергаться периодиче-

скому освидетельствованию: баллоны для СНГ через 2 года, баллоны для СПГ из углеродистой стали через 3 года, а из легированной стали через 5 лет. Перед освидетельствованием баллоны должны быть освобождены от газа, дегазированы инертным газом, демонтированы с автомобиля и вместе с запорной арматурой направлены на специальные испытательные пункты.

Текущий ремонт газовой аппаратуры, потребность в котором выявляется в процессе работы на линии или при проведении ТО-1 и ТО-2, связан с частичной или полной разборкой узлов и приборов газовой аппаратуры или с их заменой.

Необходимые работы проводятся на автомобиле на специализированных постах или после демонтажа аппаратуры с автомобиля на специализированном участке по ремонту газовой системы питания.

Постовые работы связаны в основном с заменой неисправных узлов и включают: замену подогревателя или испарителя, замену подводящей трубы от глушителя к подогревателю, замену редукторов, электромагнитных клапанов и др.

Цеховые работы включают мойку и сушку сжатым воздухом поступивших в ремонт узлов, их разборку, дефектацию, комплектовку, сборку и испытание.

Организация ТО и ТР газобаллонных автомобилей на АТП имеет ряд особенностей, связанных с наличием на автомобиле газообразного топлива (рис. 10.3).

Выбор того или иного маршрута обусловлен состоянием газовой аппаратуры и автомобиля. При этом возможны следующие варианты:

газовая аппаратура исправна, автомобиль исправен. В этом случае автомобиль после прохождения контрольно-технического пункта (КТП) направляется на расположенный на открытой площадке пост проверки герметичности. Если неисправности отсутствуют, автомобиль направляется на мойку, а затем на открытую стоянку;

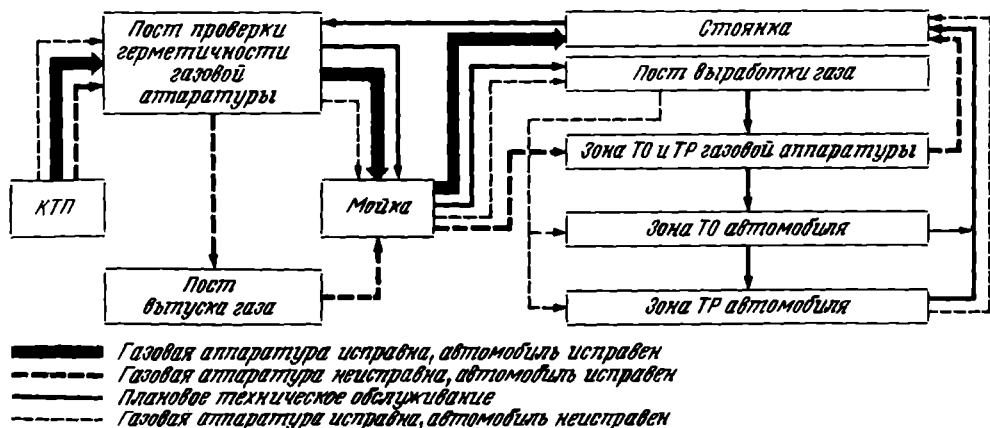


Рис. 10.3. Схема организации технологического процесса ТО и ТР газобаллонных автомобилей, работающих на СПГ

газовая аппаратура неисправна, автомобиль исправен. В случае обнаружения неисправности, в том числе на посту проверки герметичности, автомобиль направляется на специальный пост выпуска газа, представляющий собой открытую площадку на территории АТП,

оснащенную необходимым оборудованием (резервуар для слива СНГ, устройство для выпуска СПГ в сеть или в атмосферу). После выпуска газа автомобиль, работая на бензине, идет на мойку, а затем в зону ТР, где устраняются обнаруженные неисправности или заменяются отдель-

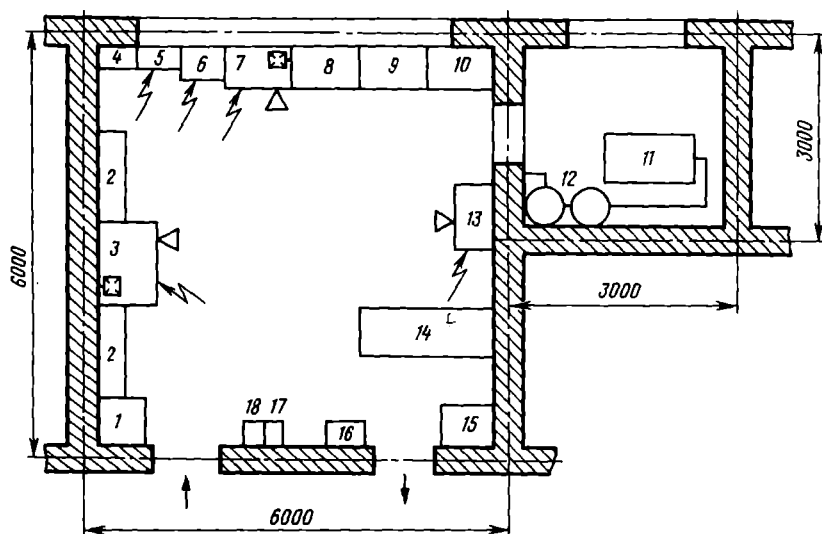


Рис. 10.4. Планировка участка ТР газовой системы питания на АТП:

1 — стол приемки; 2 — стеллаж; 3 — ванна для мойки узлов; 4 — шкаф для обтирочных материалов; 5 — заточной станок; 6 — сверлильный станок; 7 — ванна для мойки деталей; 8 — пост ремонта редуктора высокого давления; 9 — пост ремонта редуктора низкого давления; 10 — пост ремонта карбюраторов-смесителей; 11 — компрессор; 12 — ресиверы для сжатого воздуха; 13 — стенд для проверки газовых аппаратов; 14 — стеллаж для отремонтированных узлов; 15 — стол; 16 — шкаф для приборов; 17 — ящик с песком; 18 — ящик для мусора

ные узлы, а затем на открытую стоянку. После проведения ремонта обязательна повторная проверка газовой магистрали на герметичность;

плановые ТО-1 и ТО-2. Работающий на газе автомобиль поступает на пост проверки герметичности, затем на мойку, а после нее на пост выработки газа. После выработки газа и перевода двигателя на бензин автомобиль направляется в зону ТО-1 или ТО-2;

газовая аппаратура исправна, автомобиль неисправен. После проверки герметичности газовой аппаратуры автомобиль направляется на мойку и на пост выработки газа. Затем, работая на бензине, он перемещается в зону ТР, а после устранения неисправности — на стоянку.

На АТП технологические процессы ТО и ТР газовой аппаратуры выполняют непосредственно на автомобилях в зоне ТО и ремонта газобаллонных автомобилей, а также на специализированном участке, предназначенном для ремонта газо-

вой аппаратуры, снятой с автомобиля.

Посты ТО и ТР газовой аппаратуры располагают в изолированном помещении в случае выполнения контрольно-регулирующих операций при работе двигателя на газе. Количество указанных постов определяют расчетным путем исходя из производственной программы по ТО и ТР газовой аппаратуры.

Участки для проведения работ по ТО и ремонту газовой аппаратуры, снятой с автомобиля, рекомендуется располагать в соседнем помещении с зоной обслуживания газовой аппаратуры.

В настоящее время разработан и выпускается практически весь комплект необходимого технологического оборудования для диагностирования, технического обслуживания и текущего ремонта газовой аппаратуры. В качестве примера на рис. 10.4 приведены планировка и перечень оборудования участка текущего ремонта газовой системы питания.

Глава 11

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

11.1. КЛАССИФИКАЦИЯ, МАРКИРОВКА И КОНСТРУКЦИЯ ШИН

Шины являются важным и дорогостоящим элементом конструкции автомобиля. В зависимости от грузоподъемности автомобиля, его конструкции и условий эксплуатации на приобретение, обслуживание и ремонт шин приходится 6—15 % себестоимости транспортной работы.

Работы, связанные с монтажом, демонтажом шин, их обслуживанием, ремонтом (подкачкой, балансировкой и т. д.), составляют 3—7 % общей трудоемкости ТО и ремонта автомобилей. От 3 до 6 чел. на АТП средней мощности заняты технической эксплуатацией шин. В зависимости от конструктивных особенно-

стей шин расход топлива автомобиля может меняться на 4—7 %. Несоблюдение параметров технического состояния шин приводит к росту расхода топлива до 15 %, почти вдвое увеличивается вероятность дорожно-транспортных происшествий.

Шина устанавливается на обод и вместе с ним и диском образует автомобильное колесо (рис. 11.1).

Основным элементом шины является каркас. Его изготавливают из кордной ткани: текстиля, синтетических волокон, стальной проволоки, стекловолокон и пр. Стоимость каркаса составляет примерно 60 % стоимости шины, а протектора 5—7 %. Долговечность каркаса в 2—3 раза больше, чем протектора, поэтому при износе протектора шину

целесообразно восстановить, наложив (привулканизировав) новый протектор.

В зависимости от назначения различают шины: для легковых автомобилей и прицепов к ним, грузовых автомобилей малой грузоподъемности, микроавтобусов; для грузовых автомобилей и прицепов к ним, автобусов, троллейбусов. Рисунок протектора может быть дорожный, универсальный, повышенной проходимости, зимний. Последний тип протектора можно оснащать шипами противоскольжения. Применение шин с рисунком протектора, не соответствующим конкретным условиям, приводит к снижению безопасности автомобиля, ресурса шины, увеличению расхода топлива, ухудшению комфортабельности автомобиля. Состав резиновой смеси протектора, его рисунок определяют ресурс шин. В последние годы ведутся работы по соединению резины с фторопластом, что возможно позволит увеличить ресурс автомобильных шин в 3 раза.

По конструкции каркаса шины могут быть: диагональные, характеризующиеся диагональным расположением нитей корда в каркасе и брекер; радиальные, характеризующиеся меридиональным расположением нитей корда в каркасе и диагональным в брекер.

По способу герметизации различают шины камерные, в которых воздушная полость создается камерой, и бескамерные, в которых воздушная полость создается ободом колеса и покрышкой, имеющей слой герметизирующей резины.

По конфигурации профиля поперечного сечения (отношение H/B , см. рис. 11.1) шины подразделяются на: обычные ($H/B > 0,89$); широкопрофильные ($H/B = 0,9 \div 0,6$); низкопрофильные ($H/B = 0,88 \div 0,70$); сверхнизкопрофильные ($0,5 < H/B < 0,70$); арочные ($H/B = 0,5 \div 0,39$); пневмокати ($H/B = 0,39 \div 0,25$).

Дополнительно сверхнизкопрофильные радиальные шины легковых автомобилей могут быть представле-

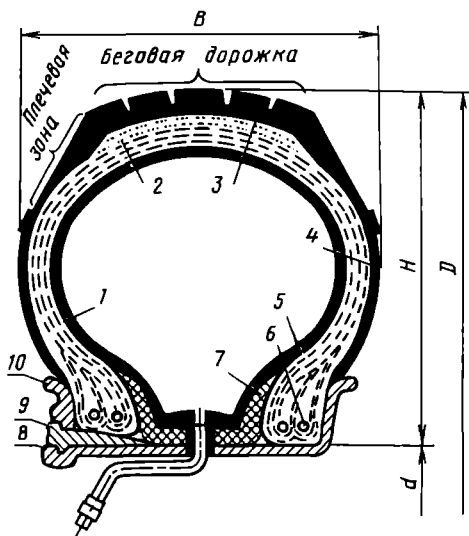


Рис. 11.1. Камерная шина грузового автомобиля в сборе с ободом:

1 — каркас; 2 — брекер; 3 — протектор; 4 — боковина; 5 — камера; 6 — борт; 7 — ободная лента; 8 — обод; 9 — замочное кольцо (разрезное); 10 — бортовое кольцо (неразрезное); D — посадочный диаметр; d — наружный диаметр; H — высота профиля; B — ширина профиля

ны сериями 70 и 60, указывающими отношение H/B в процентах.

Радиальные шины имеют хорошие характеристики по качению. Их пробег на 25—75 % выше пробега аналогичных диагональных. Они способствуют снижению расхода топлива на 3—5 %. Однако радиальное расположение нитей корда каркаса снижает прочность боковой стенки покрышки. В тяжелых дорожных условиях, при движении по глубокой колеи, особенно при пониженном давлении воздуха в шинах, они быстро разрушаются.

Бескамерные шины имеют пробег на 20 % выше по сравнению с аналогичными камерными. Это достигается лучшим температурным режимом шины за счет усиленной теплопередачи с шины на обод. Эти шины медленно «теряют» воздух при проколах, что делает их более безопасными.

У бескамерных шин легко повреждаются уплотнения при не-

аккуратном выполнении монтажно-демонтажных работ. Их можно устанавливать только на специальные герметичные ободья.

Тенденция развития конструкции шин свидетельствует о снижении профиля шин, т. е. уменьшении H/B . Оптимальное отношение H/B с точки зрения затрат энергии на качение 70—65 %. Снижение сопротивления качения на 20 % способствует снижению расхода топлива на 2,5—3 %. Низкопрофильные шины более устойчивы на дороге, обеспечивают меньший тормозной путь автомобиля.

Конструктивные особенности шины, ее основные размеры указаны в маркировке на боковинах (модель, слойность, номер, размер и т. п.).

Модель — условное обозначение разработчика шины и порядковый номер разработки. Например, ИИ-251 — совместная разработка НИИШПа и Нижнекамского шинного завода № 251.

Норма слойности — условное обозначение прочности каркаса. Например, НС-10 для грузовых или 4PR — для шин легковых автомобилей, где цифра показывает, какому числу слоев каркаса из текстильного корда эквивалентна прочность каркаса данной модели шины. На современных моделях шин с учетом международных требований норма слойности заменена индексом грузоподъемности, например, 75, 88, 92 и др.

Заводской номер шины, например, ЯИИ85 153624 означает следующее: Я — изготовлено на Ярославском шинном заводе; ИИ85 — изготовлено в марте 1985 г., 153624 — порядковый номер шины. На шинах современных моделей изменена последовательность обозначения. Вместо месяца указывается порядковый номер недели в году, а сам год представлен одной цифрой. Например, 125Я 153624.

Размер грузовых шин обычного профиля указывается сочетанием двух параметров: B и d (см. рис. 11.1). Например, 320—508 (12,00—20). Здесь первая группа

цифр обозначает размер в миллиметрах, а вторая в дюймах. Радиальные шины дополнительно имеют буквенное обозначение 320—508R (12,00R20).

Размер широкопрофильных шин указывается сочетанием трех параметров: $D \times B - d$. Так, шина с наружным диаметром 1080 мм, шириной профиля 425 мм и посадочным диаметром 484 мм имеет обозначение 1080 $\times$ 425—484. Крупногабаритные широкопрофильные шины дополнительно имеют обозначение B и d в дюймах: 20,5—25 (1510 $\times$ 520—635).

Размер шин легковых автомобилей диагональной конструкции указывается сочетанием двух параметров ($B - d$) в миллиметрах и дюймах. Например, 6,15—13 (155—330). Тот же размер для радиальных шин 155R13. Для сверхнизкопрофильных радиальных шин должна быть указана серия — отношение H/B в %. Например, 205/70R14.

Бескамерные шины имеют надпись Tubeless, камерные — Tube type (зарубежные) или без надписи (отечественные).

На шинах с протектором для грязи и снега нанесен знак «M $\div$ S».

Приведенные обозначения предусмотрены действующими стандартами. Если обозначения на шинах нанесены по-иному, значит эти шины выпускаются на пресс-формах, изготовленных до введения новых стандартов и не исчерпавших еще свой ресурс.

11.2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШИНЫ С ДОРОГОЙ И ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕСУРС ШИН

Процессы в пятне контакта. На шину при движении действуют нормальная нагрузка G и касательная сила Q . Они вызывают в пятне контакта шины с дорогой площадью F удельное давление $q = G/F$ и касательное напряжение $\tau = Q/F$. Отношение τ к q характеризует напряженность элемента шины в контакте $\eta = \tau/q$. Если η равна или больше коэффициента сцепления шины с до-

рогой, то начинается проскальзывание. Это главная причина износа протектора. В различных точках контакта напряженность η неодинакова. Она зависит от условий движения, нагруженности шины, углов установки колес, величины давления воздуха в шине и др. (рис. 11.2). Несоответствие любого из перечисленных факторов оптимальным параметрам вызывает проскальзывание отдельных элементов пятна контакта и неравномерный износ протектора. Так, с уменьшением давления воздуха увеличивается η и возрастает предрасположенность элементов протектора к проскальзыванию. Углы установки колес (особенно угол схождения) при отклонении их от норматива приводят к увеличению поперечных касательных напряжений. На выходе шины из пятна контакта превышает предел сцепления с опорной поверхностью и происходит проскальзывание.

Для радиальных шин и шин с изношенным рисунком протектора касательные напряжения всегда меньше.

Критическая скорость качения. Увеличение скорости качения приводит к изменению характера эпюры q (см. рис. 11.2) и проскальзыванию элементов протектора. С дальнейшим увеличением скорости шина подвергается действию инерционных сил. Частота деформации элементов шины начинает совпадать с их собственной частотой. Скорость восстановления формы шины после прохождения контактной зоны меньше скорости выхода элементов из контакта. В результате из контакта выходят невосстановленные элементы, которые под действием упругих и инерционных сил также начинают колебаться. Резонансные явления приводят к возникновению волн на боковинах и беговой дорожке. Наступает критическая скорость качения и, как следствие, разрыв шины.

Критическая скорость шины всегда выше максимальной скорости автомобиля, для которого она рекомендована. Однако нагружение автомо-

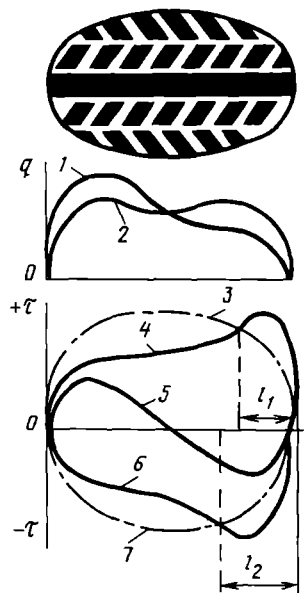


Рис. 11.2. Распределение удельных сил в центральном продольном сечении площади контакта:

1 — скорость до 100 км/ч; 2 — скорость свыше 100 км/ч; 3, 7 — предел сцепления (произведение удельных давлений на коэффициент трения); 4 — ведущий режим; 5 — ведомый режим; 6 — тормозной режим; l_1 , l_2 — зоны проскальзывания

биля выше нормы, а особенно пониженное давление в шине резко снижают порог критической скорости, поэтому, согласно ГОСТ 4754—80, при предстоящем движении легкового автомобиля (более 1 ч) со скоростью свыше 120 км/ч давление воздуха в шинах следует повысить на 0,03 МПа относительно нормы.

Аквапланирование. При движении по мокрой дороге на низких и средних скоростях выступы протектора шины успевают продавить водяную пленку. Из пятна контакта вода выводится через канавки протектора, которые выполняют роль дренажа. При больших скоростях количество выводимой в единицу времени воды растет, и дренаж с этим может не справиться. Между протектором и дорогой появляется водяной клин, нарушающий контакт шины с опорной поверхностью. Возникает аквапланирование, и автомобиль становится неуправляемым. Скорость

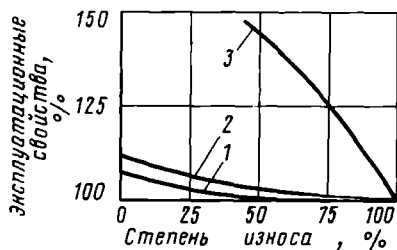


Рис. 11.3. Изменение эксплуатационных свойств автомобиля при износе протектора: 1 — расход топлива; 2 — время разгона; 3 — сила тяги на круке

аквапланирования зависит от скорости автомобиля, толщины водяной пленки, вязкости (загрязнения) воды, конструкции шины (отношение H/B), давления воздуха в шине и остаточной высоты рисунка протектора.

Пониженное давление воздуха и изношенный протектор резко приближают момент возникновения аквапланирования.

Влияние технического состояния шины на топливно-экономические и тягово-сцепные свойства автомобиля. По мере износа протектора меняются характеристики шин, что отражается на эксплуатационных свойствах автомобиля. Высота рисунка протектора новых грузовых шин 16—20 мм, легковых 8—10 мм. С уменьшением высоты рисунка протектора возрастает вероятность дорожно-транспортных происшествий, ухудшаются тягово-сцепные качества шин на большинстве опорных поверхностей (особенно увлажненных или заснеженных).

Однако на сухих дорогах шины с изношенным протектором имеют

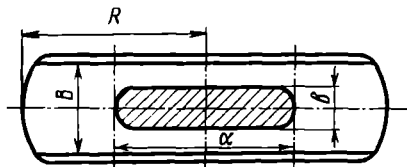


Рис. 11.4. Площадь предельного износа рисунка протектора:

R — радиус шины; B — ширина профиля; $b \leq 1/2B$; $a \leq 1/6 \cdot 2\pi R$

меньшие потери при деформации, что уменьшает сопротивление качению и обеспечивает сокращение расхода топлива (рис. 11.3).

Поэтому замену изношенных шин на новые целесообразно проводить в начале осенне-зимнего сезона. Это будет способствовать увеличению ресурса шин. Новые шины на начальном этапе эксплуатации имеют высокую интенсивность износа протектора. На мокрых и скользких покрытиях износ в несколько раз меньше, чем на сухих дорогах, особенно при летних температурах.

Факторы, определяющие ресурс шин. Шина считается исчерпавшей свой ресурс, если износ протектора достиг предельной величины или в покрышке возникли какие-либо повреждения — порезы (разрывы) нитей корда, расслоение каркаса, вздутие протектора или боковины, сквозные пробои, отрывы бортов и др.

Предельная остаточная высота рисунка протектора установлена 1 мм для шин грузовых автомобилей, 2 мм для автобусов и 1,6 мм для легковых автомобилей. Некоторые шины имеют индикаторы износа — поперечные выступы по дну канавок протектора (в шести сечениях), высота которых равна предельной. Шина должна быть снята, если при равномерном износе протектора индикатор появился в одном сечении, при неравномерном — в двух.

При отсутствии индикаторов измерение остаточной высоты протектора следует проводить в местах наибольшего износа. Согласно Правилам эксплуатации автомобильных шин, предельным износом рисунка протектора считается такой износ, когда остаточная высота выступов рисунка протектора имеет минимально допустимую величину на площади, ширина которой равна половине ширины беговой дорожки протектора, а длина равна $1/6$ длины окружности шины по середине беговой дорожки протектора, или при неравномерном износе — на суммарной площади такой же величины (рис. 11.4). В практической деятельности удобнее исхо-

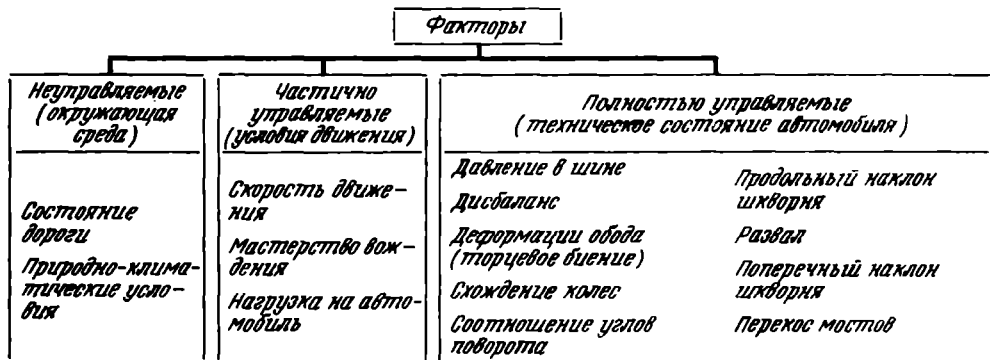


Рис. 11.5. Управляемость факторов, определяющих преждевременный износ протектора

дить из того, что площадь суммарного предельного износа протектора не должна превышать участка его беговой дорожки, равного по длине половине радиуса шины.

Первым циклом эксплуатации шины считается период ее работы до износа протектора или какого-либо повреждения, которое невозможно устранить в условиях АТП. Вторым (и последующим) циклом — работа шины на новой беговой дорожке, наваренной на изношенную покрывку при отсутствии серьезных повреждений ее конструктивных элементов. Эти шины принято называть *восстановленными*.

Основной причиной снятия шин легковых автомобилей является износ протектора до предельной величины. У грузовых автомобилей часты случаи повреждения шин, что приводит к списанию в утиль 60—70 % снимаемых с эксплуатации шин. Причины (если всё — 100 %): сквозные повреждения протектора 26 %; повреждения боковин 23 %; отрыв бортов 14 %; расслоение каркаса, брекера 12 %; износ протектора до нитей корда 9 %; заводской брак 7 %, прочие причины 9 %. В большинстве случаев эти повреждения являются следствием неаккуратного вождения автомобиля, его перегрузки, плохого состояния дорог. Остальные шины (30—40 %) остаются пригодными к восстановлению, но и они имеют потери ресурса. Равномерный

износ протектора достигается только у четвертой части шин. У остальных — различные виды неравномерного износа: односторонний, по центру, по краям, пятнистый.

При правильной эксплуатации шины ее ресурс определяется главным образом темпом износа протектора, который зависит от ряда факторов (рис. 11.5), причем первые две группы вызывают, как правило, равномерный износ, а неудовлетворительная реализация третьей группы факторов — различные виды неравномерного износа. Поэтому основным показателем правильной эксплуатации шины является равномерный износ протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают перераспределение сил в пятне контакта, проскальзывание элементов протектора, их неравномерный износ по профилю и контуру.

Ухудшение дорожного покрытия сокращает ресурс шин. По сравнению с асфальтобетонными дорогами на гравийно-щебеночных дорогах ресурс снижается примерно на 25 %, на каменистых разбитых дорогах на 50 %.

Температура окружающего воздуха также влияет на ресурс шин. Повышенная температура вызывает более интенсивный нагрев шины. При этом снижается сопротивление качению, но и сокращается ресурс. Наивыгоднейший температурный режим для шины с позиции указан-

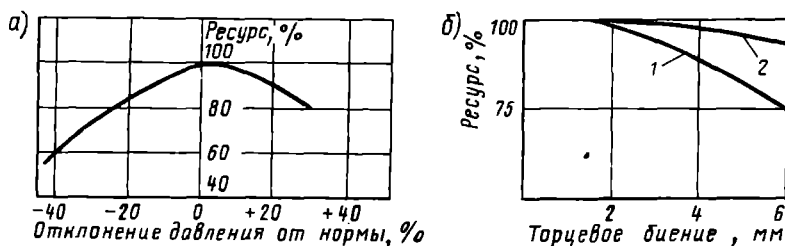


Рис. 11.6. Влияние давления воздуха в шине (а) и торцевого биения диска (б) на ресурс шины: 1 — диск с биением; 2 — диск без биения на другой стороне заднего моста

ных параметров 70—75 °С. Температура шины до 100 °С считается допустимой, при 120 °С опасной, выше — критической. При повышении температуры от нуля до 100 °С прочность резины снижается в 2—3 раза, а прочность связи между резиной и кордом в 1,5—2 раза. При низких отрицательных температурах (минус 40 °С и ниже) непрогретые при движении шины из обычной (неморозостойкой) резины при резком трогании с места, ударах о неровности могут разорваться.

Для современных транспортных потоков скорость движения в значительной степени зависит от интенсивности движения потока. При этом особое значение приобретает также качество вождения автомобиля. Неопытный водитель неправильно выбирает скоростной режим на поворотах, резко тормозит и разгоняет автомобиль. Все это снижает ресурс шин, так как интенсивность износа протектора по мере увеличения тяговой или тормозной сил возрастает в степенной зависимости (со степенью примерно 2,2 для тяговой и 2,6 для тормозной). При увеличении скорости с 50 до 100 км/ч ресурс снижается примерно на 40 %.

Нагрузка на шину и ее ресурс также взаимосвязаны. Перегрузка шины на 10 % снижает ресурс на 20 %. Под действием повышенных нагрузок повреждается каркас, протектор изнашивается по краям беговой дорожки. В технической документации задают нагрузку на шину обычно на 5—10 % меньше допустимой. Такую нагрузку называют эко-

номичной. Уменьшение нагрузки приводит к увеличению пробега.

Остальные факторы (см. рис. 11.5) с позиции технической эксплуатации представляют особый интерес, так как на них можно воздействовать в условиях автотранспортного предприятия.

Для каждого размера шин с учетом их конструкции и экономической нагрузки устанавливают норму давления воздуха. Отклонения от нормы приводят к снижению ресурса (рис. 11.6, а). Особенно нежелательно пониженное давление: интенсивно изнашиваются края беговой дорожки протектора (радиальные сверхнизкопрофильные шины такому виду износа подвержены в меньшей степени).

Основную нагрузку в шине (60—70 %) несет воздух. Снижение давления воздуха вызывает большее нагружение каркаса. Увеличивается деформация шины, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда), у радиальных шин отрываются борты, увеличивается расход топлива (до 15 %).

При повышенном давлении интенсивней изнашивается центральная часть беговой дорожки. Нити корда находятся под большим напряжением. На плохих дорогах резко возрастает вероятность повреждения шины.

Различают два вида дисбаланса — статический и динамический.

Статический дисбаланс — это неравномерное распределение массы шины (колеса) относительно оси

вращения. Если такое колесо имеет свободу вращения, тяжелая часть всегда опустится вниз. 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 центральной продольной плоскости качения колеса. При движении биение колеса происходит в горизонтальной плоскости. На детали рулевого привода и механизма (при дисбалансе передних колес), на подшипники ступицы действует знакопеременная высокочастотная нагрузка, и они интенсивнее изнашиваются. Характерным признаком такого дисбаланса является биение (вибрация) рулевого колеса.

Почти в 90 % случаев автомобильное колесо имеет оба вида дисбаланса. Их причинами может быть некачественная сборка конструктивных элементов шины при изготовлении, неправильный монтаж, а также неравномерный износ протектора в эксплуатации.

Любой вид дисбаланса вызывает **пятнистый износ** протектора.

Обод (диск) автомобильного колеса при сильных боковых ударах деформируется. Возникает торцовое биение («восьмерка»). Примерно 15 % дисков легковых автомобилей такси приобретают в процессе эксплуатации биение 3—6 мм. Ресурс шины, определяемый по глубине протектора в месте наибольшего износа, сокращается до 75 % (рис. 11.6, б). На заднем мосту автомобиля биение одного колеса через балку передается на другое и тоже сокращает его ресурс. Биение нового диска по заводским условиям не должно превышать 1,2 мм.

Для грузовых автомобилей и автобусов, имеющих бездисковые колеса, торцовое биение может возникнуть при неравномерной затяжке гаек крепления.

Большое влияние на износ протектора оказывают *углы установки колес*. Наиболее важным является угол схождения. Несоответствие его оптимальной величине резко сказывается на ресурсе шин (рис. 11.7).

При больших положительных значениях схождения на обеих передних шинах возникает односторонний пилообразный износ по наружным дорожкам протектора. При недостаточном схождении или расхождении колес односторонний пилообразный износ возникает по внутренним дорожкам. При этом также возрастает расход топлива. У легкового автомобиля при схождении 1° расход топлива увеличивается на 1,5 %.

Развал оказывает заметное влияние на темп износа при значительных отклонениях от нормы (см. рис. 11.7). На шине возникает гладкий односторонний износ без явных признаков «пилообразности». Отклонения развала от нормы, что характерно для автомобилей с неразрезной передней балкой при их длительной эксплуатации, требуют корректировки схождения. Если это не сделать, то появится односторонний износ, как при неотрегулированном угле схождения.

Конструктивно угол развала «жестко» связан с углом поперечного

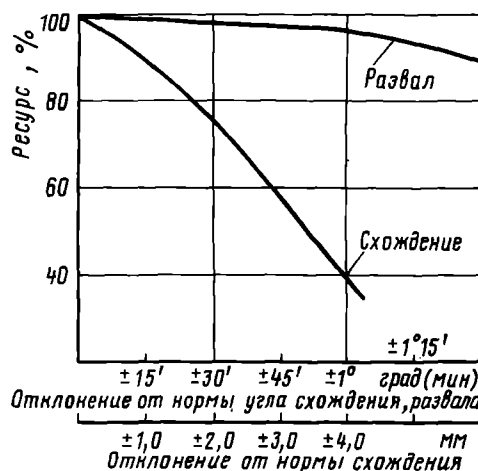


Рис. 11.7. Влияние углов схождения и развала на ресурс шины

наклона шкворня (оси поворота). Изменение их при регулировке или в процессе эксплуатации происходит одновременно.

Наиболее часто интенсивный одно-сторонний износ одной шины возникает при неравенстве между собой углов продольного наклона шкворня. При этом на прямолинейном участке дороги автомобиль «тянет» в сторону.

Соотношение углов поворотов заметно 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 неправильного соотношения углов поворотов является интенсивный износ одной самой крайней дорожки, что особенно заметно у шин с дорожным рисунком протектора.

В процессе эксплуатации также меняется взаимное положение мостов — нарушается их параллельность и возникает смещение одного относительно другого. Наиболее часто бывает перекос заднего моста. При этом автомобиль располагается под углом к траектории движения. На задних шинах возникает одно-сторонний пилообразный износ — по внутренним дорожкам протектора шин одной стороны автомобиля и наружным — другой.

Если любой из видов неравномерного износа не устранить на начальном этапе возникновения, то через некоторое время протектор будет изношен волнами по всей поверхности.

На износ шин оказывают влияние и другие факторы технического состояния автомобиля: осевой люфт маятникового рычага легкового автомобиля (будет повышенный износ правой передней шины), люфты в шкворнях (шаровых опорах), подшипниках ступиц, овальность рабочей поверхности тормозных барабанов и пр. Но влияние их меньше, чем рассмотренных выше, а обнаружение и устранение не вызывают особой сложности.

11.3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ШИН

Техническое обслуживание и ремонт шин, как и автомобиля, проводится в соответствии с планово-предупредительной системой, но имеет свои особенности. Обслуживание шин выполняют при соответствующих видах ТО автомобиля: текущий ремонт — на шиномонтажном участке; капитальный ремонт (а под ним следует понимать восстановление шины наложением нового протектора) на специализированных предприятиях. Восстановление шин проводят, как правило, обезличенным способом, т. е. на возвращаемые на АТП шины нет информации об их эксплуатации до восстановления.

В условиях АТП шины требуют проведения монтажно-демонтажных работ, контроля давления воздуха, балансировки, ремонта повреждений камеры и незначительных повреждений покрышки, а также некоторых работ, связанных с осмотром внешнего вида шин и ведением учета их работы. С этим перечнем непосредственно связаны работы по регулировке углов установки колес, рассмотренные в разд. 9.3.

Монтажно-демонтажные работы. Сборка (разборка) шины с ободом выполняется в основном при замене шин, исчерпавших свой ресурс, или при повреждении камер. Основная сложность при демонтаже — это отжать борта шин от закраин обода. Для этих целей выпускаются промышленностью или изготавливаются силами АТП различные стенды. К промышленным образцам для шин легковых автомобилей относятся стенды моделей Ш-501М, Ш-514. Они снабжены нажимными пневматическими устройствами, создающими усилия 2000—3000 Н для постепенного (по окружности обода) отжатия бортов шины.

Для шин грузовых автомобилей выпускаются стенды моделей Ш-509, Ш-513. Они снабжены нажимными гидравлическими устройствами, соз-

дающими усилия до 250 кН для одновременного отжатия бортов шины по всей окружности обода.

При отсутствии стендов демонтаж вынуждены проводить с помощью подручных средств. При этом часто повреждают боковины, и шины преждевременно выходят из строя. У бескамерных шин, кроме того, повреждается слой резины на бортах, обеспечивающий герметизацию.

Накачивание шин. Смонтированную шину накачивают воздухом до требуемого давления. При накачивании грузовых шин во избежание несчастного случая при самопроизвольном высакивании замочного кольца колеса помещают в специальную металлическую клеть. Если накачивание происходит в пути, колесо кладут *замочным кольцом вниз*.

Накачивают шины на АТП различными способами. Наиболее прогрессивный — с применением воздушнораздаточных колонок. Они не требуют постоянного присутствия оператора, автоматически отключаются при достижении нормативного давления. Сложнее обеспечить соблюдение допуска на нормативное давление между очередными обслуживаниями: $\pm 0,02$ МПа для грузовых автомобилей и $\pm 0,1$ МПа для легковых.

Проведенные наблюдения на АТП показали, что у 40—60 % шин давление воздуха не соответствует норме. Плотности вероятностей распределения давлений, с которыми эксплуатируются шины, имеют такие характеристики: математические ожидания на 5—10 % меньше норматива, коэффициенты вариации $v = 0,06 \div 0,15$. Потери ресурса шин составляют 4—10 %. Объясняется это сложностью измерения давления во внутренних колесах, порчей золотников при частом их вскрытии, закупоркой вентилях грязью и т. д.

Для определения средних по конкретному предприятию потерь ресурса шин в зависимости от выявленных вероятностных характеристик разработана номограмма (рис. 11.8).

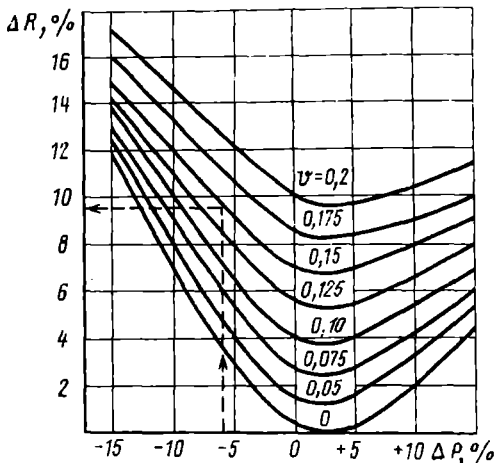


Рис. 11.8. Номограмма для определения средних по АТП потерь ресурса шин:

Δp — отклонение среднего по АТП давления воздуха в шинах от норматива; ΔR — потеря ресурса; v — коэффициент вариации

Перспективным направлением является создание средств экспресс-контроля давления без вскрытия вентиля, оценивающих давление, например, по усилию, с которым шина сопротивляется вдавливанию в протектор или боковину специального датчика, по величине деформации боковины или протектора (рис. 11.9) шины.

Недостатком этих средств является зависимость показаний от жесткости шины. Однако если средства экспресс-контроля на нынешнем их техническом уровне обеспечат в целом по АТП разброс давления в шинах по сравнению с нормой на уровне $v = 0,05$ (см. рис. 11.8) т. е. не более $\pm 0,025$ МПа для легковых автомобилей и $\pm 0,050$ — $0,075$ МПа для грузовых, то средние потери ресурса шин не превысят 1,5 %.

Нормы давления воздуха в шинах с учетом модели автомобиля и типа шин приведены в Правилах эксплуатации автомобилей шин, которые являются официальным документом. Данные заводов-изготовителей, приведенные в руководствах по эксплуатации, носят рекомендационный характер.

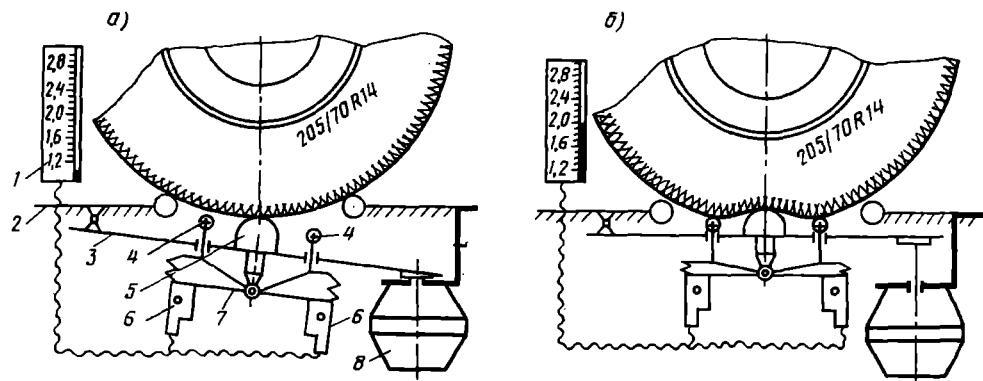


Рис. 11.9. Приспособление для контроля давления воздуха в шине без вскрытия вентиля: а — установка автомобиля; б — измерение давления; 1 — указатель давления; 2 — опорная плита; 3 — несущая плита; 4 — подвижные упоры; 5 — неподвижный упор; 6 — датчики перемещений; 7 — балансиры; 8 — пневмокамера

Контроль давления воздуха проводится при каждом техническом обслуживании. Кроме того, водитель обязан ежедневно осматривать шины и при необходимости проверять давление.

Балансировка колес. По техническим условиям заводов-изготовителей шина грузового автомобиля может иметь статический дисбаланс, равный произведению 0,5—0,7 % массы шины на ее радиус, легкового 1000—2000 г·см. Поэтому смонтированное и накачанное колесо не-

обходимо отбалансировать. Для балансировки существуют стационарные стелды К-121 (СССР), АМР-5 (ГДР) и другие требующие снятия колеса с автомобиля, а также передвижные (подкатные) стелды К-125 (СССР), ЕВК-15V Польша и другие, позволяющие проводить балансировку колеса непосредственно на автомобиле.

Устраняют дисбаланс специальными балансировочными грузиками, закрепляемыми на краях обода в наиболее легких частях колеса.

Принцип работы стационарных стелдов следующий: колесо закрепляют на валу стелда (рис. 11.10) и раскручивают до скорости 650—800 об/мин. От несбалансированных масс колеса возникает поворачивающий момент, в результате чего вал стелда совершает колебания: горизонтальные, вертикальные или конусообразные (в зависимости от конструкции стелда). Амплитуда этих колебаний зависит от значения дисбаланса. Она регистрируется специальными датчиками и выводится на приборную доску.

Современные стационарные стелды обеспечивают комплексную балансировку без разделения на статическую и динамическую. Первоначально определяют самое легкое место и требуемый вес балансировочных грузиков по внешней

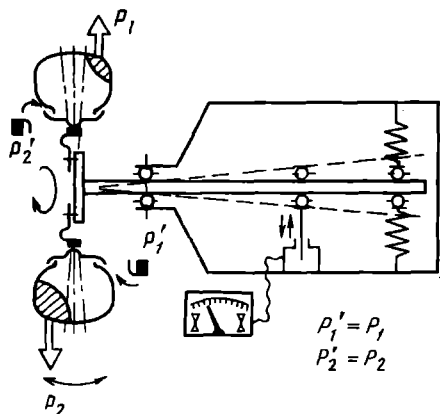


Рис. 11.10. Схема работы стационарного балансировочного стелда:

P_1, P_2 — несбалансированные массы шины ($P_1 \neq P_2$); P_1', P_2' — массы балансировочных грузиков

полуплоскости колеса, затем — по внутренней. На некоторых моделях стендов определение дисбаланса по каждой полуплоскости происходит одновременно.

Передвижные стенды обеспечивают только поэтапную балансировку — вначале статическую, затем динамическую.

Принцип работы передвижных стендов (рис. 11.11, а) следующий. Вывешенное автомобильное колесо 4 раскручивают фрикционным шкивом 1 электродвигателя стенда до частоты, соответствующей скорости 120—170 км/ч.

Датчик 7, присоединенный к нижнему рычагу 6 подвески (при статической балансировке) или к опорному тормозному щиту 5 (при динамической), преобразует колебания колеса в электрический сигнал. На измерительное устройство стенда пропускаются импульсы от самых нижних точек этого сигнала, соответствующих моментам прохождения тяжелой точки колеса через плоскость установки датчика 7. По амплитуде импульсов на стрелочном

индикаторе 3 определяют необходимый вес балансировочных грузов. Импульсы также заставляют срабатывать стробоскопическую лампу 2, при вспышках которой колесо кажется неподвижным. Данное его положение запоминается оператором по какой-либо метке, находящейся на шине. После торможения колеса, если его остановить в том положении, при котором запоминалась метка, самая тяжелая масса колеса окажется в зоне установки датчика.

При устранении статического дисбаланса грузики 8 устанавливают равномерно на обе стороны обода, чтобы не вызвать динамического дисбаланса. При устранении динамического дисбаланса грузики устанавливают по диагонали, чтобы не вызвать статического дисбаланса (рис. 11.11, б, в).

Амплитуда электрического сигнала зависит как от значения дисбаланса, так и от жесткости пружины, состояния амортизатора, размера колеса, поэтому вес балансировочных грузов определяется приблизительно,

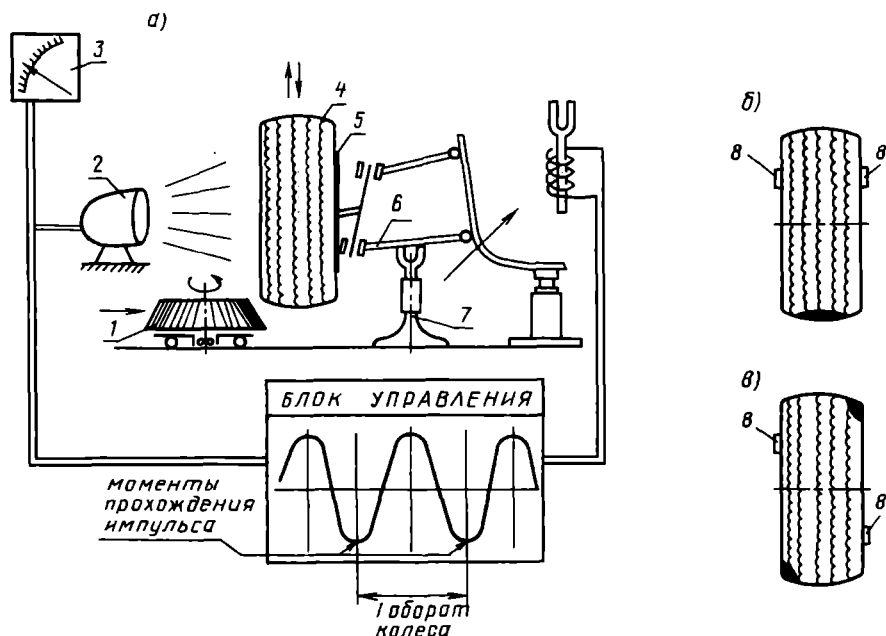


Рис. 11.11. Схема работы передвижного балансировочного стенда

что требует повторения балансировки (обычно 1—2 раза) до тех пор, пока показания стенда не окажутся в пределах допуска приблизительно 10 г (массы грузика). Динамическую балансировку проводить значительно труднее, так как сложно обеспечить надежный контакт датчика 7 с опорным тормозным щитом. Последнее время ряд зарубежных фирм выпускают передвижные стенды только для статической балансировки. Работа на передвижных стендах требует более высокой квалификации оператора.

Статический дисбаланс можно устранить без стенда. Колесо устанавливают на легко вращающуюся ступицу. Тяжелая масса колеса опустится вниз. На противоположную сторону подбором устанавливают грузики до тех пор, пока колесо станет неподвижным в любом положении. Этот способ можно рекомендовать для балансировки колес (особенно передних) явтобусов и грузовых автомобилей, для которых наша промышленность пока стендов не выпускает, а также для наварных шин, часто чрезмерный дисбаланс которых может повредить оборудование.

Балансировку колес в обязательном порядке надо проводить при монтаже новых шин, затем при каждом ТО-2. Учитывая особенность работы стационарных и передвижных стендов, опыт работы крупных таксомоторных парков можно рекомендовать применять стационарные стенды на шиномонтажных участках и в зонах ТО-2, а передвижные — на поточных линиях ТО-1 для статической балансировки ведомых колес.

Клеймение шин. Отличительным знаком каждой шины является ее заводской номер. По нему ведут учет шин на АТП. Но в процессе эксплуатации номер может стать трудно различим. На восстановленных шинах его может вообще не быть, поэтому на АТП шины клеймят, т. е. на них выжигают так называемые гаражные номера. Для этого применяют специальные приборы:

понижающий до 6 В трансформатор, держатель и сменные колодки с цифрами размером 34×20 мм, изготовленными из нихромовой проволоки. При включении напряжения цифра нагревается, ее прижимают к плечевой зоне боковины. Выжигание цифр по центру боковины радиальных шин не допускается, так как это приведет к их повреждению. Глубина выжженных номеров не должна превышать 1 мм. Существуют отечественные приборы для клеймения — моделей 6224 и Ш-309.

Ремонт камер и покрышек. Поврежденные камеры ремонтируют, если они не повреждены нефтепродуктами, отсутствуют пористость и затвердевание стенок, нет пролежней глубиной более 0,5 мм в местах сгиба, размеры повреждений не превышают габаритных возможностей вулканизационных аппаратов, т. е. примерно 150 мм.

Ремонтируемые места подвергают шерохованию шлифовальным кругом или рашпилем, очищают от пыли. Не рекомендуется применение шлифовальной шкурки, так как ее абразивные зерна трудно удаляются с обработанного места. Небольшие повреждения (до 30 мм) ремонтируют наложением заплат из невулканизированной (сырой) резины, большие — заплатами из вулканизированной.

Заплаты из сырой резины при длительном ее хранении и ремонтируемое место желательно промазать 1 раз клеем концентрации 1:8 (1 часть саженаполненной клеевой резины на 8 частей бензина Калоша). Это условие особенно важно для камер из бутылкаучука (маркировка на камере БК). Они характерны медленным диффузионным проникновением для воздуха, но хуже вулканизируются обычными материалами.

После полного просыхания клея (чтобы не образовались паровые прослойки) заплату кладут на поврежденное место, прокатывают роликом и устанавливают в вулканизационный аппарат на 15—20 мин.

Температура вулканизации 143 °С. Аналогичным способом ремонтируют несквозные повреждения боковин покрышек.

Заплаты из вулканизированной резины надо шероховать по краям, проложить полосками сырой резины, промазать клеем. Дальнейший процесс аналогичен изложенному выше.

Для ремонта камер в путевых условиях применяют пиротехнические брикеты или портативные электровулканизаторы, работающие от аккумуляторной батареи. Последнее время получают распространение самовулканизирующиеся материалы, для которых не требуется нагрев.

Отремонтированные камеры проверяют на герметичность в ванне с водой.

Электровулканизаторы для ремонта камер и несквозных повреждений покрышек выпускаются моделей 6134, 6140, Ш-109, Ш-112, Ш-113.

Бескамерные шины при проколе ремонтируют без снятия их с обода (чтобы случайно не повредить уплотнительный слой на бортах). Если прокол менее 3 мм, заполняют его специальной пастой-клеем при помощи шприца, прилагаемого к комплекту шин. Проколы от 3 до 10 мм ремонтируют с помощью пробок (рис. 11.12, б, д). Их смазывают клеем и при помощи специального стержня вводят в отверстие. Выступающую часть срезают на 2—3 мм выше поверхности протектора. Через 10—15 мин шину можно накачивать.

Причиной некачественного ремонта бескамерных шин может быть нахождение в отверстии талька, которым на заводе припудривают внутреннюю полость шины. Поэтому желательно прокол прочистить круглым тонким напильником (надфилем) или в крайнем случае смочить несколькими каплями бензина. Проколы (пробои) более 10 мм ремонтируют только после демонтажа шины с обода. Специальным приспособлением в прокол изнутри покрышки вводят грибок из сырой резины (см. рис. 11.12, а, в), затем вулкани-

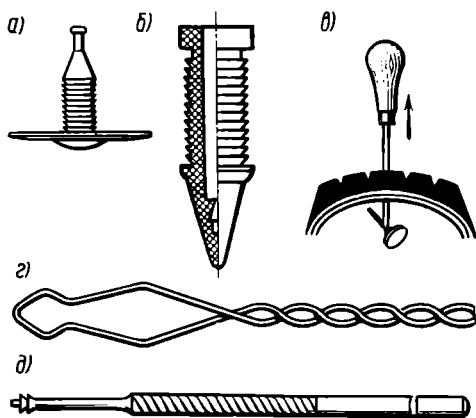


Рис. 11.12. Приспособления для ремонта проколов покрышек:

а — грибок; б — пробка; в — установка грибка шилом с игольчатым ушком; г — петля для установки грибка; д — стержень для установки пробки

зируют. Аналогично ремонтируют обычные камерные покрышки.

Примерно 20—25 % шин грузовых автомобилей получают легкие местные повреждения — пробои, порезы, трещины и т. д. Без своевременного ремонта через 5—6 тыс. км пробега они увеличиваются, и шины списывают в утиль. Ремонт местных повреждений в условиях АТП значительно увеличивает период эксплуатации шин.

Основой подготовки шины являются ее очистка и сушка для обеспечения качественной вулканизации. Влажность каркаса не должна превышать 5 %. Место повреждения чаще всего обнаруживают и обследуют визуально. Для этих целей существуют пневмодефектоскопы, ультразвуковые установки и т. д., но применение их ограничено из-за высокой стоимости и сложности конструкции.

В зависимости от степени повреждения шины обработка поврежденных мест может быть различного вида (рис. 11.13). Выполняется она с помощью набора инструмента шиноремонтника модели Ш-308.

Клей наносят кистью или пульверизатором. В последнем случае его концентрация должна быть 1 : 10.

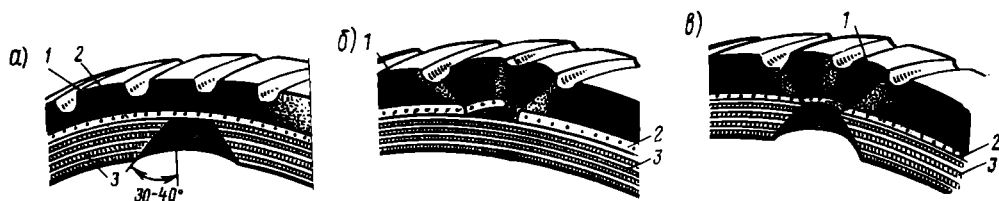


Рис. 11.13. Схема вырезки повреждений:

а — внутренним конусом; б — наружным конусом; в — встречным конусом;
1 — протектор; 2 — брекер; 3 — каркас

Заделку повреждений производят различными способами в зависимости от используемого материала. В каждом конкретном случае существует своя технология.

Вулканизацию покрышек проводят на специальном оборудовании, в которое устанавливают покрышку, а внутрь покрышки помещают по ее профилю нажимное устройство. Обогрев поврежденного места может быть одно- или двусторонний, при котором время вулканизации снижается на 25—30 %. Наша промышленность выпускает электровулканизаторы моделей Ш-116 и Ш-117.

Шины с изношенным протектором восстанавливают наложением (наваркой) нового протектора. Это экономически выгодно. Стоимость восстановления составляет примерно 25 % стоимости новой шины. Обычно ресурс восстановленных шин достигает 40—60 %, а при использовании высококачественных резиновых смесей почти 100 % ресурса новых шин. Есть технология восстановления также покровного слоя резины на боковинах.

Диагональные шины могут оставаться пригодными к повторному, а иногда и к третьему восстановлению. Радиальные, как правило, восстанавливаются не более 1 раза.

Шины восстанавливаются по первому или второму классу (ранее использовался термин категория).

К *первому классу* относятся покрышки без повреждения кордной ткани с ограниченным числом проколов (до пяти в зависимости от их диаметра, но не больше 10 мм). Эти

покрышки можно устанавливать без ограничения на все виды транспорта, кроме передней оси междугородных автобусов.

Ко *второму классу* относятся покрышки, имеющие ограниченные повреждения каркаса, брекера (более подробно см. ОСТ 38.0482—80 «Покрышки, пригодные для восстановления»).

Эти покрышки запрещается устанавливать на передние оси легковых автомобилей, городских автобусов, троллейбусов, а также на любую ось междугородных автобусов.

Покрышки радиальной конструкции для легковых автомобилей и покрышки диагональной конструкции с нормой слоистости 4 принимаются к восстановлению только по первому классу. Кроме приведенных ограничений, шины легковых автомобилей принимаются на восстановление, если с момента их выпуска предприятием-изготовителем прошло не более 10 лет.

11.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ШИННОГО ХОЗЯЙСТВА АТП

Под шинным хозяйством АТП подразумевают производственные участки или их подразделения, на которых выполняют техническое обслуживание или ремонт шин. Это шиномонтажный участок (ШМУ), как правило, содержащий вулканизационное отделение, посты для замены и подкачки шин, склад шин, а также рабочие места по обслуживанию шин при ТО-1 и ТО-2.

Ответственным за техническую эксплуатацию шин, их учет и ведение соответствующей отчетной документации является техник по шинам, который входит в состав производственно-технического отдела.

Учет шин. На каждую поступающую в эксплуатацию шину заводят «Карточку учета работы шины». В нее заносят основные данные о шине и автомобиле, на который она установлена. По исчерпанию ресурса записывают причину снятия шины, а также сравнивают ее фактический пробег с *нормой эксплуатационного пробега*.

Нормы пробега шин первого цикла эксплуатации $L'_н$ устанавливаются Министерством финансов СССР (выпускаются соответствующие письма с периодичностью около 10 лет). Если вновь созданные модели шин не нашли отражения в последнем Письме, то АТП на основании своих фактических данных должно разработать временные нормы и утвердить их в вышестоящей организации.

Кроме норм эксплуатационного пробега, существуют *гарантийные нормы*. Например, для радиальных шин с металлокордным брекером для легковых автомобилей гарантийная норма 44,0 тыс. км. Шины, вышедшие из строя по дефектам заводо-изготовителя на пробеге до 10 тыс. км, а с государственным Знаком качества до 12 тыс. км заводом-изготовителем обмениваются безвозмездно.

При большем пробеге изготовитель оплачивает часть стоимости шины пропорционально недопробегу до гарантийной нормы. Для грузовых шин гарантийная норма равна 53—77 тыс. км, а безвозмездная замена производится на пробеге до 15—20 тыс. км в зависимости от типа шин.

Для шин, восстановленных наложением протектора, эксплуатационные нормы пробега централизованно не устанавливают. АТП вправе разработать собственные — времен-

ные нормы $L'_в$. На практике пользуются гарантийными нормами на восстановленные шины, которые составляют примерно 40 % эксплуатационной нормы новых шин.

В зависимости от того, выполнен или невыполнен нормативный пробег шины, водителя соответственно премируют или применяют к нему моральные либо материальные санкции. Эти действия определены соответствующими нормативными документами.

Инженерно-технический персонал, который имеет отношение к эксплуатации шин, премируется за выполнение плана сдачи шин на восстановление. План устанавливается вышестоящей организацией, как правило, на основании статистических данных за предыдущие периоды («от достигнутого»).

Основными итоговыми показателями эксплуатации шин являются их средние по АТП пробеги за календарный период, а также доля шин, сданных на первичное $P_{н.в}$ и повторное $P_{в.в}$ восстановление.

При существующей обезличенной форме восстановления шин эти показатели не полностью удовлетворяют техническую службу, так как не позволяют в целом оценить весь период эксплуатации шины на новом и восстановленных протекторах. Поэтому разработан комплексный показатель $K_{н.р}$ — коэффициент использования ресурса шины, показывающий отношение среднего по автотранспортному предприятию общего пробега шины $L_{общ}$ на новом и восстановленных протекторах к нормативному пробегу $L'_н$:

$$K_{н.р} = \frac{L_{общ}}{L'_н} = K_{п.н} + K_{п.в} K_v \frac{n_{в.у} L'_в}{n_{н.в} L'_н},$$

где $K_{п.н}$ и $K_{п.в}$ — коэффициенты выполнения соответственно новыми и восстановленными шинами своих нормативных пробегов; K_v — коэффициент восстановления шины; $n_{в.у}$ — количество шин, списываемых в утиль из числа восстановленных; $n_{н.в}$ — количество шин, направляемых на восстановление из числа новых.

Коэффициент $K_{\text{в}}$ позволяет определить, сколько раз в среднем по АТП восстанавливается каждая шина:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{н.в.}}}{100 - P_{\text{в.в.}}}$$

Отношение $n_{\text{в.у.}}/n_{\text{н.в.}}$ показывает, насколько своевременно предприятие получает шины после восстановления и насколько полно вводит их в эксплуатацию.

Таким образом, коэффициент $K_{\text{и.р}}$ позволяет во взаимосвязи оценить все этапы формирования ресурса шины — истираемость протектора, сохранность шин для восстановления, полноту использования восстановленных шин в количественном выражении. По значению $L_{\text{общ}}$ можно рассчитать и планировать себестоимость пробега шин (в руб./1000 км), что особенно необходимо в условиях самофинансирования автопредприятий.

Организация технологического процесса. Полнота выполнения необходимых операций, ритмичность работы участков, постов и исполнителей оказывают существенное влияние на ресурс шин. Проведенный МАДИ анализ в грузовых и автобусных АТП показал, что из-за некачественного выполнения шинных работ при ЕО и ТО-1 (несистематический контроль за давлением воз-

духа) потери ресурса шин составляют в среднем 4 %, при ТО-2 (выполнение не в полном объеме регулировки углов установки колес, их балансировки) 11 %; на ШМУ (неаккуратный демонтаж покрышек, отсутствие контроля за состоянием обода) 7 %. Эти потери можно объяснить отсутствием должного контроля со стороны инженерно-технической службы, а также (и в основном) несовершенством технологии и методов организации производства.

В зоне ТО-2, состоящей в большинстве случаев из универсальных постов, сложно обеспечить обслуживание шин и углов установки колес в требуемых объемах. Нужен специализированный пост с диагностическим оборудованием, потребность в котором будет возникать только в конце рабочей смены.

На ШМУ в первую половину рабочего дня поступает 65—80 % сменного объема работ. Образуется очередь, автомобили простаивают. Это вынуждает исполнителей выполнять работы в сокращенном объеме, что отражается на их качестве. Во второй половине дня исполнители загружены неполностью.

Процесс замены изношенных (поврежденных) шин на ШМУ состоит из нескольких этапов (рис. 11.14). Отличительной чертой 2-го

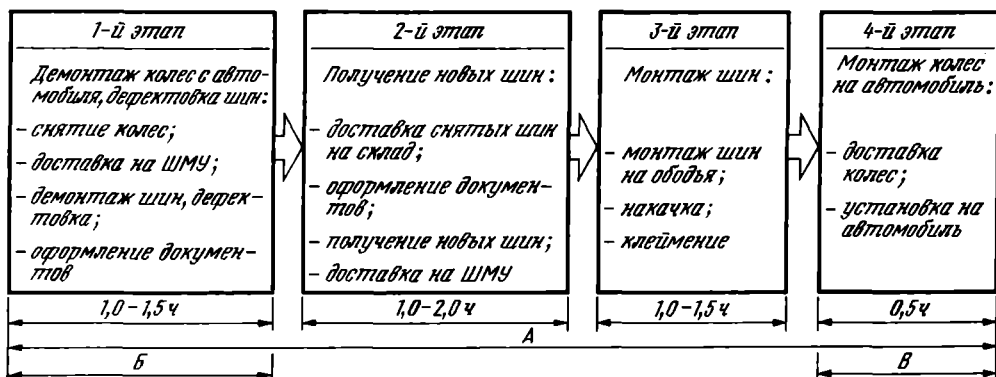


Рис. 11.14. Этапы и продолжительность процесса замены шин:

A — продолжительность простоя автомобиля при последовательном выполнении работ; B + B — то же, при предварительном агрегатировании шин

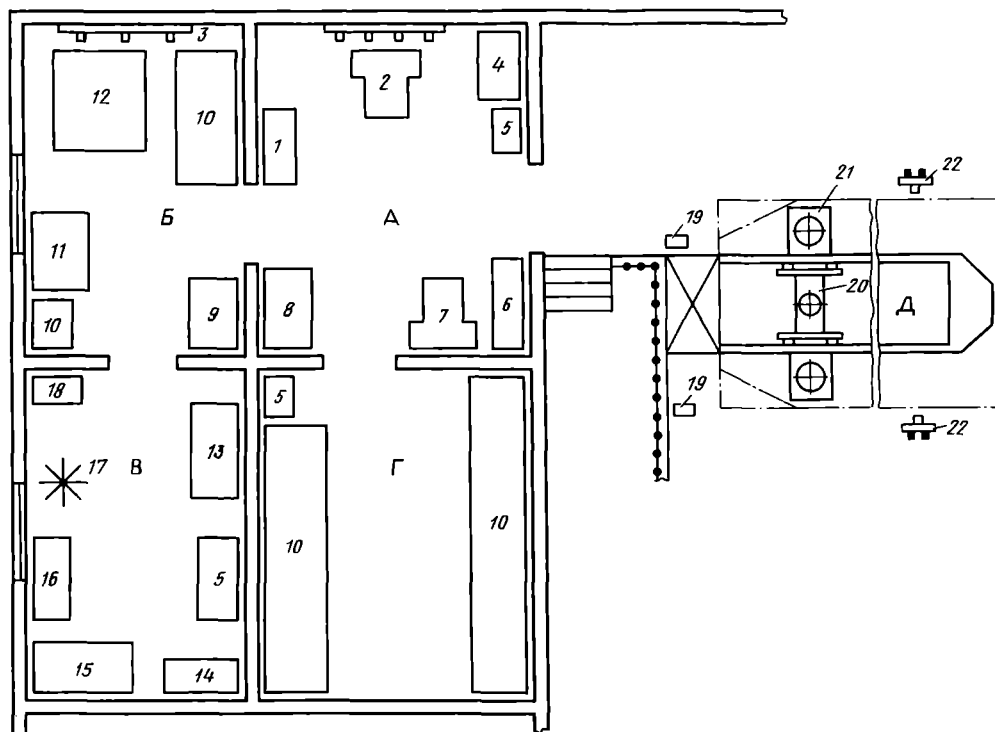


Рис. 11.15. Планировочное решение специализированного участка по комплексному обслуживанию шин:

А — отделение приемки; Б — отделение подготовки; В — вулканизационное отделение; Г — склад для агрегатированных шин; Д — специализированный пост для автобуса;
 1 — спредер; 2 — стенд для демонтажа шин автобусов; 3 — вешалка для камер (настенная); 4 — ванна; 5 — стол; 6 — клеть для накачки шин; 7 — стенд для демонтажа шин при замене камер; 8 — приспособление для очистки ободьев; 9 — балансировочный стенд; 10 — стеллаж; 11 — стенд для монтажа-демонтажа шин легковых автомобилей; 12 — площадка для монтажа шин автобусов; 13 — многопостовый электровулканизатор; 14 — шкаф; 15 — электронагревательный пресс для резинотехнических изделий; 16 — верстак; 17 — вешалка для камер (передвижная); 18 — шероховальный станок; 19 — воздухоподдаточная колонка; 20 — канавный подъемник; 21 — приспособление для контроля углов установки колес автобусов; 22 — гайковерт

и 3-го является то, что перечисленные работы не требуют присутствия автомобиля. Они могут быть выполнены заблаговременно до прихода автомобиля на обслуживание.

Такая форма организации работ получила название *метода предварительного агрегатирования шин*. Смысл его заключается в том, что шину заранее монтируют на оборотный обод. Действия водителя заключаются только в сдаче изношенного колеса и получении агрегатированного при оформлении соответствующих документов. Простой автомобилей сокращается в 2—3 раза.

Пост, где производят замену шин в первую половину дня, во второй половине свободен. На нем организуют проведение шинных работ по автомобилям, завершающим ТО-2. Эти работы также выполняют работники ШМУ.

Пример реального специализированного участка по комплексному обслуживанию шин в объемах работ ШМУ и зоны ТО-2 применительно к АТП на 170 автобусов и 50 легковых автомобилей такси показан на рис. 11.15.

ШМУ состоит из четырех отделений, каждое из которых предназначено для выполнения законченного

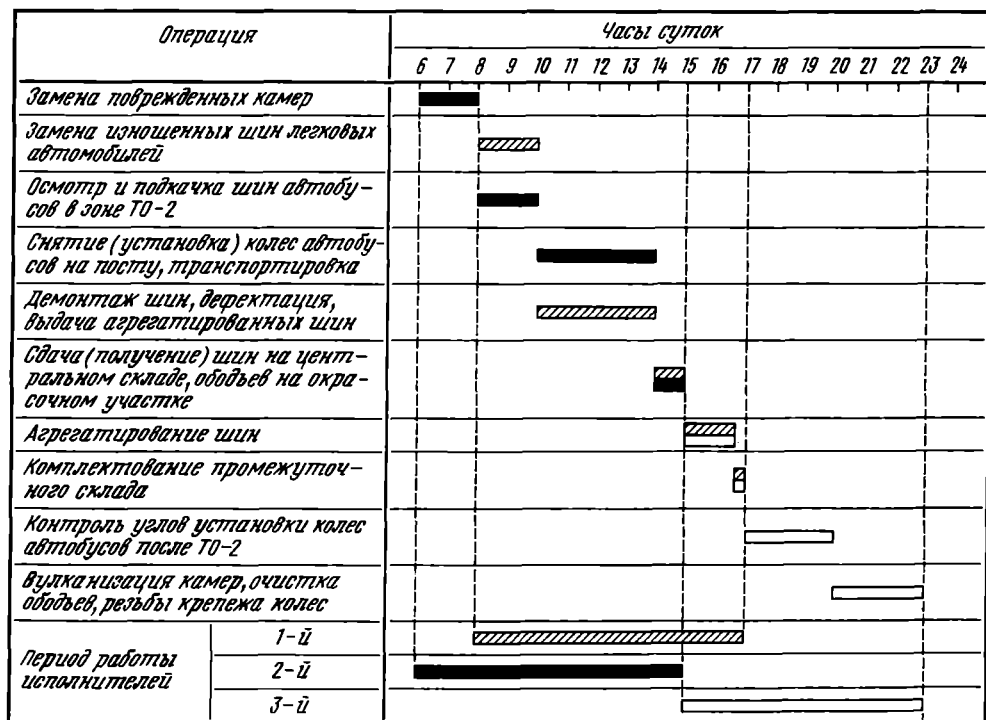


Рис. 11.16. Линейный график технологического процесса обслуживания шин

этапа технологического процесса. В соответствии с годовой программой (трудоемкостью) работы выполняет группа исполнителей из 3 чел. Режим их работы организован так, чтобы был обеспечен быстрый выпуск автомобилей в утренние часы, а замену изношенных шин произвести с минимальными потерями линейного времени. Для автобусов — это дневные часы, когда плотность пассажиропотоков снижается.

Метод предварительного агрегатирования шин требует четкого взаимодействия участка с другими производственными подразделениями: группой учета шин, складом шин, окрасочным участком, зоной ТО-2. Поэтому технологический процесс разделен на ряд основных операций с закреплением их (с учетом трудоемкостей) по исполнителям, рабочим местам и времени выполнения. Для удобства пользования технологический процесс можно

представить в виде линейного графика (рис. 11.16). При этом упрощается оценка своевременности и качества выполняемых работ каждым исполнителем. Исполнители операций могут друг друга заменять, они же отвечают за качество и объем всего требуемого перечня шинных работ, включая установку колес на автомобиль. При выполнении этой операции водителем часто не соблюдаются правила комплектования автомобиля шинами, не выдерживаются нормативы на затяжку крепежа, что приводит к снижению безопасности, а у бездисковых колес к возникновению торцевого биения.

Передача основного объема работ по обслуживанию шин конкретной группе исполнителей позволяет проводить оплату труда по конечному результату — степени реализации ресурса шин. При этом создаются предпосылки для перевода шинного хозяйства АТП на внутрипроизводственный хозрасчет.

Вопросы для самоконтроля по второму разделу

1. Назовите основные составляющие технологического процесса.

2. Какие виды работ приходится выполнять при проведении технического обслуживания и текущего ремонта?

3. В чем особенности контрольно-диагностических, регулировочных и крепежных работ?

4. В чем различие разборочно-сборочных работ при проведении их на постах ТР и производственных участках?

5. Каковы особенности смазочно-заправочных работ с позиций экономии ресурсов?

6. Назовите основные виды технологического оборудования.

7. Как проводят диагностирование двигателя и его систем?

8. Назовите особенности обслуживания шин, аккумуляторных батарей.

9. Какова последовательность окрасочных работ?

10. Как обслуживают узлы автомобиля; обеспечивающие безопасность движения?

11. В каких случаях выполняется диагностирование автомобиля по тягово-экономическим показателям?

12. В чем принципиальное различие руководящих документов по организации технологических процессов?

13. Назовите методы организации технологических процессов ТО и ТР.

14. Каким будет характер износа протектора при больших отрицательных значениях угла схождения передних колес?

15. Кем устанавливаются и как используются на АТП гарантийные нормы пробега шин?

16. В чем отличие радиальных шин от диагональных, бескамерных от камерных?

17. Что обозначают надписи на шине 205/70R14; 20,5—25 (1510×520=635)? На каких автомобилях эти шины используются?

18. Как и почему влияет высота рисунка протектора на топливную экономичность автомобиля?

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 12

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

12.1. ПОНЯТИЕ ОБ УПРАВЛЕНИИ

Одной из основных задач технической эксплуатации является определение путей и методов наиболее эффективного управления техническим состоянием и работоспособностью автомобильного парка, поэтому управление является одной из важнейших функций инженера.

Содержание и методы управления меняются в зависимости от места инженера 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 черт на всех уровнях управления системами. Под *системой* понимается совокупность элементов (подсистем), находящихся во взаимодействии и образующих определенную целостность. Примеры системы различной сложности: автомобиль, состоящий из ряда агрегатов; бригада, включающая несколько исполнителей; автомобильный транспорт, состоящий из совокупности АТП и других организаций и предприятий; транспортный комплекс, складывающийся из автомобильного, железнодорожного и других видов транспорта.

Управление представляет собой процесс преобразования информации в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему (автомобиль, цех, предприятие или отрасль) из исходного в заданное или оптимальное состоя-

ние. Если при этом достигается улучшение состояния системы, то управление считается рациональным, а при достижении оптимального состояния — оптимальным. К основным этапам управления относятся: определение цели системы; получение информации о состоянии системы; обработка и анализ информации; принятие управляющих решений; доведение решения до исполнителей; реализация управляющего воздействия и получение реакции системы.

Целью системы является ее возможное будущее состояние, достижимое 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 увязываться с целью системы более высокого ранга. Например, цели, стоящие перед технической эксплуатацией, должны быть увязаны с целью системы более высокого ранга, т. е. соответствовать целям автомобильного транспорта, а последние — целям народного хозяйства.

Задачи каждого цеха или участка АТП должны быть определены так, чтобы обеспечить техническую исправность заданного перевозочным процессом количества и номенклатуры автомобилей. Следовательно, постановка цели и ее реализация должны рассматриваться в рамках программно-целевого подхода.

При разработке мероприятий, направленных, например, на повышение коэффициента технической готовности, информацией о состоянии системы будут сведения об эксплуатационной надежности автомобилей, данные о наиболее характерных отказах, вызывающих простой автомобилей в рабочее время, особенно на линии, сведения о причинах и продолжительности простоев и др. Внешними факторами в данном случае будут условия эксплуатации, организация материально-технического снабжения и др.

При обработке и анализе информации проводится оценка ее точности, достоверности, представительности (репрезентативности) и стоимости. Полученная информация представляется обычно в компактном виде (таблицы, графики) и позволяет судить о связях и закономерностях, действующих в системе. При обработке и хранении информации используется вычислительная техника.

Под *принятием управляющего решения* понимается выбор на основании установленных критериев одного из многих или нескольких путей развития, существенно изменяющих состояние системы. Например, изменение работоспособности парка возможно в результате совершенствования качества ТО и ремонта, повышения квалификации персонала, улучшения ПТБ и других мероприятий.

На этапе *доведения решения до исполнителей* важной является форма передачи решения, исключающая двоякое толкование его смысла и сроков выполнения. Наиболее целесообразной формой является норматив (см. гл. 3), обеспечивающий эффективное управление. В технической эксплуатации к нормативу относится как конкретная норма, в соответствии с которой планируются или выполняются какие-либо работы, например периодичность или трудоемкость выполнения операций технического обслуживания, расход запасных частей, так и указания о

порядке принятия и выполнения конкретных решений, излагаемых в стандартах, положениях, технологиях, руководствах, приказах и других документах. Решение должно быть передано исполнителям в четкой, желательной нормативной форме, обеспечивающей поэтапный количественный и качественный контроль его выполнения.

Реализация управляющего действия — это, например, обновление парка, реконструкция производственной базы, введение новой системы морального и материального поощрения ремонтных рабочих, направление автомобиля в ремонт.

Реакция системы на управляющие действия — это новая информация (обратная связь), которая снова обрабатывается, анализируется и на ее основе принимается новое решение или корректируется прежнее. Таким образом, реальное управление производства носит многоэтапный (итеративный) характер, когда к цели система, как правило, приходит не за один, а за несколько шагов путем последовательного корректирования действий с учетом достигнутых результатов производства.

12.2. ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ЕГО ПОДСИСТЕМАМИ

Известны два крайних метода управления — реактивный и целевой. При *реактивном* методе планирование осуществляется перед началом действия или в его процессе, решения принимаются без анализа возможных путей и часто меняются, являясь своего рода реакцией на текущие события.

В общем виде сущность *целевого*, или *программно-целевого*, метода управления заключается в четком определении конечной цели системы и в объединении в форме программы всех видов деятельности для достижения этой цели. *Программа* — это законченный во времени и про-

странстве 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 программах представлена совокупность материальных средств, персонала и видов деятельности, сгруппированных по признаку общности целевого назначения.

Программы делятся на *целевые*, носящие, как правило, социально-экономический характер (программы жилищного строительства, защиты окружающей среды и др.), и *ресурсные*, являющиеся обеспечивающими программами. Мероприятия и программы ИТС, как правило, ресурсные. Некоторые программы являются промежуточными. Например, при совершенствовании пассажирских перевозок решается задача удовлетворения потребности в перевозках по объему (ресурсные задачи) и повышения качества (регулярность, комфортабельность, сокращение продолжительности поездок), являющаяся социально-экономической задачей.

В ресурсных программах группируются научные, организационные, технические и экономические мероприятия, с помощью которых

достигается эффективная реализация социально-экономических целей. Под *эффективностью реализации* понимается минимизация сроков достижения определенных уровней удовлетворения общественных потребностей при заданных ресурсах или минимизация совокупных ресурсов при фиксированных сроках.

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 поставленные перед системой цели могут достигаться разными способами. Поэтому важно выявить все факторы или по крайней мере главные, способствующие достижению поставленной цели, и установить среди них определенную очерченность 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. 12.1). Единственная вершина, называемая *корнем*, соответствует генеральной цели (цель высшего ранга или уровня). Цель высшего уровня соединена с целями первого уровня линиями, характеризующими отношение между целями разных рангов.

Одним из видов отношения между целями разных уровней может быть *значимость* r_{km}^i , т. е. вклад m -й задачи $(i+1)$ -го уровня для достижения k -й цели i -го уровня. Для r_{km}^i 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.

Подобная модель ДЦ относится к классу неальтернативных, так как цели эти или понятия нижнего уровня необходимы для формирования цели верхнего уровня, т. е. цели нижнего уровня подчиняются целям

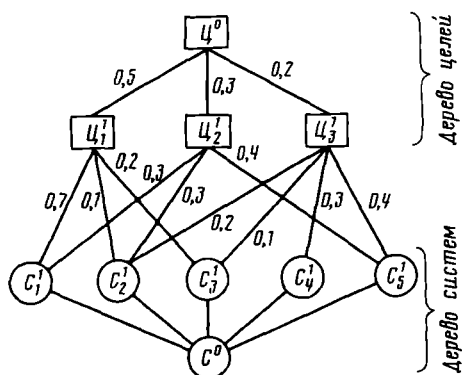


Рис. 12.1. Схема взаимодействия дерева целей и дерева систем:

Ц — цели; С — целереализующие системы

верхнего. При этом между факторами одного уровня, кроме верхнего и нижнего, существуют отношения дополнения, а между факторами разных уровней — подчинения.

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 временных, ресурсных или других ограничениях. Характерными примерами являются: стоимость производственной базы при проектировании (целевой норматив) и фактическая стоимость производственной базы функционирующего АТП (целевой показатель); планируемое и фактическое значения 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. 12.1).

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 в ущерб или за счет целей высшего уровня; вы-

деляются факторы (или подфакторы) одного уровня, влияющие на которые 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 C_i' «взвешиваются» по влиянию на цель, а подсистемы S — по вкладу в достижение как частных, так и общих целей. Например, C_1' (см. рис. 12.1) достигается с помощью подсистем (подпрограмм) S_1^1 (вес 0,7), S_2^1 (вес 0,1) и S_3^1 (вес 0,2). При ранжировании целей и систем применяются 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 перемножением вклада соответствующей системы в реализацию данной цели на вес этой цели (табл. 12.1). Так, для C_1' и C_2' имеем $0,7 \cdot 0,5 = 0,35$. Общий вклад подсистемы S^1 в достижение конечной цели (C^0) складывается из структурных вкладов этой подсистемы в частные цели. Для подсистемы S_1^1 имеем $0,7 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 0,3 = 0,44$, т. е. эта подсистема является важнейшей для достижения конечной цели. Она влияет на подцель C_1' (вклад 0,7) и C_2' (вклад 0,3).

Как отмечалось, техническая эксплуатация является одной из подсистем автомобильного транспорта, который, в свою очередь, является подсистемой транспортного комплекса страны. Целью высшего яруса ДЦ транспортной программы является удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения

Т а б л и ц а 12.1. Оценка вклада подсистем в реализацию целей

Подсистема	Абсолютный вклад подсистем в реализацию цели			Структурный вклад подсистем в реализацию цели			Вклад подсистемы ДС C^i в достижение цели C^0	Ранг влияния подсистемы на C^0
	C_1^i	C_2^i	C_3^i	C_1^i	C_2^i	C_3^i		
C_1^1	0,7	0,3	—	0,35	0,09	—	0,44	1
C_2^1	0,1	0,3	0,2	0,05	0,09	0,04	0,18	3
C_3^1	0,2	—	0,1	0,1	—	0,02	0,12	4
C_1^2	—	—	0,3	—	—	0,06	0,06	5
C_3^2	—	0,4	0,4	—	0,12	0,08	0,2	2
Всего по C^i и C^0	1,0	1,0	1,0	—	—	—	1,0	—
Вес целей C^i в достижении цели C^0	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	1,0	—

страны в грузовых и пассажирских перевозках при экономном расходовании всех видов ресурсов и соблюдении экологических требований.

Важнейшими целями технической эксплуатации (первый уровень) являются (см. рис. 7.6): обеспечение необходимого уровня работоспособности парка автомобилей; повышение производительности труда персонала ИТС; сокращение затрат на поддержание парка в работоспособном состоянии; обеспечение экологичности автомобильного транспорта, т. е. сокращение вредных воздействий на население, персонал и окружающую среду. Указанные цели ТЭ соответствуют генеральным целям автомобильного транспорта. Для ТЭ перечень показателей конкретизируется (второй уровень). Например, уровень работоспособности характеризуется следующими частными показателями: КТГ; наработкой на дорожные и линейные отказы; вероятностью безотказной работы в течение смены или рейса; общим простым автомобилем в ремонте; простым автомобилем в ремонте по цехам и участкам АТП или из-за неисправностей агрегатов и механизмов автомобиля и др.

Необходимо учитывать, что в зависимости от конкретной ситуации, действующих ограничений и требований систем более высокого уровня (социально-экономической, транспортной и автомобильного

транспорта) на первое место может выступать одна из целей ТЭ. Например, поддержание уровня работоспособности стареющего парка неминуемо связано с ростом затрат на ремонт и увеличением потребностей в ремонтной базе и персонале. Демографическая ситуация, влияющая на нехватку ремонтного персонала, потребует более интенсивного повышения производительности труда, что будет сопровождаться ростом необходимых капиталовложений в социальную базу, механизацию, автоматизацию и роботизацию, подготовку персонала.

Эффективность собственно ТЭ определяется шестью основными факторами и рядом подфакторов, составляющих ДС, или программ (рис. 12.2):

организацией ТО и ремонта, которая определяет рациональную стратегию поддержания и восстановления работоспособности автомобильного парка и создает проектно-нормативно-технологическое обеспечение мероприятий ИТС;

производственной базой, которая обеспечивает материальные условия выполнения рекомендаций системы ТО и ремонта;

персоналом, уровень квалификации и заинтересованность которого создает условия для качественного и производительного выполнения ТО и ремонта, а также экономии ресурсов;

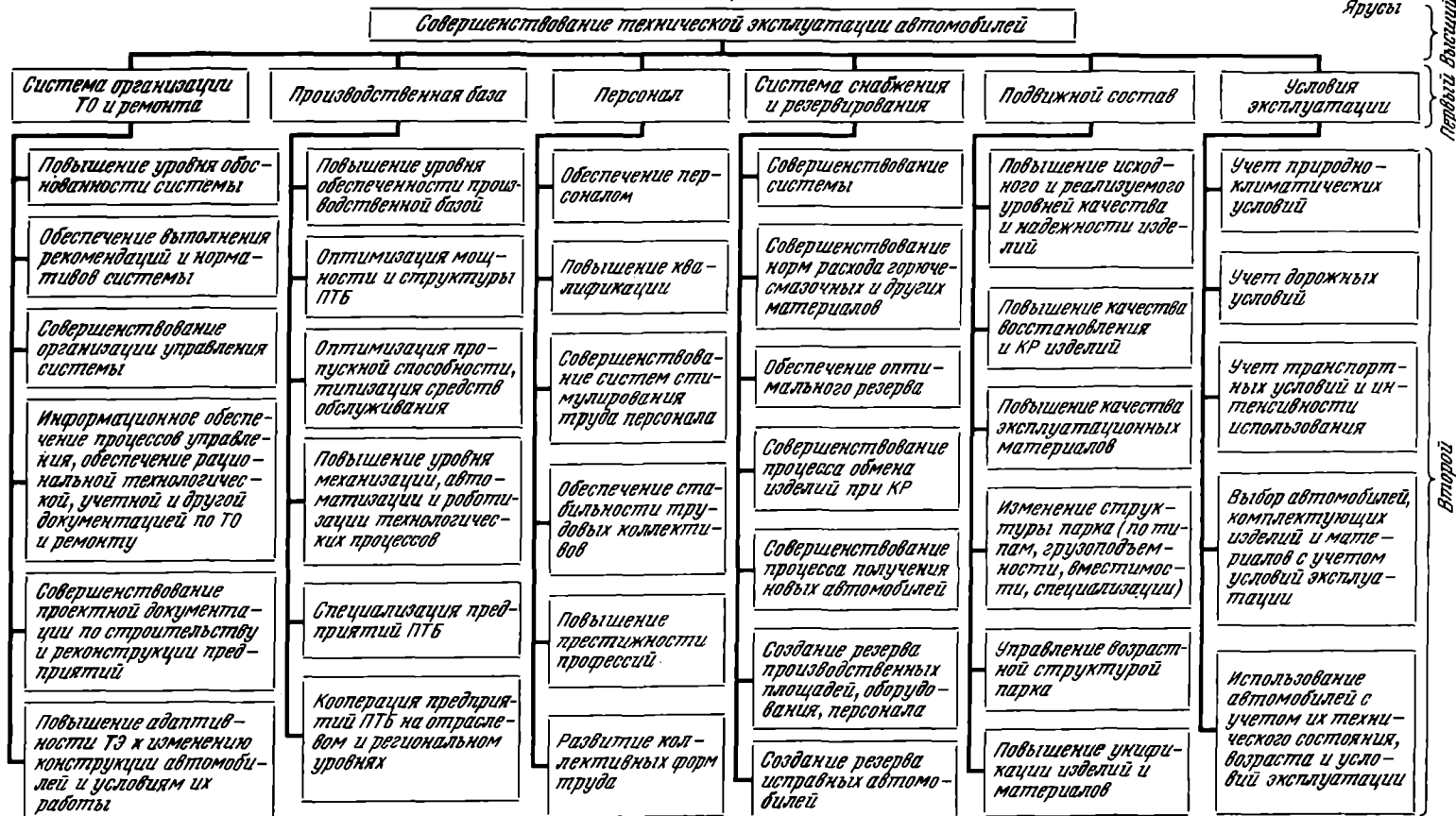


Рис. 12.2. Верхние ярусы дерева систем технической эксплуатации

системой снабжения и резервирования, обеспечивающей ТЭ запасными частями, материалами, автомобилями и агрегатами;

парком подвижного состава, исходный уровень которого, также возраст и структура определяют при прочих равных условиях объем и характер необходимых работ ТО и ремонта;

условиями эксплуатации, которые влияют на надежность и, как следствие, на нормативы ТЭ и потребность в ТО и ремонте.

В свою очередь, каждый из перечисленных факторов состоит из группы подфакторов (подсистем). Чем ниже в структуре системы находится подсистема, тем более детальной должны быть декомпозиция подсистем, что обеспечивает более обоснованное принятие управляющих решений и оценку эффективности работы данной подсистемы. Приведенные на рис. 12.2 факторы классифицируются, кроме их значения (веса) для достижения поставленной перед системой цели, по управляемости, подвижности и ресурсоемкости.

По управляемости факторы подразделяются на управляемые, частично управляемые и учитываемые (неуправляемые) для данного уровня управления. Например, дорожные и климатические условия необходимо учитывать при определении эффективности ТЭ, так как они влияют на показатели надежности и необходимые для ТО и ремонта ресурсы, но они практически неуправляемы для конкретного АТП. Система ТО и ремонта и ее основные нормативы разрабатываются на основе исследований и обобщения передового опыта для всех предприятий и организаций автомобильного транспорта, но обеспечение выполнения рекомендаций системы и корректирования ее нормативов является управляемым подфактором для АТП. Для уровня АТП возраст и состав парка являются пока практически неуправляемыми, так как они определяются решениями

вышестоящей организации. Однако использование автомобилей разного возраста на маршрутах разной сложности является компетенцией АТП.

Необходимо различать факторы *подвижные* и *консервативные*. Требуется значительное время для создания новой или реконструкции существующей производственной базы (3—5 лет), хотя ее влияние на эффективность технической эксплуатации значительно. Человеческий фактор (уровень квалификации, моральная и материальная заинтересованность персонала в конечных результатах труда) является подвижным. Факторы и подсистемы могут требовать для их реализации разных по объему и составу ресурсов. Так, строительство новой ПТБ более ресурсоемко, чем реконструкция или техническое перевооружение.

Таким образом, на основе общего ДС (см. рис. 12.2) для каждого уровня управления и АТП строится свой вариант дерева системы, в котором выделены и оценены управляемые факторы и подфакторы, 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. При этом экономический эффект $\mathcal{E}_t$ рассчитывается по условиям реализации программы или мероприятия (создание и использование новых, реконструкция или модернизация существующих средств и орудий труда, предметов труда, технологических процессов, а также способов и методов организации производства, труда и управления) за расчетный период:

$$\mathcal{E}_t = P_t - \mathcal{Z}_t, \quad (12.1)$$

где P_t — стоимостная оценка результатов осуществления программы (мероприятия) за расчетный период; $\mathcal{Z}_t$ — стоимостная оценка затрат на осуществление программы (мероприятия) за расчетный период.

При сравнении выбирается тот вариант, у которого экономический эффект максимальный, или при равенстве полезного результата минимальны затраты на осуществление.

12.3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Важнейшим элементом управления является информация, сбор и анализ которой требует времени, материальных и трудовых затрат. Такой анализ необходим, во-первых, потому, что информация, как правило, носит выборочный характер, т. е. по состоянию части элементов (выборке) судят о состоянии всех элементов (генеральной совокупности). Во-вторых, любое увеличение выборки, повышающее точность, увеличивает стоимость и время получения информации, а также затягивает принятие решения.

При принятии решений в технической эксплуатации, как отмечалось ранее (см. разд. 2.11), используются вероятностная информация, характеризующая поведение или состояние совокупности автомобилей, и индивидуальная дискретная информация, определяющая состояние или показатели работы конкретного изделия или материала — детали, агрегата, автомобиля, масла.

Целесообразность использования того или иного вида информации или пропорции их сочетания определяется технико-экономическими расчетами, оценкой представительности, точности, важности и стоимости получения данной информации, а также важностью принимаемого решения.

Оценка представительности имеет целью определение соответствия свойств выборки и генеральной совокупности, из которой выборка получена и для которой на основании выборочной информации будет приниматься решение. Если выборка не представительна, то и решение не будет рациональным. Например, при определении средней трудоемкости

конкретных операций хронометражные наблюдения необходимо проводить на автомобилях разных возрастных групп, имеющих на АТП.

Оценка точности необходима для определения объема выборки. Если известно, что случайная величина в генеральной совокупности распределяется по нормальному закону, то объем необходимой выборки для определения среднего значения в генеральной совокупности

$$n \geq \frac{t_{\beta}^2 \sigma^2}{\Delta^2} = \frac{t_{\beta}^2 v^2}{\epsilon^2}, \quad (12.2)$$

где σ — среднее квадратическое отклонение случайной величины; Δ — абсолютная точность — ширина доверительного интеграла, в котором с заданным уровнем вероятности β должна находиться генеральная средняя $\bar{X}$; v — коэффициент вариации; $\epsilon = \Delta/\bar{x}$ — относительная точность ($\bar{x}$ — средняя выборки); $t_{\beta} = (x - \bar{x})/\sigma$ — нормированное отклонение, зависящее от β .

Например, число наблюдений для оценки средней трудоемкости операции ТР, для которой $v = 0,25$ при условии $\beta = 0,95$; $t_{\beta} = 1,96$; $\epsilon = 0,07$ составляет $n \geq 1,96^2 \cdot 0,25^2 / 0,07^2 = 50$ наблюдений, т. е. чтобы гарантировать нахождение генеральной средней $\bar{X}$ с вероятностью 95 % в интервале $\Delta = \bar{x}\epsilon$ с центром $\bar{x}$, необходимо произвести не менее 50 наблюдений. По результатам 50 наблюдений получено среднее значение трудоемкости ремонта тормозной системы $\bar{x} = 48$ чел.-мин. С вероятностью 95 % можно утверждать, что генеральная средняя трудоемкости этой операции в рассматриваемых условиях производства находится в интервале $(45 \pm 1,6)$ чел.-мин. Если производственная ситуация требует повышения точности (например, до 5 %), то объем необходимых наблюдений увеличится почти в 2 раза и будет составлять 96. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы точность наблюдений соответствовала требуемой точности принятия решений.

Количественная оценка информации связана с возможностью снятия неопределенности при принятии решений. Полезная информация позволяет сократить число возможных решений, т. е. $I = f(P_1/P_0)$, где I — количество информации; P_0 — вероятность события до получения информации; P_1 — то же, после получения.

Количественная оценка информации обычно дается на основе понятия энтропии (H), являющейся мерой

свободы выбора или неопределенности состояния системы

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i,$$

где P_i — вероятность нахождения системы в i -м состоянии; n — возможное число состояний. Величина устранимой неопределенности системы в результате получения информации является ее количественной мерой. Например, если для данного агрегата состояние неисправности (A) может наступить с вероятностью P_0 , то энтропия этого состояния $H_0(A) = -\log_2 P_0$ при $p_0 = 0,5$ равна 1.

Если после получения новой информации (в результате опыта, анализа отчетных данных и т. д.) вероятность события « A » увеличилась до p_1 , новое значение энтропии $H_1(A) = -\log_2 P_1$. При этом количество информации, содержащееся в данном индивидуальном сообщении, обусловлено изменением энтропии

$$I = H_0(A) - H_1(A) = \log_2 P_1 - \log_2 P_0.$$

За единицу информации принимается изменение неопределенности, возникающее из двух равновероятных исходов и называемое *битом*. Если вероятности исправного и неисправного состояний равны, т. е. $P_0 = 0,5$, то после контроля с вероятностью $P_1 = 1$ будет определено исправное или неисправное состояние. Полученная при этом информация равна одному биту, т. е. $I = -\log_2 0,5 + \log_2 (1) = 1$.

Количественная оценка применяется при сравнении различных методов получения информации, например с помощью диагностики, статистическими методами и т. д.

Оценка стоимости получения информации сводится к сравнению цены за новую или дополнительную информацию с получаемым от нее эффектом. Рассмотрим этот подход на примере расчета объема наблюдений при различной предварительной информации о виде закона распределения случайной величины. При полной информации, как было установлено выше, объем наблюдения составил $n_n = 50$. Если при тех же исходных данных отсутствует

информация о виде закона распределения, то объем наблюдений определяется на основе предельной теоремы Чебышева

$$n_{\text{ч}} = \frac{1}{1-\beta} \left(\frac{v}{\varepsilon} \right)^2.$$

В данном случае $n_{\text{ч}} = 255$ наблюдений, т. е. их объем увеличивается более чем в 5 раз. Таким образом, предварительная информация о виде закона распределения в данном случае стоит $C_n = n_{\text{ч}} C_{\text{ч}} - n_n C_n$, где $C_{\text{ч}}$ и C_n — стоимость одного наблюдения (практически в данном случае $C_{\text{ч}} = C_n$). Следовательно, дополнительную информацию о виде закона распределения в данном случае целесообразно приобрести за $C_n < C_{\text{ч}} = C(n_{\text{ч}} + n_n)$. Это может быть обзор литературных данных, консультация специалиста и т. д.

Если не известны также и параметры закона распределения (v, σ), то объем наблюдений (и соответственно затраты) определяется на основе теоремы Чебышева при максимальном для процессов ТЭА коэффициенте вариации $v = 1$. В рассматриваемом примере это более 4 тыс. наблюдений.

12.4. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВОМ

Процесс принятия решений — это выбор вариантов решения из нескольких возможных вариантов. Он складывается из нескольких характерных этапов, показанных на рис. 12.3. Методы принятия решений классифицируются в зависимости от способа, располагаемой при принятии решения информации, используемого при принятии решений *аппарата*.

В зависимости от способа принятия решений они подразделяются на *стандартные* и *нестандартные*. Стандартные решения применяются в часто повторяющихся производственных ситуациях. Они содержатся в законах, стандартах, правилах,

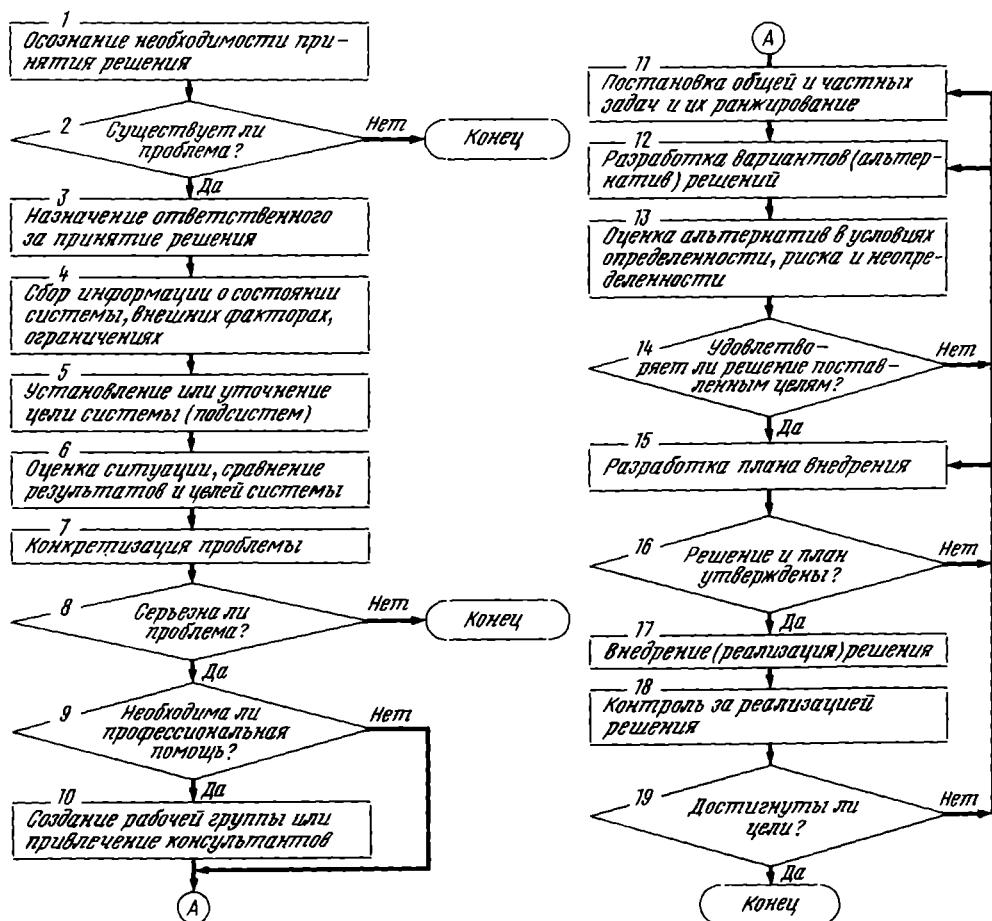


Рис. 12.3. Алгоритм процесса принятия решений

нормативах и в другой действующей документации, опыте других специалистов и организаций. Например, при тормозном пути, большем допустимого, автомобиль не допускается к эксплуатации (Правила дорожного движения). После определенного пробега автомобиль направляется на соответствующий вид ТО (Положение о ТО и ремонте).

В инженерно-технической службе 80—85 % всех решений (у инженера АТП 80—83 %, у главного инженера 45—55 %) приходится на подобные повторяющиеся производственные ситуации. Решения при этом принимаются по следующей схеме: анализ производственной ситуации — ее идентификация с од-

ной из стандартных — принятие решения по правилам или аналогии со стандартным. Поэтому знание и использование стандартных правил свидетельствуют не об отсутствии творчества и инициативы, а о высокой квалификации инженера и управленческого персонала, так как, во-первых, сокращается время на принятие решения, разработку и реализацию соответствующих мероприятий; во-вторых, уменьшается вероятность принятия ошибочных решений; в-третьих, у специалиста высвобождается время для принятия решений в нестандартных, новых или сложных производственных ситуациях, требующих сбора информации, ее анализа, применения математи-

ческих и экономико-математических методов, объединяемых понятием *исследование операции*. При этом 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, который обеспечивается при ее выполнении. В общем случае показатель эффективности или целевая функция может зависеть от трех групп факторов.

Первая группа 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; обеспеченность предприятия ПТБ, если в данный период не проводится ее реконструкция, и др.

Вторая группа, которая иногда называется элементами решения, может меняться при управлении, влияя на целевую функцию. Эти факторы выбираются из дерева систем ТЭА. Примеры второй группы факторов: качество ТО и ТР, квалификация персонала, уровни механизации и др.

Третья группа — это заранее неизвестные условия, влияние которых на эффективность неизвестно или изучено недостаточно. Например, конкретные погодные условия «на завтра»; число требований на ТР в течение следующей смены, определяющее простой в ремонте, загрузку постов и персонала; психофизиологическое состояние водителя, влияющее на безопасность движения и эксплуатационную надежность автомобиля.

При рациональном управлении значение целевой функции улучшается, а при оптимальном — ста-

новится наилучшим (минимальным или максимальным).

Первая и третья группы факторов иногда объединяются общим понятием «природа», 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 отсутствует или может приниматься постоянной, превращаясь в первую группу. При этом для стандартных ситуаций целевая функция в каждом конкретном случае не строится (предполагается, что она была построена при разработке соответствующих правил и нормативов), а решение, как уже отмечалось, принимается в соответствии с разработанными правилами по схеме: идентификация ситуации с одной из стандартных — выбор стандартных условий, соответствующих ситуации — принятие решения на основе стандартных правил.

Если в сложившейся ситуации не имеется совокупности стандартных решений, то для условия определенности задача принятия решения формулируется следующим образом. Как определить элементы решения, обеспечивающие при заданных условиях получение экстремального (минимального или максимального) значения целевой функции? В условиях определенности оптимальное значение целевой функции может быть получено графически или аналитически (дифференцированием функции, методами множителей Лагранжа, программированием и т. д.).

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*.

В зависимости от *аппарата* при принятии решений используются:

алгоритмический подход (законы, правила, нормативы);

коллективное мнение специалистов (экспертиза);

расчетно-аналитические методы для процессов, описываемых аналитически (исследование функций на минимум и максимум, программирование, теория массового обслуживания и др.);

моделирование процессов;

натурный эксперимент или наблюдения.

Глава 13

СТРУКТУРА И РЕСУРСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

13.1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Основные задачи ИТС автомобильного транспорта на различных уровнях управления (государственном, отраслевом, региональном, хозяйственном) могут быть сведены к следующим.

1. Определение технической политики ведомства, объединений и предприятий по технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта. Техническая политика формируется на основе существующего хозяйственного механизма и действующего законодательства, программы научно-технического прогресса, 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, экологичные и ресурсосберегающие пути развития технической эксплуатации. Техническая политика реализуется через хозяйственный механизм, предусматривающий: самфинансирование предприятий и хозяйственный расчет; отраслевые программы; систему прогрессивной

нормативной, проектной и технологической документации.

2. Разработка и доведение до исполнителей нормативно-технологической и проектной документации, обеспечивающей создание условий для реализации технической политики.

3. Планирование, организация и 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 и ремонта.

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 материалов.

7. Анализ технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта, производственно-технической базы, технологического оборудования, производственных запасов.

8. Организация внутрихозяйственного хозрасчета учета технического обслуживания и ремонта подвижного состава, технологического и другого оборудования, элементов производственно-технической базы.

9. Составление плана поставок и списания автомобилей и технологического оборудования. Управление возрастной структурой автомобильных парков. Разработка рекомендации по использованию автомобилей с учетом их технического состояния и условий эксплуатации.

10. Комплектация ИТС персоналом, повышение квалификации, улучшение условий труда и быта, совершенствование нормирования, морального и материального стимулирования персонала.

11. Проведение мероприятий по подготовке предприятий к приему и эффективной эксплуатации автомобилей новой конструкции, использованию новых эксплуатационных материалов, оборудования, компьютеров.

12. Обобщение, распространение и реализация передового опыта технической эксплуатации.

13. Организация внутрихозяйственного хозрасчета, хозяйственных отношений со службой перевозок. Предъявление требований к службе перевозок и контроль за соблюдением правил технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта на линии. Оценка влияния водителей на работоспособность автомобилей, повышение их квалификации.

14. Предъявление требований к автомобилестроительной и другим отраслям промышленности по совершенствованию конструкции подвижного состава, качеству эксплуатационных материалов, масштабам и качеству строительства и эксплуатации дорог. Организация контроля

качества эксплуатационных материалов и запасных частей.

15. Восстановление и частичное изготовление дефицитных деталей, материалов и оборудования.

16. Модернизация и переоборудование подвижного состава, изготовление некоторых типов специализированного подвижного состава, производство которых пока не освоено промышленностью.

13.2. СТРУКТУРА И РЕСУРСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Для выполнения задач, стоящих перед ИТС, она обеспечивается соответствующими ресурсами, материально-технической базой и системой управления, имеющей определенную структуру и задачи. В новых экономических условиях главные функции вышестоящих организаций (министерств, концернов, ассоциаций и объединений) будут состоять, по-видимому, в следующем:

создание условий для реализации социальной направленности развития отрасли и группы предприятий, улучшение условий труда и жизни персонала;

прогнозирование, разработка и реализация технической политики интенсивного, сбалансированного, ресурсосберегающего и экологичного развития предприятий и объединений на основе НТП, обеспечивающего потребности народного хозяйства и населения в транспортном обслуживании;

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 хозрасчетных условиях услуг по научному, проектному, технологическому, нормативному, пусконаладочному, посредническому обслуживанию, требующему концентрации научных, 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.

В большинстве республик и регионов имеются те или иные объединения предприятий автомобильного транспорта (ассоциации, концерны, управления, министерства, в том числе общетранспортные). Как правило, ИТС в этих объединениях возглавляется вторым лицом (заместителем министра, президента ассоциации), организующим работу ИТС ведомства в соответствии с действующими законами, заказами, ресурсными и другими ограничениями. Важнейшие вопросы, определяющие техническую политику ведомства в области ТЭА, нормативные и технологические материалы разрабатываются с учетом передового отечественного и зарубежного опыта научно-исследовательскими, проектными и нормативными организациями, рассматриваются и обсуждаются соответствующими подразделениями министерства (ассоциации, концерна), которые дают рекомендации по их реализации. Ряд хозяйственных функций, в том числе и на хозрасчетных условиях, может выполняться и другими подразделениями министерств.

Например, министерства и ассоциации могут давать рекомендации и оказывать региональным производственным объединениям автомобильного транспорта и предприятиям помощь по организации и технологии ТО и ремонта, экономии топливо-энергетических ресурсов, капитальному ремонту автомобилей, агрегатов и восстановлению деталей, по производству технологического обо-

рудования, оснастки для ТО и ремонта и др. Аналогичная работа по организации материально-технического снабжения осуществляется ассоциациями или региональными подразделениями управления материально-технического снабжения.

Структура региональных объединений и ассоциаций предприятий автомобильного транспорта определяется их функциями, наличием статуса государственного объединения, уровнем хозрасчетных отношений с предприятиями.

Один из вариантов схемы организации и управления ИТС регионального (территориального) производственного объединения (ассоциации) автомобильного транспорта, включающего некоторые хозяйственные функции, дан на рис. 13.1.

База и ресурсы ИТС автомобильного транспорта — это совокупность следующих составляющих.

1. Материально-техническая или производственно-техническая база, включающая в себя здания, сооружения, технические средства для хранения, технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Состояние производственно-технической базы характеризуется уровнем обеспеченности, представляющим собой отношение фактических и нормативных показателей. В качестве показателей, характеризующих ПТБ, применяются обобщающие, например, капиталовложения в ПТБ, приходящиеся на один автомобиль. Этот показатель для вновь создаваемой производственной базы, по действующим нормам, для комплексных АТП на 100 и 300 автомобилей (соответственно 1-я и 2-я колонки) составляет (тыс. руб.):

Таксомоторные парки	4,68	3,86
Грузовые АТП	8,09	5,35
Автобусные АТП	14,70	10,21

Указанные нормативы, как и в Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, установлены для эталонных условий и корректируются с учетом типа и специа-

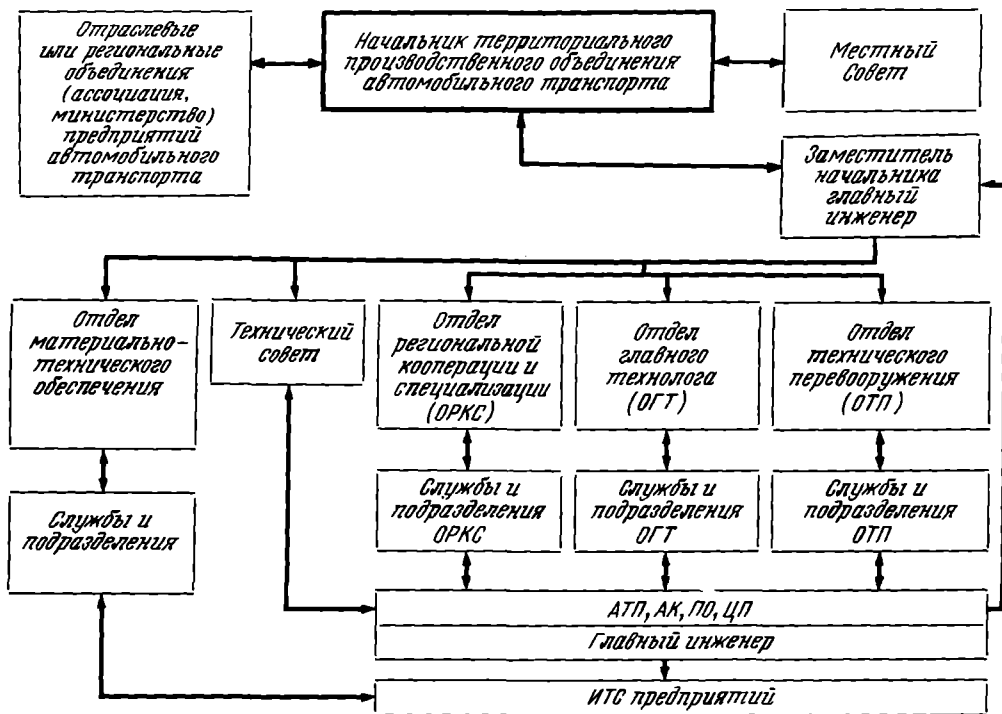


Рис. 13.1. Схема управления ИТС территориального производственного объединения (ассоциации) автомобильного транспорта

лизации подвижного состава, интенсивности и условий эксплуатации, степени использования прицепного

состава, способа хранения, разномарочности и уровня кооперирования.

К частным показателям относятся: число рабочих постов, приходящихся на 1 млн. км суммарного пробега; площади производственно-складских и вспомогательных помещений на 1 автомобиль, площади стоянок на 1 место хранения, уровень механизации работ ТО и ремонта и др. Нормативы на приведенные показатели устанавливаются с учетом типа подвижного состава, условий эксплуатации, размера, структуры и специализации ПТБ. Состояние ПТБ оказывает существенное влияние на показатели эффективности ТЭА и потребные ресурсы (рис. 13.2, см. табл. 5.2).

Анализ состояния ПТБ конкретных предприятий рекомендуется проводить не только в целом, но и поэлементно, т. е. конкретных цехов, участков, зон, что обеспечивает выявление объектов, требующих первоочередной реконструкции, расшире-

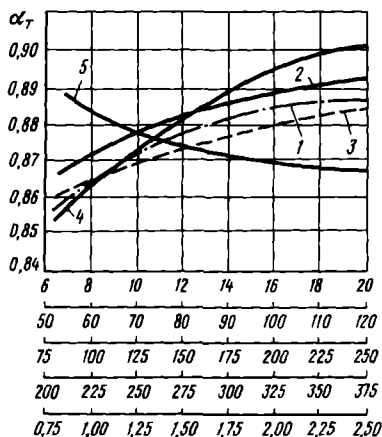


Рис. 13.2. Влияние состояния ПТБ и других факторов на КТГ автобусных предприятий: 1 — обеспеченность производственной площадью, м² (6—20 м² на приведенный автобус); 2 — число автобусов в парке (75—250); 3 — соблюдение периодичности ТО, % (50—120); 4 — обеспеченность ремонтными рабочими — фонд заработной платы, тыс. руб./авт. (0,75—2,50); 5 — среднесуточный пробег, км (200—375)

Таблица 13.1. Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы — K_2

Модификация подвижного состава и организация его работы	Нормативы		
	Трудо-емкость ТО и ТР	Пробег до капитально-го ремонта	Расход запасных частей
Базовый автомобиль	1,00	1,00	1,00
Седелные тягачи	1,10	0,95	1,05
Автомобили с одним прицепом	1,15	0,90	1,10
» с двумя прицепами	1,20	0,85	1,20
Автомобили-самосвалы при работе на плечах свыше 5 км	1,15	0,85	1,20
Автомобили-самосвалы с одним прицепом или при работе на коротких плечах (до 5 км)	1,20	0,80	1,25
Автомобили-самосвалы с двумя прицепами	1,25	0,75	1,30
Специализированный подвижной состав (в зависимости от сложности оборудования)	1,10—1,20	—	—

ния или технического перевооружения (рис. 13.3).

2. Подвижной состав определенных технико-эксплуатационных свойств, являющийся предметом труда ИТС.

На организацию 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. 6.2, 6.3;

назначение и модификация (табл. 13.1) — общетранспортного назначения, специализированные и специальные (пожарные, краны, автолавки и др.);

грузоподъемность и вместимость (см. табл. 6.3);

вид применяемого топлива;

надежность;

уровень унификации конструкции и применяемых эксплуатационных материалов (см. табл. 6.6);

наработка автомобилей с начала эксплуатации и стабильность технико-эксплуатационных свойств при старении;

габаритные размеры автомобилей и масса основных агрегатов.

3. Материально-технические ресурсы в виде приобретаемых с учетом норм запасных частей, шин, масел и смазок, металла, топлива (рас-

ходуемого при техническом обслуживании и ремонте), электрической и тепловой энергии.

4. 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, конструкторско-технологических и научно-исследовательских работ. Финансовые ресурсы образуются на основе самофинансирования за счет прибыли, получаемой от перевозочного процесса, и других хозяйственных операций.

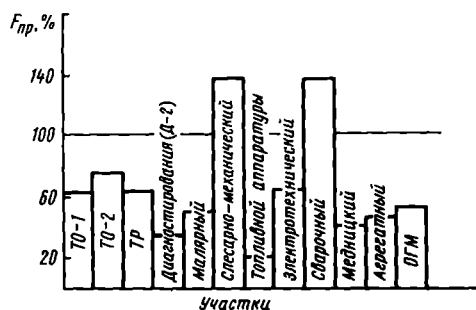


Рис. 13.3. Пример анализа обеспеченности АТП площадью производственных участков $F_{пр}$ (100 % — норма)

Таблица 13.2. Информационное

Группа работ	Цели информации
I. Разработка нормативов, определяющих объемы и содержание работ ТО и ремонта, требования к техническому состоянию подвижного состава автомобильного транспорта	Требования к состоянию подвижного состава, определение объемов и содержания работ по ТО и ремонту
II. Разработка нормативов, определяющих потребности ресурсы, необходимые для выполнения ТО и ремонта	Ресурсное обеспечение ИТС
III. Подготовка рекомендаций по проектированию, реконструкции и техническому перевооружению предприятий	Строительство, реконструкция и оснащение предприятия
IV. Разработка руководств и рекомендаций по технологии и организации выполнения работ ТО и ремонта	Технология и организация работ
V. Выработка научных рекомендаций (прогнозы, программы), создающих основу для нормативно-технологического и проектного обеспечения и определения технической политики отрасли, перспектив развития ТЭА, основанных на достижениях НТП	Научное обеспечение
VI. Разработка системы внедрения и оказания помощи предприятиям и организациям автомобильного транспорта	Оказание услуг и информационной помощи
VII. Анализ передового опыта и информационное обеспечение предприятий и организаций автомобильного транспорта	Обобщение и распространение передового опыта

Характерные примеры информационного обеспечения (документов) и оказания услуг	Возможные организации-разработчики
Положение по ТО и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта. Нормативные части Положения. Правила технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта. Правила дорожного движения.	Министерство внутренних дел СССР, министерства (ассоциации) автомобильного транспорта республик, ассоциации предприятий автомобильной промышленности, автозаводы, АТП, АТО, научно-исследовательские институты, вузы и др.
Нормы расхода запасных частей. Нормы расхода материалов. Трудоемкость выполнения операций ТО и ремонта. Нормативы затрат на ТО и ремонт. Ресурсы шин. Типовые штаты.	Планирующие органы, ассоциации (объединения, министерства) автомобильного транспорта, автозаводы, АТП, АТО, научно-исследовательские институты, вузы и др.
Общесоюзные нормативы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП). Типажи автотранспортных предприятий разной мощности и назначения. Табель технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП, АТО и БЦТО. КATALOGИ специализированного оборудования	Планирующие органы, ассоциации (объединения, министерства) автомобильного транспорта, Гипроавтотранс и другие научно-исследовательские и проектно-технологические институты и организации
Типажи постов и линий ТО и ремонта. Типовые технологические процессы ТО и ремонта. Руководства по организации работ различных подразделений ИТС. Рекомендации по НОТ на рабочих постах и местах. Методические указания по аттестации рабочих мест	Министерства автомобильного транспорта республик, научно-исследовательские институты, вузы, АТП, АТО, кооперативы
Комплексная программа научно-технического прогресса. Положение по ТО и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта. Отраслевые и хозяйственные программы по различным вопросам НТП (экономика топливно-энергетических ресурсов, механизации и др.).	АН СССР, планирующие и директивные органы Ассоциации (объединения, министерства) автомобильного транспорта
Отчеты по научным исследованиям. Научно-техническая литература	Отраслевые научно-исследовательские институты, вузы, журналы, издательства
Разработка и внедрение рациональных технологических процессов. Привязка типовых проектов. Разработка программ, расчетов и ведения учета с использованием ЭВМ. Предоставление машинного времени ЭВМ. Пусконаладочные работы	Центроавтотех, проектно-технологические бюро объединений, научно-исследовательские институты, вузы, вычислительные центры, кооперативы
Аналитические обзоры по различным вопросам ТЭА. Обобщение передового опыта. Организация выставок, конференций, консультаций. Издание справочной научной и производственно-технической литературы	Центральные бюро научно-технической информации. Выставки, научно-исследовательские институты, вузы, научно-технические общества. Издательства, местная информация, конференции, обмен опытом

5. Кадры научных, инженерно-технических работников, ремонтных и вспомогательных рабочих.

Потребность в персонале определяется в соответствии с рекомендуемыми нормами численности и уточняется расчетом на местах в соответствии с принятым законодательством и располагаемым фондом материального поощрения.

В ближайшей перспективе на 1 млн грузовых автомобилей в среднем в подразделениях ИТС будет приходиться 20—25 тыс. инженеров, 60—80 тыс. техников и 300—400 тыс. ремонтных рабочих.

6. Информационное обеспечение ИТС, включающее информацию, необходимую 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. Последнее состоит из научного, нормативно-технологического и проектного обеспечения и включает семь групп работ (табл. 13.2).

13.3. ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ранее отмечалось влияние наработки с начала эксплуатации (пробега, времени) на показатели эф-

фективности и надежность автомобилей. Системой технического обслуживания предусматривается корректирование трудоемкости текущего ремонта и продолжительности простоя в зависимости от пробега автомобилей с начала эксплуатации (табл. 13.3).

Изменение трудоемкости и надежности влияет на потребность в рабочей силе, запасных частях и материалах, производственно-технической базе, технологическом оборудовании, т. е. ресурсах, необходимых для ИТС. Поэтому необходимо оценивать и управлять возрастом автомобилей в парке. В реальном парке, как правило, имеются автомобили разных возрастных групп (рис. 13.4), т. е. парк имеет определенную возрастную структуру. Под *возрастной структурой* (ВС) автомобильного парка понимается количественное или процентное распределение автомобильного парка по возрастным группам. Доля (или %) автомобилей данной возрастной группы в парке в момент времени i

$$a_{ij} = A_{ij}/A_i \text{ при } \sum_{j=1}^j a_{ij} = 1, \text{ где } A_{ij} —$$

число автомобилей j -й возрастной группы в момент i ; A_i — размер парка в момент i , являющийся календарным временем существования парка автомобилей данной модели, исчисляемым в годах (месяцах) или эквивалентных километрах пробега. С учетом возрастной структуры

Таблица 13.3. Коэффициенты корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта (K_1) и продолжительности простоя в техническом обслуживании и ремонте (K'_1) в зависимости от пробега с начала эксплуатации

Пробег с начала эксплуатации в долях от нормативного пробега до КР	Автомобили					
	Легковые		Автобусы		Грузовые	
	K_1	K'_1	K_1	K'_1	K_1	K'_1
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
» 0,50 » 0,75	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
» 0,75 » 1,00	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
» 1,00 » 1,25	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
» 1,25 » 1,50	1,6	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
» 1,50 » 1,75	2,0	1,4	1,8	1,4	1,6	1,3
» 1,75 » 2,00	2,2	1,4	2,1	1,4	1,9	1,3
» 2,0	2,5	1,4	2,5	1,4	2,1	1,3

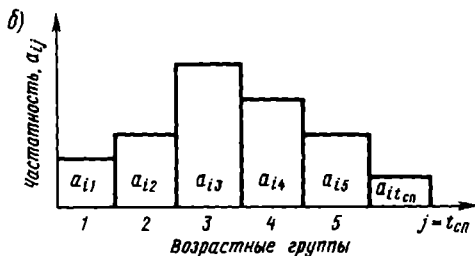
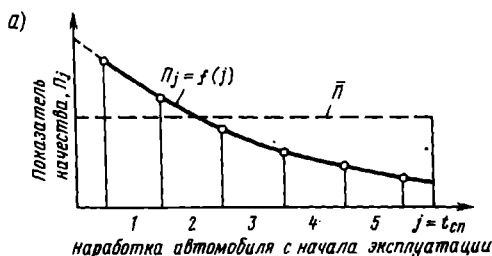


Рис. 13.4. Изменение реализуемого показателя качества для автомобиля (а) и возрастная структура парка автомобилей в момент i (б)

реализуемый показатель качества для парка в момент времени i

$$\bar{\Pi}_i = \sum_{j=1}^{j=t_{\text{сн}}} \Pi_j a_{ij}. \quad (13.1)$$

Следовательно, при определенных значениях Π_j и $j = t_{\text{сн}} = \text{const}$ реализуемый показатель качества для автомобиля постоянен, т. е.

$$\bar{\Pi} = \sum_{j=1}^{j=t_{\text{сн}}} \Pi_j / t_{\text{сн}} = \text{const}$$

(см. рис. 13.4, а), а для парка $\bar{\Pi} = \text{const}$ только в конкретный момент i и зависит от его возрастной структуры, т. е. распределения a_{ij} в момент $t = i$, которое для реальных парков не постоянно и в общем случае $\bar{\Pi}_i = \text{const}$. Кроме распределения парка по возрастным группам, возрастную структуру характеризует средний возраст $\bar{T}_i$, который в момент времени i равен $\sum_{j=1}^j T_j a_{ij}$, где

T_j — середина интервала j -й возрастной группы. Например, для 1-й возрастной группы (см. рис. 13.4, а) — это 0,5 лет, 2-й — 1,5 года и т. д.

Изменения среднего возраста больших парков во времени носят монотонный колебательный характер, отражающий дисбаланс поставок и списания автомобилей, а также изменение фактических сроков службы автомобилей. Для выполнения одного и того же годового объема работы потребность в парке автомобилей в зависимости от возрастной структуры парка меняется до 40 %.

Средний возраст и возрастная структура парков достаточно стабильны для отрасли и объединений, но для отдельных АТП могут существенно изменяться за небольшие промежутки времени, что не может не отразиться на показателях эффективности работы парка в целом, потребных ресурсах, коэффициентах технической готовности, производительности, потребности в рабочей силе, ПТБ. Другими словами, возрастная структура парка влияет на работу ИТС и автомобильного транспорта в целом. Поэтому необходимо: во-первых, уметь правильно определить существующую возрастную структуру парка; во-вторых, ее прогнозировать с учетом объема поставки новых и списания старых автомобилей; в-третьих, управлять возрастной структурой парков; в-четвертых, использовать автомобили с учетом возраста и условий эксплуатации.

Под управлением возрастной структурой парка понимается такое целенаправленное ее изменение, которое обеспечивает получение в необходимый момент времени i заданных показателей качества автомобильного парка $\bar{\Pi}_i$.

Задачи расчета, прогнозирования и управления ВС парка решаются с использованием аппарата теории восстановления, динамического программирования и ряда других методов.

В общем случае на формирование размера и возрастной структуры парка влияют следующие основные факторы: исходный размер A_1 и воз-

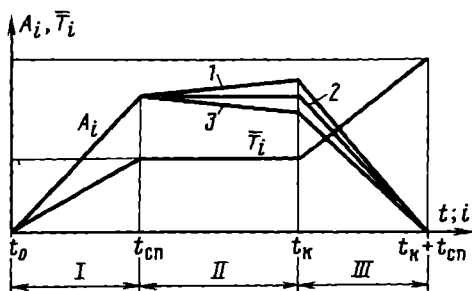


Рис. 13.5. Изменение размера A_i и среднего возраста $\bar{T}_i$ парка

растная структура, т. е. распределение парка по возрастным группам j в начальный момент $i = 1$ ($a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1j}$); размер поставки новых автомобилей $A_{п.i}$ в моменты $i = 1; 2; 3 \dots$; размер списания автомобилей $A_{сн.i}$; ресурс (срок службы) автомобиля до списания $t_{сн} = t_a$.

Отношение размера поставки к размеру парка в i -м году называется *коэффициентом пополнения* $r_i = A_{п.i}/A_i$. Отношение размера списания к парку в i -м году называется *коэффициентом списания* или *выбытия* $v_i = A_{сн.i}/A_i$. При $r_i = v_i$ имеет место простое восстановление (линия 2, рис. 13.5), а при $r_i > v_i$ — расширение, т. е. парк автомобилей постоянно увеличивается (линия 1), при $r_i < v_i$ происходит деградация, т. е. уменьшение размера парка (линия 3).

Формирование парков имеет ряд общих закономерностей. Для парка изделий одной модели свойственны три периода существования по времени i :

I — от начала производства (или поставки) t_0 до окончания среднего срока службы автомобиля до списания $t_{сн}$ — интенсивный рост размера и старение парка;

II — период относительной стабилизации, в течение которого парк постоянен (2), незначительно растет (1) или сокращается (3). В течение этого периода, как правило, поставка изделий постоянна или изменяется незначительно, достаточно стабилен также и средний возраст парка;

III — после прекращения выпуска изделий данной модели или их поставки в парк (t_k) происходит интенсивное сокращение размера парка данных автомобилей, а полностью данные изделия выбывают из эксплуатации в среднем к моменту $i = t_k + t_{сн}$ до $\bar{T} = t_{сн}$.

Общая продолжительность «жизненного цикла» автомобилей конкретной модели составляет в настоящее время 18—25 лет, причем сокращение срока службы автомобилей до списания само по себе способствует улучшению большинства показателей эффективности работы парков, обеспечивающих выполнение заданной транспортной работы. Сокращение общей продолжительности производства данной модели и срока службы этих автомобилей способствует не только омоложению парка, но и создает предпосылку более интенсивного обновления основных фондов, замены автомобилей на более совершенные, если промышленностью такие автомобили производятся.

В управлении возрастной структурой парков различают народнохозяйственные и хозяйственно-отраслевые уровни.

На народнохозяйственном уровне управление сводится главным образом к определению оптимальных сроков службы изделия, соответствующему регулированию амортизационных отчислений и организации процессов списания и поставки новых автомобилей, обеспечивающих реализацию для парка оптимальных сроков.

На хозяйственно-отраслевом — к регулированию пропорций списания и соотношений в парке изделий разных возрастных групп при условии обеспечения заданного (или договорного) для парка объема транспортной работы при минимальных затратах.

При изменении сроков службы автомобилей меняются эксплуатационные затраты и капиталовложения. При сокращении установленных сроков службы уменьшаются

Таблица 13.4. Влияние срока службы грузовых автомобилей большой грузоподъемности на необходимый размер парка и ресурсное обеспечение, % (условно)

Показатель	Срок службы автомобиля до списания, лет				
	3	5	7	9	11
Необходимый размер парка	93	100	109	117	124
Годовая поставка новых автомобилей к парку	33,3	20	14,2	11,1	9,0
Среднегодовая производительность списанного автомобиля	113	100	74	71	65
Годовая потребность в КР комплекта основных агрегатов 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 на 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 затраты на перевозки	110	100	105	109	120

затраты на ТО и ремонт, потребность в персонале и ПТБ для ТО и ремонта, потребность и затраты на запасные части. Но одновременно должна увеличиваться поставка новых автомобилей, т. е. растут амортизационные отчисления для АТП и капиталовложения в промышленность для расширения производства новых автомобилей (табл. 13.4).

Методы расчета ВС парка зависят от принятого способа списания изделий: *дискретное списание* — при достижении установленного срока службы $t_{\text{сп}} = t_n$ (1, рис. 13.6); *случайное списание* (2; 3, рис. 13.6) характеризуется вариацией фактической наработки до списания $f(j)$; *смешанное списание* представляет собой комбинацию перечисленных методов, характеризуемую удельным весом дискретного списания.

Расчет показателей ВС парка при дискретном списании основан на следующем. При изменении календарного времени на одну единицу $(i+1)$ автомобили, имеющие в момент i возраст j , «стареют» на одну единицу времени (или эквивалентный пробег) и «переходят» в следующую возрастную группу парка (диагональный сдвиг).

В общем виде в случае списания автомобилей при $j < t_{\text{сп}}$ (аварии,

передача другим предприятиям) или пополнения парка автомобилями, бывшими в эксплуатации, размер возрастной группы $(j+1)$ в момент времени $(i+1)$

$$A_{(i+1)(j+1)} = A_{ij} + A_{n(j+1)} - A_{\text{сп}(j+1)}, \quad (13.2)$$

где $A_{n(j+1)}$ — количество вновь поступивших в момент $(i+1)$ автомобилей $(j+1)$ -й возрастной группы; $A_{\text{сп}(j+1)}$ — количество списанных (или переданных) в момент $(i+1)$ автомобилей $(j+1)$ -й возрастной группы.

При $j = t_{\text{сп}}$ происходит списание остальных автомобилей.

Расчет возрастной структуры парка при этом производится последовательным заполнением таблицы

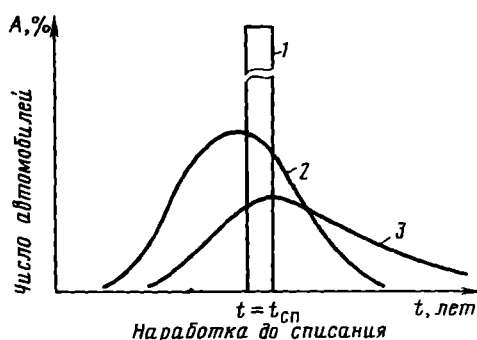


Рис. 13.6. Способы списания автомобилей

Ф о р м а 13.1 Пример расчета возрастной структуры

Возрастная группа автомобилей (КТГ)	Средний возраст в группе $\bar{T}_i$	Количество автомобилей разного возраста					
		1	2	3	4	5	6
До 1 (0,95)	0,5	16 (2)	18 (8)	5 (16)	0 (24)	23 (33)	3 (43)
1—2 (0,85)	1,5	—	16 (9)	18 (17)	5 (25)	0 (34)	23 (44)
2—3 (0,76)	2,5	—	—	16 (18)	18 (26)	5 (35)	0 (45)
3—4 (0,68)	3,5	—	—	—	16 (27)	18 (36)	5 (46)
4—5 (0,58)	4,5	—	—	—	—	16 (37)	18 (47)
Списание $A_{сп.i}$	—	—	—	—	—	—	16 (48)
Поставка $A_{п.i}$	—	16 (1)	18 (7)	5 (15)	0 (23)	23 (32)	3 (42)
Размеры парка A_i	—	16 (3)	34 (10)	39 (19)	39 (28)	62 (38)	49 (49)
Средний возраст парка $\bar{T}_i$	—	0,5 (4)	0,8 (12)	1,78 (27)	2,78 (29)	2,57 (39)	2,75 (50)
Коэффициент технической готовности парка $\alpha_{т.i}$	—	0,95 (5)	0,89 (13)	0,827 (21)	0,739 (30)	0,761 (40)	0,739 (51)
Расход запасных частей на 1 автомобиль в год, руб.	—	46 (6)	80,8 (14)	131,2 (22)	198,3 (31)	198,0 (41)	219 (6) (52)

по форме 13.1 (матричный способ) и диагональным сдвигом *вправо-вниз* данных с шагом в 1 год (эта зона таблицы выделена жирной линией).

В форме 13.1 приведен пример расчета размера и ВС вновь создаваемого парка при условии $t_{сп}=5$ лет и изменения размера поставки и списания, т. е. $r_i \neq v_i$. В каждой клетке указано количество автомобилей, а в скобках — последовательность операций при расчетах. Как следует из формы 13.1, реально существующие изменения размеров поставок и списание приводят к существенным колебаниям размера парка и среднего возраста даже во II периоде его существования.

Расчет методом диагонального сдвига можно производить как для вновь создаваемых парков (см. форму 13.1) или поставки новых моделей автомобилей, так и для существующих парков, зафиксировав в данный момент фактическое распределение парка автомобилей по возрастным группам.

Имея данные по возрастной структуре парка (см. форму 13.1) и показателям работы автомобилей в каждой возрастной группе Π_i , по формуле (13.1) определяют реализуемые показатели качества для парка. В форме 13.1 приведен в качестве примера расчет коэффициента технической готовности парка при условии, что коэффициент технической готовности автомобиля в зависимости от возраста изменяется следующим образом: до года $\alpha_{т1}=0,95$; 1 ÷ 2 года — 0,85; 2 ÷ 3 года — 0,76; 3 ÷ 4 года — 0,68; 4 ÷ 5 лет — 0,58. Аналогичным способом можно прогнозировать и рассчитывать численность и другие показатели работы парков, например средний возраст, производительность, потребность в рабочей силе для ТО и ремонта и т. д.

Расчет показателей возрастной структуры парка при случайном списании автомобилей является более точным и основан на использовании закономерностей процесса восстановления (см. разд. 2.8). При

по целому числу лет работы парка A_i

7	8	9	10	11	12	13	14	15
18 (54)	15 (64)	10 (75)	15 (85)	0 (91)	0 (102)	0 (112)	0 (123)	0 (134)
3 (55)	18 (65)	15 (76)	10 (86)	15 (92)	0 (103)	0 (113)	0 (124)	0 (135)
23 (56)	3 (66)	18 (77)	15 (87)	10 (93)	15 (104)	0 (114)	0 (125)	0 (136)
0 (57)	23 (67)	3 (78)	18 (88)	15 (94)	10 (105)	15 (115)	0 (126)	0 (137)
5 (58)	0 (68)	23 (79)	3 (89)	18 (95)	15 (105)	10 (116)	15 (127)	0 (138)
18 (59)	5 (69)	0 (80)	23 (90)	3 (96)	18 (106)	15 (117)	10 (128)	15 (139)
18 (53)	15 (64)	10 (74)	15 (85)	0 (90)	0 (101)	0 (111)	0 (122)	0 (133)
49 (60)	59 (70)	69 (81)	61 (86)	58 (97)	40 (107)	25 (118)	15 (129)	0 (140)
1,80 (61)	2,08 (71)	2,68 (82)	2,24 (87)	3,11 (98)	3,50 (108)	3,9 (119)	4,5 (130)	5,0 (141)
0,819 (62)	0,795 (72)	0,746 (83)	0,778 (88)	0,707 (99)	0,673 (109)	0,64 (120)	0,58 (131)	—
144,6 (63)	153,5 (73)	191,3 (84)	164,2 (89)	239,5 (100)	265,9 (110)	294,4 (121)	367 (132)	—

этом изделие может быть списано с определенной вероятностью в любой момент времени в рамках закона распределения фактического срока службы.

При определении размеров поставок можно использовать также понятие ведущей функции потока замен Ω (см. разд. 2.8). При этом весь парк рассматривается в качестве восстанавливаемой системы, работающей i лет и состоящей из элементов — отдельных автомобилей. Списание автомобиля — отказ системы, а поставка нового автомобиля — ее восстановление. Используя формулу (2.21) и условие нормальности закона распределения наработки до списания, а также понятие нормированной функции (формула 2.13), определяется число замен автомобилей в парке в результате списания при $t_{\text{сн}} = \bar{x} \approx 5$ лет; $v_{\text{сн}} = \sigma/\bar{x} = 0,2$; $\sigma = 1$ год.

1. Так как фактические наработки на списание находятся в интервале $\bar{x} \pm 3\sigma$, т. е. от 2 до 8 лет, число замен автомобилей при $i = 1$, $\Omega(1) = 0$, то расчеты ведутся с $i = 2$ года;

2. При календарном сроке работы парка $i = 2$ года число первых замен составит

$$F_1(2) = \Phi\left(\frac{2-5}{1}\right) = \\ = \Phi(-3) = 0,0013 \text{ (см. табл. 2.9).}$$

Число вторых замен

$$F_2(2) = \Phi\left(\frac{2-2 \cdot 5}{\sqrt{2}}\right) = \Phi(-5,7) = 0.$$

3. Подобные расчеты проводятся для $i = 3; 4; 5 \dots t_n$, где t_n — срок функционирования парка автомобилей данной конструкции. Например, при продолжительности работы парка $i = 8$ лет, имеем число первых замен

$$F_1(8) = \Phi\left(\frac{8-5}{1}\right) = \Phi(3) = 0,9987;$$

число вторых замен

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

число третьих замен

$$F_3(8) = \Phi\left(\frac{8-3 \cdot 5}{\sqrt{3}}\right) = \Phi(-4) = 0, \text{ т. е.}$$

общее количество замен на один инвентарный автомобиль $\Omega(8) = 0,9987 + 0,082 = 1,081$. Это удельное (на один автомобиль) число замен автомобилей за 8 лет существования

Ф о р м а 13.2. Определение числа замен в парке при случайном списании автомобилей

Календарное время работы парка i , годы	Интервал календарного времени, годы	$\Omega(i)$ при расчете по формулам			$\omega(i) = \Omega(i+1) - \Omega(i)$	Размер списания при парке в 200 ед.
		Ω_0 (2.21)	Ω^I (2.27)	Ω^{II} (2.26)		
1	0—1	0	0	0	0,001	0,2
2	1—2	0,001	0	0	0,02	4
3	2—3	0,02	0,14	0	0,14	28
4	3—4	0,16	0,34	0,3	0,34	68
5	4—5	0,50	0,54	0,5	0,38	76
6	5—6	0,88	0,74	0,7	0,11	22
7	6—7	0,99	0,94	0,9	0,09	18
8	7—8	1,08	1,14	1,1	0,16	32
9	8—9	1,24	1,34	1,3	0,26	52
10	9—10	1,50	1,54	1,5	0,27	54
11	10—11	1,77	1,74	1,7	0,22	44
12	11—12	1,95	1,94	1,9	0,15	30
13	12—13	2,10	2,14	2,1	0,17	34
14	13—14	2,27	2,34	2,3	0,24	48
15	14—15	2,51	2,54	2,5	0,22	44
16	15—16	2,73	2,74	2,7	—	—

парка. Результаты аналитических расчетов Ω_a сведены в форме 13.2.

4. Используя формулу (2.29), определяют параметр потока замен автомобилей в интервале i и $(i+1)$; $\omega_i = \Omega(i+1) - \Omega(i)$;

5. Списание для парка, имеющего инвентарный состав A_n в i -м году, определяется следующим образом: $A_{сп.i} = A_n \cdot \omega_i$. В форме 13.2 расчет размеров списания определен для парка в 200 автомобилей. В этой же таблице приведены расчеты ведущей функции по приближенным формулам (для среднего значения при интервальной оценке): Ω^I — фор-

мула (2.27) и Ω^{II} формула (2.26). Например, при $t_{сн}=5$ и $i=6$ лет имеем (формула 2.26):

$$\frac{i}{t_{сн}} - 1 \leq \Omega(i) \leq \frac{i}{t_{сн}},$$

т. е. $0,2 \leq \Omega(6) \leq 1,2$ или среднее значение $\bar{\Omega}(6) = 0,7$. Размер поставок и списания, как и следовало ожидать из закономерностей восстановления (см. рис. 2.17), имеет колебательный характер с постепенно сокращающейся амплитудой, причем $\omega(i) \rightarrow 1/t_{сн}$, т. е. в рассмотренном примере $\omega(i) \rightarrow 1/5 = 0,2$.

Из формы 13.2 следует также, что более простой расчет по приближенным формулам дает удовлетворительную сходимость с аналитическим при $i > t_{сн}$.

В рассматриваемом примере максимальное отклонение потребности в замене (90 %) по сравнению со средней в 40 автомобилей ($200 \times \times 0,2$) возникает в зоне среднего срока службы при первых заменах (4—5 лет). В зоне средних для вторых замен (9—10 лет) отклонение сокращается до 35 %, а в зоне средних для третьих замен (14—15 лет) до 20 % от средней потребности. Полученные данные позволяют сделать важный практический вывод о нецелесообразности одновременного списания и поставки в действующие парки больших партий автомобилей.

Расчет показателей возрастной структуры парка может проводиться вручную и с использованием ЭВМ.

Глава 14

ПЕРСОНАЛ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ И МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТО И РЕМОНТОМ АВТОМОБИЛЕЙ

14.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСОНАЛА

Персонал инженерно-технической службы состоит из инженерно-технических работников, имеющих высшее и среднее специальное образование, ремонтных и вспомогательных рабочих, служащих и младшего обслуживающего персонала. Ниже приведен состав персонала автомобиль-

ного транспорта общего пользования (в числителе — всего, в знаменателе — в том числе ИТС):

Водители	60,3/8,0*
Ремонтные и вспомогательные рабочие	24,6/22,8
ИТР	8,1/3,6
Служащие	4,3/2,0
Прочие	2,7/1,0

* Водители, участвующие в ТО и ремонте.

Таблица 14.1. Типовые штаты ИТС автотранспортных предприятий и объединений (рекомендуемые)

Наименование структурного подразделения и должности	Количество должностей по группам АТП								
	I			III			V		
	Г	А	Т	Г	А	Т	Г	А	Т
Главный инженер	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Начальник технического отдела	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Зам. начальника отдела	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Главный механик	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Старший инженер	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Инженер	1	1	1	—	—	—	1	1	1
Инженер по технике безопасности	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Техник по учету	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Контрольный мастер	1	1	1	—	1	1	—	—	—
Начальник ремонтных мастерских	1	1	1	—	1	1	—	—	—
Начальник централизованного управления производством	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Диспетчер производства	2	2	2	2	2	2	—	—	—
Начальник отдела материально-технического снабжения	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Старший инженер	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Инженер	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Заведующий складом	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Старший механик автоколонны	2	2	2	1	1	1	—	—	—
Механик колонны	4	5	5	3	4	4	1	2	2
Всего	24	25	25	13	16	16	4	5	5

Таким образом в ИТС работает до 29 %, а с учетом водителей, участвующих в ТО и ремонте, 37 % всего персонала автомобильного транспорта. Из общего числа специалистов АТП на ИТС приходится специалистов с высшим образованием 40 %, со средним специальным 50 %. Инженерно-техническая служба АТП возглавляется главным инженером, являющимся заместителем начальника (директора) предприятия. В ее состав входят технический отдел, отдел (группа) главного механика, отдел (или центр) управления производством, отдел материально-технического снабжения, линейный персонал (старшие механики, механики), участвующий в организации ТО и ремонта непосредственно в колоннах АТП.

Типовые штаты, уточняемые предприятиями и объединениями, для грузовых (Г), автобусных (А) и таксомоторных (Т) предприятий и

объединений с числом автомобилей свыше 600 (I группа), 251—400 (III) и меньше 100 (V) приведены в табл. 14.1.

Влияние персонала ИТС на показатели эффективности ТЭА из всей совокупности факторов дерева систем ТЭА (см. рис. 12.2) составляет в среднем 20 %. К основным подфакторам персонала в дереве систем ТЭА относятся: квалификация персонала, обеспеченность персоналом, моральная и материальная заинтересованность в результатах своей работы, стабильность и самоуправляемость трудовых коллективов.

14.2. ИНТЕГРАЦИЯ МНЕНИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Важнейшей функцией персонала любой категории, особенно инженерного, является принятие решений. В условиях недостаточной инфор-

мации, свойственных производственным ситуациям, при принятии решений широко используют методы интеграции мнений квалифицированных специалистов — *экспертные оценки*. Методы получения экспертных оценок подразделяются на две основные группы: коллективная работа экспертных групп и получение, а затем суммирование индивидуальных оценок членов экспертных групп. К первой группе относятся: совещания, т. е. метод открытого обсуждения и принятия решений (метод «комиссий»); метод «мозговой атаки», в процессе которой внимание участников концентрируется на выдвижение идей возможных путей для решения одной конкретной задачи; метод «суда» воспроизводит правила ведения судебного процесса, причем рассматриваемое решение выступает в качестве «подсудимого», а группы экспертов исполняют роль прокурора и защиты.

При втором подходе для получения мнения каждого эксперта используют интервью в виде свободной беседы или по типу «вопрос — ответ», а также анкетирование, в процессе которого каждый эксперт дает количественные оценки сравниваемым факторам, т. е. ранжирует их.

Априорное ранжирование. Это наиболее простой метод, основанный на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в исследуемой области. Метод сводится к следующему.

1. Организацией или специалистом, проводящим экспертизу, на основании анализа литературных данных, обобщения имеющегося опыта 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. Осуществляются комплектация и проверка компетенции группы

экспертов, которые должны быть специалистами в рассматриваемых вопросах, но не быть лично заинтересованными в результатах. Проверка компетенции экспертов может проводиться с помощью тестов, методом самооценки или оценкой эталонных факторов. При тестировании процент правильных ответов из области, связанной с предстоящей оценкой, служит мерой компетенции эксперта. Метод самооценки состоит в том, что каждый эксперт с использованием указанной ему шкалы оценивает свое знание приведенных в анкете вопросов. Максимальным баллом оценивается вопрос, который, по мнению эксперта, он знает лучше других, а минимальным — хуже других. Далее все остальные вопросы оцениваются баллами от максимального до минимального и выводится средняя самооценка данного эксперта и затем группы экспертов. Этот метод позволяет также при необходимости создать подгруппы для экспертирования конкретных вопросов. При оценке эталонных факторов экспертам предлагается проранжировать набор факторов или объектов, истинная значимость которых организаторам опроса известна, а экспертам неизвестна.

4. Проводится устный или письменный инструктаж группы экспертов.

5. Экспертами осуществляется индивидуальная оценка предложенных факторов, в процессе которой они располагаются в порядке убывания степени их влияния на результирующий признак или объект исследования, являющийся целевой функцией. При этом фактор, имеющий наибольшее влияние, оценивается первым рангом (цифрой 1). Фактору, имеющему меньшее значение, присваивается второй ранг (цифра 2) и т. д.

6. Проводится обработка результатов экспертного опроса, заключающаяся в следующем:

результаты опроса сводятся по всем экспертам в таблицу априорного ранжирования (форма 14.1);

Форма 14.1. Результаты априорного ранжирования (ранги) факторов производственной базы АТП, влияющих на КТГ

Факторы	Эксперты (условные номера)								Сумма рангов по фак- тору	Откло- нения суммы рангов Δ	Δ^2
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Обеспеченность производственной базой — x_1	2	1	2	1	1	1	2	1	11	—9	81
Мощность (размер) АТП — x_2	3	4	4	2	3	2	4	4	26	6	36
Разномарочность парка — x_3	4	3	3	4	4	4	3	2	27	7	49
Уровень механизации производственных процессов ТО и ТР — x_4	1	2	1	3	2	3	1	3	16	—4	16
Итого									80		182

определяется сумма рангов каждого фактора, например по фактору «обеспеченность ПТБ» (см. форму 14.1): $2+1+2+1+1+1+2+1=11$;

определяется отклонение суммы рангов каждого фактора от средней суммы рангов. По тому же фактору имеем:

$$\Delta = 11 - 80/4 = -9;$$

с помощью коэффициента конкордации W оценивается степень согласованности мнений экспертов:

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k)};$$

$$S = \sum_{i=1}^k \Delta_i^2, \quad (14.1)$$

где k — число факторов; m — число экспертов.

Коэффициент конкордации может изменяться от 0 до 1. Если он существенно отличается от нуля, то можно считать, что между мнением экспертов имеется определенное согласие;

гипотеза о неслучайности согласия экспертов оценивается с помощью критерия Пирсона при $(k-1)$ числе степеней свободы;

строится априорная диаграмма рангов (рис. 14.1), показывающая распределение факторов в порядке убывающей суммы рангов.

Одним из способов выделения главных факторов является сравнение рангов данного фактора со средним их значением по всем факторам (1 на рис. 14.1). Как следует

из формы 14.1, группа экспертов следующим образом определила влияние факторов ПТБ на коэффициент технической готовности: обеспеченность ПТБ (1-е место, сумма рангов 11); уровень механизации (2-е место, сумма рангов 16); мощность АТП (3-е место, сумма рангов 26); разномарочность (4-е место, сумма рангов 27). Коэффициент конкордации $W=0,57$ свидетельствует о наличии существенного сходства мнений экспертов, а критерий Пирсона $\chi^2=13,65$ — о значимости коэффициента конкордации и неслучайности совпадения мнений экспертов, так как его значение больше табличного (11.3) при уровне значимости 0,01.

Преимущества априорного ранжирования: простота метода, небольшой объем работ, универсальность и

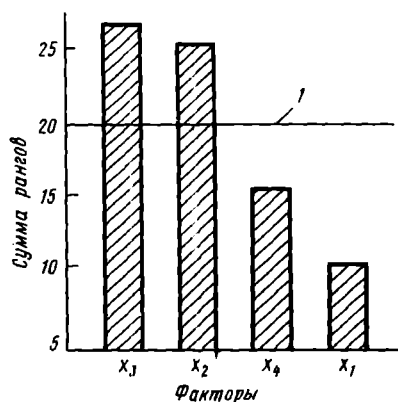


Рис. 14.1. Априорная диаграмма рангов

оперативность. Недостатки: определенная субъективность, влияние квалификации экспертов на конечную оценку и т. д. Для получения более объективных данных сравнивают мнение экспертов нескольких групп и разных школ.

Метод Дельфи. Это итерационная процедура, позволяющая подвергнуть мнение каждого эксперта критическому анализу со стороны всех остальных. Предположим, что перед группой экспертов, состоящей из 12 специалистов, поставлена задача оценки продолжительности выполнения определенного мероприятия, например реконструкции предприятия. Порядок применения данного метода следующий.

1. Руководитель индивидуально ставит задачу перед экспертами и получает их оценки.

2. Оценки экспертов располагаются в порядке возрастания, например:

Эксперты	Оценка первого тура, мес	
$\bar{Э}_3$	10	Q_1 (или $\bar{x} - \sigma$)
$\bar{Э}_8$	11	
$\bar{Э}_5$	12	
$\bar{Э}_7$	13	$M = Q_2$ (или $\bar{x}$)
$\bar{Э}_{12}$	14	
$\bar{Э}_{10}$	16	
$\bar{Э}_4$	18	Q_3 (или $\bar{x} + \sigma$)
$\bar{Э}_3$	20	
$\bar{Э}_{11}$	21	
$\bar{Э}_1$	22	
$\bar{Э}_2$	24	
$\bar{Э}_6$	25	

3. На шкале оценок наносятся квантили Q_1 ; $M = Q_2$; Q_3 таким образом, чтобы число экспертов и оценок разделить на четыре равные доли.

4. Каждому члену группы индивидуально сообщаются следующие полученные данные: $Q_1 = 12,5$; $Q_2 = M = 17$; $Q_3 = 21,5$ мес и предлагается пересмотреть свою оценку, причем если новая оценка меньше Q_1 или больше Q_3 , то эксперту рекомендуется в письменном виде обосновать свое мнение.

5. Определяются результаты второго тура и новые значения Q'_1 , M' , Q'_3 сообщаются всем экспертам. Как правило, после каждого раза дисперсия оценок сокращается. Обычно процедура продолжается 3—4 раза, после чего аргументы экспертов повторяются, а вариация оценок стабилизируется. В качестве группового мнения принимается медиана завершающего тура, т. е. $(Q_2)_3 = M_3$. Иногда в качестве оценок принимается $\bar{x} - \sigma$ (вместо Q_1), $\bar{x}$ (вместо M) и $\bar{x} + \sigma$ (вместо Q_3). Точность метода Дельфи увеличивается с ростом числа членов группы и количества итераций и сокращается с увеличением интервала времени между турами и ответами членов группы. Преимущества данного метода — это управляемая обратная связь, анонимность, возможность оценки, мотивация изменения мнения эксперта.

Основной недостаток метода — влияние мнения большинства на экспертные оценки в последующих за первым туром итерациях.

14.3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТКА ИНФОРМАЦИИ

Как правило, в реальной производственной ситуации отсутствует полная информация о всех внешних факторах, т. е. условиях, в которых будет функционировать система (цех, бригада, участок, АТП).

Одним из методов принятия решений в этих условиях является анализ производственной ситуации с использованием теории игр и статистических решений. 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. При решении технических и технологических задач обычно рассматриваются две не антагонистические стороны:

A — организаторы производства (активная сторона), т. е. работники ИТС АТП;

P — совокупность случайно возникающих производственных ситуаций («природа»).

Активная сторона должна выбрать такую стратегию, т. е. принять решение, чтобы получить максимальный эффект. При этом «природа» активно не противодействует мероприятиям организаторов производства, но точное состояние внешних факторов не известно. Подобные игры называются «играми с природой».

Принятие таких 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.

Принятие решений в условиях риска. В условиях риска задача выбора решения формируется следующим образом: при заданных условиях a_i и действиях внешних факторов z_k , вероятность появления которых известна, найти элементы решений x_m , которые по возможности обеспечивают получение экстремального значения целевой функции.

Рассмотрим, к примеру, применение методов статистических решений при определении оптимального запаса агрегатов на АТП. На основании данных по надежности и расчета потока замен агрегатов с использованием понятия ведущей функции или анализа отчетных данных установлено, что ежедневно при ремонте требуется не более четырех однотипных агрегатов, причем вероятность того, что агрегаты не потребуются для ремонта в течение смены, равна 0,1; потребуется один агрегат — 0,4; два — 0,3; три — 0,1 и четыре — 0,1. Указанные вероятности можно рассматривать как

Форма 14.2. Стратегии сторон (к примеру определения оптимального запаса агрегатов)

Стратегии стороны P_i	Потребность агрегатов для ремонта n_i	Вероятность замены агрегатов q_i	Стратегии стороны A_i	Наличие исправных агрегатов на складе n_i
P_1	0	0,1	A_1	0
P_2	1	0,4	A_2	1
P_3	2	0,3	A_3	2
P_4	3	0,1	A_4	3
P_5	4	0,1	A_5	4

вероятность реализации стратегий стороны P , причем первая стратегия P_1 состоит в том, что фактически потребуется для ремонта $n_1=0$ агрегатов; P_2 — один агрегат; P_3 — два агрегата; P_4 — три агрегата и P_5 — четыре агрегата (форма 14.2).

При организации на промежуточном складе запаса можно применить следующие стратегии: A_1 — не иметь запаса; A_2 — иметь один агрегат в запасе ($n_2=1$); A_3 — два; A_4 — три и A_5 — четыре агрегата. Так как потребность более четырех агрегатов за смену не была зафиксирована, то дальнейшее увеличение запасов априорно нецелесообразно. В реальных условиях сочетание стратегий A_i и P_j может быть случайным, но каждому сочетанию стратегий A_i и P_j соответствуют выигрыши a_{ij} , которые рассчитываются в данном случае для стороны A (складское хозяйство) из следующих условий: хранение одного неустраиваемого агрегата оценивается как ущерб в одну условную единицу ($b_1=-1$); удовлетворение потребности в одном агрегате — прибыль в две единицы ($b_2=+2$); отсутствие необходимого агрегата — ущерб в три единицы ($b_3=-3$).

Природа ущерба и прибыли в каждом конкретном случае может быть различной, а сами значения ущерба и прибыли должны быть строго обоснованы, так как от них зависит выбор оптимального решения. В примере удовлетворение потребности в агрегатах связано с сок-

Ф о р м а 14.3. Платежная матрица (к примеру определения оптимального запаса агрегатов)

		Необходимое число агрегатов при стратегиях $P_1—P_5$					Минимальный выигрыш по стратегиям (минимумы строк) α_i
		0	1	2	3	4	
Имеющееся число агрегатов при стратегиях $A_1—A_5$	0	0	—3	—6	—9	—12	—12
	1	—1	2	—1	—4	—7	—7
	2	—2	1	4	1	—2	—2 (max $\alpha_i = K_1$)
	3	—3	0	3	6	3	—3
	4	—4	—1	2	5	8	—4
Максимальный выигрыш (максимумы столбцов) β_i		0	2	4	6	8	

ращением простоев автомобилей в ремонте, что приносит прибыль АТП. Излишний запас вызывает дополнительные затраты на хранение агрегатов.

Выигрыши при сочетании всех возможных стратегий сторон сводятся в платежной матрице (форма 14.3).

Например, при сочетании стратегий A_2 и P_4 выигрыш составит a_{24} , равный 1×2 (при потребности три на складе имеется один агрегат) минус 2×3 (две заявки не удовлетворены), т. е. $2 - 6 = -4$. Сочетание стратегий A_4 и P_2 (необходим для замены один агрегат, на складе имеются три): a_{42} равно 1×2 (одно требование удовлетворено) минус 2×1 (два агрегата не востребованы), т. е. $2 - 2 = 0$ и т. д.

Наиболее простое решение возникает тогда, когда находится стратегия A_i , каждый выигрыш которой при любой стратегии P_j во всяком случае не меньше, чем выигрыш при любых других стратегиях. В рас-

сматриваемом примере таких стратегий нет. Например, стратегия A_3 лучше всех других только при стратегии P_3 , но хуже стратегии A_2 при стратегии P_2 и A_4 при стратегии P_4 и т. д.

При известных вероятностях каждой стратегии P_j выбирается стратегия A_i , при которой математическое ожидание выигрыша будет максимальным. Для этого вычисляют средний выигрыш по каждой строке для i -й стратегии:

$$\bar{a}_i = q_1 a_{i1} + q_2 a_{i2} + \dots + q_n a_{in} = \sum_{j=1}^n q_j a_{ij}. \quad (14.2)$$

Максимальное значение $\bar{a}_i$ соответствует оптимальной стратегии. Из формы 14.4, в которой приведены результаты расчета выигрыша при различном сочетании стратегий A и P , следует, что оптимальной в данном примере является четвертая стратегия A_4 , которая сводится к созданию оборотного фонда в три

Ф о р м а 14.4. Матрица выигрышей (к примеру определения оптимального запаса агрегатов)

Стратегии A_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	Средний выигрыш
A_1	0	—1,2	—1,8	—0,9	—1,2	—5,1
A_2	—0,1	0,8	—0,3	—0,4	—0,7	—0,7
A_3	—0,2	0,4	1,2	0,1	—0,2	1,3
A_4	—0,3	0	0,9	0,6	0,3	1,5 = $\bar{a}_0$
A_5	—0,4	—0,4	0,6	0,5	0,8	1,1
Вероятности стратегий q_j	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	—

агрегата. Отметим, что расчет, проведенный только на основе вероятностей без учета экономических последствий, дает средневзвешенное количество расходуемых за смену

$$\bar{n}_i = \sum_{j=1}^n q_j n_j.$$

В примере: $n_5 = 0,1 \times 0 + 0,4 \times 1 + 0,3 \times 2 + 0,1 \times 3 + 0,1 \times 4 = 1,7$, что значительно ниже оптимального запаса.

Экономическая эффективность применения оптимальной стратегии

$$\mathcal{E} = 100 \frac{\bar{a} - \bar{a}_c}{\bar{a}_0}, \quad (14.3)$$

где $\bar{a}_0$ — выигрыш при оптимальной стратегии; $\bar{a}_c$ — то же, при средневзвешенной потребности. В примере при $\bar{n}_i = 1,7 \approx 2$ агрегата $\bar{a}_c = 1,3$ (форма 14.4), откуда по формуле (14.3) $\mathcal{E} = 13,3\%$.

На рис. 14.2 рассмотренный пример соответствует варианту I (форма 14.5).

Как следует из рисунка, нецелесообразным является и чрезмерное увеличение оборотного фонда, например до 5 или 6 агрегатов. Необходимо отметить, что стратегия A_4 является оптимальной при многократном ее применении, т. е. в среднем для повторяющихся ситуаций,

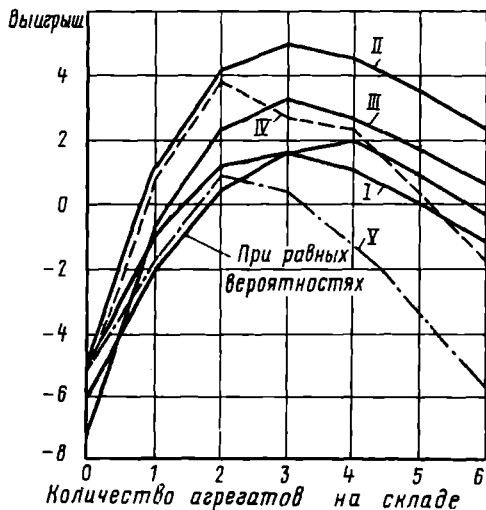


Рис. 14.2. Влияние запаса агрегатов на складе на средний выигрыш при наличии информации по вероятностям стратегий

в данном случае — многих смен. Для разовых реализаций она может быть и не оптимальной. Например, при P_1 она дает убыток (0,3), а для P_5 прибыль будет меньше, чем при использовании пятой стратегии (A_5).

Используя данный метод, можно оценить влияние ряда факторов на выбор стратегии и величину выигрыша (варианты II—V). Как сле-

Форма 14.5. Матрица выигрышей при изменении различных стоимостных затрат (к примеру определения оптимального запаса агрегатов)

Число агрегатов на складе	Параметры b, A	Выигрыши при вариантах				
		I	II	III	IV	V
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
	b_1	-1	-1	-1	-2	-2
	b_2	+2	+4	+3	+4	+2
	b_3	-3	-3	-4	-3	-3
0	A_1	-5,1	-5,	-6,8	-5,1	-5,1
1	A_2	-0,7	1,	-0,2	1,0	-1,6
2	A_3	1,3	4,1	2,4	3,9	0,7
3	A_4	1,5	4,7	3,3	2,8	0,6
4	A_5	1,1	4,5	2,3	2,2	-1,2
5	A_6	0,1	3,5	1,8	0,2	-3,2
6	A_7	-0,9	2,5	0,8	-1,8	-5,4
Оптимальная стратегия	—	A_4^*	A_4^*	A_4^*	A_3^*	A_3^*
Выигрыш при оптимальной стратегии	—	1,5	4,7	3,3	3,9	0,7

дует из формы 14.5 и рис. 14.2, изменение стоимости хранения агрегатов (b_1), убытка или прибыли при наличии (b_2) и отсутствии (b_3) агрегата на складе в весьма значительных пределах (130—200 %) мало влияет на рациональную стратегию, которая таким образом является устойчивой. Вместе с тем убыток или прибыль оказывает существенное влияние на конечный выигрыш организаторов производства. Например, увеличение прибыли от своевременного обслуживания автомобилей в 2 раза (с 2 до 4) увеличивает максимальный выигрыш при оптимальной стратегии предприятия в 3,1 раза с 1,5 до 4,7 условных единиц (см. форму 14.5). Если при этом возрастут в 2 раза и затраты на хранение агрегата, то максимальный выигрыш также увеличится по сравнению с исходным вариантом в 2,6 раза (с 1,5 до 3,9). Одновременно изменится и оптимальная стратегия. При удорожании стоимости хранения на складе экономически выгодной будет стратегия A_3 , т. е. наличие на складе не трех, а двух агрегатов.

Следовательно, в условиях самокупаемости особенно важным является правильное определение всех затрат, влияющих на выигрыш организаторов производства.

Принятие решений в условиях неопределенности. При неизвестных вероятностях состояния P_j возможно несколько способов, сводящихся к той или иной оценке неизвестных вероятностей, т. е. сведения неизвестных вероятностей к известным. Наиболее простой способ — это принцип недостаточного основания Лапласа, в соответствии с которым ни одному из состояний «природы» не отдается предпочтения и назначается равная вероятность, т. е. $q_1 = q_2 = q_n = \dots q_n = 1/n$ для всех состояний.

В соответствии с этим принципом для рассматриваемого по запасу агрегатов примера при $n=5$ все вероятности должны быть приняты равными 0,2. При этом оптималь-

ной явится стратегия A_5 , т. е. иметь в обороте в среднем не три, а четыре агрегата (рис. 14.2).

Таким образом, отсутствие информации о распределении действительной потребности в агрегатах для ремонта стоит содержания дополнительного агрегата в обороте, что соответствует потере 27 % выигрыша (1,1 вместо 1,5 при оптимальной стратегии и известных вероятностях состояний P_j , см. форму 14.4).

Если информация о вероятности состояний P_j отсутствует, то события на основании ранее накопленного опыта могут быть ранжированы, т. е. расположены в порядке убывания или возрастания вероятностей, например, с использованием экспертного метода (см. разд. 14.2).

После определения вероятностей q_j расчет проводится по методике принятия решений в условиях риска. Если вероятности состояния системы P_j не могут быть определены приведенными способами, то применяют специальные критерии: максиминный, минимаксный и промежуточный.

Максиминный критерий K_1 обеспечивает выбор стратегии A_i , при которой в любых условиях гарантирован выигрыш, не меньший максиминного, т. е.

$$K_1 = \alpha \max \alpha_i = \max \min a_{ij}. \quad (14.4)$$

Для определения такой стратегии по платежной матрице (см. форму 14.3) определяют для каждой стратегии организаторов производства A_i минимальный выигрыш α . Например, для стратегии A_1 : $\alpha_1 = \min a_{15} = -12$. Для стратегии A_5 : $\alpha_5 = a_{51} = -4$ и т. д. Затем выбирают ту стратегию, при которой минимальный выигрыш будет наибольшим. В примере такой стратегией является стратегия A_3 (на складе 2 агрегата), для которой принцип максимина обеспечивает в условиях отсутствия информации о состоянии «природы» гарантию от чрезвычайно больших потерь. Для этой стратегии эффект будет на 13,3 % ниже, чем

при оптимальной стратегии и наличии информации о вероятностях стратегий «природы», т. е. потребности в агрегатах на складе.

Таким образом, максиминный критерий основан на наиболее пессимистической оценке возможных производственных ситуаций и гарантирует организаторам производства выигрыш не менее K_1 .

Минимаксный критерий K_{II} обеспечивает выбор такой стратегии, при которой риск будет минимальным в наиболее неблагоприятных производственных условиях, т. е.

$$K_{II} = \min_i \max_j r_{ij}. \quad (14.5)$$

Для определения риска организаторов производства при применении стратегии A_i по платежной матрице (см. форму 14.3) рассчитывается выигрыш a_{ij} как бы при заранее известном состоянии A состоянии «природы» P_j . Например, если известно, что в очередную смену потребуется для ремонта один агрегат (P_2), то наибольший выигрыш АТП будет получен, если на складе имеется именно один агрегат (A_2), т. е. $a_{22} = (\beta_i)_{\max}$ в каждом столбце для P_j .

Далее определяют риск r , т. е. разницу между максимальным выигрышем при известном состоянии «природы» и использовании оптимальной стратегии и неизвестном состоянии «природы», когда могут быть применены другие стратегии A_i :

$$r_{ij} = \beta_{i, \max} - a_{ij}. \quad (14.6)$$

Например, при P_2 и стратегии A_1 риск $r_{12} = \beta_2 - a_{12} = 2 - (-3) = 5$. При стратегии A_4 риск $r_{14} = \beta_2 - a_{14} = 2 - 0 = 2$ и т. д.

Полученные данные сводят в матрицу риска (форма 14.6), в которой для каждой стратегии A_i определяют максимальный риск.

Из всех стратегий организаторов производства выбирают ту, которая обеспечивает минимальное значение максимального риска. В примере такой стратегией является A_5 , т. е.

Форма 14.6. Матрица риска (к примеру определения оптимального запаса агрегатов)

Стратегии A_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	Максимум риска r_{ii}	Средний риск $\bar{r}_i$
A_1	0	5	10	15	20	20	8,5
A_2	1	0	5	10	15	15	4,1
A_3	2	1	0	5	10	10	2,1
A_4	3	2	1	0	5	5	1,9
A_5	4	3	2	1	0	4 = K_{II}	2,3
β_i	0	2	4	6	8	—	—

иметь на складе четыре агрегата при $K_{II} = 4$.

При минимаксной стратегии риск будет минимальным в наиболее неблагоприятных условиях, т. е. предприятие гарантировано от чрезмерных потерь.

Критерий пессимизма-оптимизма K_{III} ориентирован на выбор промежуточной стратегии, т. е.

$$K_{III} = \max_j \{ d \min_i a_{ij} + (1 - d) \max_i a_{ij} \}. \quad (14.7)$$

Коэффициент d устанавливается на основании опыта или экспертизы: чем серьезнее последствия принимаемых решений, тем больше d , причем $0 \leq d \leq 1$.

Сравнение выбранных различными методами стратегий показывает, что в условиях неопределенности, применяя соответствующие методы и критерии, можно выявить стратегии, весьма близкие к оптимальным. Так, применительно к рассмотренному примеру все три выбранные стратегии A_3 , A_4 , A_5 обеспечивают положительный, хотя и неравноценный выигрыш. Таким образом, получение информации, даже минимальной, о состояниях системы значительно увеличивает надежность и экономичность принимаемых решений.

Одним из способов уточнения информации о вероятностях состояний системы по результатам опыта, наблюдений является использование понятия об условной вероятности. Вероятность совместного наступления двух событий A и B равна условной вероятности события A , если известно, что событие

B наступило, т. е. $P(A/B)$, умноженной на безусловную вероятность события B :

$P(A \text{ и } B) = P(A/B) P(B) = P(B/A) P(A)$, откуда

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) P(A)}{P(B)},$$

или

$$P(B/A) = \frac{P(A/B) P(B)}{P(A)}, \quad (14.8)$$

Если в качестве события B принять гипотезу о состоянии объекта управления, то получаем выражение, известное под названием теоремы Байеса:

$$P(H_i/A) = \frac{P(A/H_i) P(H_i)}{P(A)}, \quad (14.9)$$

где H_i — гипотеза о предполагаемом состоянии объекта управления; $P(H_i) = q_i$ — априорная вероятность о состоянии системы, т. е. та вероятность, которая имелаась до проведения опыта (отчетные данные, опыт других АТП, мнения экспертов, литературные материалы и т. д.); A — дополнительно полученная информация, связанная с гипотезой H_i ; $P(A/H_i)$ — условная вероятность события A , т. е. вероятность реализации события A при условии, что справедлива гипотеза о состоянии объекта управления; $P(H_i/A)$ — апостериорная вероятность состояния объекта управления, т. е. вероятность состояния, откорректированная после опыта и получения информации A ; $P(A)$ — полная (или безусловная) вероятность события A .

Целесообразность сбора дополнительной информации о состоянии объекта управления определяется соотношением стоимости получения информации с тем дополнительным выигрышем, т. е. приростом целевой функции, который может быть получен при принятии решений с учетом дополнительной информации.

14.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДЕЛОВЫХ ИГР ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Сложные производственные ситуации, как правило, трудно описать аналитически. Проведение натурных экспериментов требует больших затрат времени, материальных средств и не безопасно для самого действующего

производства. Кроме того, для реального производства трудно обеспечить сопоставимость при проведении эксперимента, так как абсолютно сопоставимые аналоги (другие АТП) отсутствуют. Последовательное (по времени) сравнение нескольких решений на одном производстве также затруднено из-за неминуемого изменения других факторов, влияющих на показатели эффективности. Поэтому при принятии решений применяют методы исследования и оценки 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. изменение целевых показателей. Модели могут быть физическими, математическими, логическими, имитационными и др.

При решении технологических и организационных задач, когда действует много факторов, в том числе и случайных, а информация не полная, распространение получил метод имитационного моделирования.

Имитационное моделирование. Имитировать — значит вообразить, постичь суть явления, не прибегая к физическим экспериментам на реальном объекте. Имитационное моделирование — это процесс конструирования модели реальной системы и постановка экспериментов на этой модели с целью выяснения или понимания поведения системы, а также оценки различных стратегий, обеспечивающих ее функционирование.

Процесс имитации включает следующие основные этапы.

1. Описание системы, т. е. установление границ, ограничений и показателей эффективности системы, подлежащей изучению.

2. Формулирование модели — переход от реальной системы к определенной логической схеме.

3. Подготовка и отбор данных, необходимых для построения модели.

4. Трансляция модели, включающая описание модели на языке, используемом ЭВМ.

5. Оценка адекватности, позволяющая судить относительно корректности выводов, полученных на модели, для реальной системы.

6. Планирование экспериментов.

7. Экспериментирование, заключающееся в реализации имитации и получения необходимых данных.

8. Интерпретация — получение выводов по результатам моделирования.

9. Реализация — практическое использование модели и результатов моделирования при принятии решений для реальной системы.

Простейший пример имитационного моделирования рассмотрен в гл. 3 при определении рациональной периодичности ТО в условиях вариации периодичности ТО и наработки на отказ. При использовании игровых методов принятия решений также имитируется реальная система.

Рассмотрим пример использования имитационного моделирования при описании систем массового обслуживания. Пример такой системы — это рабочий пост, на который поступают требования на обслуживание, например текущий ремонт автомобилей.

Промежуток времени между появлением двух последовательных требований и время обслуживания — случайные величины с заданными функциями распределения. Если эти функции описываются экспоненциальным законом распределения, то задача может быть решена аналитически. В других более характерных для практики случаях, когда законы распределения отличаются от экспоненциального, аналитическое решение практически невозможно и прибегают к имитационному моделированию. Рассмотрим пост ТР, на который в случайном порядке поступают требования по ремонту автомобиля. При этом может образоваться очередь из автомобилей или пост будет простаивать в ожидании работы. Перечислим переменные уравнения модели.

Переменные состояния:

$ВОТ_i$ — время ожидания i -го требования ($i = 1, 2, \dots, m$);

$ВПП_i$ — время простоя поста в ожидании i -го требования.

Характеристики функционирования:

$f(ИВТ)$ — функция распределения плотности вероятностей интервала времени между двумя последовательными требованиями;

$f(ВОТ)$ — то же, времени обслуживания требований.

Эндогенные переменные, изменение которых происходит внутри моделируемой системы:

$ВОТ$ — среднее время ожидания требования в очереди;

$ВПП$ — то же, поста в ожидании очередного требования.

Экзогенные, т. е. внешние по отношению к моделированной системе переменные:

$ИВТ_i$ — интервал времени между появлением i -го и $(i+1)$ -го требований;

$ВОБ_i$ — время обслуживания i -го требования.

Тождества:

$$\overline{ВОТ} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m ВОТ_i = \frac{ПВОТ}{m};$$

$$\overline{ВПП} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m ВПП_i = \frac{ПВПП}{m},$$

где $ПВОТ$ — полное время ожидания в системе; $ПВПП$ — полное время простоя системы.

Имитационное моделирование наиболее целесообразно осуществлять на ЭВМ.

Для выявления структуры и общей последовательности решения задачи строится *блок-схема*, т. е. условное изображение программы для ЭВМ. Затем составляется *машинная программа*, т. е. алгоритм задачи, представляющий точное предписание последовательности действий, преобразующий исходные данные в искомый результат.

На рис. 14.3 показана укрупненная схема имитационного моделирования работы поста ТР. В блоке 1 фиксируется появление первого требования и устанавливается начальное состояние системы. Блок 2 генерирует относительное время появления следующего требования, рассчитанное с момента фиксации первого требования.

В блоке 3 из этой величины вычитается время ожидания предыдущего требования и определяется новое значение относительного времени поступления следующего требования, т. е. его отсчет ведется от момента начала обслуживания предыдущего требования. Если продолжительность обслуживания, определяемая в блоке 4 на основании данных по $j(ВОТ)$, превышает относительное время появления нового требования, то это требование ожидает обслуживания, т. е. образуется очередь, а пост в это время обслуживает предыдущее требование, т. е. не имеет простоя (блок 6). При этом время ожидания нового требования равно разности между продолжительностью обслуживания предыдущего требования и относительным временем его появления (блок 7).

В блоке 8 определяется полное время ожидания в системе. Если относительное время появления нового требования больше продолжительности обслуживания предыдущего требования, то новое требование не ждет обслуживания (блок 11), а простаивает в его ожидании система (пост).

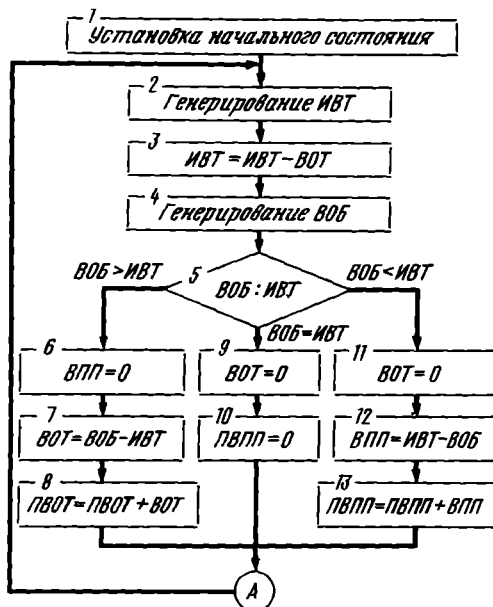


Рис. 14.3. Блок-схема имитационного моделирования работы поста текущего ремонта — одноканальной системы массового обслуживания

Продолжительность простоя поста определяется в блоке 12, а в блоке 13 рассчитывается полное время простоя системы. Если относительное время появления требования и продолжительность обслуживания равны, то нет простоя системы и ожидания требования в очереди (блоки 9 и 10).

Рассмотренные циклы (начиная с блока 2) можно повторять многократно, определяя по ряду опытов среднее время обслуживания требования, среднее время простоя поста в ожидании требования, среднюю длину очереди, вероятности загрузки и простоя поста и другие показатели эффективности работы СМО (см. гл. 5).

С помощью данной имитационной модели можно оценивать влияние внешних факторов на показатели эффективности, например параметра потока требования ω (см. разд. 2.8), определяющего интервалы времени между появлением требований, продолжительности обслуживания требований, законов распределения этих случайных величин и других факторов.

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. Деловые игры проводятся по определенным правилам, регламентирующим поведение участников, их взаимодействие, критерии эффективности. В роли датчиков, имитирующих реальные производственные ситуации, выступают ЭВМ (человеко-машинная система), наборы карточек случайных событий или действия организаторов игры.

В деловых играх участвуют специалисты, которые в создаваемых имитационной моделью «производственных ситуациях» принимают решения. Так, в рассмотренном примере (см. рис. 14.3) участником деловой игры может реализоваться определенная дисциплина очереди: пропускать в первую очередь требования на ремонт автомобилей большой грузоподъемности или требования с предполагаемой малой продолжительностью обслуживания. В многоканальных системах возможно перераспределение требований или исполнителей по постам.

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; программного и целевого обучения определенных специалистов, например диагноста, оператора ЦУП и др.; 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, что обеспечивает возможность многократного повторения производственных ситуаций.

Деловые игры позволяют осуществлять предвзвешенный отбор кадров, так как при этом можно оценить способности, профессиональные навыки и знания кандидатов на определенные рабочие места и должности.

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБОЙ

15.1. ОРГАНИЗАЦИОННО- ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ИТС

Под организационно-производственной структурой инженерно-технической службы понимается упорядоченная совокупность производственных подразделений, определяющая их количество, размер, функциональное назначение, взаимосвязь, методы и формы взаимодействия. В соответствии с современными методами проектирования производственно-хозяйственных организаций на основе системного подхода при разработке организационно-производственной структуры подсистемы рассматривают собственно производственную деятельность этой подсистемы, управление этой деятельностью, а также обеспечение процессов производства и управления ими. Под *структурой системы управления* понимаются состав и взаимоподчиненность звеньев, осуществляющих руководство производственными подразделениями.

Инженерно-техническая служба располагает определенной производственной базой и ресурсами (см. гл. 13 и 14), которые имеют свои источники и методы формирования и отражаются на эффективности ИТС, т. е. создают свои подсистемы, которые имеют свои функции, структуры и требуют соответствующего управления.

Для разработки организационно-производственных структур управления наиболее перспективным является *программно-целевой метод*, отличительной чертой которого является ориентация системы на наиболее эффективные пути достижения поставленных перед ней целей.

Таким образом, главным требованием, выполнение которого необходимо при разработке организационно-производственной структуры ИТС и системы управления ею, является

установление целей и задач системы поддержания работоспособности автомобилей. При этом жизнеспособность и эффективность структур зависят в первую очередь от того, насколько определенные и поставленные перед системой цели соответствуют, с одной стороны, целям системы более высокого, с точки зрения структурной иерархии, уровня (АТП, АТО, ТПОАТ), в которую эта подсистема входит, и с другой — внутренним требованиям собственного развития и функционирования.

Целью инженерно-технической службы АТП является обеспечение технической готовности подвижного состава в номенклатуре и в сроки, заданные службой организации перевозок в соответствии с графиком перевозочного процесса. Для достижения этой цели ИТС АТП решает ряд задач, для выполнения которых создаются производственные подразделения, составляющие ее организационно-производственную структуру и позволяющие проводить:

- постовые работы ТО и текущего ремонта, производимые непосредственно на автомобиле;

- работы по восстановлению снятых с автомобиля неисправных агрегатов, узлов и деталей, выполняемых в специализированных цехах и участках;

- работы по обеспечению подготовки производства, обеспечению неснижаемого запаса агрегатов, узлов и деталей на промежуточном и центральном складах, перегон автомобилей в производственных зонах и т. д.;

- работы, связанные с содержанием, реконструкцией и техническим перевооружением производственно-технической базы.

В общем виде организационно-производственная структура ИТС, предусматривающая функциональ-

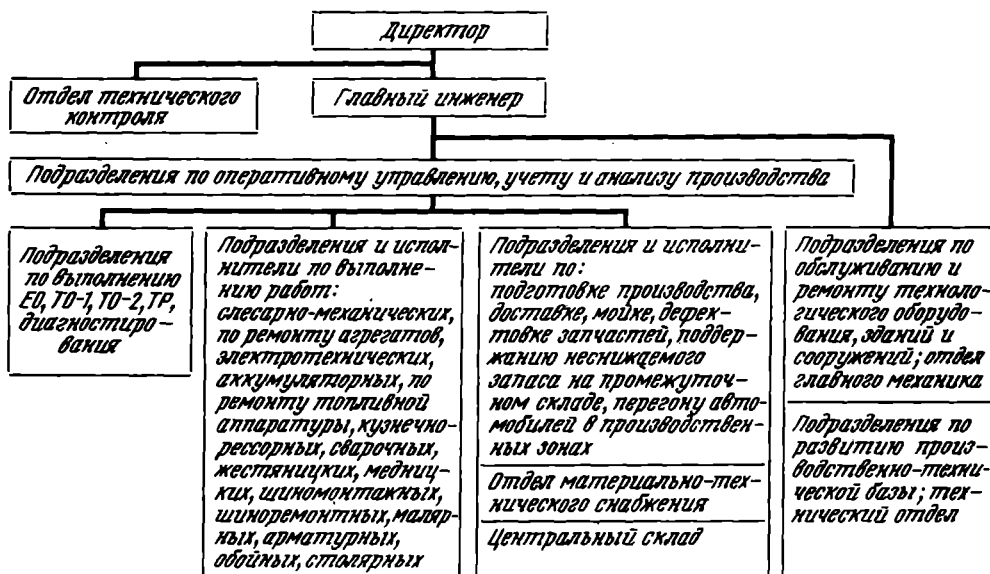


Рис. 15.1. Обобщенная схема организационно-производственной структуры ИТС АТП

ные группы подразделений для выполнения указанных задач и управления процессом их выполнения, приведена на рис. 15.1.

При разработке организационно-производственной структуры ИТС для конкретного АТП учитываются как внешние по отношению к производственному процессу факторы, так и внутренние. 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 организационных структур ИТС данного АТП, можно отнести факторы, определяемые подчиненностью челям си-

стемы более высокого ранга — региональному ТПОАТ. К этим факторам относятся обеспечивающие повышение эффективности системы поддержания работоспособности автомобилей — централизация, концентрация, специализация и кооперирование производства на региональном уровне.

Под *централизацией работ* понимается выполнение определенных видов работ по подвижному составу различных АТП в производственном подразделении одного из АТП или на специально созданном централизованном специализированном производстве (ЦСП).

Централизация работ позволяет обеспечить повышение уровня *концентрации производства*, т. е. увеличить производственную программу подразделения.

Высокий уровень концентрации производства позволяет в свою очередь применить *специализацию производства* — создание предприятий (ЦСП) или отдельных производственных подразделений и исполнителей существующих АТП для выполнения определенных видов работ или выпуска однородной продукции.

Однако специализация требует развития кооперирования производства — кооперационного выполнения определенной работы или выпуска различной продукции несколькими производственными подразделениями (ЦСП) на базе различных автотранспортных предприятий с последующим обменом услугами или продукцией по кооперативным связям.

Наличие указанных внешних факторов определяется проводимой в настоящее время в отрасли автомобильного транспорта технической политикой, направленной на развитие региональных систем поддержания работоспособности подвижного состава, что обеспечивает интенсификацию производства за счет применения прогрессивных технологических процессов промышленного типа с широким внедрением механизации, автоматизации, роботизации производства.

15.2. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

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. 15.2). Создаются бригады, на каждую из которых в зависимости от объемов работ планируются определенное количество рабочих необходимых специальностей и фонд заработной платы. Специализация бригад по видам воздействий (ЕО, ТО-1, ТО-2, диагностирования, ТР, ремонту 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 недостаточная персональная ответственность исполнителей за выполненные работы. В случае преждевременного отказа слож-

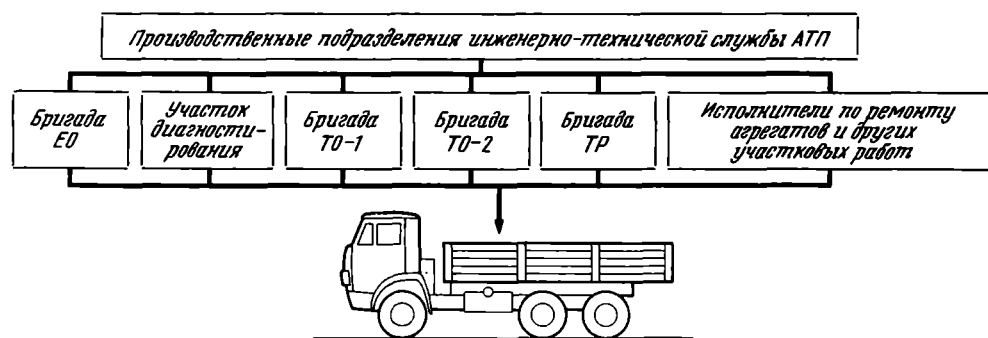


Рис. 15.2. Структура ИТС АТП при организации по методу специализированных бригад

но проанализировать все причины, установить конкретного виновника снижения надежности, так как агрегат обслуживают и ремонтируют рабочие различных подразделений. Сложность анализа причин и выявления конкретных виновников низкой надежности автомобилей в эксплуатации приводит к значительному увеличению числа отказов и простоев 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 работы ТО-1, ТО-2 и ТР (рис. 15.3). Централизованно выполняются ЕО, диагностирование и ремонт агрегатов. Комплексные бригады укрупняются исполнителями различных специальностей (автослесарями, слесарями-регулирущиками, электриками, смазчиками), необходимыми для выполнения закрепленных за бригадой работ.

При организации производства методом комплексных бригад обез-

личка ответственности за качество работ по ТО и ремонту сохраняется, а следовательно, сохраняются и все недостатки, присущие методу специализированных бригад. Кроме того, 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 руководство производством технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Между бригадами могут возникать трения из-за очередности проведения работ ЕО, диагностирования, использования общего оборудования (кран-балки, подъемника, специализированного инструмента).

Сложности управления объясняются трудностями маневрирования производственными мощностями и материальными ресурсами и трудностями в регулировании 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.

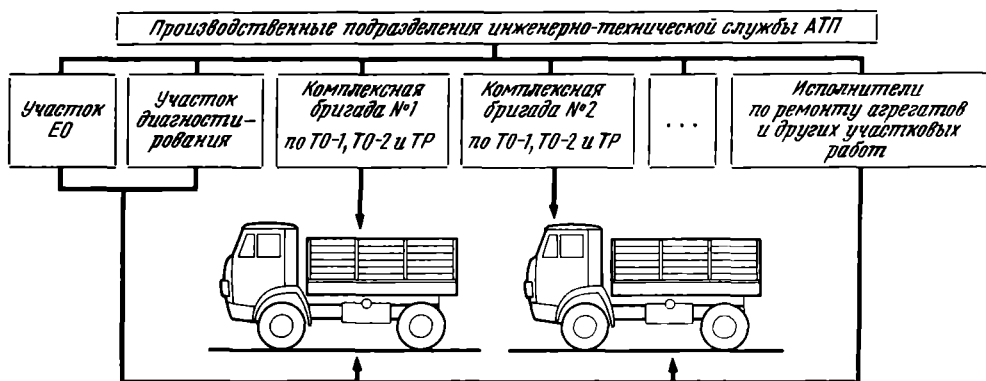


Рис. 15.3. Структура ИТС АТП при организации по методу комплексных бригад

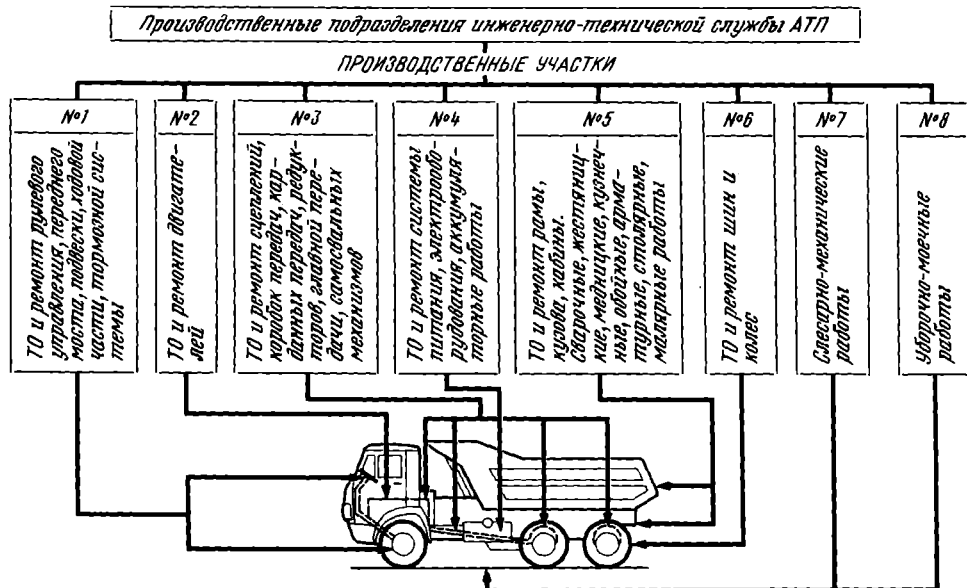


Рис. 15.4. Структура ИТС АТП при агрегатно-участковом методе организации производства

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. 15.4). Моральная и материальная ответственность за качество ТО и ремонта закрепленных за участком агрегатов, узлов и систем при данной форме организации производства становится конкретной.

Результаты работы производственного участка оцениваются по средней наработке на случай ТР соответствующих агрегатов и по простоям автомобилей по техническим неисправностям агрегатов и систем, закрепленных за участком, см. формулы 7.12 и 7.13.

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 авто-

мобилей число участков, между которыми распределяются работы ТО и ТР, принимается от 4 до 8 (см. рис. 15.4). 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.

Агрегатно-участковый метод, обладая определенными преимуществами по сравнению с ранее рассмотренными методами, вместе с тем не лишен недостатков, главный из которых — децентрализация производства, затрудняющая оперативное управление производством. Отсутствие информации о ходе выполнения ремонтов в целом по автомобилю не позволяет рационально использовать производственные площади (посты обслуживания и ремонта), материальные и трудовые ресурсы. Возможны трения между отдельными участками из-за очередности выполнения работ, что приводит к скоплению рабочих на одних автомобилях и излишним простоям других автомобилей, требующих обслуживания или ремонта.

Распределение автомобилей, поступающих на ТО и ремонт, по производственным участкам не позволяет планировать время окончания ремонта по всему автомобилю.

Следует отметить, что первые попытки комплексно решить вопросы совершенствования организации и управления ИТС АТП были сделаны при разработке агрегатно-участковой системы организации ТО и ремонта автомобилей. В ней, кроме рекомендаций по организации производства, были даны рекомендации по учету и анализу, диспетчеризации производственных процессов, материальному стимулированию, должностным обязанностям, которые были разработаны в соответствии с основными принципами построения системы. Внедрение агрегатно-участковой системы дало определенные положительные результаты. Однако, как указано выше, наряду с положительными результатами в ходе внедрения и работы ИТС АТП по агрегатно-участковой системе выявился ряд ее значительных недостатков, препятствующих эффективному управлению производством, особенно на крупных АТП и объединениях.

В связи с этим появилась необходимость разработки и внедрения более совершенных методов управления процессами ТО и ремонта подвижного состава на АТП, среди которых централизованная система организации управления производством и система управления качеством ТО и ремонта.

15.3. ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Важность непрерывного совершенствования методов организации и управления определяется быстро растущими масштабами и сложностью современного производства. В настоящее время количество авто-

мобилей на автотранспортных предприятиях достигает 500—1000 и более единиц. Инженерно-технические службы этих предприятий, обеспечивающие выполнение ТО и ремонта подвижного состава, становятся трудноуправляемыми, что отрицательно сказывается на производительности труда и затратах на поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии.

Как показала практика, имеющиеся на таких предприятиях производственные ресурсы (производственные площади, оборудование и инструменты, запасные части и материалы, производственные рабочие) при существующих методах организации и управления производством используются недостаточно эффективно. Это приводит к снижению технической готовности подвижного состава и росту трудовых и материальных затрат.

В традиционно сложившихся организационных структурах вопросами управления процессами ТО и ремонта на АТП занимаются практически все звенья ИТС от бригадира до главного инженера. При этом происходят переплетение функций руководителей различных рангов, дублирование, нечеткое разграничение обязанностей, отсутствие четкого определения объема информации, необходимой каждому руководителю для принятия объективных решений. Эти обстоятельства вызывают неравномерную и неэффективную загрузку управляющего персонала, отвлечение руководителей для решений мелких вопросов, что приводит к непроизводительному использованию рабочего времени работников.

Например, по данным исследований, непроизводительные затраты и потери времени у ремонтных рабочих составляли в среднем около 45 % фонда рабочего времени, в том числе около 15 % времени затрачивается из-за нерационального использования инструмента и оборудования, 7 % на получение запасных частей и материалов, а также связанное с этим оформление докумен-

тации. Около 25 % времени теряется из-за отсутствия четкого планирования и контроля работы производственных подразделений и отдельных исполнителей. Неправильное использование материальных ресурсов происходит из-за нерегулируемых централизованно очередей автомобилей по производственным постам, исполнителям, а также в ожидании запасных частей и материалов.

Из числа автомобилей, ежедневно простаивающих на АТП, до 25 % могли бы выйти на линию только при решении соответствующих вопросов организации и управления производством, например рациональной очередности обслуживания, без каких-либо дополнительных затрат труда и средств.

Одна из основных причин такого положения — возникновение противоречий между традиционными методами управления и возросшими потребностями крупного производства. Это обуславливает необходимость применения новых, более совершенных методов управления процессами ТО и ремонта подвижного состава на АТП.

Техническая служба в своей повседневной деятельности решает ряд вопросов планирования и управления производством, которые условно можно свести к следующим четырем комплексам взаимосвязанных задач.

1. Определение программы работ, т. е. количества автомобилей, планируемых к постановке на диагностирование и ТО и номенклатуры и объемов ремонтных работ.

2. Распределение наличных запасных частей и материалов по автомобилям, агрегатам, постам и пополнение их запасов.

3. Распределение автомобилей по производственным постам в зависимости от специализации, оснащенности и занятости.

4. Распределение заданий между ремонтными рабочими и рабочими между постами и участками.

Как показали исследования и опыт работы передовых АТП, наибольшая

эффективность в решении вопросов организации производства может быть достигнута благодаря централизации управления производством ТО и ремонта подвижного состава на АТП. Новая система организации и управления производством ТО и ремонта подвижного состава получила название *централизованной системы управления* (системы ЦУП). Внедрение этой системы является первым этапом создания АСУ инженерно-технической службы АТП.

Система ЦУП предусматривает соблюдение следующих принципов.

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 обработка информации о состоянии производственных ресурсов и объемах работ, подлежащих выполнению, а также планирование и контроль за деятельностью производственных подразделений на основе анализа имеющейся информации.

Центр управления производством состоит из двух подразделений: отдела оперативного управления (ООУ) и отдела обработки и анализа информации (ООАИ).

2. Организация производства ТО и ремонта подвижного состава основывается на технологическом принципе формирования производственных подразделений, который в наибольшей степени отвечает требованиям централизованной системы управления.

При этом каждый вид технического воздействия выполняется специализированной бригадой или участком (бригады ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР и пр.).

3. Производственные подразделения (бригады, участки), выполняющие технологически однородные работы, объединяются в производственные комплексы в целях удобства управления ими.

ИТС АТП может включать следующие производственные комплексы: комплекс технического обслуживания и диагностирования (ТОД), который объединяет бригады ЕО, ТО-1, ТО-2 и диагностирования;

комплекс текущего ремонта (ТР), в котором объединяются подразделения, выполняющие ремонтные работы непосредственно на автомобиле;

комплекс ремонтных участков (РУ), в котором объединяются подразделения, занятые восстановлением оборотного фонда агрегатов, узлов и деталей.

Ряд работ практически может выполняться непосредственно на автомобиле и в цехах (электротехнические, жестяничные, 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 АТП.

4. Подготовка производства, т. е. 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 — осуществляются централизованно комплексом подготовки производства.

Централизация подготовки производства значительно сокращает непосредственные затраты времени ремонтных рабочих, управленческого персонала и в конечном счете простой автомобилей в ТО и ремонте.

Комплекс подготовки производства включает в себя:

участок комплектации, работники которого (слесари-комплектовщики) обеспечивают по заданию ООУ ЦУП оформление требования и получение на складе запчастей, 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 обеспечиваются хранение ограниченной номенклатуры (350—400 наименований) агрегатов, узлов и деталей (в большинстве своем отремонтированных) и поддержание определенного уровня их запаса;

моечно-дефектовочный участок, где производится прием и хранение ремфонда, 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, хранение автомобилей в зоне ожидания ремонта (ЗОР) и транспортировку тяжелых агрегатов, узлов и деталей.

5. В системе ЦУП используются средства связи, автоматики, телемеханики и вычислительной техники. На первом этапе система может активно работать при наличии средств диспетчерской связи и оргтехники.

В техническую службу АТП, кроме рассмотренных выше центра управления производством, производственных комплексов и комплекса подготовки производства, входят следующие подразделения:

технический отдел;

отдел главного механика (ОГМ);
отдел материально-технического снабжения (ОМТС);

отдел технического контроля (ОТК).

Технический отдел разрабатывает планы и мероприятия по внедрению новой техники и технологии производственных процессов, планы НОТ, организует и контролирует их выполнение; разрабатывает и проводит мероприятия по охране труда и технике безопасности, изучает причины производственного травматизма и принимает меры по их устранению;

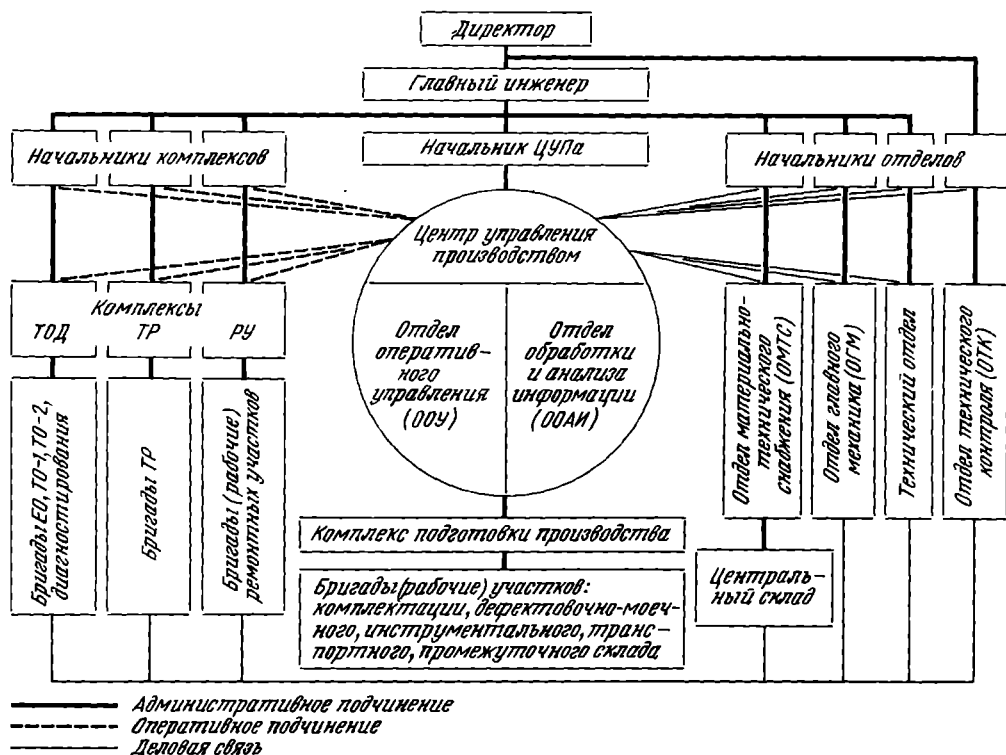


Рис. 15.5. Структура централизованного управления технической службой АТП

проводит техническую учебу по подготовке кадров и повышению квалификации рабочих и ИТР; организует изобретательскую и рационализаторскую работу на АТП и внедрение рационализаторских предложений; составляет технические нормативы и инструкции, конструирует нестандартное оборудование, приспособления, оснастку.

Отдел главного механика осуществляет содержание в технически исправном состоянии зданий, сооружений, энергосилового и санитарно-технического хозяйств, а также монтаж, обслуживание и ремонт производственного оборудования, инструментальной оснастки и контроль за обеспечением правильного их использования; занимается изготовлением нестандартного оборудования.

Отдел материально-технического снабжения обеспечивает материально-техническое снабжение АТП, со-

ставляет заявки по снабжению и обеспечивает правильную организацию работы складского хозяйства.

Отдел технического контроля осуществляет контроль за качеством работ, выполняемых всеми производственными подразделениями, проводит периодический выборочный контроль технического состояния подвижного состава, контролирует техническое состояние подвижного состава при его приеме и выпуске на линию на КТП, анализирует причины возникновения неисправностей подвижного состава.

На рис. 15.5 приведена схема структуры управления технической службой крупного автотранспортного предприятия. В зависимости от мощности предприятия и местных условий структура технической службы может незначительно меняться при сохранении принципиальных положений.

ЦУП возглавляется начальником, а основная оперативная работа по управлению выполняется диспетчером ООУ и их помощниками — техниками-операторами. Численность персонала ЦУП определяется общим объемом выполняемых им работ (количеством автомобилей на АТП, количеством смен работы, наличием технических средств управления и др.).

Оперативное руководство всеми работами по ТО и ремонту автомобилей осуществляется отделом оперативного управления ЦУП.

Персонал ООУ выполняет следующие основные работы:

- принимает смену, т. е. фиксирует состояние производства, выполненную программу, размеры незавершенного производства, имеющиеся помехи, отклонения;

- осуществляет оперативный контроль выполнения планов проведения диагностирования, ТО-1, ТО-2;

- осуществляет оперативное планирование, регулирование, учет и контроль выполнения ремонтов подвижного состава, т. е. принимает заявки на ремонт, устанавливает очередность выполнения работ, определяет плановое время, необходимое для выполнения намеченных работ, обеспечивает своевременную постановку автомобилей на посты ремонта, выдает задания бригадирам или непосредственным исполнителям, выдает задания персоналу комплекса подготовки производства по доставке на рабочие места необходимых запчастей и материалов и периодически контролирует ход выполнения работ;

- организует и контролирует выполнение работ по своевременной подготовке запасных частей и материалов для проведения регламентных работ и ремонтов, т. е. обеспечивает подготовку производства к проведению ТО и ремонтов, учитывая при этом результаты диагностирования;

- передает смену.

На ООАИ возлагается выполнение всех работ, связанных с органи-

зацией информационного обеспечения системы управления. 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. В состав ООАИ входят работники по обработке ремонтной документации (если она проводится не на вычислительном центре — ВЦ), по анализу информации и по планированию и учету 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 месте или в ВЦ);

- обрабатывает информацию с помощью простейших средств вычислительной техники и персональных компьютеров, т. е. выполняет работы по формированию, сортировке и систематизации информации, накопление ее по соответствующим разрезам и формам. В случае, если информация обрабатывается на ВЦ, то ООАИ выполняет работы, связанные с ее шифровкой, передачей на ВЦ и приемкой результатов обработки информации (выходных форм в виде табуляграмм);

- 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 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 в ТО и на диагностирование.

Обеспечение комплексов технического обслуживания и диагности-

рования и ТР запчастями 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, ЦУП определяет потребности в деталях, узлах, агрегатах, необходимых для выполнения ремонтных работ;

- 2) диспетчер ЦУП отдает распоряжение технику-оператору комплекса подготовки производства обеспечить доставку на пост нужной запчасти;

- 3) техник-оператор комплекса подготовки производства проверяет наличие необходимой запчасти на промежуточном и основном складах и дает указание одному из слесарей-комплектовщиков доставить необходимую запчасть на пост производственного комплекса.

Техник-оператор комплекса подготовки производства 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 РУ планирует задание на ремонт (изготовление) агрегатов, узлов и деталей различным участникам комплекса ремонтных участков.

В соответствии с этим планом участок комплектации комплекса ПП доставляет ремфонд на участки комплекса РУ, а отремонтированные

агрегаты, узлы и детали — на основной или промежуточный склад.

На каждом 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 в ремонтных участках, а также полученные с АРЗов.

Номенклатуру запасных частей промежуточного склада, максимальный и минимальный размер запаса определяют методами, описанными в гл. 18 и 19. Нормы запаса разрабатываются техническим отделом АТП применительно к конкретным местным условиям и утверждаются приказом.

Регулирование запасов строится на принципе обеспечения неснижаемого уровня, т. е. осуществляется контроль за количеством деталей, агрегатов и узлов каждого из наименований установленной номенклатуры и дается заявка на пополнение запаса того или иного элемента не в случае его полного израсходования, а если количество этих элементов после выдачи стало меньше определенного минимального уровня. Этим обеспечивается надежность функционирования процесса подготовки производства и исключаются простои автомобилей в ожидании запчастей. На основании установленной номенклатуры и норм запаса выбираются необходимое оборудование и площадь склада. Учет наличия и контроль состояния складских запасов ведет кладовщик промежуточного склада. Выдача запчастей производится в обмен на изношенные.

Контроль и регулирование состояния складских запасов до внедрения АСУ рекомендуется организовывать следующим образом.

На стеллажах у каждой ячейки, в которой хранится запчасть, крепится специальный карман для сиг-

нальных ярлыков. В эти карманы вставляются ярлыки: снизу — красный, затем желтый и сверху — зеленый, таким образом, чтобы их цвета были видны лицу, проходящему мимо стеллажей. На ярлыке указываются шифр и наименование запчастей, норма запаса, дата снятия (постановки) ярлыка с подписью снимавшего (поставившего).

При появлении потребности в какой-либо детали слесарь-комплектовщик на основании указания ЦУП приносит на склад оформленное и утвержденное требование. Кладовщик, получив его, направляется к стеллажу, выбирает из ячейки деталь и передает ее в обмен на требование слесарю-комплектовщику для доставки в производственное подразделение. При этом он, находясь у ячейки стеллажа, сверяет наличие деталей с нормами запаса, указанными в ярлыках.

Если в ячейке после данной выдачи остаток достигает минимальной нормы, кладовщик вынимает из кармана зеленый ярлык, переносит его на свое рабочее место и вкладывает в карман на табло, установленное в конторе склада. При снижении запаса ниже минимальной нормы, забирается желтый ярлык, а если в ячейке после последней выдачи не остается деталей, кладовщик вынимает красный ярлык и поступает с ним так же, как с зеленым и желтым.

В течение смены на основании ярлыков, находящихся на табло в конторе склада, заведующий складом составляет извещения об отсутствующих на складе деталях (на бланке с красной полосой) и о деталях, наличие которых на складе меньше установленной нормы (на бланках с желтой или зеленой полосой), которые передаются в комплекс РУ и служат основанием для составления производственных заданий цехам и участкам с учетом приоритетов. До момента пополнения запасов ярлыки находятся на табло в конторе склада. После поступления отсутствующих деталей или пополне-

ния запасов и укладки их в соответствующие ячейки стеллажей ярлыки возвращаются в карманы ячеек.

Факт наличия на промежуточном складе к определенному времени неснижаемого запаса запчастей по закрепленной за исполнителем номенклатуре является основанием для его материального стимулирования за счет фонда материального поощрения.

Описанная централизованная система управления производством ТО и ремонта подвижного состава на АТП, как показали исследования и практика работы передовых АТП, позволяет значительно снизить сверхнормативные простои автомобилей, а также непроизводительные затраты времени рабочих и руководящего персонала за счет применения более совершенных методов организации и управления производством.

15.4. ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ. ДОКУМЕНТООБОРОТ

Функционирование системы поддержания работоспособности подвижного состава на АТП осуществляется по схеме, приведенной на рис. 15.6.

Прием подвижного состава с линии. Все автомобили, возвращающиеся с линии, принимаются дежурным механиком. Возможны две формы организации приема и выпуска автомобилей на линию: операции выполняются механиком КТП, являющимся работником ОТК; операции выполняются механиками колонн. Дежурный механик принимает автомобили, прибывшие с линии, и направляет на уборочно-моечные работы (УМР). После выполнения УМР исправные автомобили направляются на стоянку. Автомобили, подлежащие очередному ТО, а также те, по которым выявилась потребность в ремонте, дежурный механик после оформления необходимой до-

кументации направляет по указанию диспетчера ООУ на посты диагностирования, обслуживания и ремонта или в зону ожидания ремонта, если посты заняты.

Ежедневное обслуживание. ЕО включает в себя контрольно-осмотровые работы, выполняемые механиком КТП и водителем при выпуске и приеме автомобиля с линии, заправочные работы, которые производятся на заправочном пункте АТП или на автозаправочной станции общего пользования, и уборочно-моечные работы, выполняемые в специализированной зоне АТП, т. е. инженерно-техническая служба АТП принимает на себя выполнение части объемов ЕО, связанных с проведением УМР. Операции ЕО, выполняемые водителем, производятся в подготовительно-заключительное время, предусмотренное режимом его работы (18 мин). Операции ежедневного обслуживания (контроль герметичности и плотности, внешнее состояние деталей, узлов, агрегатов), информация водителя о техническом состоянии автомобилей имеют существенное значение для обеспечения надежности. В ряде зарубежных фирм водители по специальной форме дают информацию о техническом состоянии основных агрегатов и систем автомобиля. По данным МАДИ, до 70 % причин повышенного расхода топлива связано с неудовлетворительным качеством выполнения контрольных операций, входящих в объем ЕО. Такое же положение с выявлением причин повышенного износа шин, пониженной степени заряженности аккумуляторных батарей и т. д. Все вышесказанное свидетельствует о необходимости создания на АТП условий для качественного проведения работ ЕО и устранения мелких неисправностей в межсменное время.

Планирование постановки автомобилей в ТО-1 с Д-1. Планирование производится ООАИ по фактическому пробегу, отражаемому в Лицевой карточке автомобиля (см. рис. 4.3 гл. 4). Действующим положением

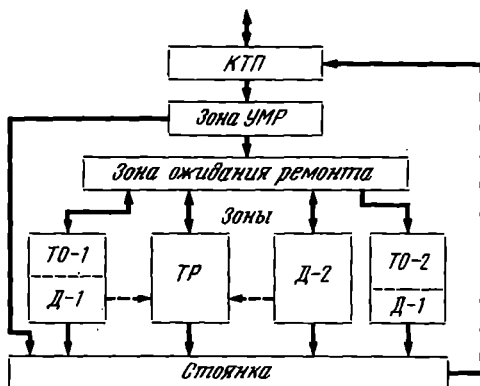


Рис. 15.6. Схема организации технологических процессов ТО и ремонта автомобилей с диагностированием на АТП

о техническом обслуживании подвижного состава автомобильного транспорта допускаются отклонения планируемой периодичности ТО на $\pm 10\%$ от нормативной. На основании данных Лицевых карточек автомобилей, скорректированной нормативной периодичности и расчетной суточной программы ТО-1 ООАИ составляется План-отчет ТО (см. рис. 4.4 гл. 4) в трех экземплярах, которые передаются (рис. 15.7):

1-й экземпляр — механику КТП (колонны) не позднее чем за сутки до постановки автомобилей в ТО-1 с Д-1;

2-й экземпляр вместе с комплектом бланков диагностических карт Д-1 — бригадир участка ТО-1 перед началом смены;

3-й экземпляр в транспортный участок комплекса подготовки производства — 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 через службу эксплуатации, которая предоставляет штамп «ТО-1» в путевом листе) и после возвращения автомобиля в парк контролирует подготовку его водителем к проведению ТО-1 с Д-1, что включает в себя:

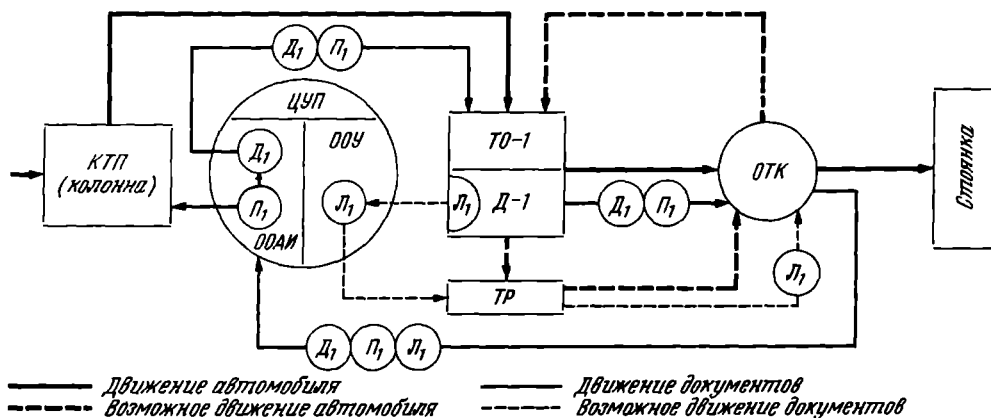


Рис. 15.7. Схема информационного обеспечения технологического процесса ТО-1 с диагностированием:

Л₁ — план-отчет ТО; Д₁ — карта Д-1; Л₁ — листок учета ТО и ремонта с литерой «Д»

контроль качества уборочно-моечных работ;

контроль постановки автомобиля на специальные места ожидания с удобным выездом;

контроль отсутствия на автомобиле включенных противоугонных устройств и запоров.

С началом работы зоны ТО-1 с Д-1 водитель-перегонщик доставляет автомобиль на рабочие посты (линию) для выполнения работ в соответствии с принятой технологией. В процессе проведения регламентных работ ТО-1 с Д-1 бригадир заполняет диагностическую карту Д-1 и по окончании работ делает отметку в Плане-отчете о техническом обслуживании 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 бригади-

ром 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 с Д-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 в ТО-2 с диагностированием. Планирование производится ООАИ ЦУП по фактическому пробегу, отражаемому в Лицевой карточке автомобиля. На основании данных Лицевых карточек, скорректированной нормативной периодичности и расчетной суточной программы ТО-2 ООАИ за 3 сут до постановки на обслуживание составляется План-отчет ТО в нескольких экземплярах и выписывается на каждый автомобиль Ремонтный листок, в который

заносится в графу Внешние проявления неисправностей запись Объем ТО-2. Один экземпляр Плана-отчета ТО-2 передается за 3 сут механику КТП (колонны) вместе с комплектом выписанных ремонтных листов; по экземпляру передается в зону Д-2 и мастеру участка ТО-2 (рис. 15.8).

Механик КТП (колонны) совместно с водителем проводит общий осмотр автомобиля и заносит в Ремонтный листок выявленные в результате субъективного контроля внешние проявления неисправностей. Это обычно всевозможные мелкие неисправности типа «заменить сломанную доску борта», «приварить брызговик», «подкрасить крыло», которые накапливают и приурочивают их устранение к очередному обслуживанию, чтобы не снимать автомобиль с линии. Ремонтный листок остается у водителя, который по плану после смены за 2 дня 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 она записывается в разделе «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 ООУ ЦУП.

Диспетчер ООУ изучает занесенную в них информацию и принимает одно из двух решений.

Если выявленные объемы сопутствующих текущих ремонтов не влияют на безопасность движения и экономичность и не превышают 20 % от объема ТО-2, автомобиль направляется в эксплуатацию и в соответствии с графиком через 2 дня поступает на ТО-2, где бригада ТО-2 проводит ему обслуживание и выполняет сопутствующие текущие ремонты.

Если выявленный объем текущего ремонта имеет значительную трудоемкость и требует продолжительного простоя (замена агрегатов, сложные ремонты 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.

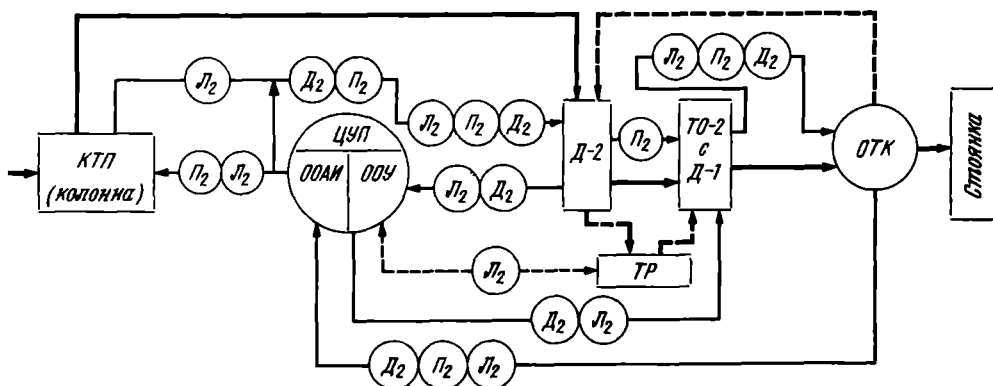


Рис. 15.8. Схема информационного обеспечения технического процесса ТО-2 с диагностикой:

Л₂ — листок учета ТО и ремонта; Д₂ — карта Д-2; П₂ — план-отчет ТО.
Обозначения линий см. на рис. 15.7

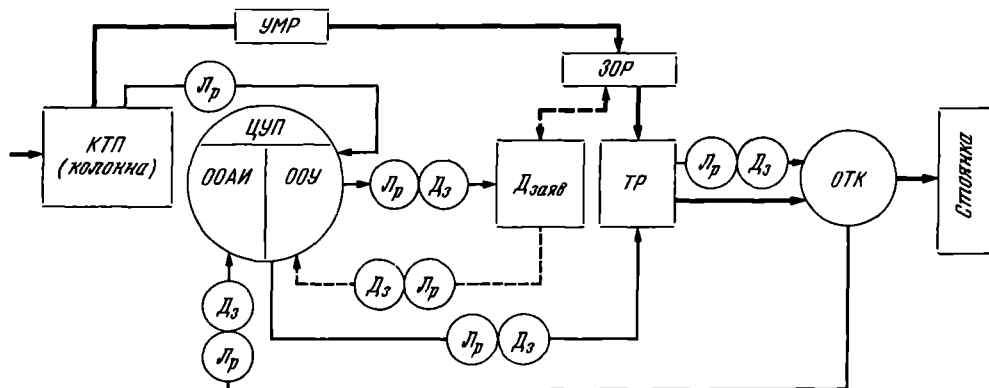


Рис. 15.9. Схема информационного обеспечения технологического процесса ТР с диагностированием:

Л_р — листок учета ТО и ремонта; Дз — карта Д-2 или Д-1 (для заявочного диагностирования)
Обозначения линий см. на рис. 15.7

Далее в соответствии с графиком автомобиль поступает в зону ТО-2, где после выполнения регламентных работ обслуживания и сопутствующего текущего ремонта, а также проведения заключительных контрольно-регулирующих операций в объеме Д-1 по узлам, обеспечивающим безопасность движения, мастер зоны ТО-2 делает отметку в Плане-отчете ТО и заносит в Ремонтный листок сведения о выполнении текущих сопутствующих ремонтов, расходе запасных частей и материалов, а также информацию о значениях диагностических параметров комплекса Д-1 в диагностическую карту Д-2 (оборотная сторона). 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 до-

рожного отказа (автомобиль отказывает на линии и не имеет возможности своим ходом возвратиться на АТП и требуется вызов автомобиля технической помощи для его буксировки), линейного отказа, когда прерывается транспортный процесс и автомобиль своим ходом возвращается на АТП, или в случае, когда в процессе работы на линии водитель выявляет наступление предотказного состояния какого-либо агрегата или системы, автомобиль добирабатывает до конца смены и возвращается на АТП, где механиком КТП с участием водителя оформляется Ремонтный листок на выполнение ТР (рис. 15.9). В него заносятся гаражный номер автомобиля, шифры модели и типа кузова, пробег с начала эксплуатации, проставляются дата и время оформления и перечисляются 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 зону ожидания ремонта (ЗОР).

Дежурный ЗОР осматривает автомобиль, проверяет качество мойки, комплектность (наличие зеркал, подфарников и т. д.) и ставит в Ремонт-

ном 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 подготовки производства. Водитель передает Ремонтный листок с штампом ЗОР в ООУ ЦУП, где техник-оператор проверяет правильность его оформления и передает диспетчеру ООУ для принятия решения.

Диспетчер ООУ изучает информацию, содержащуюся в Ремонтном листке, и принимает одно из следующих двух альтернативных решений.

Если записанные в ремонтном листке внешние проявления неисправностей однозначны, т. е. каждый из них соответствует одна возможная неисправность и определенная ремонтно-регулирующая операция (РРО), диспетчер ООУ ЦУП: дает указания на 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 ремонтно-регулирующих операций.

Если невозможно однозначно определить конкретные ремонтные работы, которые необходимы для устранения отказа или неисправности, то диспетчер ООУ ЦУП оценивает возможность диагностирования данной неисправности с помощью имеющихся на АТП средств диагностирования, делает соответствующую отметку в ремонтном листке и дает указание направить автомобиль на участок Д-1 или Д-2.

На участке Д-1 или Д-2 проводится заявочное диагностирование $D_{заяв}$ 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 записывает в Ремонтный листок заключение о требуемой ремонтно-регулирующей 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.

Если диспетчер ООУ ЦУП определяет невозможность или нецелесообразность диагностирования данной неисправности, то он проводит подготовку производства и планирование в ограниченных масштабах, опираясь на свой опыт или привлекая в качестве экспертов квалифицированных механиков и ремонтных рабочих.

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 свой шифр и подпись, удостоверяя исправность автомобиля и возможность выпуска его на линию. Подписанные документы сдаются в ООАИ для дальнейшей обработки и анализа.

15.5. ОПЕРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ АВТОМОБИЛЕЙ

Процесс управления, как уже рассматривалось в гл. 12, состоит из комплекса операций, выполняющихся в определенной последовательности и составляющих замкну-

тый технологический цикл. Группы операций технологического цикла управления определяют основные этапы управления. Операции постановки цели, выработки и принятия решений, организации исполнения выполняются преимущественно на этапах планирования, организации и регулирования производственных процессов, а операции поиска, сбора, обработки, хранения информации и передачи ее руководителям на этапах контроля, учета и анализа производственной деятельности. Первая группа этапов является основной в системе управления и в их числе ведущим является этап планирования, составляющий главный элемент технологического цикла управления — постановку целей, выработку и принятие решений.

С процесса планирования начинается общий цикл управления, который в технологической взаимосвязи процессов состоит из трех типовых циклов: перспективного и текущего, оперативного, диспетчерского.

Операции цикла перспективного и текущего управления выполняются в основном подразделениями высшего уровня управления предприятия с учетом их специализации: плановым отделом, бухгалтерией, отделом кадров, техническим отделом и т. д.

Реализация решений, принятых при выполнении операций цикла перспективного и текущего управления, обеспечивается оперативным управлением. Процесс оперативного управления также состоит из комплекса операций, составляющих замкнутый цикл, и включает в себя оперативные планирование, учет, контроль, анализ.

Планирование заключается в постановке цели, определении вариантов поведения и оценке вероятности достижения основных показателей, которым должен соответствовать объект управления, а также в выборе варианта поведения и разработке плана работ по реализации намеченного варианта.

Учет — это формирование инфор-

мационной базы управления, характеризующей фактическое состояние и прошлое развитие управляемого процесса и выдачу информации, необходимой различным органам управления. Учет ведется на основе фиксации управляемых параметров и обработки учетных документов.

Контроль — это процесс, включающий наблюдения и проверку соответствия действительного хода управляемых процессов планам, программам, нормам, инструкциям и другим руководящим документам.

Анализ в процессе управления состоит в выявлении причинно-следственных связей отклонения фактического хода и развития управляемого процесса от планового и в отборе положительных методов и результатов работы.

Операции по реализации процессов оперативного управления осуществляются всеми подразделениями аппарата управления на всех уровнях иерархии. В некоторых подразделениях они составляют большую часть объема работ (ЦУП, ОГМ, отдел снабжения).

Реализация решений оперативного управления обеспечивается с помощью циклов диспетчерского управления, включающего контроль за ходом производственной деятельности и ее регулирование.

Регулирование производственной деятельности включает в себя определение исполнителей работ, доведение плановых заданий до исполнителей, обеспечение взаимодействия исполнителей и устранение отклонений в ходе реализации плановых заданий.

Весь состав процессов управления имеет место как в системе управления предприятием, так и в системах управления подразделениями и производственными процессами. Отсюда в любой системе управления всегда присутствуют все три рассмотренных выше цикла управления, но в каждой системе составляющие их операции имеют особенности, определяемые спецификой подразделения или процесса.

Оперативно-производственное управление техническим обслуживанием и текущим ремонтом автомобилей на АТП имеет целью обеспечение выполнения директивных плановых заданий по ТО и ТР автомобилей с заданным уровнем качества при минимальных затратах. Осуществляется оперативно-производственное управление ТО и ТР автомобилей персоналом отдела оперативного управления ЦУП АТП. Достижение поставленной цели в значительной мере зависит от качества составления оперативно-производственного плана выполнения ТО и ТР автомобилей на предстоящую смену и четкости его реализации.

Для принятия решений по вопросам оперативно-производственного планирования, а также для организации работы по реализации этих планов диспетчеру ООУ ЦУП требуется следующая информация:

на каких постах обслуживания и ремонта должны выполняться работы;

какова технологическая последовательность и плановое время выполнения этих работ на каждом из постов.

Под «плановым» понимается время, которое следует предусмотреть в оперативно-производственном плане для выполнения работ на производственном посту. Это время может существенно отличаться от «нормативного», рассчитанного по нормативной трудоемкости операций применительно к количеству рабочих на посту.

С учетом отмеченных выше особенностей необходимая для оперативно-производственного планирования информация должна представляться 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 соот-

ветствие 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, приведенным на рис. 15.10, согласно которому техник-оператор ООУ ЦУП принимает у водителя заполненный Ремонтный листок, куда занесены внешние проявления неисправностей. Он проверяет (дооформляет) правильность занесения и шифровки исходных данных по автомобилю, пользуясь сборником справочников-шифраторов подвижного состава, включающим шифраторы моделей подвижного состава, типа кузова, цикла эксплуатации и др.

Шифратор моделей подвижного состава (ШМПС) предназначен 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: ГАЗ-53А обозначается 053, ЗИЛ-130 — 130, ЗИЛ-130 с прицепом — 930, ЗИЛ-ММЗ-555 с двумя прицепами — 855.

Для фиксации типа кузова используются следующие цифры: самосвальный — 1, бортовой — 2, тягач — 3, фургон — 4, универсальный — 5, специальный — 6.

Шифратор «Цикл эксплуатации» содержит следующие шифры: до первого КР — 1, после первого КР — 2.

Затем, используя классификатор соответствия внешних проявлений неисправностей и ремонтно-регулирующих операций, определяют фак-

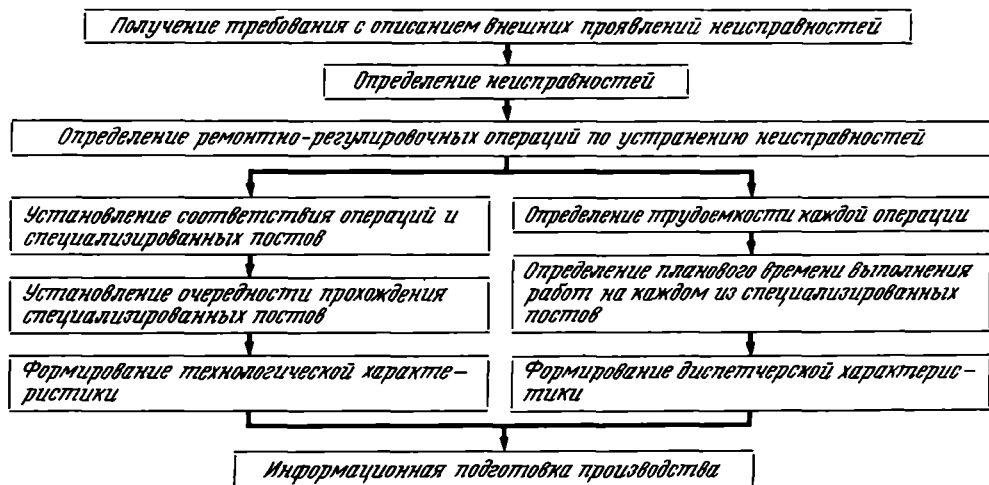


Рис. 15.10. Структурная схема алгоритма формирования диспетчерской и технологической характеристик требования (автомобиля)

тические неисправности, описанные в данной заявке, и ремонтно-регулирующие операции, необходимые для их устранения.

Работа персонала ООУ ЦУП характеризуется высокой напряженностью и необходимостью оперативного принятия решений. При этом в процессе оперативно-производственного планирования и управления используется большой объем информации, запоминание которой нецелесообразно, а порой и просто невозможно. Для облегчения принятия управленческих решений применяют специальные классификаторы соответствия внешних проявлений неисправностей и ремонтно-регулирующих операций, содержащие следующую информацию:

- перечень внешних проявлений неисправностей по агрегатам и системам автомобиля;

- соответствующие каждому внешнему проявлению возможные одна или несколько неисправностей;

- ремонтно-регулирующие операции по устранению неисправностей;

- шифры ремонтно-регулирующих операций;

- нормативная трудоемкость выполнения ремонтно-регулирующих операций в человеко-минутах;

дополнительная информация о возможности диагностирования данной неисправности и нормативных значениях диагностических параметров.

В МАДИ разработана методика составления классификатора и созданы классификаторы для ряда наиболее представительных марок автомобилей. В табл. 15.1 приведен фрагмент классификатора для автомобиля ЗИЛ-130. Он содержит информацию, позволяющую облегчить процесс принятия решения инженером-распределителем ООУ ЦУП, а в будущем и автоматизировать этот процесс. Трудоемкость выполнения ремонтно-регулирующих операций берется из типовых норм времени на ремонт подвижного состава в условиях АТП. Шифр ремонтно-регулирующих операций 4-значный. Первые две характеризуют шифр группы агрегатов, по которым производится ремонтно-регулирующая операция, а две последние — собственно ремонтно-регулирующую 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. Определив на основании информации, содержащейся в диагностической карте, ремонтно-регулирующие операции, необходимые для устранения зафиксированных в Ремонтном листке неисправностей, техник-оператор заносит в Ремонтный листок шифры и нормативные трудоемкости их выполнения. Затем он устанавливает соответствие операций специализированным постам ремонта, на которых возможно их выполнение, и проставляет в Ремонтный листок шифр последних (шифр канала обслуживания). Далее решается вопрос об очередности прохождения специализированных постов (каналов обслуживания) данным автомобилем, и эти данные заносятся в Ремонтный листок. Последнее, что необходимо сделать для завершения обработки требования, это определить плановое время $T_{пл}$ для выполнения работ на каждом из специализированных постов:

$$T_{пл} = \frac{t_{норм}}{P_n K_{орг}},$$

где $t_{норм}$ — нормативная трудоемкость операции, чел. · мин; $K_{орг}$ — коэффициент организованности поста; P_n — число рабочих на посту, одновременно производящих работы.

Под коэффициентом организованности поста (участка) понимается отношение нормативного времени выполнения требований на постах (участках) к фактическому.

Чем больше значение этого коэффициента, тем меньше потери времени рабочих по организационным причинам (распределение заданий между исполнителями, обеспечение инструментом, постановка автомобилей на посты, доставка запасных частей и т. д.), а следовательно, тем организованнее с управленческой точки зрения производство.

Нормативную трудоемкость техник-оператор определяет по классификатору ремонтно-регулирующих операций, значения $K_{орг}$ для различных специализированных постов (участков, зон) данного автотранспортного предприятия определяются и корректируются 1 раз в полго-

Таблица 15.1. Классификатор соответствия внешних проявлений неисправностей и ремонтно-регулирующих операций (фрагмент)

№ п/п	Внешнее проявление неисправности (признак)	Неисправность	Ремонтно-регулирующая операция (РРО)	Шифр РРО	Нормативная трудоемкость РРО, чел. · мин	Технические требования
14	Нет зарядного тока	Неисправен генератор	Замена генератора	1903	30	Напряжение в сети автомобиля при 1500—2000 об/мин ($13,7 \pm 0,5$) В
		Неисправен регулятор напряжения	То же	1907	20	Частота вращения двигателя при достижении напряжения 12,5 В не более 815 об/мин
		Неисправна аккумуляторная батарея	Замена батареи	1901	30	Напряжение батареи при работе стартера, не ниже 10,2 В
		Ослабление натяжения ремня генератора	Регулировка натяжения ремня	1905	20	Прогиб ремня в средней его части при нажатии усилием 40 Н 10—15 мм
15	Не горят фары	Неисправна проводка	Ремонт проводки	1923	30	—
		Неисправен переключатель света фар	Замена переключателя	1955	20	—

да, а значение P_n выбирается исходя из технологической целесообразности и наличия рабочих в данной смене.

Определенное таким образом плановое время техник-оператор заносит 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.

Задача оперативно-производственного управления состоит в обеспечении реализации оперативно-производственного плана и выполнения максимального количества оперативных требований при имеющихся ресурсах.

Как правило, в системе обслуживания находятся три группы автомобилей:

1) уже находящиеся в системе к началу оперативно-производственного планирования;

2) поступившие в систему для приведения ТО-2 в соответствии с календарным планом, а также дополнительными заявками, переданными в ЦУП до начала периода планирования;

3) приходящие в систему обслуживания вне плана в результате отказов на линии. Такие автомобили в большинстве случаев относятся к первой группе на следующий плановый период.

Информационная подготовка ведется по всем трем группам автомобилей с учетом особенностей каждой из них.

Информационная подготовка по первой группе сводится к корректировке ранее составленных характеристик с учетом уже выполненных (в предыдущий плановый период) работ. Составление диспетчерских и технологических характеристик по автомобилям второй группы произ-

водится за 2 сут до начала оперативно-производственного планирования, а по автомобилям третьей группы — сразу же при поступлении их в систему обслуживания.

Оперативно-производственное планирование базируется на следующих предпосылках, отражающих особенности функционирования технической службы автотранспортного предприятия:

любой автомобиль, поступающий в систему обслуживания, рассматривается как сложное требование в общей очереди, так как для его выполнения зачастую необходимо произвести работы на нескольких разных специализированных постах, производственных участках;

интегральным признаком каждого требования являются его диспетчерская и технологическая характеристики;

оперативно-производственное планирование производится до начала смены;

при планировании учитываются все автомобили, находящиеся в системе обслуживания (на постах или в зоне ожидания), а также автомобили, которые должны поступить в систему в соответствии с планом постановки в ТО-2;

автомобили, по которым к началу планирования не закончена информационная подготовка, при планировании не учитываются и автоматически сдвигаются на следующий период планирования.

В качестве критерия эффективности оперативно-производственного планирования принимается количество автомобилей, отремонтированных за плановый период.

Задача составления оперативно-производственного плана ремонтов с учетом перечисленных выше предпосылок 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 требования из имеющихся, который позволяет сформировать расписание. В качестве наиболее приемлемых в нашем случае могут быть приняты порядки обслуживания, при которых первоначально обслуживаются требования:

- с меньшим общим временем обслуживания;

- с меньшим временем обслуживания на отдельном участке;

- по подвижному составу, необходимому службе организации перевозок, и т. д.

После составления оперативно-производственные планы ремонта и ТО-2 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 подготовки производства) своевременную доставку необходимых запасных частей на посты;

- принимает и реализует ряд инженерных решений по устранению от-

клонений в ходе выполнения оперативно-производственного плана.

При этом персонал ООУ ЦУП взаимодействует с диспетчерскими пунктами в комплексах подготовки производства и РУ и с персоналом отделов инженерно-технической службы АТП.

15.6. УПРАВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБОЙ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Переход от автономного комплексного развития системы ТО и ремонта автомобилей к региональной системе поддержания их работоспособности осуществляется на основе:

- концентрации конструктивно и технологически однородных операций ТО и ремонта в регионе путем создания централизованных специализированных производств (ЦСП) для удовлетворения потребности региона в данном виде работ;

- создания системы кооперационных связей в регионе между автотранспортными предприятиями и централизованными производствами, а также с другими организациями по внешней кооперации;

- создания информационного обеспечения, позволяющего организовать централизованное управление процессами поддержания работоспособности автомобилей в регионе;

- совершенствования системы материально-технического снабжения и управления запасами в регионе;

- совершенствования системы материального и морального стимулирования работников автомобильного транспорта.

Особенностью производственной структуры региональной системы поддержания работоспособности автомобилей на уровне территориально-производственного объединения автомобильного транспорта (ТПОАТ) является создание системы централизованных специализированных производств, централизованной службы подготовки производства и системы оперативного управления

производством ТО и ремонта автомобилей.

Централизованные специализированные производства — это предприятия, цехи, мастерские, участки, специализированные (предметно, по детально или технологически) по определенным видам работ технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также ремонта и восстановления агрегатов, узлов и деталей автомобилей. Производственная программа ЦСП определяется потребностями ТПОАТ в целом или его отдельных регионов. Кроме того, производственная программа ЦСП может быть частично изменена за счет кооперации с другими ТПОАТ или ведомственным транспортом. ЦСП может иметь полную хозяйственную самостоятельность или находиться на балансе АТП или АТО. Административно ЦСП подчиняется инженерно-технической службе ТПОАТ.

Региональная централизованная служба подготовки производства включает в себя складской комплекс для хранения и обмена деталей и сборочных единиц оборотного фонда, ремонтируемых и восстанавливаемых в централизованных производствах ТПОАТ, а также поступающих из ремонта по внешней кооперации, и службу централизованной доставки и сбора ремфонда.

Основные принципы новых организационных форм предусматривают:

рациональное сочетание централизации оперативного управления производством, его подготовкой и обеспечением с самоорганизацией низовых элементов системы, а также централизации информационного обеспечения и обработки данных, создания резервов запасных частей и мощностей на региональном уровне;

обязательное и качественное внедрение всех элементов системы централизованного управления производством в подведомственных предприятиях;

284

взаимодействие с ЦУПами авто-транспортных предприятий и централизованных специализированных производств, а также с централизованными региональными службами;

восстановление оборотного фонда агрегатов, узлов и деталей на основе кооперации и концентрации производственных мощностей и использования на переходном этапе имеющихся ремонтных участков на авто-транспортных предприятиях;

создание централизованного резерва запасных частей в рамках ТПОАТ, введение системы централизованного их распределения и доставки;

организацию централизованных региональных служб подготовки и обеспечения производства;

применение комплекса технических средств информационного обеспечения и методов анализа с использованием ЭВМ;

введение в перспективе автоматизированных систем для решения задач управления;

формирование организационных, технологических, технических, экономических и других характеристик систем управления в различных регионах на основе использования типовых решений.

Основным принципом формирования региональной системы оперативного управления производством является необходимое сочетание централизации на уровне региона функций оперативного управления кооперативными связями между элементами инженерно-технической службы ТПОАТ и централизованными ресурсами с правом на самоорганизованность низовых элементов (АТП, АТО, АРП) в управлении внутренними процессами и «собственными» ресурсами.

Уровень централизации функций оперативного управления в регионе зависит и должен соответствовать уровню централизации производства ТО и ремонта, а также вспомогательных служб его подготовки и обеспечения.

Главным органом оперативного управления в технической службе ТПОАТ является диспетчерский отдел (ДО).

Целью функционирования ДО ТПОАТ являются поддержание ресурсной готовности элементов технической службы ТПОАТ и обеспечение кооперативных связей между ними.

Функциями ДО ТПОАТ являются: обеспечение поддержания централизованных региональных резервов запасных частей в соответствии с нормативами;

обеспечение ресурсной готовности элементов технической службы ТПОАТ (АТП, АТО, ЦСП, АРП) за счет использования централизованных ресурсов и региональных резервов;

оперативное управление процессами кооперирования и взаимодействия между предприятиями (производствами) технической службы ТПОАТ;

оперативное управление процессами внешнего кооперирования технической службы ТПОАТ;

оперативное управление взаимодействием централизованных региональных вспомогательных служб с предприятиями ТПОАТ;

управление технической помощью подвижному составу на линии;

управление ТО и ремонтом автомобилей во время уборки урожая.

ДО ТПОАТ в процессе своей работы решает также задачи, возникающие на стыке с другими службами ТПОАТ, непосредственно с

подразделениями и ответственными исполнителями этих служб.

Центры управления производством АТП являются низовыми звеньями региональной системы оперативного управления производством и реализуют ее управляющие решения. Поэтому в связи с условиями кооперации производства в задачи ЦУП АТП дополнительно к внутренним включаются следующие:

согласование в ДО ТПОАТ оперативных планов кооперации с централизованными производствами и региональными службами;

обеспечение выполнения планов и графиков вспомогательных функций по внешней кооперации (сдача ремфонда, поставка автомобилей на ТО и ремонт в централизованное производство);

формирование оперативных заявок на использование региональных централизованных ресурсов (запасных частей, материалов, оборудования, оснастки, персонала ОГМ и пр.).

Обеспечение функционирования системы централизованного информационного обеспечения предъявляет новые требования к подбору и комплектованию технических средств передачи и приема информации ЦУП АТП с учетом их совместимости с общей системой технических средств управления ТПОАТ и возможности последующего внедрения АСУ территориального производственного объединения автомобильного транспорта.

Глава 16

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

16.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Одним из существенных резервов повышения уровня работоспособности подвижного состава и эффективности работы технической службы АТП в условиях быстрого роста автомобильного парка страны и

ограничений на трудовые и материальные ресурсы является повышение качества технического обслуживания и ремонта автомобилей. Эффективность перехода на хозрасчет и самофинансирование будет во многом определяться наличием справедливой зависимости между выпол-

ненной работой и оплатой труда. А это, в свою очередь, связано с совершенством применяемых на практике систем управления качеством ТО и ремонта подвижного состава (качеством продукции).

При этом под *качеством продукции* следует понимать совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Уровень качества продукции определяется сопоставлением показателей качества сравниваемой продукции или результатов труда с эталонными при планировании, учете, контроле и анализе степени удовлетворения конкретных потребностей.

Основным показателем в системе управления качеством технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей, обуславливающим качество транспортной продукции, является уровень технического состояния автомобилей, его агрегатов и систем.

Под *системой управления качеством ТО и ТР автомобилей* понимается совокупность взаимно согласованных инженерно-технических, организационных, снабженческих, экономических, технологических, контрольных и других процессов, направленных на улучшение технического состояния подвижного состава.

Инструментом управления является инженерно-техническая служба

АТП, т. е. структурные подразделения, основной целью функционирования которых является техническая подготовка подвижного состава для эффективного его использования на линии.

16.2. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РАБОТ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Разработанные к настоящему времени системы управления качеством для автотранспортных предприятий и объединений можно классифицировать на схеме, приведенной на рис. 16.1. Существующие системы управления качеством ТО и ТР (их более 60) имеют следующие элементы, которые улучшают функционирование управления качеством ТО и ремонта автомобилей.

В качестве *объекта управления качеством* в системах используются автомобиль в целом и его системы, реже агрегаты, механизмы, узлы, детали. В ленинградской системе (ЛПОПАТ № 3) используется операция ремонта агрегата или системы. Более точное указание объекта управления дает больший результат.

Объектом оценки качества работы во многих системах является бригада или группа ремонтных рабочих, реже конкретные исполнители работ. Оценка труда отдельных рабочих повышает результативность функциони-

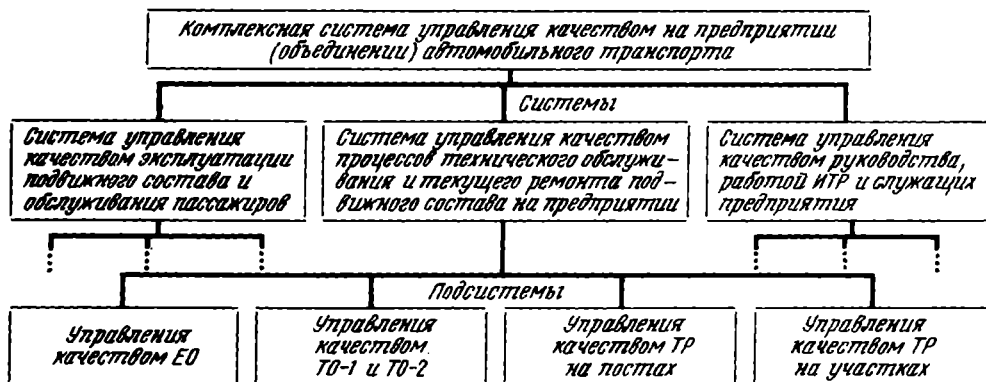


Рис. 16.1. Система управления качеством

рования системы в целом, но усложняет учет и анализ.

Оперативность управления качеством работы указывает на период, в течение которого дается оценка выполненной работы, например, дается гарантийный период в пять дней (ТО-1) или 10 дней (ТО-2), на котором определяется уровень вероятности работы автомобилей, прошедших техническое обслуживание. Есть системы (НИИАТ, Мин-автотранс БССР и др.), в которых в течение 1 мес после выполнения технического воздействия фиксируются возникшие дефекты и определяется уровень бездефектной работы. Необходимо отметить, что оценка качества труда при ТР в течение 5—10 дней и даже 1 мес работы автомобиля позволяет выявлять лишь явный брак. Для оценки фактического качества работы требуется анализ работы агрегата, узла после ремонта в течение 2—3 мес и по результатам оперативного прогноза можно определить ожидаемую наработку (система управления качеством МАДИ).

Материальное стимулирование, как правило, основано на расчетах по показателям наработки или вероятности безотказной работы коэффициентов качества и трудового участия (КТУ), затем определения размера стимулирования. При этом размер стимулирования не превышает 15—20 % к общей зарплате рабочего. Эффективность систем управления качеством значительно повышается, если эту величину довести до 75—85 % (МАДИ).

Многokrатность воздействия системы характеризует уровень управления результатами работы исполнителей и бригады в целом. Большинство систем, в лучшем случае уровень премии, получаемой бригадой за качество работы, доводится до исполнителя через КТУ. Целесообразнее фонд бригаде формировать на 50 % исходя из объемов работы и на 50 % за качественные показатели работы всей бригады, распределять фонд зарплаты по исполнителям на 75—

85 %, учитывая качественные показатели исполнителя. Это позволяет объединить интересы коллектива бригады и каждого исполнителя в достижении конечного результата.

Механизация обработки информации по управлению качеством работ характеризует затраты на обработку информации. Четкая, однозначная оценка качества работы подразделений предприятия и каждого исполнителя требует значительного увеличения трудоемкости и оперативности работы с первичной и накопительной информацией.

16.3. СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА АТП

Эта разработанная в МАДИ система базируется на следующих основных принципах. Качество труда персонала оценивается с использованием принципа оперативности. На достаточно коротком оценочном периоде после проведения работ прогнозируется уровень качества труда ремонтного персонала предприятия.

Оценка качества труда персонала производится по конкретным агрегатам, обслуживаемым комплексной бригадой, или конкретной группой рабочих, отвечающей за их обслуживание и ремонт. В условиях работы по бригадному подряду система управления качеством позволяет дважды учитывать качество работы персонала. В первом случае при формировании фонда заработной платы бригады, во втором — при распределении фонда бригады по конкретным исполнителям. В основу расчета качества труда бригады закладываются в первую очередь показатели безотказной работы агрегатов и систем, закрепленных за бригадой, на принятом оценочном периоде. При этом используются показатели наработки или вероятности безотказной работы после выполнения ТО и ремонта. Для удобства начисления заработной

платы используются технико-стоимостные таблицы.

Для информационной системы обеспечения оценки качества труда используются общепринятые первичные документы автотранспортных предприятий (листок учета, контрольный талон, карточка на ремонт агрегата, требование на запчасти и материалы и др.).

Принцип оперативности в оценке качества труда персонала бригады. Как показывает опыт работы систем управления качеством работ на автомобильном транспорте, наиболее информативным критерием оценки качества выполнения работ в зонах ТР и ТО, а также ремонтных работ на производственных участках является наработка между ремонтными воздействиями или вероятность безотказной работы. Основная сложность при оценке качества ремонта агрегатов и узлов автомобилей на предприятии заключается в том, что конкретный вклад рабочих в конечные результаты труда (фактическую наработку агрегатов в эксплуатации), за исключением явного брака в работе, выявляется лишь по истечении длительного периода времени с момента производства работ, особенно для производственных уча-

стков. Если же стимулирование откладывать до полной реализации ресурса, то интерес исполнителей к конечным результатам и самой системе стимулирования резко сокращается. Поэтому необходимо оперативно оценивать качество ремонта и производить промежуточную оплату ремонтных рабочих по результатам их труда. Суть оперативной оценки качества заключается в оценке вероятности безотказной работы $P(l)$ – и средней ожидаемой наработки l по числу первых отказов агрегатов r_i после ремонта на оценочном периоде l^{oc} , т. е. применяется усеченная справа выборка (рис. 16.2).

С увеличением продолжительности оценочного периода повышаются достоверность и точность прогнозирования $\bar{T}$ агрегатов, но вместе с тем снижается оперативность управления качеством ремонта на участках АТП или обратная связь. Следовательно, необходимо определить оптимальную величину оценочного периода, при котором обеспечивается как заданная точность и достоверность прогнозирования $\bar{T}$ агрегатов, так и требуемая оперативность управления качеством ремонта агрегатов на участках и постах.

Определение продолжительности оценочного периода прогноза. В качестве количественной меры точности статистической оценки показателя $\bar{T}$ используются значения относительных доверительных ошибок δ , а для оценки достоверности — доверительная вероятность β .

Достоверность и точность прогнозирования показателей качества ремонта агрегатов и узлов автомобилей растут с увеличением продолжительности оценочного периода t^{oc} (рис. 16.3, линии 1). При этом незначительное увеличение погрешности δ в оценке t агрегатов дает возможность повысить достоверность прогнозирования. С увеличением t^{oc} снижается оперативность управления качеством ремонта или обратная связь, т. е. снижается вероятность сохранения информации о специфике и особенностях выполненных работ,

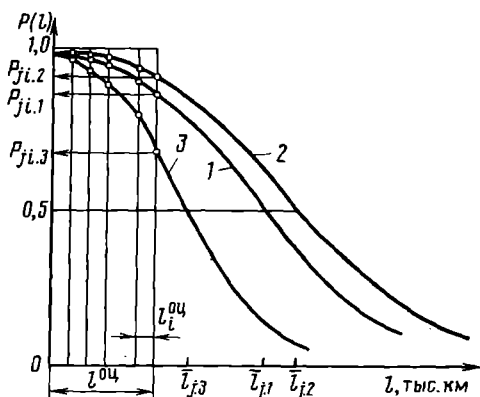


Рис. 16.2. Схема прогнозирования показателей качества работы персонала:

1 — вероятность безотказной работы агрегатов для j -й категории ремонта; 2 — улучшение качества ремонта; 3 — ухудшение качества ремонта

которую ремонтные рабочие должны использовать для внесения коррективов технологических воздействий при выполнении ремонта агрегатов на постах и участках предприятия с целью повышения качества работ.

В общем виде вероятность сохранения информации P_n человеком от времени, прошедшего с момента фиксации в памяти события до момента обследования, имеет экспоненциальный характер:

$$P_n = \exp[-t/\bar{T}_3], \quad (16.1)$$

где t — время, прошедшее с момента возникновения события до момента обследования, сут; $\bar{T}_3$ — среднее время сохранения (запоминания) информации в памяти рабочего, сут.

На $P_n(t)$ большое влияние оказывает также степень γ фиксации информации о выполненных ремонтах в учетной документации предприятий (рис. 16.3, линии 2).

Математическая модель оптимизации l^{oc} имеет вид

$$\Delta_{общ} = [\beta(1 - P_n) + P_n(1 - \beta)] \rightarrow \min, \quad (16.2)$$

где $\Delta_{общ}$ — суммарная погрешность при прогнозе $\bar{T}$ агрегатов и сохранения информации ремонтными рабочими на l^{oc} ; β — доверительная вероятность прогнозирования $\bar{T}$ агрегатов после ремонтов при относительной ошибке δ на l^{oc} ; P_n — вероятность сохранения информации о проведенных ремонтах, которую рабочие должны использовать для внесения коррективов технологических воздействий с целью повышения качества ремонта.

Для математической модели введены следующие ограничения: $\beta \geq 0,5$; $P_n \geq 0,5$; отношение продолжительности наблюдения к оцениваемому показателю качества ремонта $X = l^{oc}/\bar{T} \geq 0,6$ для нормального закона распределения наработки агрегатов после ремонтов.

Математическая модель позволяет определить оптимальный оценочный период l_{opt}^{oc} . Для учета влияния срока службы (пробега с начала эксплуатации) на наработку после ремонтов на АТП агрегаты автомобилей объединяются в отдельные группы — «категории ремонта».

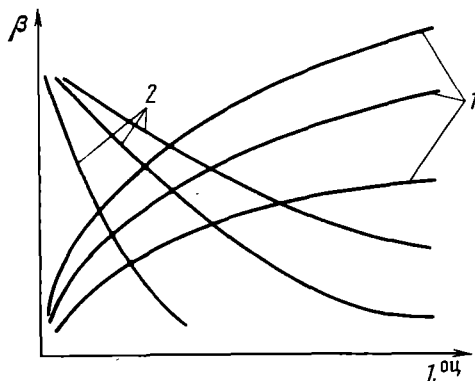


Рис. 16.3. Изменение уровня достоверности и оперативности в зависимости от продолжительности оценочного периода:

1 — вероятности β оценки величин $\bar{T}$ агрегатов при различных количествах N отремонтированных агрегатов или δ ; 2 — вероятности сохранения информации P_n о выполненных ремонтах агрегатов при различных значениях степени ее фиксации γ в учетной документации и N .

Поэтому по агрегатам j -х категорий ремонта оптимальные оценочные периоды l_{optj}^{oc} определяются отдельно с учетом достоверности β и точности δ прогноза $\bar{T}_j$ на l_{optj}^{oc} при различном количестве N_j отремонтированных агрегатов и вероятности сохранения информации о ремонтах P_n на l_{optj}^{oc} .

Далее определяется средневзвешенный оптимальный оценочный период l_{opt}^{oc} по всем j -м категориям ремонта агрегатов с учетом достоверности и точности прогноза $\bar{T}_j$ агрегатов j -х категорий при различном количестве N отремонтированных агрегатов и вероятности сохранения информации о ремонтах P_n на l_{opt}^{oc} . По разработанному алгоритму и программе на ЭВМ определяется l_{opt}^{oc} для любых агрегатов и узлов автомобилей.

Для оперативной оценки качества ремонта и непосредственного материального стимулирования ремонтных рабочих за конечные результаты труда применяется *техничко-стоимостная матрица оценки качества ремонтных работ* (форма 16.1), в которой для различных категорий ремонта агрегатов приведены размеры опера-

Ф о р м а 16.1. Техничко-стоимостная матрица оценки качества ремонтных работ

Категория ремонта агрегата, узла	Оперативная оплата за прохождение отремонтированными агрегатами i -х оценочных интервалов, руб.					Средняя оплата за ремонт j -го агрегата
	1-й интервал	2-й интервал	3-й интервал		i -й интервал	
1	C_{11}	C_{12}	C_{13}		C_{1i}	$\bar{C}_1$
2	C_{21}	C_{22}	C_{23}		C_{2i}	$\bar{C}_2$
j	C_{j1}	C_{j2}	C_{j3}		C_{ji}	$\bar{C}_j$

тивного премирования C_{ji} j -й категории агрегата при достижении им без отказа i -го интервала наработки.

При разработке стоимостной матрицы и определении величин выплат C_{ji} по интервалам производится оценка трудовых затрат по тому или иному агрегату, узлу или системе автомобиля. Затем определяется норматив стоимости пробега отремонтированных агрегатов $C_{рем}$ (руб./1000 км) путем деления годового фонда заработной платы ремонтных рабочих k -го участка $C_{р.п.к}^{год}$ на суммарную наработку агрегатов после ремонтных воздействий $l_p^{год}$, т. е.

$$C_{рем} = C_{р.п.к}^{год} / l_p^{год}. \quad (16.3)$$

Основное условие правильного выбора выплат и эффективного функционирования технико-стоимостной модели для любого агрегата или узла определяется как

$$\sum_{i=1}^n P_{ji} C_{ji} = \bar{l}_j C_{рем}^{опер}, \quad (16.4)$$

где P_{ji} — вероятность безотказной работы агрегатов j -й категории на i -м интервале; C_{ji} — выплаты за прохождение i -х интервалов отремонтированными агрегатами j -х категорий; $\bar{l}_j$ — средняя наработка агрегатов j -й категории; $C_{рем}^{опер} = (0.70 \div 0.75) C_{рем}$ — сдельная оперативная стоимость пробега отремонтированных агрегатов, руб./тыс. км; n — число i -х оценочных интервалов.

Выплаты по каждому оценочному интервалу определены таким образом, чтобы они были чувствительны к увеличению (снижению) среднего ресурса агрегата (см. рис. 16.2) и, следовательно, к улучшению (ухудшению) качества выполняемых ре-

монтных работ на участках предприятия.

В случае вынужденного недопробега агрегатов (списания автомобилей, аварии, отправка автомобиля в капитальный ремонт, продажа и т. д.) оплата работ по ремонту агрегатов на участке производится по условию выполнения нормативного среднего ресурса и определяется выражением

$$\bar{C}_j = \bar{l}_j C_{рем}. \quad (16.5)$$

Таким образом, технико-стоимостная матрица позволяет оценивать качество выполненных работ индивидуально по исполнителям и учитывать при оплате личный вклад ремонтников в конечные результаты и, следовательно, управлять качеством ремонта агрегатов и узлов автомобилей.

Оплата работ, не связанная непосредственно с ремонтными операциями (подготовка агрегатов для отправки в КР, к списанию, обкатке агрегатов после ремонта, разборочно-моечные работы и т. д.), предусмотрена по сдельным расценкам, тарифным ставкам и окладам.

Для оценки и оплаты труда рабочих, занятых ремонтно-регулирующими работами по данному агрегату на постах ТО и ТР, используют следующие показатели качества: достигнутый уровень средней величины наработки агрегатов на отказ после ремонта на участке предприятия;

заданный уровень вероятности безотказной работы агрегатов после

ремонтно-регулирующих воздействий на постах ТО и ТР на оценочном периоде, установленном для этого вида работ.

По первому показателю рабочим, занятым на ремонтно-регулирующих работах на постах ТР и ТО, оплачивается до 50 % заработной платы. Эта величина определяется в стоимостном выражении в процентах от суммы начислений рабочим участка по стоимостной матрице.

При оценке труда по второму показателю оплата производится исходя из выполнения заданного уровня вероятности безотказной работы агрегата после ремонтно-регулирующих работ на постах ТО и ТР.

В качестве гарантийного периода принимается пробег автомобилей, равный для постов ТО и ТР $(1 \div 2) l_{\text{ТО-1}}$.

Нормативный уровень вероятности безотказной работы агрегата устанавливается равным 1,10—1,15 от фактического. При его выполнении постовым рабочим начисляется оставшаяся часть заработной платы,

а при его превышении конкретным рабочим каждый такой случай оплачивается по установленной расценке $C_{\text{ТО}}$ и $C_{\text{ТР}}$.

Формирование фонда заработной платы комплексной бригады. Общий фонд заработной платы комплексной бригады по ремонту и ТО агрегата, узла $\Phi_{\text{БР}}$ складывается из основного фонда заработной платы бригады $\Phi_{\text{БР}}^{\text{осн}}$ и премиального фонда $\Phi_{\text{БР}}^{\text{пр}}$ (рис. 16.4):

$$\Phi_{\text{БР}} = \Phi_{\text{БР}}^{\text{осн}} + \Phi_{\text{БР}}^{\text{пр}}. \quad (16.6)$$

Основной фонд заработной платы комплексной бригады по ремонту и ТО агрегата определяется путем умножения норматива заработной платы на 1000 км пробега на фактическую месячную наработку автомобилей $l_{\text{мес}}$, имеющих данный агрегат, систему:

$$\Phi_{\text{БР}}^{\text{осн}} = l_{\text{мес}} C_{\text{уд}}. \quad (16.7)$$

Норматив заработной платы на 1000 км пробега $C_{\text{уд}}$ должен отражать сложившийся уровень удельных затрат на заработную плату (без

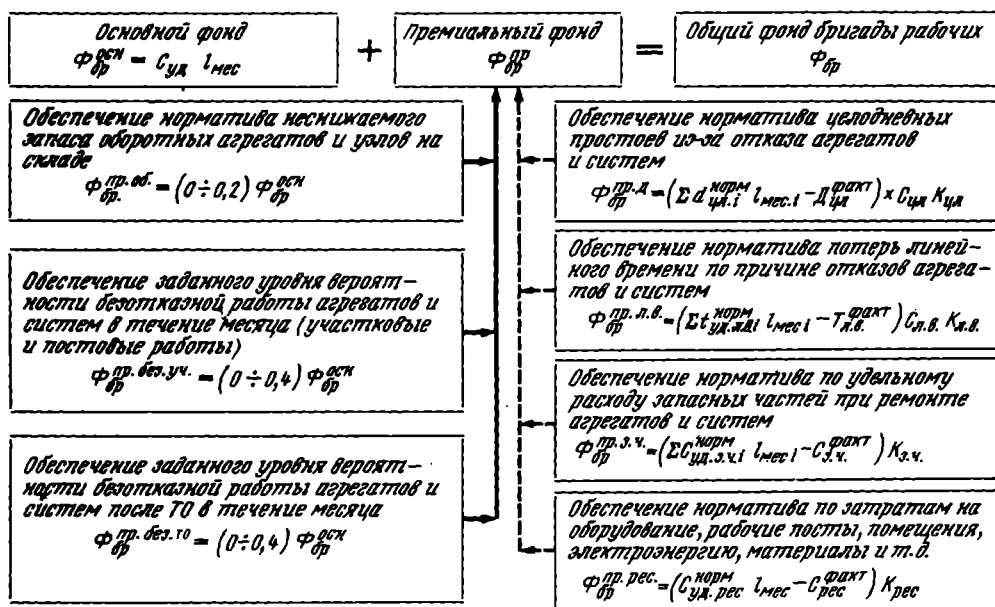


Рис. 16.4. Схема формирования фонда заработной платы бригады ремонтных рабочих АТП

учета премиальных выплат) и определяться делением фактических затрат на заработную плату (суммарные годовые выплаты рабочим, занятым на ремонтных и ремонтно-регулирующих работах на участках и постах ТР и ТО) на суммарный годовой пробег автомобилей данной модели. Такой расчет практикуется при применении обычного для предприятия 30—60 % размера премии.

В случае увеличения показателей, за которые осуществляется премирование, и суммарного процента премиальных выплат происходит уменьшение норматива заработной платы бригады $C_{уд}$.

Чтобы не было увеличения фонда заработной платы бригады, надо выдержать следующее соотношение:

$$\Phi_{бр} = C_{уд} l_{мес} = C_{уд} l_{мес} + \Phi_{бр}^{пр}, \quad (16.8)$$

где $C_{уд}^{\Sigma}$ — удельные сложившиеся суммарные затраты на заработную плату персоналу комплексной бригады (руб./тыс. км).

Фонд заработной платы комплексной бригады не является фиксированной величиной, а отражает изменение конечного результата труда бригады — работы автомобилей по перевозке пассажиров. Норматив заработной платы тоже может изменяться при пересмотре с определенной периодичностью.

Премиальный фонд комплексной бригады $\Phi_{бр}^{пр}$ определяется уровнем выполнения нормативных величин отдельных показателей. На рис. 16.4 слева показаны показатели премирования, используемые на первом этапе внедрения системы управления качеством ТО и ремонта (при неизменном фонде заработной платы), а справа на втором (при аренде), в том числе:

1) за обеспечение неснижаемого запаса оборотных агрегатов и узлов на промежуточном складе (до 20 % премии);

2) за обеспечение заданной вероятности безотказной работы агрегатов и систем после участкового или постового ремонта в течение месяца работы (до 40 % премии) и после

проведения ТО в течение месяца работы (до 40 % премии);

3) за уменьшение целодневных простоев автомобилей по причине отказа агрегата или системы $\Phi_{бр}^{пр.д}$.

При уменьшении фактических целодневных простоев в сравнении с нормативными каждый день исправного автомобиля добавляет в премиальную часть фонда бригады определенную сумму. Эта сумма определяется по формуле

$$\Phi_{бр}^{пр.д} = (\Sigma d_{уд.л.в}^{норм} l_{мес.и} - D_{уд.л.в}^{факт}) C_{уд.л.в} K_{уд.л.в}, \quad (16.9)$$

где $d_{уд.л.в}^{норм}$ — норматив удельных целодневных простоев по данному агрегату, системе в i -м интервале (дни/тыс. км); $l_{мес.и}$ — месячная наработка автомобилей в i -м интервале пробега; $D_{уд.л.в}^{факт}$ — фактическая суммарная величина целодневных простоев автомобилей за 1 мес по данному агрегату, системе, днях; $C_{уд.л.в}$ — доходная ставка за 1 автомобиле-день работы на линии, руб./день; $K_{уд.л.в}$ — коэффициент, учитывающий долю выплаты бригаде за уменьшение целодневных простоев;

4) за снижение потерь линейного времени автомобилей по причине отказа или неисправности данного агрегата или системы $\Phi_{бр}^{пр.л.в}$ (руб.).

При снижении потерь линейного времени относительно норматива каждый час должен добавлять в $\Phi_{бр}^{пр}$ определенную сумму $\Phi_{бр}^{пр.л.в}$, зависящую от абсолютной величины сложившихся потерь линейного времени по данному агрегату, системе и от ее удельного веса в общих потерях линейного времени.

Дополнительная сумма, получаемая за снижение норматива по потерям линейного времени, исходя из сложившихся доходов за автомобиле-час работы на линии, определяется так:

$$\Phi_{бр}^{пр.л.в} = (l_{уд.л.в.и}^{норм} l_{мес.и} - T_{л.в}^{факт}) C_{л.в} K_{л.в}, \quad (16.10)$$

где $l_{уд.л.в.и}^{норм}$ — норматив удельных потерь линейного времени в i -м интервале по данному агрегату, системе (ч/тыс. км); $T_{л.в}^{факт}$ — фактическая суммарная величина потерь линейного времени автомобилей за месяц по данному агрегату, системе, ч; $C_{л.в}$ — доходная ставка за 1 автомобиле-час работы на линии, руб/ч; $K_{л.в}$ — коэффициент, учитывающий долю выплаты бригаде за снижение потерь линейного времени;

5) за экономию расхода запасных частей по агрегату, системе, обслуживаемой комплексной бригадой:

$$\Phi_{\text{бр}}^{\text{пр.з.ч}} = (C_{\text{уд.з.ч}i}^{\text{норм}} - C_{\text{з.ч}}^{\text{факт}}) K_{\text{з.ч}}, \quad (16.11)$$

где $C_{\text{уд.з.ч}i}^{\text{норм}}$ — удельный нормативный показатель расхода запчастей в i -м интервале по агрегату, системе (руб./тыс. км); $C_{\text{з.ч}}^{\text{факт}}$ — фактический суммарный расход запасных частей (руб.) по комплексной бригаде за 1 мес; $K_{\text{з.ч}}$ — коэффициент, учитывающий долю выплаты бригаде за фактическую экономию запасных частей;

6) при снижении фактических затрат потребляемых ресурсов по бригаде относительно нормативов премиальный фонд $\Phi_{\text{бр}}^{\text{пр}}$ увеличивается на

$$\Phi_{\text{бр}}^{\text{пр.рес}} = (C_{\text{уд.рес}i}^{\text{норм}} - C_{\text{рес}}^{\text{факт}}) K_{\text{рес}}, \quad (16.12)$$

где $C_{\text{рес}}^{\text{факт}}$ — суммарный фактический расход потребляемых ресурсов (затраты на оборудование, рабочие посты, помещения, электроэнергию, материалы и т. д.), руб.; $C_{\text{уд.рес}}^{\text{норм}}$ — норматив по расходу потребляемых ресурсов (руб./тыс. км); $K_{\text{рес}}$ — коэффициент, учитывающий долю выплаты бригаде за фактическую экономию потребляемых ресурсов.

Распределение общего фонда заработной платы комплексной бригады. Распределение $\Phi_{\text{бр}}$ производится следующим образом (рис. 16.5).

Исходя из объемов выполняемых работ, их значимости, количества рабочих и заработной платы определяются коэффициенты $\eta_{\text{уч}}$, $\eta_{\text{ТО}}$, $\eta_{\text{ТР}}$ (долей фонда бригады, приходящихся на рабочие участки, посты ТО, посты ТР):

$$\eta_{\text{уч}} + \eta_{\text{ТО}} + \eta_{\text{ТР}} = 1. \quad (16.13)$$

Затем производится начисление зарплаты рабочим бригады по стои-

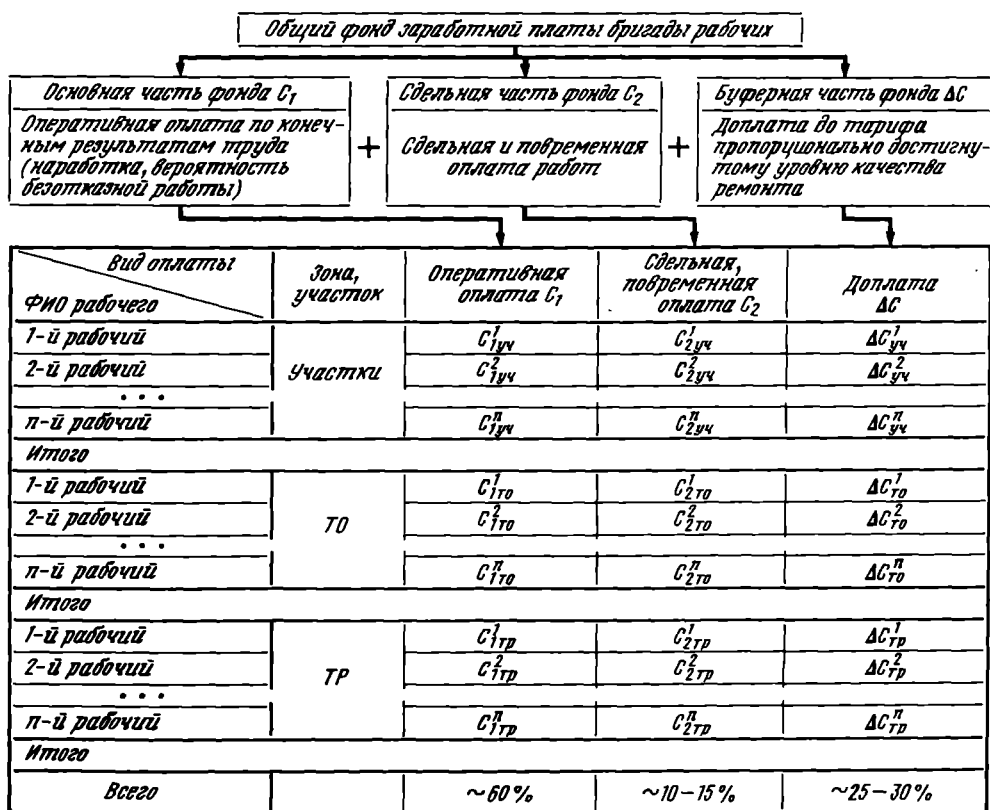


Рис. 16.5. Распределение фонда заработной платы бригады ремонтных рабочих АТП

мостным матрицам для участковых работ. Потом производится оплата рабочих, занятых на ремонтно-регулирующих работах на постах ТР и ТО, за достигнутый уровень средней наработки агрегатов на отказ после участкового ремонта и за выполнение уровня вероятности безотказной работы агрегатов после ремонтно-регулирующих воздействий на постах ТР и ТО на заданном оценочном периоде. Вышеуказанные выплаты составляют основную часть коллективного фонда бригады C_1 .

Далее производится доплата ремонтникам бригады, выполняющим работы, оплачиваемые сдельно или повременно (комплектование агрегатов в капитальный ремонт, подготовка к списанию, обкатка агрегатов, подготовка производства к работе и др.). Эти выплаты составляют сдельную часть фонда бригады C_2 . Таким образом производится начисление с использованием 70—80 % фонда бригады. При этом рабочие участка могут выполнять постовые работы за счет соответствующих долей фонда.

Остаток коллективного фонда заработной платы — «буферная» часть фонда ΔC используется для:

дополнительного материального стимулирования рабочих бригады

(остаток 20—30 % фонда бригады распределяется пропорционально заработной плате, начисленной каждому рабочему за конечные результаты, что усиливает стимулирование качества труда);

доплаты до тарифной ставки отдельным рабочим по решению бригады, если за отчетный месяц не выработан заданный объем работ (после болезни, отпуска и т. п.).

По решению комплексной бригады дополнительное материальное стимулирование пропорционально достигнутому уровню качества не производится для тех рабочих, которые получили доплаты до тарифной ставки за счет бригады или допустили нарушения трудовой и общественной дисциплины.

Оценка качества работ на АТП по уровню и характеру отказов на пробеге между ТО. В качестве дополнительной информации для оценки труда не только ремонтников, но и инженерно-технических работников зон и участков предприятия или нескольких предприятий следует использовать изменения показателей надежности между очередными видами ТО, например ТО-2 по автомобилю в целом (рис. 16.6) и отдельным агрегатам (рис. 16.7). Например,

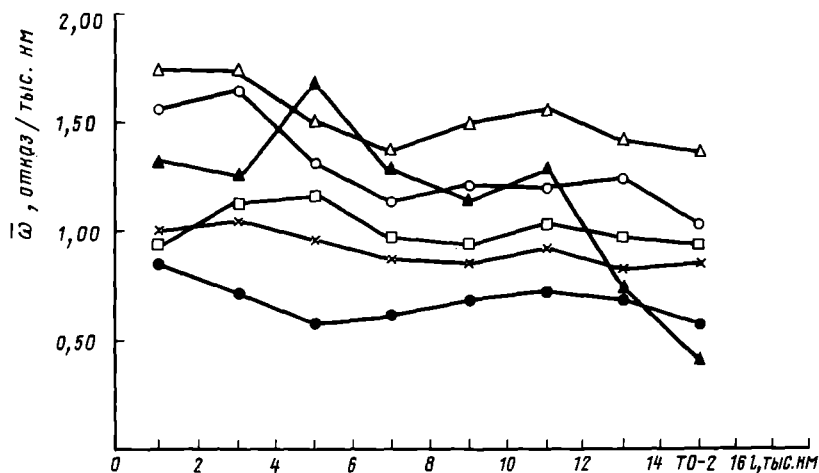


Рис. 16.6. Изменение параметров потока отказов автобусов особо большого класса между ТО-2 по шести автобусным паркам

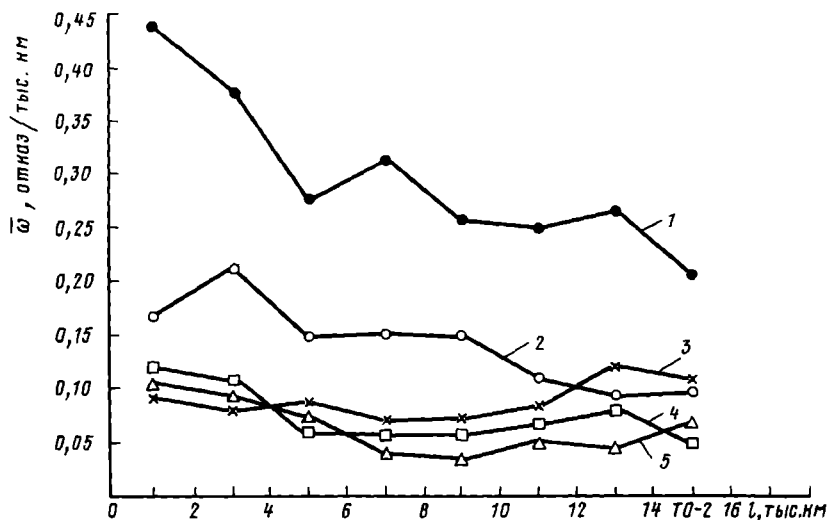


Рис. 16.7. Изменение параметра потока отказов агрегатов и систем автобусов большого класса между ТО-2:

1 — ГМП; 2 — электрооборудование; 3 — подвеска; 4 — тормозная система; 5 — система охлаждения

сравнение средних значений параметра потока отказов $\bar{\omega}$ (рис. 16.6) показывает, что эффективность работы инженерно-технических служб автобусных парков, находящихся практически в одинаковых условиях, различна.

Данные, аналогичные рис. 16.7, позволяют определить наименее надежные узлы и агрегаты и принять меры по повышению качества их ТО и ремонта.

Информационное обеспечение системы управления качеством. Представляет собой совокупность всех видов документации: первичной, вторичной, накопительной (включая отчетную документацию), а также документооборот и диспетчерскую связь между отдельными подразделениями предприятия (см. гл. 15).

Дополнительными документами в системе могут быть акты ОТК, подтверждающие невиновность в появлении отказа персонала зоны, участка, справки о дополнительных работах, выполненных персоналом, про-

бег автомобиля на 1-е число месяца и т. д.

При кодировании информации используются соответствующие шифры и цифровые обозначения. В случае ручной обработки документации требуется ведение накопительной документации. Например, учетная карта автобуса, ведомость учета работ по исполнителям. Учитывая большую сложность и трудоемкость ручной обработки информации (1 нормировщик на 1—3 комплексные бригады), обработку информации проводят на вычислительных машинах по разработанному алгоритму обработки информации с целью оценки качества работы комплексной бригады и начисления заработной платы по конечным результатам труда. Используя нормативы, алгоритм предусматривает формирование фонда заработной платы бригады по достигнутым результатам работы и распределение фонда заработной платы по персоналу бригады с учетом вклада каждого.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

17.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Технологическое оборудование, предназначенное для механизации технологических процессов ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, является частью основных производственных фондов. Потребность в технологическом оборудовании для АТП и объединений различных размеров рекомендуется *табелем технологического оборудования* и специализированного инструмента, в который включены три группы: оборудование общетехнического назначения, которое применяется в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и на автомобильном транспорте; гаражное оборудование, т. е. оборудование, используемое только при ТО и ремонте автомобилей; нестандартизированное оборудование.

К первой группе относятся металлорежущие и деревообрабатывающие станки, кузнечно-прессовое, крановое и другое оборудование.

В зависимости от назначения металлорежущие станки подразделяются на универсальные, специализированные (обработка деталей одного наименования, но разных размеров) и специальные, предназначенные для обработки одного определенного изделия. В зависимости от массы металлорежущие станки подразделяются на легкие (массой до 1 т), средние (от 1 до 10 т) и тяжелые (массой более 10 т). По степени автоматизации металлорежущие станки подразделяются на автоматы, полуавтоматы с цикловым и числовым программным управлением.

Деревообрабатывающее оборудование подразделяется по назначению:

1-я группа — для резания и обработки древесины с изменением размеров и формы;

2-я группа — для выполнения загибочных, сушильно-тепловых и других вспомогательных работ;

3-я группа — для механизации станочных, околостаночных и транспортных операций;

4-я группа — заточные станки и оборудование, предназначенное для обслуживания деревообрабатывающего инструмента.

Кузнечно-прессовое оборудование — это гидравлические и механические прессы, высадочные, обрезающие и штамповочные автоматы, молоты, ножницы и гибочные машины. В зависимости от массы кузнечно-прессовое оборудование делится на легкое (массой менее 10 т), среднее (10—60 т) и тяжелое (более 60 т).

Крановое оборудование различается по режимам работы механизма главного подъема: с ручным приводом; с машинным приводом (легкие, средние, тяжелые и весьма тяжелые краны).

Гаражное оборудование различается по назначению и сложности. По назначению выделяют оборудование для следующих основных работ: моечных и очистительных; подъемно-транспортных; смазочных; заправки маслами, воздухом и рабочими жидкостями; контрольно-диагностических и регулировочных; то же электрооборудования; то же систем питания карбюраторных, дизельных и газобаллонных автомобилей; разборочно-сборочных и ремонтных; шиномонтажных и шиноремонтных.

По сложности конструкции и проведения ТО и ремонта гаражное оборудование подразделяется на сложное (стоимость более 1 тыс. руб.), например стенд для проверки тормозных свойств; средней сложности (стоимость 0,2—1 тыс. руб.), например подъемники, маслораздаточные колонки; несложное (стои-

мость до 0,2 тыс. руб.) — слесарно-монтажный инструмент, тележки для снятия и установки колес и др.

17.2. СИСТЕМА И ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Система ТО и ремонта. Технологическое оборудование также, как и автомобиль, в процессе работы под влиянием изнашивания, пластических деформаций, коррозии, физико-химических изменений и других причин меняет свое техническое состояние, возникают неисправности. Для обеспечения работоспособности технологического оборудования выполняются его техническое обслуживание и ремонт, имеющие те же цели, что и для автомобиля. Операции ТО и ремонта группируются в виды, которые составляют систему ТО и

ремонта технологического оборудования, которая является планово-предупредительной.

Для гаражного оборудования в зависимости от его сложности и назначения применяются следующие виды технического обслуживания и ремонта, имеющие определенные для каждого вида оборудования перечни операций:

ежедневное обслуживание (ЕО);
 периодическое техническое обслуживание (ТО);
 сезонное обслуживание (СО);
 текущий ремонт (Т);
 средний ремонт (С) для некоторых моделей оборудования;
 капитальный ремонт (К).

Перечни, периодичности и трудоемкости операций ТО и ремонта устанавливаются положением и руководствами по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования на автотранспортных предприятиях и станциях техниче-

Т а б л и ц а 17.1. Примерные нормативы периодичности и трудоемкости ТО и ремонта гаражного оборудования (извлечение)

Оборудование	Мо- дель	Периодичность *				Трудоемкость, чел.ч				
		ТО, ч	СО	Т, ч	К, ч	ЕО	ТО	СО	Т	К
Установка для мойки легковых автомобилей	М130	200	2 раза в год	600	6000	0,3	8,0	—	48,0	352,0
Установка для мойки и санитарной обработки автофургонов внутри	М602	300	1 раз в год	900	9000	0,2	2,5	—	16,0	80,0
Подъемник двухплунжерный электрогидравлический (16 тс)	П151	200	2 раза в год	600	6000	0,2	4,5	5,0	32,0	224,0
Конвейер перемещения автобусов	4120	200	»	600	6000	0,3	8,0	—	48,0	352,0
Компрессор подачи 1 м³/мин	С416	100	»	300	3000	0,2	4,0	4,5	28,0	224,0
Стенд для проверки тормозов легковых автомобилей	К485	200	»	600	6000	0,2	4,0	5,0	28,0	180,0
Анализатор двигателя	К461	200	»	600	6000	0,2	3,5	4,0	24,0	160,0
Пост для замены агрегатов грузовых автомобилей	Р637	200	»	600	6000	0,5	16,0	—	64,0	640,0
Стенд для разборки и сборки ГМП автобусов	Р636	300	»	900	9000	0,1	1,0	1,5	10,0	50,0
Гайковерт для гаек колес автобусов и грузовых автомобилей	И330	300	»	900	9000	0,1	1,0	1,8	8,0	64,0
Электроулучшитель для ремонта камер	Ш113	1 раз в месяц	—	900	9000	0,1	3,0	—	24,0	150,0
Стенд для демонтажа и монтажа шин	Ш513	300	—	900	9000	0,2	3,5	—	24,0	160,0

* ЕО для всех видов оборудования выполняется ежедневно.

Т а б л и ц а 17.2. Примерная структура и продолжительность ремонтных циклов технологического оборудования общетехнического назначения (извлечение)

Оборудование	Продолжительность наработки, ч			Структура ремонтного цикла
	ТО	Т	К	
Металлорежущие и другие станки	1 650	3 300	30 000	K-TO-T-TO-T-TO-C-TO-T-TO- T-TO-C-TO-T-TO-T-TO-K
Прессы	750	2 300	14 000	K-TO-TO-T-TO-TO-C-TO-TO-T- TO-C-TO-TO-T-TO-TO-K
Подъемно-транспорт- ное	500	2 700	24 000	K-TO-TO-TO-TO-T-TO-TO-TO- TO-T-TO-TO-TO-C-TO-TO- TO-TO-T-TO-TO-TO-TO-T-TO- TO-TO-TO-C-TO-TO-TO-TO-T- TO-TO-TO-K
Вентиляторы	240	480	4 800	K-TO-TO-T-TO-TO-T-TO-T- TO-TO-T-TO-TO-C-TO-TO-T- TO-TO-T-TO-TO-T-TO-TO-T- TO-TO-K

ского обслуживания, а также рекомендациями автозаводов.

В табл. 17.1 в качестве примера приведены нормативы трудоемкостей и периодичностей ТО и ремонта ряда моделей гаражного оборудования (разработаны НИИАТом и ЦПКТБ «Автоспецоборудование»).

Для оборудования общетехнического назначения регламентируются структура ремонтного цикла, т. е. перечень и последовательность всех выполняемых работ ТО и ремонта

с момента ввода оборудования в эксплуатацию до капитального ремонта или между капитальными ремонтами, а также продолжительность ремонтного цикла, межремонтного периода и периодичности ТО (табл. 17.2).

Трудоемкость обслуживания и ремонта этого оборудования $t_{\text{ТО+Р}}$ определяется умножением численного значения категории сложности ремонта данного вида оборудования NR (табл. 17.3) на удельную трудо-

Таблица 17.3. Категория сложности ремонта (извлечение)

Оборудование	Модель	Единицы ремонтной сложности системы	
		механической и гидравлической NR_m	электрической NR_e

Станки

Вертикально-сверлильные	2А112	3	2
Круглошлифовальные	3150	2,5	8,5
Токарно-винторезные	1А62	10,6	6
	ДИП300	13	5
Дрель электрическая	И29	1	1

Кузнечно-прессовое оборудование

Пневмомолот	МА411	6	3,5
Пресс	М208	8	4

Подъемно-транспортное оборудование

Таль ручная грузоподъемностью до 2 т	—	1	—
Электрокар	ЭК2	2	1,6
Таль электрическая, грузоподъемностью 1 т	—	2	3
Кран однобалочный с электрической талью грузоподъемностью 3 т и пролетом 8—11 м	—	7	10

емкость единиц ТО и ремонта (табл. 17.4), т. е.

$$t_{\text{ТО+Р}} = NR_M t_{(\text{ТО+Р})_M} + NR_E t_{(\text{ТО+Р})_E}, \quad (17.1)$$

где NR_M — единицы ремонтной сложности механической и гидравлической систем оборудования; NR_E — то же, электрической; $t_{(\text{ТО+Р})_M}$ — удельная трудоемкость ТО или ремонта единицы ремонтной сложности механической и гидравлических систем оборудования; $t_{(\text{ТО+Р})_E}$ — то же, электрической.

Например, трудоемкость текущего ремонта токарно-винторезного станка ДИП-300 составит (см. табл. 17.3, 17.4)

$$t_T = 13 \cdot 6,1 + 5 \cdot 1,2 = 85,3 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

Нормы расхода запасных частей и материалов. Для технического обслуживания и ремонта наиболее сложного технологического оборудования (моечное, подъемно-транспортное, диагностическое, регулирующее) устанавливаются номенклатура и нормы расхода запасных частей в штуках на 10 изделий в год, а также нормы расхода (в килограммах на один капитальный ремонт) при капитальном ремонте оборудования для следующих материалов: черные, цветные металлы и сплавы; метизы и электроды; резиноасбестовые материалы; бумажные и электроизоляционные материалы; лакокрасочные материалы; химикаты; кабели и провода; нефтепродукты; кислород, текстильные, технические и кожевенные материалы; прочие материалы.

Для общетехнического оборудования устанавливаются нормы расхода материалов при капитальном ремонте в килограммах на единицу ремонтной сложности технологического оборудования.

Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Монтаж, техническое обслуживание, ремонт и списание технологического оборудования осуществляются службой главного механика (энергетика) автотранспортного предприятия (ОГМ). Главный механик подчиняется главному ин-

Таблица 17.4. Удельная трудоемкость ТО и ремонта единицы ремонтной сложности оборудования, чел.ч

Вид ТО и ремонта	Работы		
	станочные	слесарные	прочие
<i>Механическое оборудование</i>			
Техническое обслуживание	0,1	0,75	—
Текущий ремонт	2,0	4,0	0,1
Средний »	7,0	16,0	0,5
Капитальный »	10,0	23,0	2,0
<i>Электрическое оборудование</i>			
Техническое обслуживание	—	—	0,2
Текущий ремонт	0,2	1,0	—
Средний »	1,0	5,0	1,0
Капитальный »	2,0	11,0	2,0

женеру АТП. Указанная служба обеспечивает планирование и выполнение работ ТО и ремонта технологического оборудования (месячные и годовые планы и графики), ведение необходимой технической и учетной документации (паспорта, инструкции по эксплуатации), составляет отчеты о работе, акты сдачи и приема оборудования, организует комплектацию, обучение и повышение квалификации работников ОГМ, а также обеспечивает безопасность работы оборудования и персонала. Разрабатывает и реализует планы замены и модернизации технологического оборудования, составляет требования на запасные части и материалы, изготавливает детали, необходимые для ремонта оборудования. Ведет учет затрат на техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования.

Штаты службы главного механика определяются видом, сложностью и годовой трудоемкостью работ, выполняемых по обслуживанию технологического оборудования на предприятии. Для этих служб рекомендуются совмещение профессий и коллективные формы организации труда.

В зависимости от необходимого количества работающих образуются ремонтная группа, одна или две

комплексные бригады для ТО и ремонта технологического оборудования.

Примерное соотношение рабочих службы главного механика и энергетика по их квалификации приведено ниже:

Разряд	Слесари-ремонтники, %	Электрики, %
2	20	0
3	35	50
4	25	25
5	15	20
6	5	5

Сложный ремонт технологического оборудования (средний и капитальный), изготовление и восстановление деталей, а также нестандартного оборудования целесообразно централизовать. Для этого организуют централизованные мастерские и выездные бригады, осуществляющие ремонт оборудования на АТП. Перспективным является организация изготовителями технологического оборудования региональных центров по обслуживанию и ремонту и обучению персонала ОГМ.

Вопросы для самоконтроля по третьему разделу

1. Каково значение целевой функции при управлении и принятии решений?

2. Составьте анкету для априорного ранжирования по организационным или технологическим вопросам, решаемым в курсовом или дипломном проекте.

3. Сравните априорное ранжирование и метод Дельфи при принятии решений на уровне ИТС АТП.

4. Приведите примеры принятия решений в условиях определенности. Какой математический аппарат при этом применяется?

5. Как аналитически можно определить вероятности при принятии решений q_i в условиях риска (см. табл. 14.2)? Какие при этом нужны исходные данные и как их получить?

6. Приведите примеры производственных ситуаций, для анализа которых целесообразно применение имитационного моделирования.

7. Постройте схему имитационного моделирования для определения оптимальной периодичности профилактических работ, используя материалы рис. 3.7 и дополнительно учитывая стоимость исполнения профилактических и ремонтных операций.

8. Используя методику расчета возрастной структуры парка и данные формы 13.1, определите производительность среднесписочного автомобиля парка и общую провозную

способность парка W_{Σ} при $i=1, 2 \dots 15$ лет при условии, что годовая производительность автомобиля в зависимости от возраста изменяется следующим образом: до 1 года 100 %; 1—2 года 86 %; 2—3 года 80 %; 3—4 года 75 %; 4—5 лет 60 %.

9. В чем отличие организационной структуры ИТС на уровне отрасли, региона и АТП?

10. Какие дополнительные данные необходимо собрать, чтобы определить последовательность реконструкции АТП, характеристика обеспеченности которого по площадям производственных помещений приведена на рис. 13.3?

11. Какие организационно-производственные формы ИТС АТП лучше соответствуют хозяйственному расчету? Мотивируйте свою оценку.

12. В чем сходство и основное отличие планово-предупредительной системы ТО и ремонта автомобилей и технологического оборудования, используемого для ТО и ремонта?

13. На основе данных, приведенных в гл. 17, определите трудоемкость текущего ремонта станка ДИП300 за наработку до капитального ремонта. То же за год при условии, что годовая наработка составляет 4,3 тыс. ч.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ

Глава 18

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

18.1. ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Материально-техническое обеспечение (МТО) * автомобильного транспорта, являющееся важным фактором дерева систем технической эксплуатации (см. рис. 12.2), представляет собой процесс снабжения автопредприятий подвижным составом, агрегатами, запасными частями, автомобильными шинами, аккумуляторами и материалами, необходимыми для нормальной их работы. Правильная организация МТО играет важную роль в улучшении использования автомобилей посредством поддержания их в исправном состоянии.

Подвижной состав. В настоящее время в стране выпускается около 250 моделей и модификаций автомобильной техники (грузовые и легковые автомобили, автобусы, специализированные автомобили, прицепы и полуприцепы) различных марок: ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ, КрАЗ, КамАЗ, «Урал», БелАЗ, ЛАЗ, ЛиАЗ, ПАЗ, УАЗ, РАФ, ВАЗ, «Москвич», ЗАЗ и др. Кроме того, в народном хозяйстве используется подвижной состав, выпускающийся в странах Восточной Европы: ИФА, АВИА, «Икарус», АЛКА, «Шкода», «Татра», «Жук», «Ныса» и др.

АТП укомплектованы обычно несколькими моделями автомобилей,

и число их в отдельных случаях достигает 20 и более. Своевременный заказ, получение и распределение между АТП новой автомобильной техники — одна из функций материально-технического обеспечения.

Запасные части. На их долю приходится около 70 % номенклатуры изделий и материалов, потребляемых автомобильным транспортом. Номенклатура запасных частей для грузовых и легковых автомобилей, используемых в народном хозяйстве, насчитывает свыше 15 тыс., а для легковых автомобилей населения — около 10 тыс. наименований. Запасные части делятся на: механические детали и узлы, детали и узлы топливной аппаратуры, детали и узлы электрооборудования и приборов, подшипники качения, изделия из стекла, резины, асбеста, войлока и текстиля, пробки, пластмассы, картона и бумаги.

Номенклатурные тетради, по которым АТП заказывают необходимые запасные части, содержат 0,7—0,8 тыс. наименований запасных частей по каждой модели автомобиля. Следовательно, для обеспечения работоспособности 7—10 моделей автомобилей, что характерно для среднего АТП, необходимо располагать номенклатурой, насчитывающей 5—8 тыс. наименований.

Автомобильные шины и аккумуляторы. Эти виды технических изделий не входят в номенклатуру автомобильных запасных частей, поэтому их распределяют и учитывают отдельно.

* В настоящее время используется также синонимичный термин «материально-техническое снабжение» — МТС.

В стране выпускается около сотни моделей различных покрышек и соответствующих им камер для шин легковых и грузовых автомобилей, автобусов и прицепов. Номенклатура используемых на автомобилях аккумуляторных батарей насчитывает более 10 наименований.

Горюче-смазочные материалы. Имеющийся парк автомобилей использует около 60 наименований ГСМ, в том числе: бензины шести марок (А-66, А-72, А-76, АИ-93, АИ-95 и АИ-98), дизельные топлива трех марок (Л, З, А); два вида газообразного топлива (СНГ, СПГ); моторные масла более 10 марок (М-8Б, М-8В₁, М-12Г₁, М-6з/10Г₁ и др.); трансмиссионные масла более 10 марок (ТАД-17и, ТАп-15В, ТСП-14гип и др.); пластичные смазки более 10 марок (солидол С, солидол Ж, смазка 1—13, Констаин-1, Литол-24, Фиол-1 и др.).

Технические жидкости. Общее их число насчитывает около 20 наименований. В зависимости от назначения они подразделяются на: охлаждающие (антифриз марок 40 и 65, тосолы А-40 и А-65); тормозные (БСК, ГТЖ-22М, «Нева»); для гидроподъемных систем (И-22А, И-30А, И-12А, АУ, АМГ-10, МВП); амортизаторные (АЖ-16, АЖ-12Т, МГП-10); пусковые (Холод-Д40, НИИАТ ПЖ-25, «Арктика»).

Лакокрасочные материалы. Для поддержания надлежащего внешнего вида автомобилей и защиты окрашенных поверхностей от коррозии применяются лакокрасочные материалы (лаки, краски, грунтовки, шпатлевки, растворители и т. д.), насчитывающие более сотни наименований.

Технологическое оборудование. Уборочно-моечное, подъемно-транспортное, смазочно-заправочное, диагностическое, ремонтное и другое оборудование, а также специальный инструмент, применяемый при проведении ТО и ремонта подвижного состава, насчитывают 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 материалы (провода, электродвигатели, трансформаторы, пускатели, предохранители, щиты распределительные, лампы накаливания и дневного освещения и т. д.); москательные товары и 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, для обеспечения бесперебойной работы автомобильного транспорта необходимо иметь в наличии несколько тысяч наименований разнообразных изделий и материалов. Работникам МТО, осуществляющим снабжение АТП, необходимо их заблаговременно и в нужном количестве заказать, вовремя получить, правильно распределить и бережно хранить. Именно к этому и сводятся задачи МТО.

18.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ

Всю совокупность факторов, определяющих потребность в запасных частях, обычно делят на четыре группы: конструктивные, эксплуатационные, технологические и организационные (рис. 18.1).

В число конструктивных факторов входят уровни надежности, сложности и унификации конструкции. Как следует из формул 3.14 и 3.15,

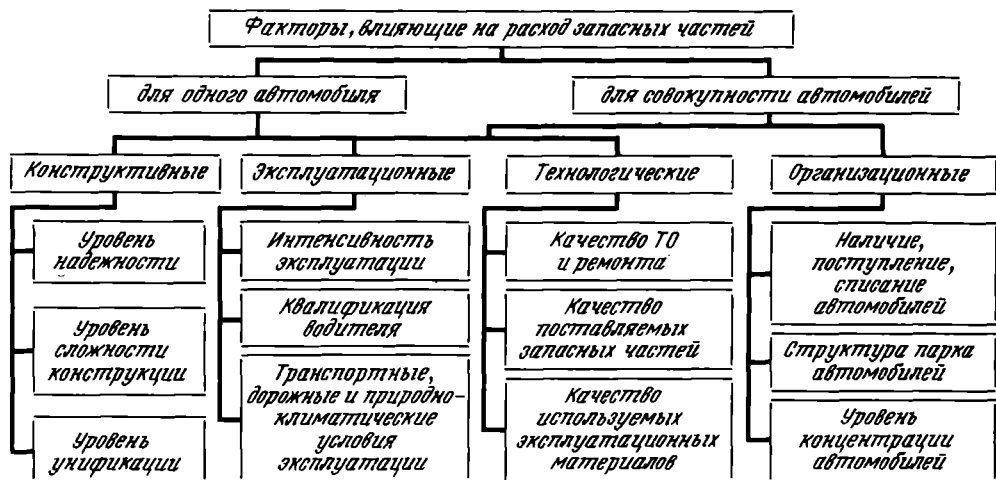


Рис. 18.1. Классификация факторов, влияющих на расход автомобильных запасных частей

потребность в запасных частях возрастает при снижении надежности автомобилей.

Кроме того, расход запасных частей существенно зависит от пробега автомобилей. Как следует из табл. 18.1, накопленные с начала эксплуатации затраты на запасные части при пробеге 250—300 тыс. км в десятки раз больше, чем в начальный период эксплуатации.

По мере увеличения пробега наблюдается расширение в несколько раз номенклатуры запасных частей, расходуемых на поддержание работоспособности автомобилей. Уже на третьем году эксплуатации она в 2—3 раза больше, чем в первый год, что обусловлено выходом из строя большего количества деталей по мере «старения» автомобилей (табл. 18.2).

Наличие на АТП разномарочного парка автомобилей, имеющих разный пробег с начала эксплуатации, а именно это имеет место на практике, значительно осложняет МТО.

Развитие автомобилестроения характеризуется значительным улучшением технико-экономических показателей автомобилей. Достигается это в основном за счет постоянного усложнения конструкции и, следовательно, увеличения номенклатуры

Таблица 18.1. Зависимость накопленных затрат на запасные части от пробега, %

Автомобили	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
ЗИЛ-130	1	4	12,5	33	60	100
ГАЗ-53А	0,7	3	9	28	53	90
КамАЗ-5320	2	7	26	65	115	190
ЛиАЗ-677М	3,5	15	38	92	172	290

конструктивных элементов, что также осложняет МТО.

Одним из основных направлений сокращения темпов роста номенклатуры конструктивных элементов автомобилей является широкая их унификация. Однако этот фактор используется еще не в полной мере — уровень межзаводской унификации не превышает 20 %.

Таблица 18.2. Зависимость номенклатуры запасных частей, расходуемых на ремонт, от пробега, шт.

Автомобили	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
ГАЗ-24	45	70	92	120	148	176
Икарус-260	60	125	175	200	230	265

Таблица 18.3. Зависимость накопленных затрат на запасные части автомобилей ЗИЛ-130 для различных категорий условий эксплуатации, %

Категория условий эксплуатации	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
1	1	4	12,5	33	60	100 (условно)
4	1,5	5	15	38	70	125
5	5	12	31	73	135	225

В число эксплуатационных факторов, влияющих на расход запчастей, входят: интенсивность эксплуатации, квалификация водителя, транспортные, дорожные (табл. 18.3) и природно-климатические условия (табл. 18.4).

В числе технологических факторов существенное влияние на расход запасных частей оказывают качество ТО и ремонта автомобилей, качество поставляемых запасных частей и используемых эксплуатационных материалов, а в числе организационных — наличие, поступление и списание подвижного состава, структура парка подвижного состава и уровень его концентрации на АТП.

Из изложенного следует, что подвижной состав на АТП имеет значительные вариации по пробегу, количеству моделей, условиям эксплуатации, климату, уровню подготовки водителей и т. д. Поэтому при организации МТО определение потребности, нормирование расхода и распределение запасных частей необходимо вести с учетом влияния ука-

занных выше факторов. Однако сделать это в условиях АТП достаточно сложно.

Именно этим обстоятельством объясняется существующая практика определения потребности в запасных частях на основе единых норм расхода, рассчитанных на основе средних значений надежности деталей (см. разд. 3.4, формулы 3.13—3.15). Для определения верхнего уровня потребности в запасных частях для АТП, АТО, ТПОАТ перемножают норму расхода каждой детали на наличный помодельный парк автомобилей. При этом влияние указанных выше факторов учитывается не в полной мере. Для повышения точности расчета Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта предусмотрены коэффициенты корректирования расхода запасных частей в зависимости от условий эксплуатации (K_1), модификации подвижного состава и организации его работы (K_2), природно-климатических условий (K_3).

18.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ И МАТЕРИАЛАМИ

В стране функционирует общегосударственная система материально-технического обеспечения, которая обслуживает потребителей независимо от их ведомственной принадлежности.

Руководство этой системой осуществляет Государственный комитет Совета Министров СССР по материально-техническому снабжению (Госснаб СССР). Свою деятельность Госснаб СССР осуществляет через подведомственные ему центральные и территориальные органы снабжения и сбыта (рис. 18.2).

Межотраслевые комплексы (существует 10 таких комплексов: сводно-экономический, управления территориальной системой Госснаба, ресурсосбережения, машиностроительный, металлургический, топливно-энерге-

Таблица 18.4. Зависимость накопленных затрат на запасные части автомобилей ЗИЛ-130 от природно-климатических условий, %

Климатический район	Пробег с начала эксплуатации, тыс. км					
	50	100	150	200	250	300
Умеренный	1	4	12,5	33	60	100 (условно)
Холодный	4,5	9,5	25	59	102	160

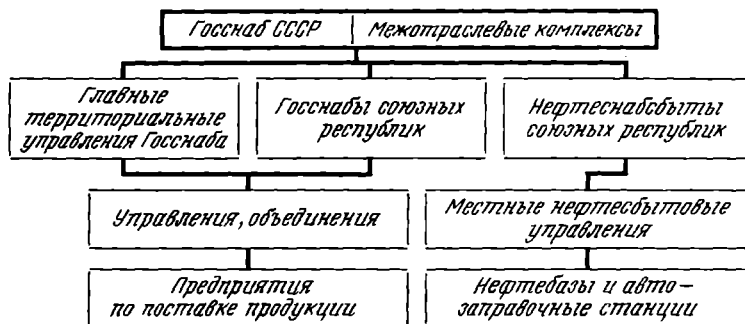


Рис. 18.2. Структура органов Госснаба СССР

тический, агропромышленный, химико-лесной, строительный, материально-технического обеспечения социальной сферы) организуют обеспечение народного хозяйства ресурсами и продукцией производственно-технического назначения, производимой различными министерствами и ведомствами, а также поступающей по импорту.

Территориальные органы снабжения (госснабы союзных республик, главные территориальные управления — ГТУ) осуществляют реализацию материальных ресурсов, выделенных предприятиям и стройкам, находящимся в районе их деятельности, независимо от их подчиненности, и контролируют правильность использования и хранения ими материальных ресурсов. Они руководят специализированными и универсальными снабженческо-сбытовыми управлениями и предприятиями (базами, складами, магазинами), расположенными в районах и областях.

В общегосударственную систему материально-технического обеспечения входит сеть органов нефтеснабжения, которая состоит из республиканских главных управлений по снабжению и сбыту нефтепродуктов, находящихся в двойном подчинении — Советам Министров республик и Госснабу СССР, и подведомственных им территориальных управлений, распределительных нефтебаз, автозаправочных станций, обслуживающих всех потребителей независимо от их ведомственной принад-

лежности, и владельцев транспортных средств.

Кроме того, в ряде министерств и ведомств, например в миавтотрансах союзных республик, частично сохранились *ведомственные системы материально-технического снабжения*. Они имеют свои базы, склады и конторы и обладают определенной самостоятельностью в обеспечении производственно-технической продукции подведомственных предприятий, но сами обеспечиваются материальными ресурсами через общегосударственную систему МТО (рис. 18.3).

В начале 80-х годов к указанным системам МТО прибавилась *фирменная*: запасные части к автомобилям КамАЗ и БелАЗ поступают на АТП через фирменные системы обеспечения, т. е. обеспечение потребителей осуществляется по прямым связям автозавода с АТП.

В систему КамАЗ входят: управление производственной фирмы «КамАЗавтоцентр», центральный склад запасных частей, авторемонтный завод на 100 тыс. капитальных ремонтов двигателей и других агрегатов автомобилей КамАЗ и 177 автоцентров, расположенных в большинстве областей страны. Автоцентры получают запасные части и отремонтированные агрегаты на центральном складе производственной фирмы «КамАЗавтоцентр» и выдают их со своего склада по заявкам АТП, расположенных в области, независимо от их ведомственной подчиненности (см. рис. 18.3).

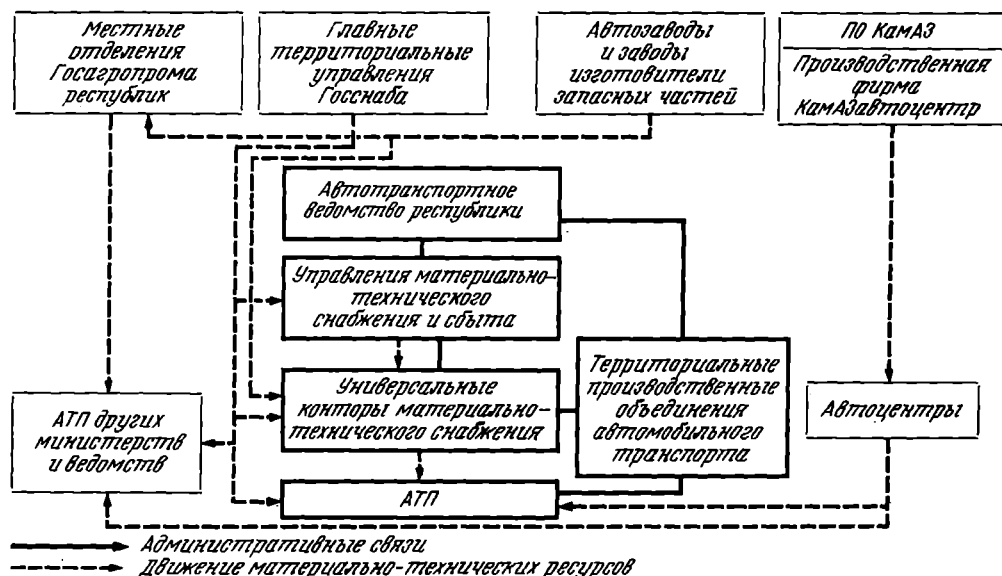


Рис. 18.3. Схема обеспечения АТП подвижным составом, запасными частями, материалами и оборудованием

Действующий в стране порядок планирования, распределения и реализации запасных частей и материалов, потребляемых автомобильным транспортом, сводится к следующему.

По важнейшим фондируемым видам продукции (подвижной состав, оборудование, металлы, шины, аккумуляторы, подшипники, метизы, стройматериалы и др.) планирова-

ние, т. е. определение потребности и планов производства осуществляет Госплан СССР, а выдачу фондов на ее получение различным министерствам и ведомствам, эксплуатирующим автомобильный транспорт, осуществляет Госснаб СССР.

В свою очередь министерства и ведомства распределяют полученные фонды между своими предприятиями.

Таблица 18.5. Детали и сборочные единицы, поставляемые в запасные части к автомобилям
турно-справочной

Код ОКП (отраслевой классификатор продукции)	Код ЕОКТ (единый отраслевой кодификатор товаров)	Обозначение или номер стандарта	Наименование	Цена за 1 шт., руб. коп.
Группа 10. Двигатель				
45 6422 0441	150710117	52-01-1013010-02	Масляный радиатор в сборе	2—40
45 6421 0338	15710119	53-1013095	Клапан масляного радиатора в сборе	0—42
Группа 17. Коробка передач				
45 3311 0529	150717070	53А-1700010-02	Коробка передач в сборе	78—00
45 3116 0423	150717007	66-1701015-А	Картер коробки передач	11—80
45 3115 2402	150717080	52-1701030-20	Вал первичный коробки передач	4—40

ми и организациями. Реализация выделенных фондов, т. е. получение автопредприятиями выделенной им продукции, осуществляется через ГТУ Госснаба СССР.

Планирование производства по остальной номенклатуре, включающей в основном запасные части и называемой *централизованно распределяемой*, осуществляет Госснаб СССР. Он же распределяет между министерствами и ведомствами фонды на запасные части к автобусам, грузовым и легковым автомобилям и реализует их автотранспортным предприятиям различных министерств через Главное территориальное управление или республиканские и областные отделения госагропромов республик. В порядке исключения годовые фонды запасных частей могут передаваться так называемым централизованным потребителям — крупным министерствам, имеющим свою товаропроводящую сеть.

Таким образом, в зависимости от установленного порядка планирования, распределения и реализации фондов, запасные части и материалы поступают на АТП по каналам общегосударственной товаропроводящей сети (ГТУ Госснаба СССР), товаропроводящей сети госагропромов (областные и районные отделы

ния) и фирменной товаропроводящей сети Камского и Белорусского автомобильных заводов.

Основными задачами материально-технического снабжения АТП являются: своевременное и в требуемом количестве и номенклатуре обеспечение предприятия всеми материалами, необходимыми для бесперебойной работы подвижного состава; создание условий наилучшего сохранения находящихся на складе материалов, запасных частей и агрегатов; увеличение скорости оборота складских запасов; экономное расходование материалов.

Решение указанных задач осуществляет *отдел материально-технического снабжения (ОМТС)* автопредприятия. Возглавляет его начальник, которому подчинены работники отдела, основного материального склада и склада ГСМ, а сам он подчиняется директору или главному инженеру АТП.

ОМТС на основании имеющегося опыта и расчетов определяет потребность в запасных частях и материалах, составляет заявки и направляет их в отдел МТС управления или объединения, в которое входит данное АТП, получает фонды на выделенные материальные ценности, составляет план материально-техниче-

ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ГАЗ-66-01, ПАЗ-3201, ГАЗ-52-01, ГАЗ-52-04, ГАЗ-52-06 (фрагмент номенклатуры)

Количество деталей на 1 машину							Норма расхода на 100 машин в год						
ГАЗ-53А	ГАЗ-53-12	ГАЗ-66-01	ПАЗ-3201	ГАЗ-52-01	ГАЗ-52-04	ГАЗ-52-06	ГАЗ-53А	ГАЗ-53-12	ГАЗ-66-01	ПАЗ-3201	ГАЗ-52-01	ГАЗ-52-04	ГАЗ-52-06
—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	5	5	5
1	—	—	1	—	—	—	2	2	—	4	—	—	—
1	—	—	—	1	—	—	0,7	0,7	—	—	—	—	—
—	—	1	1	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
1	—	1	1	1	—	—	15	15	15	20	—	—	—

ского снабжения по маркам подвижного состава, размерам шин, видам топлива, обеспечивает их получение, доставку и правильное хранение. Основной функцией ОМТС являются оперативная работа по реализации выделенных фондов и завоз материалов на склады АТП.

Определение годовой потребности автотранспортных предприятий в запасных частях производится с помощью номенклатурных тетрадей, которые включают перечни деталей, выпускаемых в качестве запасных частей по каждой модели автомобиля, номера деталей по каталогу, их применяемость и нормы расхода в штуках на 100 автомобилей в год (табл. 18.5). Они ежегодно выпускаются Госнабмом СССР и заблаговременно рассылаются потребителям.

Потребность в других материалах для ремонтно-эксплуатационных нужд определяется на основе прогрессивных норм расхода материалов, например Норм расхода материалов и инструментов на ТО и ТР автомобилей КамАЗ.

Потребность в материальных ресурсах для капитального строительства и реконструкции — на основе норм расхода материалов на 1 млн. руб. строительно-монтажных работ.

Получение АТП материальных ценностей происходит по следующей

схеме. Если госагропром республики передал министерству или ведомству годовые фонды на запасные части, то соответствующие ведомственные органы МТО, например, в РСФСР универсальные конторы материально-технического снабжения (УКМТС), получают по этим фондам детали на заводах-изготовителях и концентрируют их на своем складе, а затем централизованно доставляют в соответствии с заявками на каждое АТП (см. рис. 18.3). В УКМТС концентрируются также другие материальные ценности, получаемые в ГТУ Госнаба СССР, на базах Госкомнефтепродукта и в управлениях материально-технического снабжения и сбыта (УМТСиС).

В случае, когда АТП принадлежат министерствам и ведомствам, не имеющим своей ведомственной системы МТО, они получают запасные части к грузовым и легковым автомобилям в порядке свободной продажи их через торговые организации госагропрома республики. Для этого они закрепляются за базой госагропрома, в зоне действия которой находятся, и покупают там необходимые запасные части по мере их поступления. Остальные материальные ценности эти автотранспортные предприятия получают в ГТУ, на базах госкомнефтепродукта и в автоцентрах КамАЗа.

Глава 19

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

19.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ И ОБЪЕМОВ ХРАНЕНИЯ АГРЕГАТОВ, УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ НА СКЛАДАХ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ

В предыдущей главе рассмотрены вопросы планирования, определения потребности и распределения запасных частей и материалов. Очевидно, что хранить все детали, выпускающиеся в качестве запасных частей, непосредственно на АТП не рацио-

нально. Это приведет к значительному увеличению суммы запасов, росту складских площадей и, самое главное, к неэффективному использованию запасов — большая их часть останется лежать «мертвым» грузом на АТП. С другой стороны, поскольку выход деталей из строя носит случайный характер, то теоретически в любой момент времени на АТП может понадобиться любая из выпускающихся запасных частей.

Изучение отечественного и зарубежного опыта организации МТО показало, что решается эта сложная задача путем применения складского способа продвижения продукции производственно-технического назначения от изготовителей к потребителям, заключающегося в централизации различных по номенклатуре и объему запасов на складах различных уровней. На складах АТП хранят только самые «ходовые» детали, и запасы их минимальны. На складах следующего уровня хранимая номенклатура шире, а запасы по каждому наименованию больше и т. д. И, наконец, вся номенклатура запасных частей и самые большие запасы по каждому наименованию деталей хранятся на центральном складе, например, завода-изготовителя данного автомобиля.

Между складами установлена оперативная связь и по мере необходимости детали нужной номенклатуры со склада высшего уровня передаются на склад низшего уровня, поддерживая тем самым минимальный, необходимый для удовлетворения спроса запас на каждом из них.

Преимуществом складской формы является то, что она создает все необходимые предпосылки для достижения комплектности материально-технического снабжения. Во-первых, АТП в этом случае получают большую часть необходимых деталей не от нескольких поставщиков, а от одного, что дает возможность точно согласовать сроки их поставки. Во-вторых, получение тех или иных видов материальных ценностей относительно независимо от сроков их изготовления заводом-изготовителем, что дает возможность планировать завоз в строгом соответствии с потребностью АТП.

Способ определения номенклатуры и объемов запасных частей, которые следует хранить на каждом складе, и процесс поддержания этих запасов на оптимальном уровне, принято называть *управлением запасами*. Процесс управления запасами на складах разного уровня осуществ-

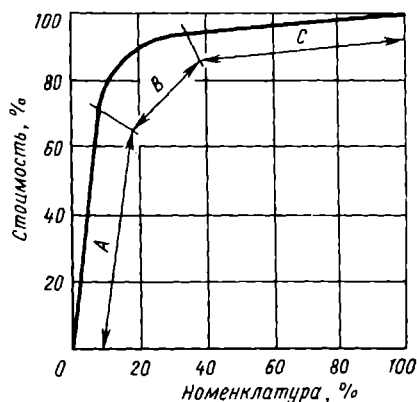


Рис. 19.1. График для анализа взаимосвязи номенклатуры и стоимости деталей и материалов

ляется различными методами. В основу наиболее распространенного положено деление всей номенклатуры запасных частей для каждой модели автомобиля по частоте спроса на группы, например, А, В и С.

Первая группа (детали высокого спроса) включает около 10 % общей номенклатуры запасных частей (100—150 наименований). Ими удовлетворяется около 85 % заказов потребителей, а стоимость составляет около 70 % стоимости всей номенклатуры. Именно эти детали чаще всего выходят из строя и заменой их на АТП устраняют большую часть неисправностей.

Вторая группа (детали среднего спроса) включает 15 % общей номенклатуры, но ими удовлетворяется только 10 % спроса на запасные части, а стоимость не превышает 20 %.

Третья группа (детали редкого спроса) включает 75 % общей номенклатуры (600—700 наименований). Ими удовлетворяется всего 5 % спроса на запасные части, а стоимость не превышает 10 %.

Определение немногочисленных по номенклатуре, но важных по расходу и стоимости деталей и материалов (группа А) и деталей, которые следует отнести к группам В и С, производится с помощью графика, приведенного на рис. 19.1.

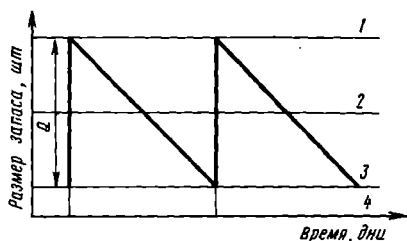


Рис. 19.2. Регулирование уровня запасов: 1 — максимальный уровень запасов; 2 — средний уровень; 3 — минимальный (резервный) уровень; 4 — нулевой уровень запаса

В соответствии с указанным распределением деталей по группам организуется и система обеспечения запасными частями.

На АТП (или в непосредственной близости от них) хранят в основном детали группы А, что позволяет оперативно устранять большую часть возникающих отказов. Детали группы В, которые требуются гораздо реже, хранят на складе более высокого уровня, например районном складе госагропрома, создав там их минимальный, но достаточный для удовлетворения спроса всех АТП запас. В случае, когда та или другая деталь группы В потребуется АТП, ее можно получить с этого склада.

Тем более нет необходимости хранить на АТП детали группы С. Достаточно сконцентрировать их минимальные запасы на складах высших уровней и, периодически пополняя их, всегда иметь в наличии необходимое количество деталей этой группы.

В связи с колебанием спроса, особенно на низших уровнях системы снабжения, необходимы резервные запасы, превышающие средний спрос в единицу времени. Для определения величины запаса и момента заказа применяются различные методы — от простейших таблиц спроса до сложных экономико-математических расчетов с помощью ЭВМ.

Экономико-математические методы основаны на определении таких оптимальных размеров и периодичности заказа, при которых стоимость получения и хранения одной детали

является минимальной. Входными данными для определения размера и периодичности заказа служат: годовая потребность V в деталях в стоимостном выражении; издержки S , связанные с оформлением и получением заказа; издержки C по содержанию единицы запаса.

Если одновременно заказать всю годовую потребность в деталях, то стоимость оформления и доставка заказа будут на единицу заказа минимальные, а затраты, связанные с хранением, максимальные. Например, при годовой потребности в 300 деталей и одновременном их заказе в течение года запас будет изменяться от максимального (рис. 19.2), равного 300, до минимального, равного (за вычетом страхового запаса) нулю. При этом издержки хранения будут определяться средним уровнем запаса, равного 150 деталям.

Если размер заказа сократить в 10 раз (до 30 деталей), то издержки хранения будут определяться новым средним размером — 15 деталей, т. е. сократятся, а затраты, связанные с оформлением и доставкой заказа, увеличатся (вместо одного — 10 заказов).

Стандартный размер заказа Q в первом приближении можно определить по формуле:

$$Q = \sqrt{2VS/C}.$$

Таким образом, опыт организации МТО показал, что в основе рациональной системы снабжения автопредприятий запасными частями и материалами должен лежать принцип управления запасами, а не принцип их распределения, который, к сожалению, используется в настоящее время на всех уровнях существующей системы МТО.

19.2. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА АТП

В общем стоимостном объеме производственных запасов АТП запасные части и агрегаты составляют

40—60 %, материалы 10—12 %, шины 8—15 %, топливо 4—8 %, инструмент, инвентарь и спецодежда 15—28 %.

Запасные части и материалы хранят в закрытых складах на многоярусных стеллажах или в шкафах. Агрегаты автомобиля хранят на стеллажах или устанавливают на деревянном настиле пола.

Номенклатура хранимых на АТП технических изделий и материалов достигает 3500 наименований. Обычно их разбивают на 10 основных групп: металлы, инструменты и приспособления, электротехнические материалы, скобяные товары, москательные товары и химикаты, ремонтно-строительные материалы, вспомогательные материалы, спецодежда, станки и принадлежности к ним, разные материалы. Для удобства работы склада 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 имеет определенный трех- или четырехзначный номер, который полностью его характеризует и дает возможность расположить материалы на складе в определенной последовательности. Такая классификация материальных ценностей носит название лестничной и широко применяется на складах АТП.

Изделия и материалы располагают на специальных стеллажах, позволяющих быстро отыскивать то, что необходимо для производства.

Металлы в прутках хранят на многоярусных стеллажах в горизонтальном положении, а в случае если их диаметр более 100 мм — на низких роликовых стендах. Листовые металлы — в кипах или в вертикальном положении в клетках стеллажей.

Легковоспламеняющиеся материалы и кислоты (лаки, краски, серная и соляная кислоты) хранят в огнестойком помещении, изолированном

от остальных помещений. Бутили с кислотой располагают отдельно в отгороженном помещении в специальной мягкой таре.

Промежуточные склады устраивают в крупных цехах АТП для ускорения получения необходимых материалов и деталей.

Монтажный, режущий, контрольно-измерительный инструмент и приспособления хранят в инструментально-раздаточной кладовой. Здесь же осуществляют их мелкий ремонт, например заточку. Инструменты хранят в многоярусных клеточных стеллажах так, чтобы каждый номенклатурный номер имел свою отдельную ячейку.

Кладовая водительского инструмента служит для хранения и выдачи инструмента, закрепленного за автомобилем. Кроме того, здесь проверяют комплектность и техническое состояние инструментов и сдают неисправные в ремонт.

Инструменты хранятся в стандартных ящиках или брезентовых сумках на клеточных стеллажах с числом ячеек, соответствующим числу автомобилей. На каждый автомобиль заводят инструментальную книжку, в которую записывают все инструменты, выданные на автомобиль.

В такелажной кладовой хранят и выдают погрузочный инвентарь (брезенты, веревки, цепи, ломы, лопаты), а также выполняют его просушку и ремонт, учет и пополнение необходимого комплекта. Для хранения такелажа применяют полочные многоярусные стеллажи, а для его сушки устраивают сушильные отделения с вешалками.

Склад утиля принимает от производства негодное имущество и материалы и сдает их соответствующим организациям для вторичного использования.

Шины и другие резинотехнические изделия и материалы хранят на специальных складах, желательно в подвальных или полуподвальных помещениях, температура в которых должна поддерживаться в пределах минус 10 — плюс 20 °С, а относительно

ная влажность 50—60 %. Помещения для хранения шин должны быть защищены от дневного света, для чего в окна вставляют специальные стекла. На складах для хранения резиновых материалов не допускается хранение материалов, отрицательно действующих на резину: керосина, бензина, скипидара, масла.

Покрышки хранятся на деревянных или металлических стеллажах в вертикальном положении и располагаются от отопительных приборов на расстоянии не менее 1 м. При долгосрочном хранении покрышки необходимо периодически (раз в квартал) поворачивать, меняя точку опоры. Складывать покрышки в штабеля не допускается. Камеры хранятся на специальных вешалках с полукруглой полкой слегка накаченными, припудренными тальком или вложенными в новые покрышки. Периодически (через 1—2 мес) камеры также поворачивают, меняя точки опоры.

Сырую резину, применяющуюся при ремонте, хранят в рулонах, подвешенных за деревянный сердечник, на полках стеллажей, а толстую пластичную резину — в раскатанном виде. Клей для ремонта хранят в закрытой стеклянной посуде.

Таким образом, на любом АТП должны функционировать как минимум три склада: основной материальный склад (запасные части, материалы, имущество), специализированный склад для приема, хранения и выдачи ГСМ; склад утиля. Основной склад должен иметь в своем составе секции для шин, лакокрасочных материалов и других химикатов, хранение которых должно быть организовано в соответствии со специальными правилами.

Номенклатура хранимых агрегатов, узлов и дегалей, а также уровни их запасов на складах АТП зависят от типа подвижного состава, условий работы автопредприятия, системы управления запасами и в общем случае определяются в соответствии с рекомендациями Положения о техническом обслуживании и ремонте

подвижного состава автомобильного транспорта. (Нормативы количества оборотных агрегатов и узлов на АТП приведены в табл. 2.5 и в прил. 8 Положения.) Оборотный фонд создается и поддерживается за счет поступления новых и отремонтированных агрегатов и узлов, в том числе и оприходованных со списанных автомобилей, и корректируется на основе информации, получаемой в процессе функционирования системы управления запасами в масштабах объединения, в которое входит данное АТП. При этом необходимо обязательно учитывать следующее ограничение — стоимость всех запасных частей и материалов, хранимых на АТП, по верхнему уровню запаса не должна превышать норматива оборотных средств по этой статье.

19.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА И РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЯХ

Функции подготовки производства в автотранспортном объединении выполняют диспетчерский отдел или так называемый комплекс подготовки производства (КПП) и отдел материально-технического снабжения (ОМТС). Схема размещения и движения запасов и ремонтного фонда применительно к АТО приведена на рис. 19.3.

В АТО имеются три вида складов: центральный, промежуточный, склады филиалов. На центральном складе объединения хранятся запасы по всей необходимой номенклатуре материальных ценностей, которые пополняются за счет поступлений с баз ГТУ Госснаба СССР, Госагропрома республики, Главнефтеснабсбыта и автоцентра КамАЗ. Планирование номенклатуры, объемов и сроков поставок, а также контакты с поставщиками осуществляет отдел МТС АТО.

На промежуточном складе хранятся запасы агрегатов, узлов и дегалей, отремонтированных или из-

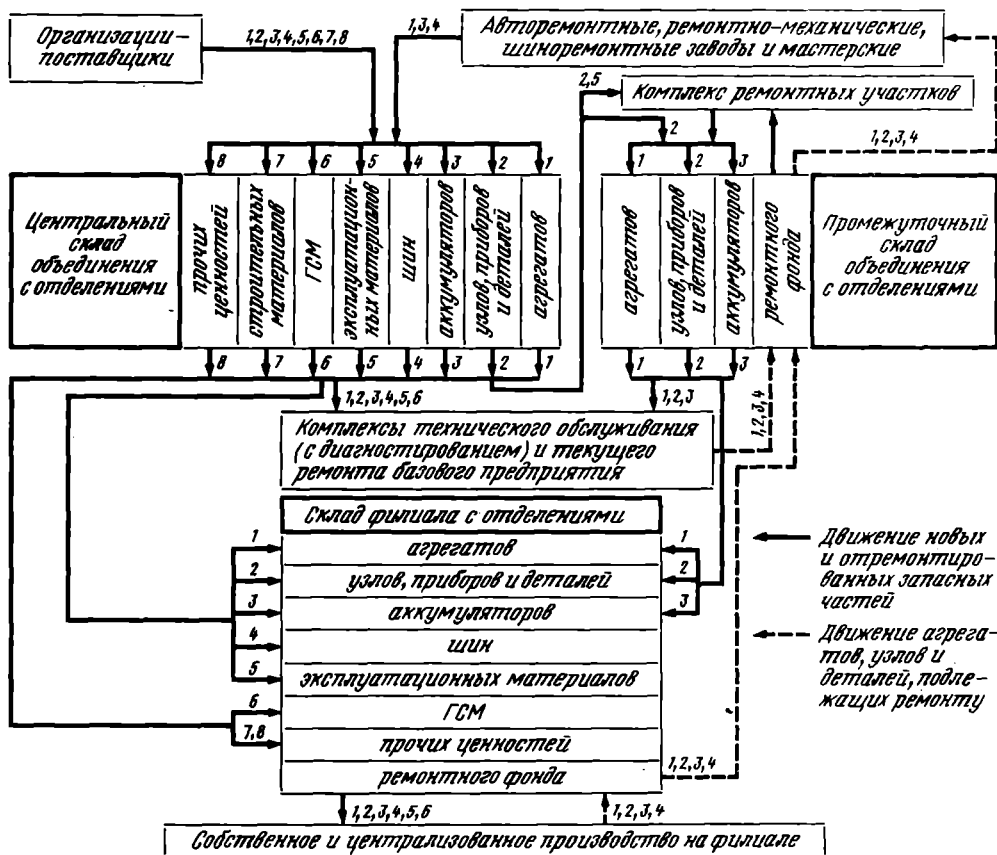


Рис. 19.3. Схема размещения и движения запасов и ремонтного фонда в АТО:

1 — агрегаты; 2 — узлы, приборы и детали; 3 — аккумуляторы; 4 — шины; 5 — эксплуатационные материалы; 6 — ГСМ; 7 — строительные материалы; 8 — прочие ценности

готовленных в комплексе ремонтных участков (РУ) объединения, а также агрегаты, шины, аккумуляторы и другие узлы, отремонтированные по внешней кооперации на авторемонтных (АРЗ) и шиноремонтных (ШРЗ) заводах. Размеры запасов промежуточного склада устанавливаются исходя из потребности базового предприятия автотранспортного объединения и филиалов.

Центральный и промежуточный склады находятся обычно на территории базового предприятия объединения. Подразделения базового предприятия, проводящие ТО и ТР подвижного состава (комплексы ТО и ТР), обеспечиваются запасными частями и материалами, поступающими с центрального склада, и от-

ремонтированными агрегатами, узлами и деталями — с промежуточного. Размеры запасов на указанных складах определяются в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

На складах филиалов хранятся запасы по номенклатуре, соответствующие перечню выполняемых ими работ. Размеры запасов устанавливаются исходя из потребности производства и периодичности их пополнения. Последнее осуществляется с центрального и промежуточного складов АТО.

Основой бесперебойного материально-технического обеспечения производства являются контроль за состоянием запасов и своевременное их регулирование. Движение запас-

ных частей при этом осуществляется по определенной схеме (см. рис. 19.3).

На филиалах комплектование и доставку запасных частей и материалов к рабочим местам осуществляют участки подготовки производства филиала по распоряжениям диспетчера управления производством филиала. Снятые неисправные агрегаты, узлы и детали доставляются на склад филиала для подготовки к отправке в ремонт.

Ежесменно техник-оператор АТО получает со складов филиалов информацию о расходе запасных частей и материалов по тем наименованиям, размер запаса которых находится ниже установленного уровня. Эта информация передается участку комплектации АТО, который ежедневно или с другой периодичностью на основании полученной информации комплектует партию запчастей и материалов для доставки их на филиалы.

Транспортный участок комплекса подготовки производства (КПП) централизованно доставляет запчасти и материалы на специальном автомобиле в филиалы. Доставленные запчасти и материалы передаются на склады филиала в установленном порядке и в обмен получают агрегаты, узлы, приборы и детали, подлежащие ремонту. Последние доставляются на базовое предприятие и сдаются в комплекс ремонтных участков. Готовая продукция РУ идет на пополнение промежуточного склада АТО и складов филиалов.

Организация поставки подвижного состава в капитальный ремонт. Планирование поставки автомобилей в КР осуществляется отделом планирования производства АТО. В соответствии с планом поставки в установленные дни водитель-перегонщик транспортного участка АТО доставляет из филиала на базовое предприятие автомобиль, полностью отвечающий требованиям сдачи в КР. С автомобилем поступает акт о его комплектности и техническом состоянии, составленный комиссией филиала.

На базовом предприятии автомобили принимаются работниками службы технического контроля, при необходимости доукомплектовываются и сдаются в транспортный участок для транспортировки на АРЗ. Транспортировка осуществляется специальным перегонщиком транспортного участка в соответствии с графиком, согласованным с АРЗ. Автомобили, полученные на АРЗ, по согласованию с руководством объединения доставляются непосредственно на филиалы. При центральной поставке подвижного состава в КР, выполняемой АРЗ, автомобили, поступившие на базовое предприятие для отправки в ремонт, сдаются представителю завода в обмен на доставленные им отремонтированные.

Списываемые в установленном порядке автомобили независимо от принадлежности тому или иному филиалу доставляются на базовое предприятие. На моечно-дефектовочном участке осуществляются разборка автомобиля, мойка отдельных деталей и их дефектация. После сортировки деталей на годные для использования, подлежащие реставрации и негодные они транспортируются соответственно на промежуточный склад, передаются на РУ и к месту накопления металлолома.

Организация ремонта и обмена инструмента. На центральном складе объединения организуется отделение для хранения новых инструментов, съемников и приспособлений. Необходимые запасы новых инструментов и приспособлений, а также восстановленных инструментальным участком, хранятся в аналогичных отделениях складов филиалов и промежуточном складе. Инструмент постоянного пользования выдается рабочим через инструментально-раздаточные кладовые инструментального участка. В филиалах пополнение инструментально-раздаточных кладовых осуществляется со складов филиалов, а на базовом предприятии — с центрального склада. Инструмент временного пользования,

являющийся общим для нескольких рабочих и бригад, выдается по *маркам* через инструментально-раздаточные кладовые. Неисправный инструмент сдается рабочими в инструментальные кладовые при ежедневном возврате всего инструмента. Инструмент и приспособления, подлежащие централизованному ремонту, доставляются в инструментальный участок комплекса подготовки производства АТО. Отремонтированный инструмент из инструментального участка поступает в инструментальные кладовые центрального производства и филиалов.

Запасы инструмента пополняются новыми с центрального склада или отремонтированными с инструментального участка. Запасы инструментального отделения филиалов пополняются новым и отремонтированным инструментом только через инструментальный участок КПП.

Комплектование партий инструмента для отправки на филиалы осуществляется инструментальным участком КПП АТО, а доставка на филиалы, которая производится централизованно совместно с запчастями и материалами, — участком комплектации.

Управление запасами в территориальном объединении автомобильного транспорта. Необходимость повышения эффективности работы автомобильного транспорта потребовала дальнейшего развития производственно-технической базы на уровне территориального производственного объединения автомобильного транспорта. В связи с этим в минавтотрансах союзных республик осуществляется комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих переход от автономного функционирования технической службы каждого АТП к созданию региональных кооперированных систем поддержания работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта на индустриальной основе с централизацией функций подготовки, обеспечения и управления производством.

Для этого в ТПОАТ создаются централизованные специализированные производства (ЦСП) для ТО и ТР автомобилей, принадлежащих АТП, входящим в ТПОАТ. Характерным примером таких ЦСП являются производственно-технические комбинаты (ПТК) для ТО и ТР автомобилей КамАЗ, ЦСП по восстановлению изношенных деталей и изготовлению запасных частей, ЦСП по ремонту узлов и агрегатов.

В условиях концентрации, специализации и кооперации производства ТО и ремонта роль МТО на уровне ТПОАТ качественно меняется. Оно должно обеспечить надежное взаимодействие по кооперированным поставкам между ЦСП и АТП; предупредить возникновение дефицита и образование сверхнормативных запасов; свести к минимуму простой подвижного состава из-за отсутствия запасных частей; сократить издержки на хранение запасных частей и материалов. Для этого необходимы концентрация складского хозяйства и перевод службы МТО на режим управления запасами.

В связи с этим в системе МТО ТПОАТ создаются: центральный склад, на котором хранятся централизованные запасы новых деталей; промежуточный склад, на котором хранятся отремонтированные агрегаты, узлы и детали; подразделение, осуществляющее централизованное управление запасами; группа централизованной доставки запчастей и сбора ремфонда. Схема размещения и движения запасов и ремонтного фонда аналогична приведенной на рис. 19.3.

Пополнение запасов центрального склада ТПОАТ осуществляется за счет поступлений с баз ГТУ Госснаба СССР, Госагропрома республики, Главнефтеснабсыта и автоцентра КамАЗ. Планирование номенклатуры, объемов и сроков поставок запасных частей и материалов на АТП осуществляет ОМТС ТПОАТ.

Вся необходимая нормативно-техническая документация, регламентирующая перестройку МТО в

ТПОАТ, создающих региональные кооперированные системы поддержания работоспособности подвижного состава, создана НИИАТом и используется на автотранспортных предприятиях. Внедрение в ряде ТПОАТ (Нижний Новгород, Ленинград, Псков, Новосибирск, Московская

обл.) указанных региональных комплексов, предусматривающих изменение структуры запасов и перевод МТО на режим управления ими, обеспечило существенное повышение эффективности технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава.

Глава 20

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ГОРЮЧЕСМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И МЕТОДЫ ИХ ЭКОНОМИИ

20.1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯМИ

Основные факторы, влияющие на расход топлива, связаны с механическими потерями в двигателе и трансмиссии, а также с преодолением сопротивления движению автомобиля.

Расход топлива, затрачиваемый на преодоление сопротивления движению, складывается из расходов на преодоление сопротивления качению, аэродинамического сопротивления и сил инерции.

Топливный баланс автомобиля характеризуется следующей зависимостью:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{дв}} + Q_f + Q_{\text{тр}} + Q_w + Q_{\text{и}} + Q_{\text{а}},$$

где Q_{Σ} — суммарный расход топлива на движение автомобиля; $Q_{\text{дв}}$ — расход топлива на преодоление механических, тепловых и насосных потерь в двигателе; Q_f — расход топлива на преодоление сопротивления качению; $Q_{\text{тр}}$ — расход топлива на преодоление аэродинамического сопротивления; Q_w — расход топлива на преодоление механических потерь в трансмиссии; $Q_{\text{и}}$ — расход топлива на преодоление сил инерции автомобиля; $Q_{\text{а}}$ — расход топлива на преодоление подъемов и спусков.

Из топливного баланса легкового автомобиля, приведенного на рис. 20.1, следует, что около 60 % производимой энергии двигатель потребляет на собственные нужды. Эффективная мощность, подводимая к трансмиссии автомобиля при скорости 40 км/ч, составляет 21 %. Механические потери в трансмиссии достигают 10—15 %.

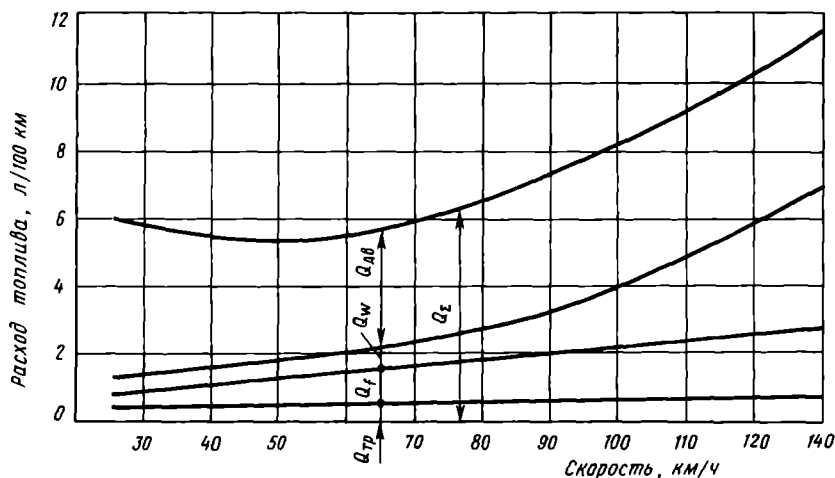


Рис. 20.1. Топливный баланс легкового автомобиля

Существенное влияние на расход топлива оказывает сопротивление движению автомобиля, зависящее от конструкции и массы автомобиля, скорости движения, состояния дороги, конструкции и давления воздуха в шинах. При движении грузового автомобиля по горизонтальной дороге со скоростью 60 км/ч доля основных составляющих топливного баланса характеризуется следующими цифрами: $Q_{\text{дв}}=38\%$; $Q_i=28\%$; $Q_w=24\%$; $Q_{\text{тр}}=10\%$, а при движении легкового автомобиля $Q_{\text{дв}}=61\%$; $Q_i=17\%$; $Q_w=12\%$; $Q_{\text{тр}}=10\%$.

При движении того же автомобиля в городских условиях энергетические затраты на 55 % связаны с ускорениями автомобиля, 32 % приходится на сопротивление качению и 13 % на аэродинамическое сопротивление.

В связи с изложенным при конструировании повышение топливной экономичности достигается обычно путем уменьшения массы автомобиля, повышения КПД двигателя и трансмиссии, снижения сопротивления качению и аэродинамического сопротивления.

20.2. ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭКОНОМИЮ ТОПЛИВА

Эксплуатационный расход топлива, как правило, превышает контрольный расход топлива, приведенный в технической характеристике автомобиля. Обусловлено это тем, что в реальных условиях эксплуатации на расход топлива оказывают влияние ряд дополнительных факторов (рис. 20.2), которые можно разделить на управляемые и учитываемые.

К *управляемым* относятся такие факторы, влияя на которые можно изменить расход топлива. В свою очередь управляемые делятся на организационно-технологические и технические.

К *учитываемым* факторам расхода, объективно действующим на

расход топлива, относятся условия эксплуатации и природно-климатические условия, которые оказывают существенное влияние на эксплуатационный расход топлива.

Так, при эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата наблюдается резкое увеличение эксплуатационного расхода топлива (рис. 20.3). 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 100 м подъема снижается в среднем на 12—13 % мощность двигателя, а экономичность ухудшается на 14—15 %.

Встречающиеся на практике характерные неисправности узлов и 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 механизме приводят к увеличению расхода на 3—15 %. Другие, также часто встречающиеся на практике неисправности (выход из строя одной свечи или форсунки в 6-цилиндровом двигателе, неправильные углы установки колес, уменьшенные зазоры в тормозных механизмах), могут увеличить расход топлива на 15—20 %. Поэтому для обеспечения экономии топлива ИТС АТП в первую очередь

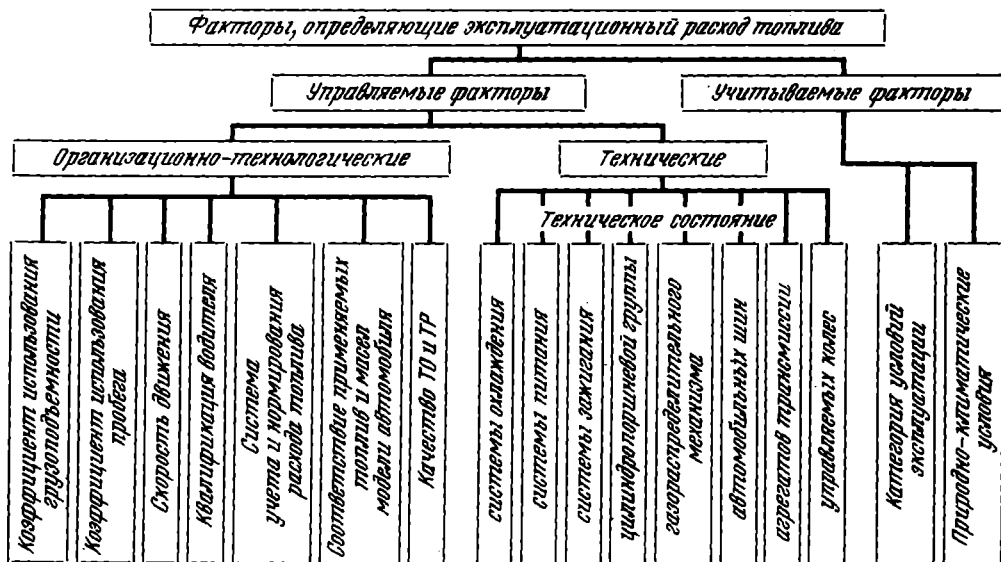


Рис. 20.2. Классификация основных факторов, определяющих эксплуатационный расход топлива

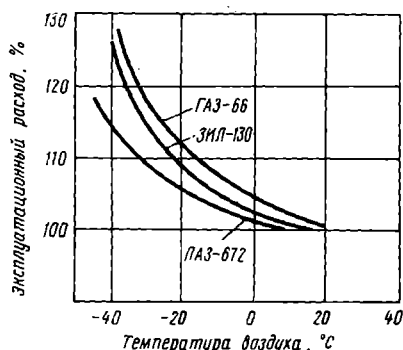


Рис. 20.3. Влияние температуры окружающего воздуха на топливную экономичность автомобилей при скорости 50 км/ч

необходимо обеспечивать качественное проведение ТО и ТР и поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии.

20.3. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА

Нормативные показатели расхода топлива автомобилями. Нормы расхода топлива на автомобильном транспорте — это плановые показатели его расхода на единицу работы или пробега. 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 включается и формируется отдельно.

Нормы расхода топлива автомобилями устанавливаются отдельно по автомобильному бензину, дизельному топливу, сжиженному и сжатому газам и служат для нормирования расхода этих ресурсов на АТП, планирования их потребления и оценки эффективности использования. Нормы классифицируются по степени агрегации на индивидуальные и групповые.

Индивидуальные нормы расхода топлива формируются по технологическим объектам (по моделям автомобилей), а групповые — по экономическим объектам (по министерству, ведомству, объединению, предприятию).

Индивидуальная норма — это норма расхода топлива автомобилем данной модели в литрах на 100 км пробега, устанавливаемая для однозначно определенных дорожно-эксплуатационных, климатических и на-

грузочных условий работы автотранспорта. Эти нормы предназначаются для текущих расчетов с водителями и учета расхода топлива на АТП и называются *линейными*.

Групповая норма — это норма расхода топлива на производство единицы транспортной работы определенного вида по данному экономическому объекту. В соответствии с Методикой нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте (НИИПиН Госплана СССР, 1983 г.) для автомобилей, работа которых планируется в тонно-километрах, пассажиро-километрах, платных километрах, установлены соответственно следующие размерности групповых норм: г/(т·км), г/(пасс·км), г/пл. км.

При переходе в 1988 г. на новые условия хозяйствования для планирования работы автомобильного транспорта наряду с указанными стали применять и другие показатели, например объем перевозок грузов в тоннах. Очевидно, в этом случае меняется и размерность групповой нормы, но суть ее остается прежней. Это норма расхода топлива на единицу транспортной работы. Эти нормы рассчитываются на основании линейных норм расхода и служат для планирования потребности и оценки эффективности использования топлива в масштабах министерства, ведомства, объединения, предприятия.

Нормирование расхода топлива на АТП. Определение нормируемого расхода автомобильного бензина, дизельного топлива, сжиженного и сжатого газов на АТП при расчетах с водителями осуществляется по линейным нормам расхода и *нормативным коэффициентам*. Последние учитывают влияние на расход топлива автомобилями различных факторов, не учтенных в линейных нормах. Значения линейных норм расхода, предельные значения нормативных коэффициентов увеличения и снижения линейных норм и условия их применения утверждены Госпланом СССР.

АТП предоставлено право устанавливать и применять при нормировании расхода топлива другие, учитывающие реальные условия эксплуатации значения нормативных коэффициентов (надбавок и снижений), но не выше предельных.

При работе автомобилей в зимнее время линейные нормы расхода топлива увеличиваются: в южных районах страны до 5 %, в северных районах до 15 %, в районах Крайнего Севера до 20 %, в остальных районах страны до 10 %.

Линейные нормы расхода топлива увеличиваются также при работе автомобилей в черте города, в горных местностях, при перевозке грузов, требующих пониженных скоростей движения, и в ряде других случаев. Предусматривается также снижение линейных норм: при работе автомобилей на внегородских дорогах с усовершенствованным покрытием они уменьшаются на 15 %.

Для грузовых бортовых автомобилей, автомобилей повышенной проходимости, специализированных автомобилей, седельных тягачей с полуприцепами и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительно нормируется расход топлива на каждые 100 т·км: бензина 2 л; дизельного топлива 1,3 л; сжиженного газа 2,5 л; сжатого газа 2 м³.

Для газодизельных автомобилей (при работе в газодизельном режиме) дополнительная норма расхода топлива на каждые 100 т·км: дизельного топлива 0,25 л, сжатого газа 1,2 м³.

Для автомобилей-самосвалов и автопоездов с самосвальными кузовами дополнительно нормируется расход топлива на каждую езду с грузом независимо от типа двигателя и грузоподъемности: бензина 0,25 л, дизельного топлива 0,25 л, сжиженного газа 0,3 л, сжатого газа 0,25 м³.

Нормируемый расход Q_n (в литрах) автомобильного бензина, дизельного топлива, сжиженного и сжатого газов на АТП при расчетах

с водителями, выполняющими различные виды перевозок, в общем случае определяется по формуле:

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D) + B \frac{W}{100} + Q_{ne},$$

где H_s — линейная норма расхода топлива на пробег, л/100 км; S — пробег автомобиля или автопоезда, км; D — поправочный коэффициент к линейным нормам, в долях единицы; B — нормативный расход топлива на транспортную работу, л/100 т·км; W — объем транспортной работы, т·км; Q — нормативный расход топлива на езду с грузом, л/ездка; n_e — число ездов с грузом.

Расчет нормируемого расхода топлива для одиночных грузовых бортовых автомобилей и седельных тягачей с полуприцепами, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, осуществляется по формуле

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D) + B \frac{W}{100}. \quad (20.1)$$

Расчет нормируемого расхода топлива для автомобилей с прицепами (автопоездов), выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, осуществляется по формуле

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D) + B \frac{G_{np} S}{100} + B \frac{W}{100}, \quad (20.2)$$

где G_{np} — собственная масса прицепа, т.

Расчет нормируемого расхода топлива для специальных и специализированных автомобилей осуществляется по формуле

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D) + B \frac{\Delta G S}{100}, \quad (20.3)$$

где H_s — линейная норма расхода топлива базовой модели автомобиля, л/100 км; ΔG — превышение (снижение) массы специального или специализированного автомобиля против базового за счет установки оборудования, т.

Расчет нормируемого расхода топлива одиночным автомобилем-самосвалом осуществляется по формуле

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D) + Q_{ne}, \quad (20.4)$$

где H_s — линейная норма расхода топлива одиночным автомобилем-самосвалом.

Нормированный расход топлива для легковых автомобилей, автобусов, а также грузовых автомобилей, работа которых не учитывается в тонно-километрах (с почасовой оплатой), определяется по формуле

$$Q_n = H_s \frac{S}{100} (1 + D). \quad (20.5)$$

Результаты произведенных расчетов нормируемого расхода топлива, выполненных по формулам (20.1) — (20.5), заносятся в путевой лист и накопительную карточку учета работы водителя в графу «Расход топлива по норме».

Планирование расхода топлива для автомобильного транспорта. Групповые нормы расхода топлива на работу автомобильного транспорта разрабатываются по следующим видам работ:

автогрузоперевозки, выполняемые на бортовых автомобилях, седельных тягачах с полуприцепами, специализированных автомобилях, автомобилях-самосвалах и автопоездах, г/т·км;

пассажиropеревозки, выполняемые автобусами, г/пасс·км;

пассажиpo- и грузоперевозки, выполняемые такси, г/пл. км.

Групповая норма на работу автомобильного транспорта H_w для всех видов перевозок определяется (раздельно по видам топлива) по формуле:

$$H_w = H_w^* (1 + D),$$

где H_w^* — групповая норма расхода топлива без учета надбавок, г/(т·км), г/(пасс·км), г/пл. км; D — общая по парку надбавка за планируемый период в долях единицы.

В свою очередь

$$H_w^* = 10\rho \frac{\bar{H}_{sz}}{qz},$$

где ρ — плотность топлива, равная: для бензина 0,74; дизельного топлива 0,825; сжиженного газа 0,53; сжатого газа 0,72 кг/м³; $\bar{H}_{sz}$ — средневзвешенная норма расхода топлива на пробег автомобилей и автопоездов при фактическом (планируемом) коэффициенте полезной работы; q — средневзвешенная грузоподъемность автомобиля, т; z — коэффициент полезной работы.

Средневзвешенная норма расхода топлива $\bar{H}_{sz}$ определяется по формуле:

$$\bar{H}_{sz} = \bar{H}_s + B\bar{q}(2z - 1).$$

Средневзвешенная норма расхода топлива на пробег грузовых автомобилей $\bar{H}_s$ определяется по установленным линейным нормам расхода топлива H_{si} для соответствующих моделей автомобилей парка и по списочному количеству автомобилей A_{ci} на начало планируемого периода:

$$\bar{H}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_{si} A_{ci}}{\sum_{i=1}^{i=n} A_{ci}}, \quad (20.6)$$

где n — число моделей автомобилей в парке.

Средневзвешенная грузоподъемность автомобилей рассчитывается по номинальной грузоподъемности соответствующих моделей автомобилей и списочному их количеству на начало планируемого периода

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} q_i A_{ci}}{\sum_{i=1}^{i=n} A_{ci}}. \quad (20.7)$$

Коэффициент полезной работы грузового автомобильного транспорта — это отношение планируемой (выполненной) транспортной работы (т·км) к той транспортной работе, которая может быть выполнена при полном использовании пробега и грузоподъемности автомобиля. Он определяется по формуле

$$Z = \frac{W}{qS}, \quad (20.8)$$

где W — планируемый (выполненный) объем транспортной работы, тыс. км; S — планируемый (выполненный) общий пробег, тыс. км.

Групповая норма расхода топлива без учета надбавок на пассажиро-перевозки автобусами определяется по формуле

$$H_w^* = 10\rho \frac{\bar{H}_s}{q_n Z}, \quad (20.9)$$

где $\bar{H}_s$ — средневзвешенная норма расхода топлива на пробег автобусов, л/100 км; q_n — средневзвешенная вместимость автобуса, пасс.

Средневзвешенная норма расхода топлива на пробег автобусов $\bar{H}_s$, средневзвешенная пассажироместимость автобуса q_n и коэффициент полезной работы автобуса z рассчитываются по формулам, аналогичным (20.6), (20.7), (20.8).

Групповая норма расхода топлива без учета надбавок для легковых и грузовых такси определяется по формуле

$$H_w^* = 10\rho \frac{\bar{H}_s}{\beta_r},$$

где β_r — коэффициент платного пробега.

Общая надбавка D включает в себя надбавки к основному нормируемому расходу топлива, учитывает другие отклонения, обусловленные условиями работы автомобильного транспорта, а также экономию топлива за счет осуществления организационно-технических мероприятий. Общая надбавка за отчетный период определяется по формуле

$$D = \frac{10\rho Q_\Phi}{H_w^* W} - 1,$$

где Q_Φ — общий фактический расход топлива за отчетный период с учетом надбавок; W — объем транспортной работы за отчетный период; H_w^* — групповая норма расхода топлива на работу автомобильного транспорта за отчетный период без учета общей надбавки.

В случае определения групповой нормы H_w на планируемый год общая надбавка определяется по фактическим ее значениям за ряд предыдущих лет обычными статистическими методами.

Общий нормируемый расход топлива Q_n на планируемый период рассчитывается по групповой норме расхода топлива H_w и планируемой транспортной работе: $Q_n = H_w W$.

Анализ эффективности использования топлива проводится путем сравнения фактических групповых норм расхода топлива с плановыми.

При этом фактическая групповая норма H_{Φ}^{Φ} определяется по формуле:

$$H_{\Phi}^{\Phi} = Q_{\Phi} / W_{\Phi},$$

где Q_{Φ} — общий фактический расход топлива по парку за отчетный период, тыс. кг; W_{Φ} — фактически выполненная транспортная работа, тыс. т·км.

20.4. ПЕРЕВОЗКА, ХРАНЕНИЕ И РАЗДАЧА ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Перевозка жидкого топлива. Жидкое топливо доставляется на АТП и АЗС с ближайшей нефтебазы в автомобилях-цистернах, а в отдельных случаях — в бочках.

Вместимость цистерн для перевозки жидкого топлива, смонтированных на стандартных шасси автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, Урал, КраЗ, МАЗ, КамАЗ, составляет 4—10 тыс. л., а при использовании полуприцепов-цистерн — до 25 тыс. л. При транспортировании топлива и заправке его в полевых условиях применяют автомобили-топливозаправщики, снабженные насосом и раздаточным устройством.

При отпуске топлива с нефтебазы выдается паспорт качества на отпускаемую партию. Количество топлива, отпускаемого нефтебазой в цистерны автомобилей, определяют взвешиванием на автомобильных весах или по объему и удельному весу топлива, залитого в цистерну. Последний определяется по пробе, взятой из цистерны.

Каждая автоцистерна должна иметь паспорт местных органов Госстандарта СССР, удостоверяющий ее объем (в м³) и грузоподъемность (в тоннах).

При приемке топлива на нефтебазе или АТП проверяют наличие и правильность документов, отсутствие течи в цистерне, количество и качество топлива. Для этого определяют удельный вес и высоту налива топлива в цистерне, а также после 10 мин отстоя — наличие воды.

При расхождении фактического количества топлива с данными то-

варно-транспортной накладной или обнаружении воды в цистерне 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 жидкого топлива. В зависимости от количества топлива и условий хранения его содержат в бочках или цистернах. Различают наземное, полуподземное и подземное хранение.

Подземное хранение получило наибольшее распространение и имеет ряд преимуществ: менее огнеопасно, дешевле в эксплуатации, занимает меньшую площадь, не требует для слива топлива насосных установок и, самое существенное, обеспечивает наименьшие потери топлива от испарения, а следовательно, и наименьшее ухудшение его качества в процессе хранения.

Известно, что смесь паров бензина с воздухом при определенных условиях может быть взрывоопасной. Опасность взрыва возникает в случае, когда в воздухе содержится 2,4—5 % паров бензина (по объему). Такое отношение бензина и воздуха характерно для температуры воздуха 0 °С и ниже. Учитывая, что при хранении бензина всегда могут возникнуть условия такого его испарения, когда даже при температуре выше 0 °С воздух может быть не полностью насыщен парами бензина и представлять собой взрывную смесь, необходимо предусмотреть меры, обеспечивающие полную безопасность хранения бензина.

Для обеспечения полной противопожарной безопасности при хранении бензина в резервуарах применяют различные системы: с огневыми предохранителями, с использованием инертных газов или жидкостей и основанные на принципе насыщения.

Наибольшее распространение получила система хранения топлива с огневыми предохранителями. Ее суть — резервуар сообщается с



Для наполнения резервуара служит сливной трубопровод 7 с фильтром 6. Конец трубопровода 7 опускают в резервуар ниже обратного клапана 1 всасывающей трубы 11, т. е. в так называемый «мертвый остаток» бензина в резервуаре, благодаря чему в сливном трубопроводе создается гидравлический затвор. Он предотвращает доступ наружного воздуха в резервуар при его заполнении и, следовательно, препятствует проникновению огня внутрь. В свою очередь, сливной фильтр 6 снабжен сетчатым фильтром, служащим одновременно огневым предохранителем. На крышке горловины резервуара смонтированы всасывающая 11 и мерная 9 трубы. На всасывающей трубе установлен огневой предохранитель (угловой) 10. Внутрь мерной трубы, имеющей по всей длине от-

Для предупреждения разряда статического электричества резервуар должен иметь заземление 3. Огневые предохранители представляют собой две латунные сетки, установленные с небольшим зазором между собой. Сетка должна иметь 144—220 ячеек на 1 см².

Устройство топливохранилищ и пунктов раздачи дизельного топлива в принципе не отличается от рассмотренного, за исключением дополнительных резервуаров, обеспечивающих 10-дневный отстой топлива, наличия приемочной трубки с поплавком для забора дизельного топлива с верхних слоев и дополнительных фильтров между резервуаром и раздаточной колонкой (рис. 20.5). При транспортировке,

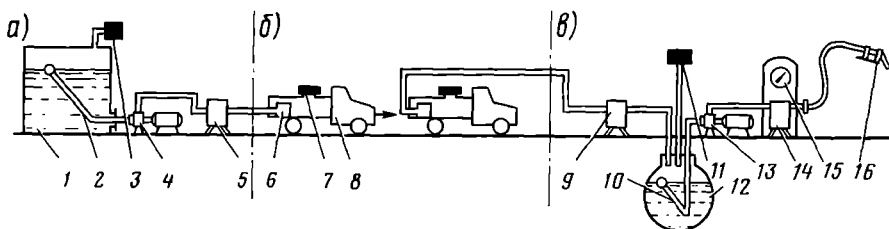


Рис. 20.5. Схема очистки дизельного топлива при транспортировке, хранении и раздаче: а — нефтебаза; б — транспортирование; в — АЗС; 1 — резервуар нефтебазы; 2, 10 — топливозаборные трубы плавающего типа; 3, 7, 11 — воздушные фильтры с тонкостью фильтрации 5 мкм; 4, 13 — насосы; 5, 6, 9, 14 — фильтры тонкой очистки с тонкостью фильтрации 15—20 мкм; 8 — автоцистерна; 12 — резервуар АЗС; 15 — топливозаправочная колонка; 16 — раздаточный пистолет

хранении и раздаче дизельное топливо надо тщательно очищать. Баки автомобилей периодически следует промывать.

Заправка автомобилей жидким топливом. Автомобили заправляют из топливозаправочных колонок, состоящих из насоса, который качает топливо из резервуара, счетчика для замера отпускаемого количества топлива и раздаточного шланга с пистолетом.

Производительность колонок 25—250 л/мин. Предел допустимой относительной погрешности показаний $\pm 0,5\%$ от действительного количества топлива, прошедшего через колонку при разовом отпуске. Нормальная работа колонки гарантируется при температуре окружающей среды от -40 до $+46^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80% .

По способу установки колонки подразделяются на стационарные и переносные, по способу привода насоса — на ручные, электромеханические и комбинированные, по способу замера отпускаемого топлива — на объемные и прямоточные с непрерывно действующими счетчиками, по способу управления — на ручные, с дистанционным задающим устройством, с комбинированным управлением и автоматические.

Клапаны обеспечивают прекращение подачи топлива через пистолет сразу же после отпускания пускового

рычага и выключения колонки, что позволяет поддерживать гидравлическую систему в заполненном состоянии.

Счетчик представляет собой гидравлический двигатель, рабочими органами которого являются горизонтальные цилиндры с поршнями. Перемещение поршней передается счетному механизму, который имеет два счетчика — разовый и суммарный.

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. В топливоподающей колонке должно быть предусмотрено отключение ее от внешней линии электропитания. Магнитный пускатель монтируют в закрытом помещении. Все металлические и токоведущие части электрооборудования и колонки заземляют.

Этилированный бензин следует хранить в отдельных резервуарах и раздавать из специальных колонок. Запрещается переносить его в открытой таре. При попадании бензина на кожу надо промыть ее керосином, а затем водой с мылом. Глаза промывают 2% -ным раствором пищевой соды.

Особенность *сжиженных нефтяных газов* заключается в том, что они переходят из газообразного состояния в жидкое при обычной температуре и сравнительно низких давлениях. Поэтому их можно транспортировать и хранить в герметичных резервуарах или баллонах, рассчитанных на давление 1,6—2,0 МПа, и производить раздачу газа или наполнение им баллонов автомобиля в жидком виде. В качестве сжиженных газов для автомобильных двигателей применяют легкие углеводороды — пропан, бутан и их смеси. При особо низких температурах применяют пропан с добавлением до 10 % этана или этилена.

Заправляют автомобили сжиженным газом на *газонаполнительных станциях* путем слива жидкого газообразного топлива из резервуара, в котором он хранится, в автомобильные баллоны. При этом резервуар с жидким газом располагается выше уровня баллона автомобиля. Для уравнивания давлений парового пространства резервуар и баллон автомобиля соединяют трубопроводом. Недостаток этого способа раздачи — медленное перетекание газа вследствие его малого удельного веса. Баллоны на автомобиле можно заполнять, кроме того, под давлением инертных газов, при помощи компрессора, а также перекачиванием газа центробежными многоступенчатыми насосами. На практике чаще всего используется последний способ.

Баллоны для сжиженного газа, устанавливаемые на автомобилях, рассчитаны на давление 1,6 МПа. Каждые 2 года они должны быть пересвидетельствованы. При заправке их сжиженным газом на газонаполнительной станции (рис. 20.6) автомобиль необходимо устанавливать на горизонтальной площадке с тем, чтобы уровень жидкости в баллоне не превысил максимального значения (90 % от объема баллона). В против-

ном случае уменьшится объем паровой подушки и при нагреве баллона может резко повыситься давление, что приведет к его разгерметизации.

При заправке баллонов автомобиля сжиженным газом запрещается: стоять около газонаполнительного шланга, подтягивать гайки соединений металлическими инструментами, курить, регулировать и ремонтировать двигатель. Если после заправки двигатель плохо пускается или работает с хлопками, его следует остановить и откатить автомобиль на расстояние не менее 15 м от газораздаточного устройства. Запрещается заправлять автомобиль при наличии в кузове взрывоопасного груза. При заправке сжиженными газами необходимо иметь в виду их свойство быстро испаряться и отнимать тепло от окружающего воздуха и предме-

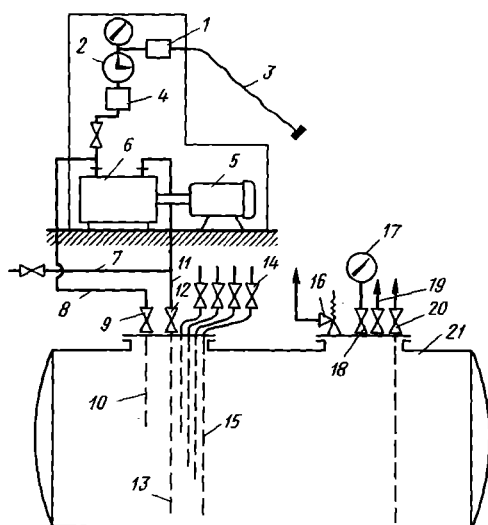


Рис. 20.6. Схема хранилища и газонаполнительной колонки для сжиженного газа:

1 — электромагнитный вентиль; 2 — жидкостный счетчик; 3 — заправочный шланг; 4 — фильтр; 5 — электродвигатель; 6 — жидкостный насос; 7 — трубопровод от опорожняемой цистерны; 8, 10 — трубопроводы сливной линии; 9 — вентиль сливной линии; 11, 13 — трубопроводы всасывающей линии; 12 — вентиль всасывающей линии; 14 — указатели уровня жидкости; 15 — трубки указателей уровня; 16 — предохранительный клапан; 17 — манометр; 18 — вентиль манометра; 19 — вентиль указателя максимального уровня заполнения; 20 — вентиль промывочной трубы; 21 — подземная цистерна

тов, с которыми они соприкасаются. Интенсивное испарение начинается при температуре кипения, которая составляет для пропана минус 41,5 °С, бутана плюс 0,5 °С и пропан-бутановой смеси — минус 20,5 °С. Поэтому при наполнении баллонов во избежание обмораживания рук следует пользоваться перчатками. Запрещаются разборка и ремонт баллонов до полного выпуска сжиженного газа.

Газонаполнительные станции должны быть оснащены углекислотными огнетушителями и, кроме того, иметь ящики с песком и гидрант для воды. Автомобили тоже оснащаются углекислотными огнетушителями.

Сжатый природный газ (метан) при повышении давления не переходит из газообразного состояния в жидкое. Поэтому для обеспечения необходимого запаса хода его закачивают под давлением 20 МПа в специальные толстостенные баллоны, устанавливаемые под кузовом автомобиля.

Заправка газобаллонных автомобилей, работающих на сжатом природном газе, как правило, производится на автомобильных *газонаполнительных компрессорных станциях* (АГНКС). Газ на АГНКС поступает под небольшим давлением (0,4—1,2 МПа), очищается от механических примесей и компрессорами сжимается до 26—35 МПа. Проходя затем через влагомаслоотделитель и блок осушки, газ поступает в аккумулятор высокого давления, 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 дополнительному вентилю автомобиля, и имеют контрольный манометр для определения начального давления газа в баллонах и давления в конце заправки. Количество заправленного газа определя-

ется исходя из разности этих давлений по специальной номограмме.

В отдельных случаях для заправки газобаллонных автомобилей применяют *передвижные газокomppressorные установки*, осуществляющие сжатие газа до 35 МПа непосредственно у потребителя. С их помощью можно заправлять автомобили газом в ночное время, что исключает холостые пробеги. Компрессор модели 2РО-3/350, который составляет основу таких установок, за 16 ч работы заправляет 22 автомобиля.

Для дозаправки газобаллонных автомобилей на линии используются специальные установки, в которых газ находится в аккумуляторных агрегатах под давлением 26—35 МПа. Для таких же целей применяют батареи стандартных автомобильных баллонов с давлением 20 МПа, установленных на специально оборудованных для этого автомобилях.

Наполнение баллонов автомобиля сжатым газом при дозаправке осуществляется под действием перепада давлений между аккумулятором установки и баллонами автомобиля. Для приближенного определения количества газа V (м³), заправленного в баллоны автомобиля, а также для учета израсходованного газа пользуются формулой:

$$V = \frac{V_6 n}{1000} \left(\frac{P_2}{z_2} - \frac{P_1}{z_1} \right),$$

где V_6 — объем баллона, л; n — число баллонов на автомобиле; P_1 и P_2 — начальное и конечное давление газа в баллонах, кгс/см²; z_1 , z_2 — коэффициенты, учитывающие температурное расширение газа.

В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением Госгортехнадзора СССР автомобильные баллоны для сжатого природного газа должны подвергаться периодическому *освидетельствованию* на специальных пунктах. Срок освидетельствования для баллонов из легированной стали 1 раз в 5 лет, для баллонов из углеродистой стали 1 раз в 3 года.

Сжатые и сжиженные газы опасны в пожарном отношении, так как при испарении их объем увеличивается соответственно в 600 и 300 раз. 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.

В последние годы проводятся испытания газобаллонных автомобилей, работающих на *сжиженном природном газе*, который находится в специальном баллоне автомобиля при температуре минус 161 °С. При этом природный газ представляет собой жидкость и его можно заливать в баллоны автомобилей, в автомобильные или железнодорожные цистерны, имеющие надежную теплоизоляцию. Способы заправки сжиженным природным газом не имеют принципиальных различий от способов заправки сжиженным нефтяным газом.

20.6. ПЕРЕВОЗКА, ХРАНЕНИЕ И РАЗДАЧА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Правильная организация хранения и раздачи смазочных материалов обеспечивает сохранение их качества, сокращение непроизводительных потерь при складских операциях.

Указанным требованиям удовлетворяет централизованный способ доставки, хранения и раздачи смазочных материалов. При этом масла перевозят в автоцистернах, бочках или специальной таре, хранят в цистернах или других резервуарах в специальных помещениях-складах и при раздаче подают их к постам смазки по трубопроводам. Жидкие масла доставляют в автомобилях-цистернах или металлических бочках, а консистентные смазки — в деревянных или металлических бочках.

Склад масла располагается обычно в подвальных помещениях, что обеспечивает слив в складские резервуары самотеком чистых масел из транспортной тары и отработанных с постов смазки. Для сокращения длины трубопроводов помещение склада располагают по возможности ближе к постам смазки. Для каждого сорта смазочного материала предусматривают отдельный резервуар.

Жидкие масла из складских резервуаров подаются на посты смазки к раздаточным устройствам по трубопроводам сжатым воздухом, насосами или комбинированным способом (сжатым воздухом и насосами), а также самотеком. Преимущество следует отдать применению насосных установок. Для этой цели можно использовать ротационно-зубчатые насосы.

На складе смазочных материалов должно быть отведено место для хранения керосина, промывочной жидкости для системы смазки двигателя, тормозной жидкости и антифриза.

Принципиальная схема смазочного хозяйства приведена на рис. 20.7.

На складе масла размещены в резервуарах для хранения свежих и отработанных масел. На данном предприятии не предусматривается регенерация масел, поэтому предусмотрена возможность подачи его в автомобиль-цистерну для отправки в пункты регенерации. Масло, полученное после регенерации, хранится в отдельном резервуаре, из которого оно может подаваться в резервуар для смешивания и последующей подачи в маслораздаточные колонки. Масла подаются шестеренными насосами. Все резервуары для хранения масел оборудуются пароподогревом. Помимо централизованной раздачи масла, предусмотрена выдача масла в передвижные резервуары.

Пластичные (консистентные) смазки для заправки ими нагнетателей можно подавать по трубопроводам шестеренными насосами под давлением до 5,0 МПа или стационарными нагнетателями. Чтобы избежать уве-

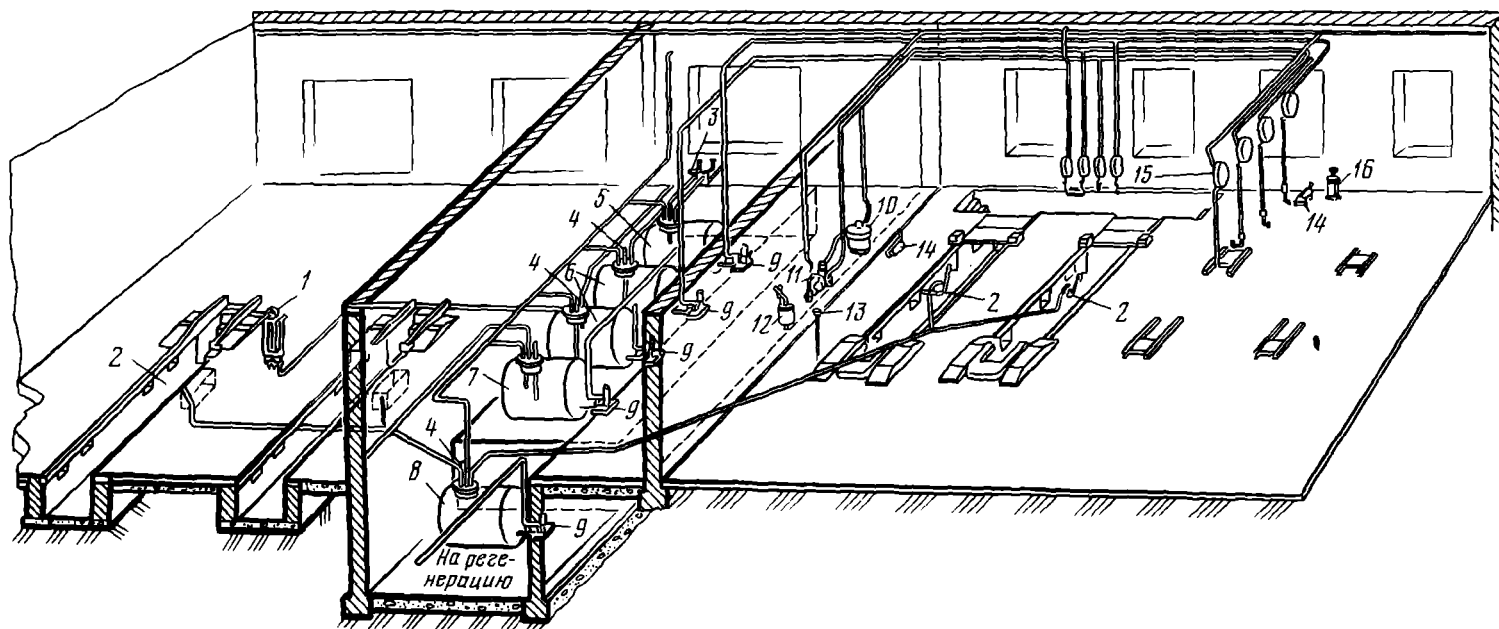


Рис. 20.7. Схема смазочного хозяйства для централизованной подачи и сбора масла:

1 — маслораздаточная колонка; 2 — воронка для слива отработанного масла; 3 — сливное устройство; 4 — устройство для замера количества масла; 5 — резервуар для трансмиссионного масла; 6 — резервуары с моторным маслом; 7 — резервуар для регенированного масла; 8 — резервуар для отработанного масла; 9 — насосные установки; 10 — пневматический насос для перекачки солидола; 11 — солидолонагнетатель; 12 — бак с насосом для заправки ручных солидолонагнетателей; 13 — воронка для слива отработанных масел из передвижных бачков; 14 — бак для заправки амортизационной жидкости; 15 — смазочно-заправочная установка с самопатматывающимися шлангами; 16 — передвижной бак для сбора отработанных масел

личения вязкости и повышения сопротивления прокачиваемости масла по трубопроводам в результате снижения его температуры при хранении предусматриваются: отопление помещения склада, подогрев масла в цистернах до 30—40 °С при помощи змеевиков, через которые подается пар, и прокладка труб отопления в общем блоке с трубопроводом масла.

Отработанные масла собираются с помощью воронок, расположенных на постах смазки, и поступают самоотеком в цистерну, откуда перекачиваются по трубопроводу на регенерацию или в автомобиль-цистерну для вывоза с территории.

По условиям пожарной безопасности полы в маслохранилище должны быть цементными или из метлахской плитки. Склад, размещенный в пределах основного производственного здания АТП, должен иметь непосредственный выход наружу.

Рассмотренное смазочное хозяйство используется на крупных АТП. В небольших автохозяйствах для этой цели рекомендуется использовать стационарные смазочные и маслораздаточные установки моделей С101, С101-1 и С101-2, которые предназначены для централизованной механизированной подачи пластичных смазок и заправки подвижного состава моторными и трансмиссионными маслами. Кроме того, отечественная промышленность выпускает: нагнетатели пластичных смазок моделей Э154М, С321; маслораздаточные колонки моделей 397А, 367МЗ, 367М4, 3155М1; маслораздаточные установки моделей С228, 3119Б, 3161 и другое смазочно-заправочное оборудование, позволяющее на современном уровне организовать смазочное хозяйство на любом АТП.

20.7. ПУТИ ЭКОНОМИИ ГОРЮЧЕСМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Автомобильный транспорт в нашей стране потребляет около половины светлых нефтепродуктов, в том числе

65 % бензина и 35 % дизельного топлива. На долю топлива в общей себестоимости перевозок приходится 15—20 %. Поэтому экономия топлива и смазочных материалов имеет значение как фактор не только снижения себестоимости автомобильных перевозок, но и сбережения энергетических ресурсов. Последнее особенно важно в современных условиях, характеризующихся ограниченными запасами нефти.

Очевидно что на практике необходимо осуществлять мероприятия, направленные на экономное расходование ГСМ при транспортировке их со складов, при хранении, раздаче и в процессе работы автомобиля.

При хранении жидкого топлива потери возникают от утечки через неплотности соединений, выветривания, испарения через дыхательный клапан и при наполнении резервуаров, т. е. могут быть количественными и качественными.

Для уменьшения *количественных потерь* топлива (расплескивания, подтекания) перевозка его должна осуществляться в исправной таре. Для уменьшения *качественных потерь* (испарения) тара должна быть окрашена в светлые цвета, хорошо отражающие солнечные лучи. Увеличивают качественные потери загрязнение топлива продуктами коррозии, пылью и водой, находящимися в таре. Потери от выветривания через неплотности люков и крышек резервуаров за летний сезон достигают 3—5 % количества хранимого топлива. Потери через дыхательный клапан — до 1 % за год.

При раздаче топлива потери возникают в результате разливания, расплескивания и неправильного замера отпускаемого топлива. Для обеспечения экономии топлива при его транспортировке, хранении и раздаче необходимо соблюдать все существующие правила и обеспечить тем самым минимум возможных потерь.

Непременными условиями экономного расходования топлива являются рациональная система нормирования и учета, заинтересованность персо-

нала в экономии горюче-смазочных материалов.

Выше было показано влияние на расход топлива технического состояния подвижного состава. Качественное проведение ТО и ТР, в первую очередь двигателя, имеет первостепенное значение. Значительное уве-

личение расхода топлива свидетельствует о наличии серьезных неисправностей в агрегатах и их системах. Без их устранения автомобили выпускаться на линию не должны. Борьбa за экономию топлива можно только на технически исправном автомобиле.

Вопросы для самоконтроля по четвертому разделу

1. Назовите и проанализируйте каналы, по которым запасные части и материалы поступают на АТП.

2. Что собой представляют и для чего служат номенклатурные тетради? Каков порядок их заполнения?

3. В каком виде издаются и для чего служат нормы расхода запасных частей?

4. Как использовать фактические данные по надежности при определении потребности в запасных частях?

5. Свяжите график А—В—С (см. рис. 19.1) с надежностью соответствующих деталей.

6. На что тратится большее количество топлива при движении автомобиля с различными скоростями?

7. Какие составляющие определяют нормируемый расход топлива в процессе выполнения автомобилем транспортной работы?

8. Каковы основные отличия в перевозке, хранении и раздаче дизельного топлива по сравнению с бензином?

9. Как определяется количество сжатого и сжиженного газа, заправляемого в баллоны автомобиля?

10. Постройте дерево систем экономии топлива на автомобильном транспорте.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ И ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Глава 21

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

21.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Климатическое районирование территории СССР, составляющей 22,4 млн. км², и статистические параметры климатических факторов, которые используются при установлении технических требований, выборе режимов испытаний, правил эксплуатации, хранения, транспортирования подвижного состава автомобильного транспорта, приборов и других технических изделий, предназначенных для эксплуатации в одном из климатических районов, установлены ГОСТ 16350—80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей».

Климатическое районирование, установленное стандартом, является детализацией макроклиматического районирования земного шара по ГОСТ 15150—69.

Территория СССР расположена в умеренном и холодном макроклиматических районах. Она разделяется на климатические районы, перечень и основные критерии которых приведены в указанных стандартах.

В качестве основных климатических факторов при районировании территории СССР для технических целей приняты температура и относительная влажность воздуха.

Для каждого из климатических районов выделяются представительный и экстремальный пункты. Данные этих пунктов характеризуют кли-

матический район соответственно по средним и предельным значениям большинства климатических факторов.

Все климатические районы, кроме умеренного, создают особые условия для работы, хранения, ТО и ремонта подвижного состава, которые должны учитываться при планировании, нормировании и организации технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта (прил. 1).

Особые условия, как правило, характеризуются сочетанием неблагоприятных факторов. Так, для холодного климатического района, расположенного в северных и восточных районах страны, характерны не только низкая температура окружающего воздуха, ветры, но и более тяжелые дорожные условия (снежные заносы зимой, работа преимущественно на дорогах низшего типа, без твердого покрытия). Для жаркого сухого и очень жаркого сухого климатических районов, кроме высокой температуры, действуют факторы солнечной радиации и большой запыленности воздуха.

Большинство из районов с особыми природно-климатическими условиями являются районами нового освоения и характеризуются недостаточным обеспечением производственно-технической базой для обслуживания, ремонта и хранения автомобилей.

Для повышения эффективности транспортного процесса и технической эксплуатации автомобилей в

особых условиях применяют, как правило, в сочетании следующие методы:

1) применение автомобилей в специальном исполнении (северном, горном и т. д.);

2) корректирование нормативов технической эксплуатации автомобиля с учетом особых условий (см. гл. 6, прил. 1);

3) применение средств и способов безгаражного хранения и пуска автомобилей.

Автомобили в северном исполнении должны быть приспособлены для надежной работы при температурах воздуха до -60°C , иметь теплоизоляцию и отопление кабины и кузова, внутренний обогрев переднего стекла; гарантированный пуск двигателя при низких температурах воздуха; морозостойкие шины и резинотехнические изделия и детали, изготовленные из полимерных материалов.

Следует использовать специальные топлива и смазочные масла, тормозную и другие жидкости, рассчитанные на применение при низких температурах. Автомобили в северном исполнении должны иметь также технические средства, облегчающие проходимость (лебедки и др.).

Автомобили, предназначенные 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, характерных для жаркого климата.

Аккумуляторная батарея должна быть размещена в наименее нагреваемой зоне автомобиля. Помеще-

ние водителя и пассажиров должно быть отделено от двигателя надежной теплоизоляцией. Крыша должна иметь эффективную теплоизоляцию от нагрева солнечными лучами. Пассажирский кузов или кабина водителя должны быть оборудованы вентиляцией, пылезащитой или кондиционером. Для уменьшения нагрева поверхностей автомобиля, на которые попадают солнечные лучи, они окрашиваются в светлые тона, стойкие против солнечной радиации, а на сиденья надеваются легкие чехлы.

Для использования в высокогорной местности требуются специализированные конструкции двигателей автомобилей, в которых уменьшены потери мощности за счет соответствующей конструкции системы питания с высотной корректировкой, изменением степени сжатия и т. д.

На автомобиле при эксплуатации его на высокогорных дорогах целесообразны специальный подбор оптимальных передаточных отношений в трансмиссии, применение тормозных механизмов-замедлителей и др.

Исследованиями влияния низких температур на интенсивность изнашивания автомобилей и их агрегатов, систем и механизмов установлено, что интенсивность изнашивания большинства агрегатов автомобилей в условиях низких температур выше, чем в некотором диапазоне положительных температур (см. рис. 2.5, 2.6). Схема воздействия низких температур на показатели надежности автомобилей приведена на рис. 21.1.

На снижение показателей надежности существенное влияние оказывают запаздывание и нарушение подачи масла к узлам трения вследствие увеличения его вязкости. В наиболее неблагоприятных условиях, с точки зрения износов, при низких температурах находятся агрегаты трансмиссии — коробка передач и задние мосты. Исследованиями подтверждено, что наибольший износ шестерен главной передачи и коробки передач относится к условиям низких температур масла.

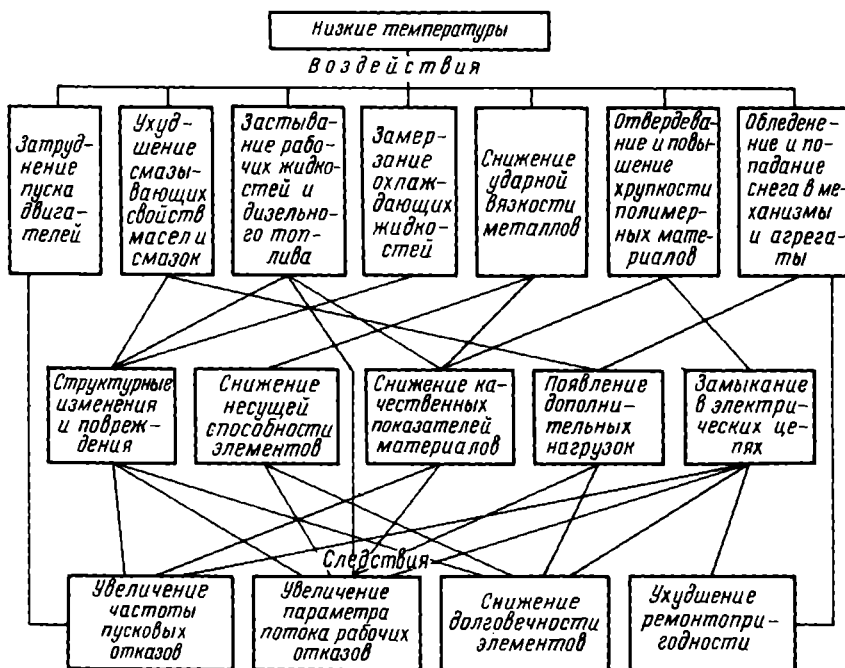


Рис. 21.1. Схема воздействия низких температур на показатели надежности автомобилей

Оптимальной температурой масла в этих агрегатах считается температура 50—80 °С. Установлено, что с изменением температуры масла от минус 80 до 0 °С интенсивность изнашивания шестерен коробки передач и заднего моста увеличивается в 9—10 раз. Наибольшее число отказов наблюдается в самые холодные месяцы года (рис. 21.2). При низких температурах появляется хладноломкость деталей, шины и другие резинотехнические изделия теряют эластичность и на их поверхности появляются трещины, что сокращает срок их службы.

Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур сопряжена также с увеличением расхода топлива, которое объясняется: неполнотой сгорания, связанной с ухудшением испарения и распыливанием топлива; более длительной работой двигателя на пониженных и неуставившихся режимах и дополнительными затратами топлива на прогревы двигателя; повышением сопротивления в агре-

гатах трансмиссии из-за загустевания масел; увеличением сопротивления качению колес при движении по зимней дороге и потерь на воздушное сопротивление из-за повышения плотности воздуха.

Особенно значительные расходы топлива связаны с прогревом дви-

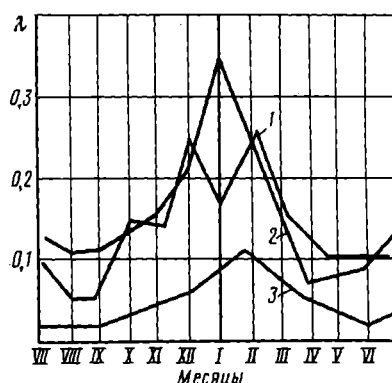


Рис. 21.2. Распределение количества отказов по месяцам года:
1 — двигатель; 2 — подвеска; 3 — рулевой механизм

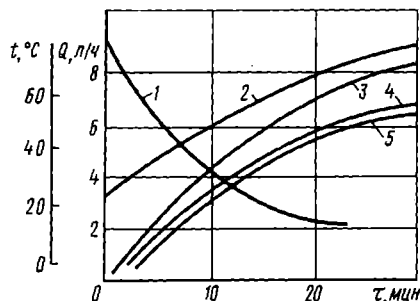


Рис. 21.3. Зависимость температуры двигателя и расхода топлива от времени прогрева после стоянки:

1 — расход топлива; 2 — температура воды; 3 — температура масла; 4 — температура воздуха; 5 — температура топлива

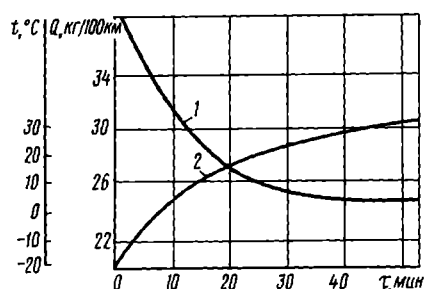


Рис. 21.4. Влияние времени прогрева агрегатов на их тепловое состояние и расход топлива: 1 — расход топлива; 2 — температура заднего моста

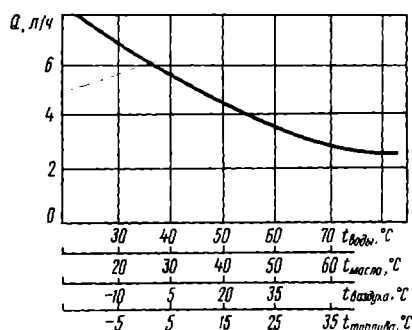


Рис. 21.5. Потери тепла на обогрев двигателя в зависимости от его начального теплового состояния

гателя и шин после длительной стоянки автомобиля на открытой площадке при низкой температуре воздуха (рис. 21.3). На рис. 21.4 показано влияние времени прогрева агрегатов на тепловое состояние

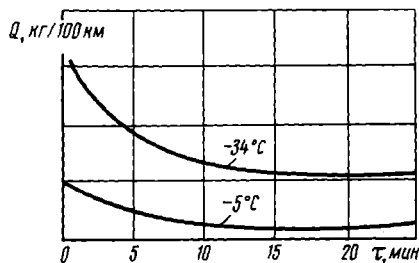


Рис. 21.6. Влияние времени прогрева и температуры шин на расход топлива

агрегатов и расход топлива. Затраты топлива, необходимого для прогрева двигателя в зависимости от его начального теплового состояния, показаны на рис. 21.5. На прогрев шин также требуется дополнительный расход топлива (рис. 21.6).

В связи с перечисленным эксплуатационные нормы расхода топлива в зимнее время увеличиваются на 5—20 % (в зависимости от климатического района).

Трудности при ТО и ТР автомобилей связаны с недостаточной приспособленностью серийных моделей автомобилей к специфическим условиям работы в зимнее время и требуют дополнительной трудоемкости работ, что учитывается действующей системой корректирования нормативов ТО и ремонта (прил. 1).

Температурные условия наиболее неблагоприятны зимой при хранении автомобилей на открытых стоянках. Способ тепловой подготовки должен обеспечить не только выпуск автомобилей на линию, но и соответствующие условия работы производственному персоналу.

Факторами, влияющими на работоспособность автомобилей и изменение показателей их надежности при работе в условиях жаркого климата, являются: высокая температура воздуха; запыленность воздуха; низкая относительная влажность воздуха; солнечная радиация и др.

При повышении температуры (понижении давления окружающего воздуха) в случае бензинового дви-

гателя происходит обогащение смеси вследствие уменьшения весового наполнения воздухом, приводящее к увеличению расхода топлива. При работе двигателя на газовом топливе аналогичное изменение параметров окружающего воздуха приводит к уменьшению весового наполнения цилиндров, повышению коэффициента избытка воздуха, что приводит к обеднению смеси и снижению мощности двигателя.

21.2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Одним из важнейших факторов, снижающих эффективность автомобилей, работающих на территории с суровыми климатическими условиями, является большое количество времени, затрачиваемое на их подготовку к выпуску на линию в условиях их безгаражного хранения. Главным путем снижения этих потерь является применение наиболее эффективных способов и средств хранения подвижного состава (табл. 21.1).

Содержание технически исправного подвижного состава на открытых площадках, обеспечивающее его готовность или использование по назначению, называют *безгаражным*

хранением. В настоящее время даже в суровых климатических условиях от 30 до 50 % грузового парка хранится на открытых площадках.

При безгаражном хранении при низких температурах используются различные способы и средства, облегчающие выпуск автомобилей на линию. Под способом безгаражного хранения понимается комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение надежного пуска двигателя и подготовку автомобиля (прогрев агрегатов, кабины, салона) к работе на линии. К средствам безгаражного хранения относятся оборудование, приспособления и материалы, позволяющие применять тот или иной способ.

Как способы, так и средства безгаражного хранения могут быть индивидуальными или групповыми. Применение большей части способов связано с тепловой подготовкой автомобиля. Тепловая подготовка — обобщенный термин, не раскрывающий ее способа, но указывающий на факт подачи тепла от внешнего источника. Он осуществляется с помощью подогрева или разогрева.

Подогрев автомобиля — тепловая подготовка его в течение всего периода межсменного хранения. *Разогрев* — тепловая подготовка, на-

Таблица 21.1. Способы хранения автомобилей

Климатические районы	Грузовые автомобили		Легковые автомобили и автобусы
	Промышленные и строительные грузы	Торговые грузы	
Очень холодный, холодный	Закрытый	Закрытый	Закрытый
Арктический приполюсный, арктический восточный, арктический западный, умеренно холодный	Частично закрытый (50—60 %) и открытый с подогревом	»	»
Умеренный, умеренно влажный, умеренно теплый, умеренно теплый влажный	Открытый с обогревом	Частично закрытый (30—40 %) и открытый с подогревом	»
Умеренно теплый с мягкой зимой, теплый влажный, жаркий сухой, очень жаркий сухой	Открытый без обогрева		Открытый без обогрева, под навесом

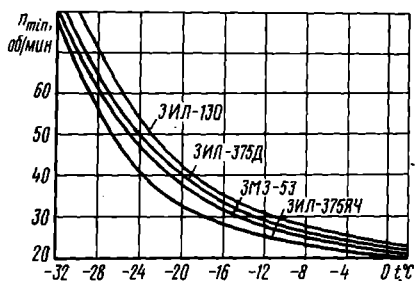


Рис. 21.7. Зависимость минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей от температуры воздуха

чинающаяся 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.

Затруднения пуска двигателей возникают из-за сложности создания пусковой частоты вращения коленчатого вала, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения смеси. Для обеспечения надежного пуска двигателя необходимо, чтобы частота вращения коленчатого вала $n_{\text{дв}}$ была равна или превышала минимальную частоту вращения n_{min} , обеспечивающую процесс подготовки рабочей смеси в карбюраторном двигателе или достаточную темпера-

туру конца сжатия в дизельном, т. е. должно быть выполнено условие $n_{\text{дв}} \geq n_{\text{min}}$. Минимальная пусковая частота вращения коленчатого вала зависит от температуры окружающего воздуха (рис. 21.7) и изменений в распределении положительных и отрицательных потоков энергии при пуске (рис. 21.8), связанных с температурой окружающей среды.

К положительным составляющим энергетического баланса двигателя при пуске относятся энергия аккумуляторной батареи (АБ) и химическая энергия топлива. Энергия АБ расходуется на привод стартера. В свою очередь, энергия стартера реализуется на сжатие воздуха, на преодоление сил трения, на преодоление сил инерции. Отрицательную часть потока энергии АБ и стартера составляет теплота, которая уходит безвозвратно в окружающую среду. Эти потери тем больше, чем больше перепад температур между АБ и стартером с одной стороны и окружающей среды — с другой.

Для получения минимальной пусковой частоты вращения стартер должен развивать суммарный момент

$$M_{\Sigma} = M_{\kappa} + M_i + M_r, \quad (21.1)$$

где M_{κ} — момент, затрачиваемый на сжатие рабочей смеси; M_i — момент, затрачиваемый на преодоление сил инерции; M_r — момент на преодоление сил трения.

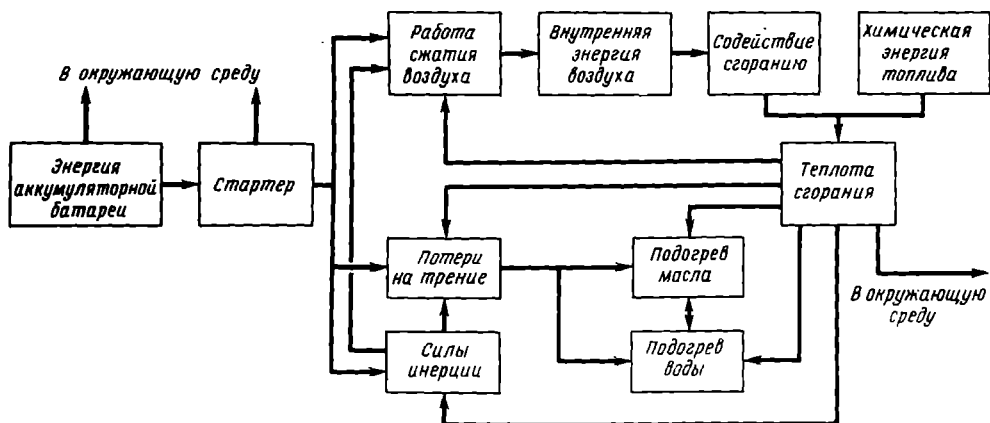


Рис. 21.8. Распределение потоков энергии при пуске двигателя

Расчеты M_c для достижения минимальной пусковой частоты на примере дизеля ЯМЗ-236 дают следующие результаты:

при 0°C : $M_i = 10,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (3 %);
 $M_k = 117,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (38 %); $M_r = 176,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (59 %);

при -20°C : $M_i = 10,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (3,5 %);
 $M_k = 117,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (16,5 %);
 $M_r = 598,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (80 %).

Таким образом, в рассматриваемом диапазоне температур основной составляющей необходимого крутящего момента стартера является момент на преодоление сил трения (от 30 до 80 %), на втором месте M_k (15—40 %). Момент же M_i на преодоление сил инерции требует лишь от 1 до 3 % затрат энергии стартера. Характерно, что моменты M_k и M_i практически не изменяются при изменении температуры. Момент же M_r даже в рассмотренном ограниченном диапазоне температур изменяется почти в 3,5 раза главным образом из-за увеличения при снижении температуры вязкости масла.

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 АБ, энергии, реализуемой в работе сжатого 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 расходует 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 край-

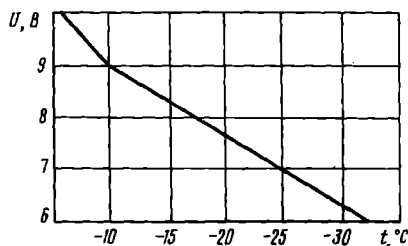


Рис. 21.9. Зависимость напряжения полностью заряженной аккумуляторной батареи от температуры при стартерном режиме

не недостаточно), но и путем применения внешних источников теплоты — подогревателей масла и охлаждающей жидкости.

На получение пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя в большей мере влияет снижение энергетических возможностей АБ, которое в первую очередь происходит из-за изменения ее внутреннего сопротивления.

Напряжение на клеммах АБ

$$U = E - IR, \quad (21.2)$$

где E — электродвижущая сила батареи, В; R — внутреннее сопротивление батареи (сопротивление перемычек, пластин, электролита, сепараторов), Ом; I — сила тока, отдаваемая АБ, А.

При понижении температуры E изменяется незначительно. В то же время при разряде батареи стартерными токами существенно возрастает произведение IR , что происходит не только за счет увеличения силы разрядного тока, но и за счет роста внутреннего сопротивления АБ. Сопротивление пластин и перемычек практически не зависит от температуры. С понижением температуры возрастает сопротивление электролита, а также внутреннее сопротивление сепараторов за счет сужения каналов, в которых находится электролит. Зависимость напряжения U на зажимах полностью заряженной АБ от температуры при стартерном режиме показана на рис. 21.9.

Одновременно с падением напряжения U при низких температурах

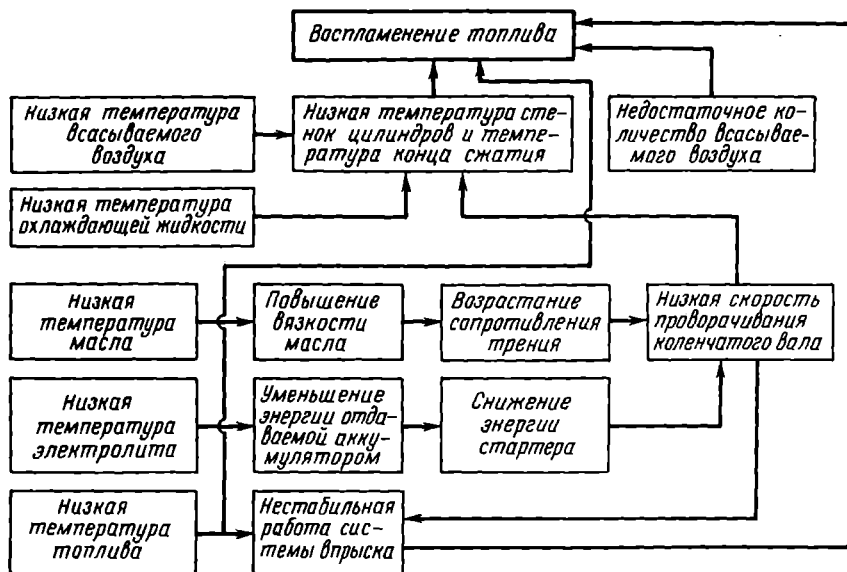


Рис. 21.10. Факторы, влияющие на воспламенение топлива в цилиндрах дизеля при пуске

понижается и емкость аккумуляторной батареи. В среднем при понижении температуры электролита на 1°C емкость АБ снижается на 1,0—1,5 %. При температурах электролита ниже минус 30°C батарея не принимает заряд и фактически эксплуатируется разряженной до 50—60 % номинальной емкости. Снижение возможностей пускового устройства при низких температурах затрудняет получение максимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя, а ухудшение условий смесеобразования и воспламенение рабочей смеси существенно затрудняют пуск двигателя.

На воспламенение смеси в цилиндрах дизельного двигателя рис. 21.10 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. Для надежного воспламенения рабочей смеси в цилиндре дизеля температура конца сжатия T_c должна быть выше температуры самовоспламенения топлива на $200\text{—}300^\circ\text{C}$.

В свою очередь

$$T_c = T_a \epsilon^{\kappa - 1}, \quad (21.3)$$

где T_a — температура всасываемого воздуха, К; ϵ — степень сжатия; κ — показатель политропы сжатия.

В зимнее время температура всасываемого воздуха T_a снижается. Кроме того, из-за увеличения теплоотдачи от находящегося в цилиндрах двигателя воздуха в холодные стенки двигателя уменьшается значение показателя политропы сжатия κ . Таким образом, при снижении температуры окружающего воздуха температура конца сжатия уменьшается и, следовательно, ухудшаются условия воспламенения смеси и пуск двигателя. Эффект снижения температуры охлаждающей жидкости, масла и электролита АБ у карбюраторного и дизельного двигателя аналогичен.

При снижении температуры дизельного топлива с $+20^\circ$ до -20°C вязкость дизельного топлива увеличивается в 8—10 раз. При этом топливо плохо распыляется и попадает в цилиндры двигателя в виде сравнительно крупных капель с ма-

лой относительной поверхностью. Это затрудняет его воспламенение. Кроме увеличения вязкости, охлаждение топлива приводит к перебоям и нестабильности работы двигателя.

Преодоление трудностей с пуском двигателя и поддержанием теплового режима агрегатов при безгаражном хранении автомобилей в условиях низких температур обеспечивается тремя способами: сохранением тепла от предыдущей работы двигателя; использованием тепла от внешнего источника; применением средств, обеспечивающих холодный пуск двигателя.

Сохранение тепла в двигателе от предыдущей работы. При этом способе сохранение тепла обеспечивается применением ватных стеганых чехлов, закрывающих радиатор и капот автомобиля. Аккумуляторная батарея утепляется чехлом и слоем стекловаты толщиной до 30 мм. Чехлами утепляют также картер двигателя, топливный бак и масляный фильтр.

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 непродолжительных остановках автомобилей в пути или при его кратковременном хранении на стоянках в условиях умеренно низких температур. Применение чехлов при подводе тепла к агрегатам от внешнего источника уменьшает расход тепла на 40—50 %.

Использование тепла от внешнего источника. Для пуска двигателя этот способ применяется при длительном хранении автомобиля — в межсменное время. Тепло от внешнего источника при этом может быть использовано в режиме подогрева двигателя или его разогрева.

Степень подогрева (разогрева) двигателя оценивают по температуре охлаждающей жидкости в рубашке охлаждения блока цилиндров. Учитывая, что при длительном подо-

греве 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.

При выборе внешнего источника тепла расчет необходимого количества теплоты производят по общему уравнению передачи теплоты от источника к обогреваемому объекту с учетом потерь

$$q d\tau = C_{\text{дв}} \alpha t + \alpha F (t - t_{\text{окр}}) d\tau, \quad (21.4)$$

где q — количество теплоты, подводимой от источника к двигателю в единицу времени (теплопроизводительность источника), Дж/ч; τ — время, в течение которого подводится тепло, ч; $C_{\text{дв}}$ — общая теплоемкость двигателя, Дж/К; t — температура двигателя, К; α — коэффициент теплоотдачи двигателя Вт/(м·К); F — поверхность теплоотдачи, м²; $t_{\text{окр}}$ — температура окружающего воздуха, К.

При составлении этого уравнения приняты допущения, что теплотери лучеиспусканием и на нагрев рядом расположенных агрегатов пренебрежимо малы, а также, что текущие средние температуры двигателя и температура стенки двигателя достаточно близки и поэтому обозначаются одним символом t . Первый член правой части уравнения не зависит от времени подвода теплоты. Второй член — потери конвекцией $\alpha F (t - t_{\text{окр}}) d\tau$ — в процессе повышения температуры двигателя возрастает, так как возрастают t и разность $(t - t_{\text{окр}})$. Если тепло подводится в режиме межсменного подогрева, то t остается постоянной, т. е. $dt = 0$ и $C_{\text{дв}} = 0$.

В большинстве встречающихся на практике случаев α составляет 5—30 Вт/(м²·К). Меньшее значение — для хорошо утепленного двигателя при отсутствии ветра, большее — для неутепленного двигателя при умеренном ветре.

Решение уравнения передачи теплоты от источника к обогреваемому объекту относительно теплопроиз-

водительности источника дает следующий результат:

$$q = (t - t_{\text{окр}}) \alpha F \frac{1}{1 - e^{-\frac{\alpha F \tau}{C_{\text{дв}}}}} \quad (21.5)$$

Сопоставление полученной теплопроизводительности с техническими характеристиками источников тепла (котлов, теплогенераторов и т. д.) позволяет выбрать тот или иной источник тепла.

Необходимая теплопроизводительность источника тепла может характеризовать капитальные затраты на оборудование средств безгаражного хранения. Эксплуатационные расходы в каждом случае можно определить по общему расходу тепла на подготовку одного автомобиля $Q = q\tau$.

Применение режима использования тепла, при котором необходима высокая теплопроизводительность источника (разогрев), связана с использованием мощных источников тепла и соответственно с значительными капитальными затратами. Расчеты показывают, что эксплуатационные расходы при этом получаются в этом случае сравнительно небольшими, так как время подвода тепла незначительно.

И, наоборот, при режиме малой теплопроизводительности (подогрев) требуются менее мощные и более дешевые источники тепла. Капитальные затраты при этом оказываются небольшими, а эксплуатационные расходы вследствие того, что τ в этом случае велико, получаются весьма значительными. Поэтому первый режим целесообразно при прочих равных условиях применять тогда, когда имеется возможность использования источника тепла в течение определенного срока окупаемости, т. е. при расположении предприятия в одном месте. Второй режим должен применяться при временном размещении АТП (на строительстве линий электропередач, газопроводов и т. д.). Выбор режима использования тепла определяется, кроме того,

особенностями использования подвижного состава, необходимостью постоянной готовности, наличием источников энергии и др.

Средства безгаражного хранения. На автотранспортных предприятиях используются групповые и индивидуальные средства и способы безгаражного хранения автомобилей (рис. 21.11). Эти средства могут быть стационарными или передвижными.

Индивидуальные средства предназначены для единичных автомобилей, работающих в отрыве от постоянных баз. Индивидуальные средства включают в себя подогреватели, являющиеся неотъемлемой частью автомобиля, средства холодного пуска, а также утеплительные чехлы и устройства, обеспечивающие сохранение тепла двигателя и агрегатов автомобиля после возвращения его с линии на стоянку.

Для *групповых средств* используются тепловая и электрическая энергия, газовая сеть и теплогенераторы. В качестве теплоносителей в групповых средствах используются вода, пар, масло, воздух, газовоздушная смесь. Они применяются при заполненных или порожних системах охлаждения автомобилей. Наибольшее распространение в практике работы АТП получили такие групповые способы, как водо-, паро-, воздухо- и электрообогрев, а также инфракрасный газовый обогрев автомобилей на стоянке.

Принципиальная схема предпускового разогрева двигателей автомобилей с применением горячей воды приведена на рис. 21.12.

Температура воды, используемой в системе водоподогрева, 80—90 °С. Объем воды (м^3) на обогрев двигателя

$$V = Q(1 - 0,1 t_{\text{окр}}), \quad (21.6)$$

где Q — объем одной заправки воды, м^3 ; $t_{\text{окр}}$ — температура окружающего воздуха, °С.

Линия предпускового разогрева двигателя автомобилей горячей водой, испытанная в зимних условиях

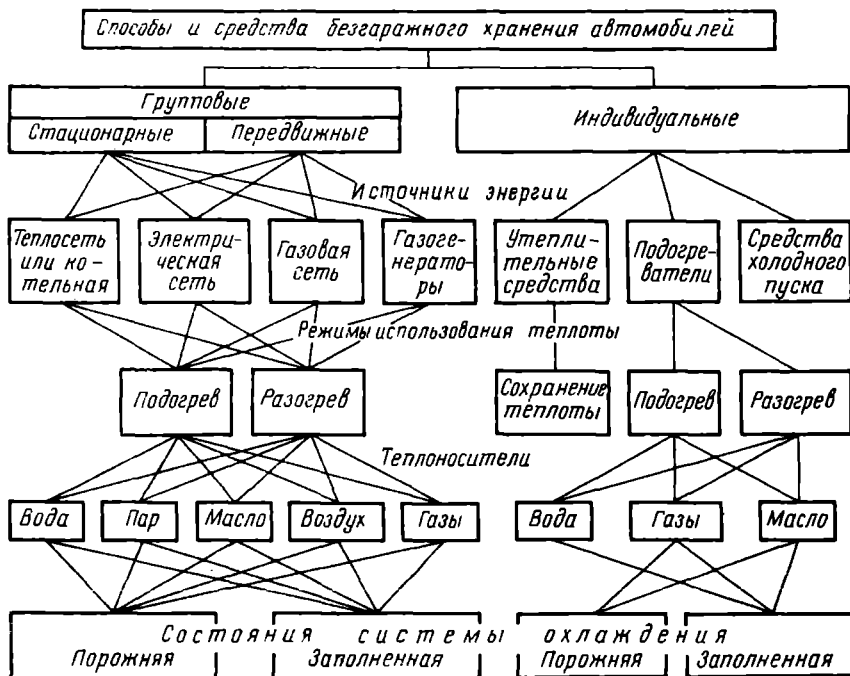


Рис. 21.11. Классификация средств и способов обеспечения пуска двигателей при безгаражном хранении автомобилей

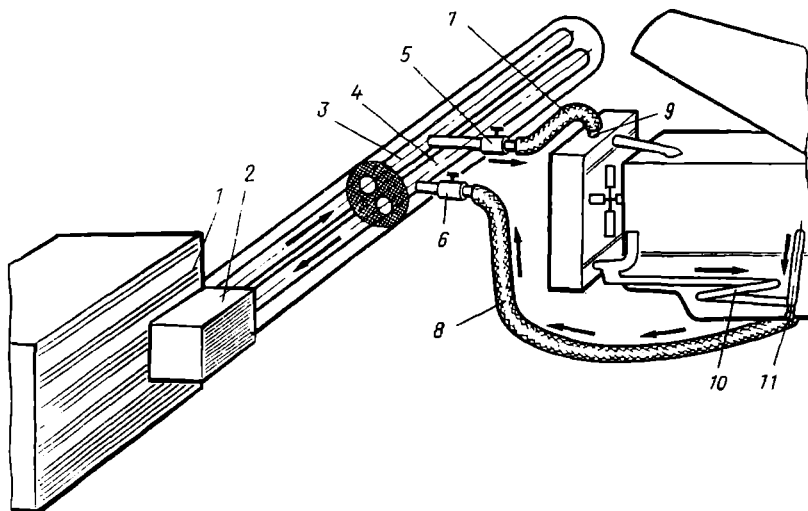


Рис. 21.12. Схема предпускового разогрева двигателей автомобилей с применением горячей воды:

1 — водогрейный котел; 2 — теплообменник; 3 — труба подвода горячей воды; 4 — труба возврата охлажденной воды; 5 — кран для подвода горячей воды к двигателю; 6 — кран для возврата воды; 7, 8 — резинотканевые шланги; 9 — горловина радиатора; 10 — трубочный теплообменник для разогрева масла; 11 — сливная трубка

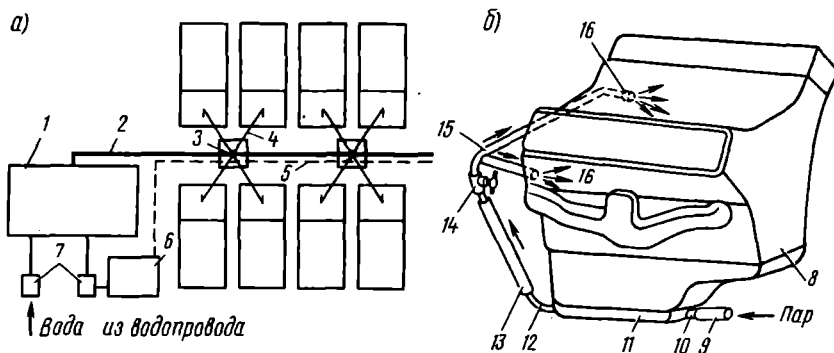


Рис. 21.13. Схема обогрева двигателей паром:

а — схема стоянки; б — подвод пара к двигателю; 1 — паровой котел; 2 — главный паропровод; 3 — стояк; 4, 9, 13 — шланги; 5 — отвод конденсата; 6 — резервуар; 7 — насос; 8 — двигатель; 10, 12, 16 — штуцеры; 11 — подогрев картера двигателя; 14 — кран; 15 — паропроводящий патрубок

при температуре воздуха минус 40°C , работает следующим образом.

Система охлаждения разогретого двигателя автомобиля соединяется с линией резиноканевыми рукавами. Подводящий рукав 7 соединяется с вентилем 5 и горловиной радиатора 9. Отводящий рукав 8 — со сливным краником 11, установленным на выходном патрубке теплообменника 10 для разогрева моторного масла в поддоне двигателя.

При включении водяного насоса 2 горячая вода, нагретая в резервуаре 1, подается в подводящий магистральный трубопровод 3 и через открытый вентиль 5 поступает в двигатель. После появления воды в отводящем рукаве 8 его одевают на отводящий 6. Затем этот вентиль открывают и вода по отводящему трубопроводу возвращается в резервуар.

Такая конструкция обеспечивает постоянную циркуляцию горячей воды и эффективный разогрев двигателя и моторного масла. Продолжительность разогрева при температуре окружающего воздуха -40°C и температуре циркулирующей воды $+85^{\circ}\text{C}$ составляет 15—20 мин. Когда двигатель разогрет, вентили 5 и 6 и сливной кран 11 закрывают, запускают двигатель и снимают резиноканевые рукава 7 и 8.

Объем и поверхность теплообменника для разогрева моторного масла рассчитаны таким образом, чтобы масло разогревалось также за 15—20 мин.

После выхода автомобилей в рейс вода из магистральных трубопроводов сливается в резервуар. Вода в резервуаре линии разогревается в межсменное время паром при помощи змеевика или электронагревательных элементов. Экономия тепла достигается при сливе воды из системы охлаждения после возвращения автомобиля с линии в специальные термосы и при повторном ее использовании.

Обогрев двигателей паром с возвратом конденсата производится по схеме, приведенной на рис. 21.13. Пар из парового котла 1 по главному паропроводу 2 подается к стоякам 3, из которых по шлангам 4, 9, 13 подается к пароподводящим патрубкам 15 и к двигателям 8 автомобилей, установленных на стоянке. При обогреве двигателей пар конденсируется, и конденсат поступает в отводную магистраль 5 и по ней в резервуар 6, откуда насосом 7 подается в паровой котел для повторного использования в системе обогрева.

Процесс обогрева паром может быть организован без возврата или с возвратом конденсата.

Способ использования пара без возврата конденсата наиболее прост, однако к числу его недостатков относятся: возможность образования трещин блока из-за местных перегревов (при охлаждении 1 кг пара на 1°C выделяется 2260 кДж, а воды 4,2 кДж); необходимость постоянного питания котлов свежей водой взамен безвозвратно потерянного конденсата и, следовательно, усиленное отложение накипи в котлах. Стекающий на площадку конденсат образует наледи, которые затрудняют подход к автомобилю, требуют систематической уборки площадки и могут привести к травмам.

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. Производственный персонал, обслуживающий котлы, должен быть специально обучен и иметь об этом подтверждающие документы.

При эксплуатации котлов должна

проводиться проверка Инспекцией котлонадзора в установленные сроки, а результаты проверки оформляться соответствующими документами.

При *воздухообогреве* горячий воздух, подогреваемый в калорифере, через воздуховоды и раздаточные устройства поступает к обогреваемому двигателю (рис. 21.14). При этом возможен обогрев аккумуляторной батареи и агрегатов трансмиссии.

Эффективность использования тепла при воздухообогреве может быть существенно повышена путем организации рециркуляционного обогрева, т. е. такого обогрева, при котором воздух, поступающий к автомобилю, не рассеивается, а возвращается обратно в калориферный агрегат (рис. 21.15).

Эффективным способом организации безгаражного хранения является *электрообогрев* с использованием обогревателей, представляющих собой комплекс из блоков электронагревательных элементов (ТЭН) для охлаждающей жидкости (в радиаторе и блоке двигателя), для масла в картере двигателя (рис. 21.16), подогревательной установки Си-

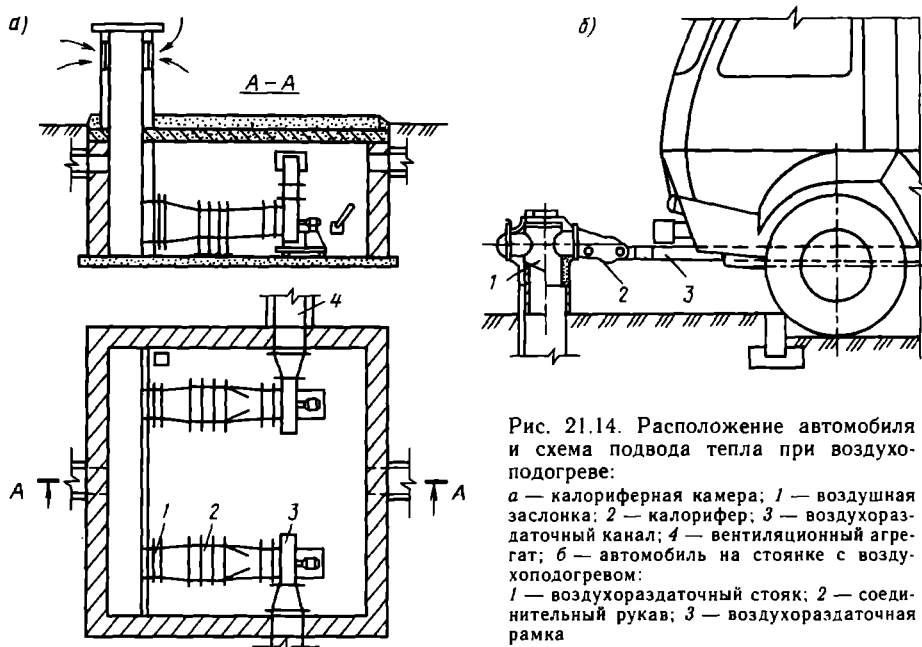


Рис. 21.14. Расположение автомобиля и схема подвода тепла при воздухоподогреве:

а — калориферная камера; 1 — воздушная заслонка; 2 — калорифер; 3 — воздухораздаточный канал; 4 — вентиляционный агрегат; б — автомобиль на стоянке с воздухоподогревом:

1 — воздухораздаточный стояк; 2 — соединительный рукав; 3 — воздухораздаточная рамка

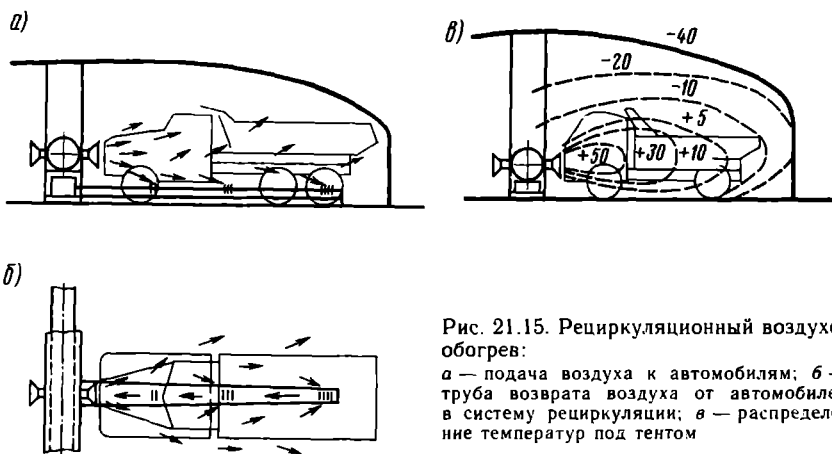


Рис. 21.15. Рециркуляционный воздухообогрев:

а — подача воздуха к автомобилям; б — труба возврата воздуха от автомобилей в систему рециркуляции; в — распределение температур под тентом

рокко-208 для обогрева аккумуляторов. Циркуляцию жидкости в системе обеспечивает специальный циркуляционный насос. Тепло используется также для отопления салона кабины автомобиля. Поддержание теплового режима установки осуществляется автоматически с помощью термодатчиков нормального и аварийного режимов. Мощность блоков ТЭНов составляет в зависимости от типа двигателя 2—4 кВт, мощность блок-подогревателей масла 0,4—2 кВт.

Инфракрасный газовый обогрев основан на использовании инфракрасных лучей, которые практически не поглощаются чистым воздухом, а при встрече с твердыми телами лучистая энергия превращается в тепловую и тело нагревается.

Для получения инфракрасного излучения используются стационарные и передвижные горелки. Они могут работать как на природном, так и на нефтяном газе (пропан-бутан). Поступающий в горелку газ

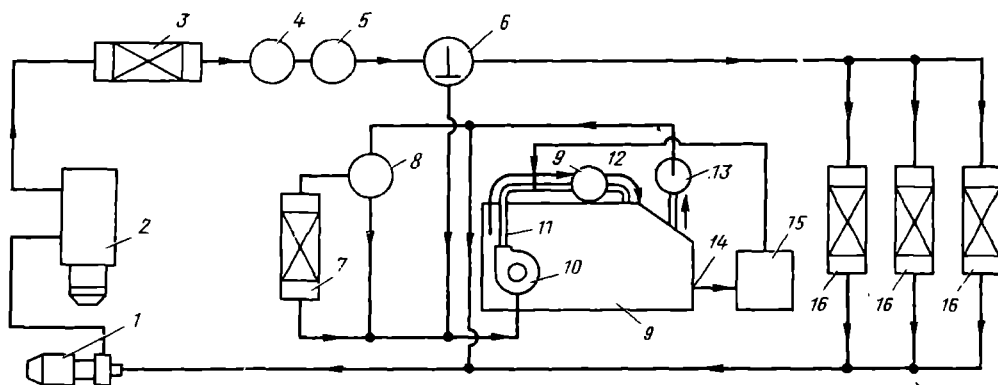


Рис. 21.16. Схема электрообогрева:

1 — циркуляционный насос; 2 — нагревательная установка; 3 — радиатор отопления кабины водителя; 4 — термодатчик аварийный; 5 — термодатчик нормального режима; 6 — кран (3-позиционный); 7 — радиатор охлаждения двигателя; 8 — термостат; 9 — дизельный двигатель; 10 — водяной насос двигателя; 11 — патрубок, идущий от водяного насоса к масляному радиатору (подвод нагретой жидкости к блоку цилиндров двигателя); 12 — масляный теплообменник; 13 — теплообменник; 14 — пробка слива охлаждающей жидкости из блока цилиндров двигателя (подвод холодной жидкости к электронагревателю); 15 — электронагреватель; 16 — радиаторы отопления салона автобуса

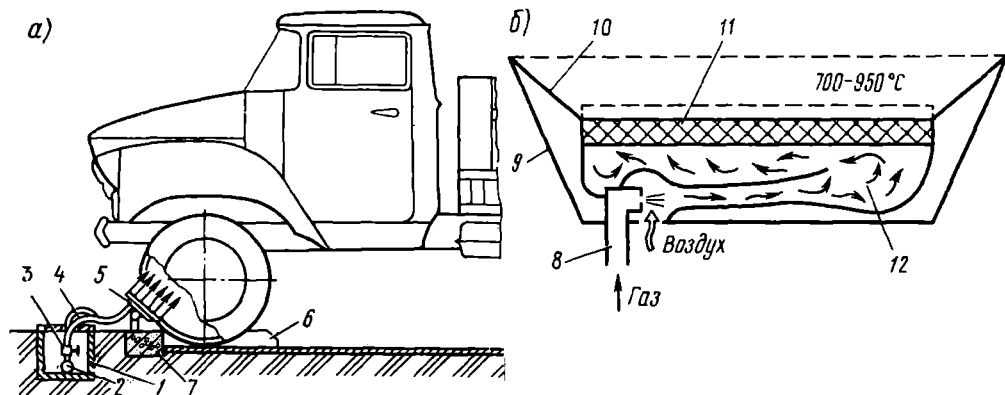


Рис. 21.17. Установка (а) и схема (б) горелки инфракрасного излучения:

1 — колодец; 2 — газопровод; 3 — вентиль; 4 — шланги; 5 — газовая горелка; 6 — направляющая реборда; 7 — упор; 8 — штуцер подачи газа; 9 — корпус горелки; 10 — корпус излучателя; 11 — излучатель; 12 — смесительная камера

смешивается в необходимой пропорции с воздухом (рис. 21.17), и смесь заполняет многочисленные каналы малого диаметра, имеющиеся в керамической или металлической сетке горелки. С помощью электрозапального устройства смесь воспламеняется. При этом поверхность сетки нагревается до температуры 700—950 °С и выделяет лучистую энергию.

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.

Существенным недостатком описанных горелок является возможность срыва пламени при скорости ветра 5,0—5,5 м/с. Нагреватели «Малютка» с горелкой «Звездочка» свободны от этого недостатка, так как горелка защищена специальным кожухом.

При хранении автомобилей в отрыве от стационарных источников тепла применяются жидкостные или воздушные *индивидуальные подогреватели*. Обычно они работают на том же топливе, что и двигатель автомо-

биля. Принципиальная схема жидкостного подогревателя П-100 автомобиля ЗИЛ-130 показана на рис. 21.18.

Преимуществами индивидуальных подогревателей являются разогрев двигателей в любых условиях независимо от источника энергии и возможность использования в качестве охлаждающей жидкости антифриза. Недостаток индивидуальных подогревателей — недостаточный подогрев коренных и шатунных подшипников коленчатого вала.

Холодный пуск. При организации безгаражного хранения при низких температурах возможно применение не только способов и средств, связанных с тепловой подготовкой или сохранением тепла, но и так называемый холодный пуск, т. е. пуск двигателей без тепловой подготовки, основанный на комплексном использовании пусковых жидкостей, регулировки карбюраторов и применении загущенных моторных масел с пологой вязкостно-температурной характеристикой.

Основой пусковой жидкости является этиловый эфир, обладающий низкой температурой воспламенения (около 139—140 °С) и очень высокой летучестью (температура кипения 34,5 °С). Такая жидкость впрыскивается в камеру сгорания и вос-

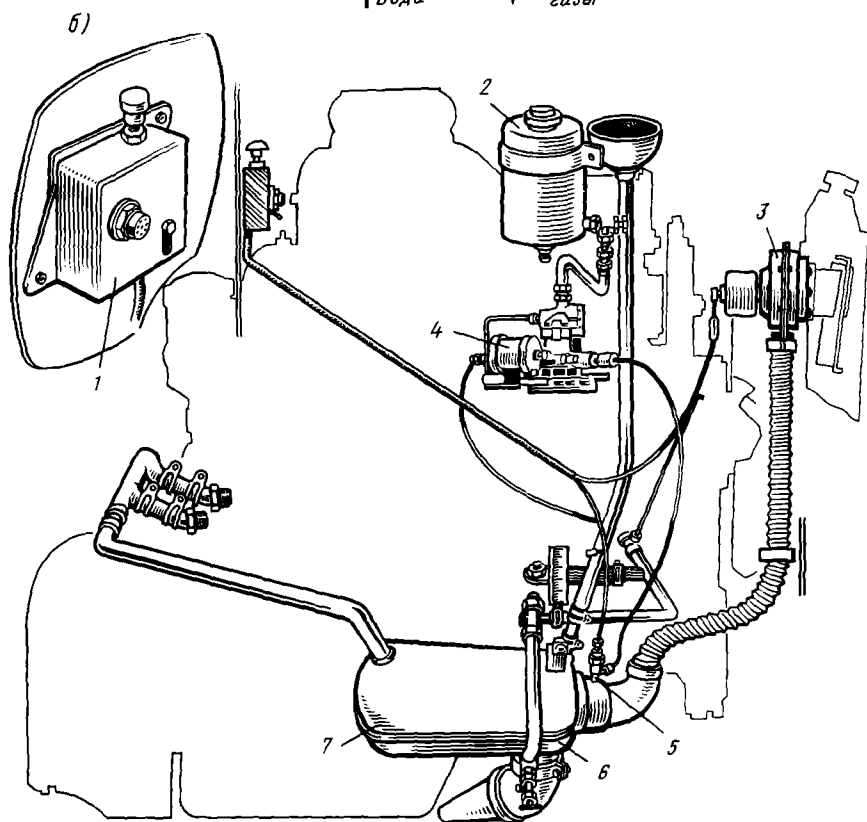
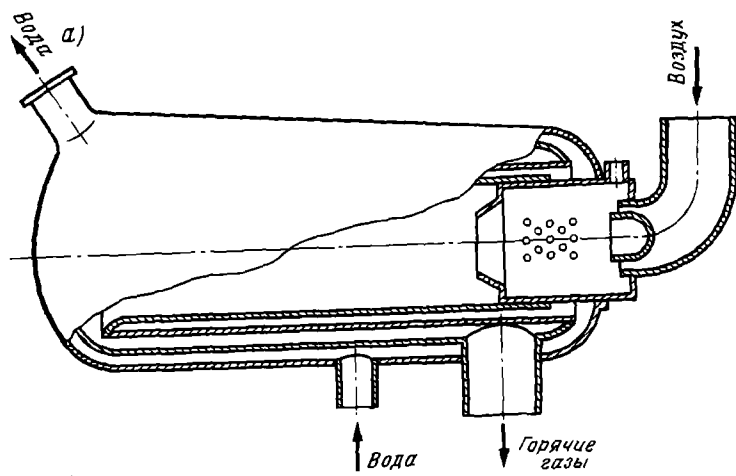


Рис. 21.18. Предпусковой подогреватель П-100:

a — котел подогревателя; *б* — установка подогревателя на двигатель ЗИЛ-130;

1 — щиток управления; *2* — топливный бак; *3* — вентилятор; *4* — регулятор подачи топлива; *5* — свеча накаливания; *6* — щиток подогрева масла в картере; *7* — котел

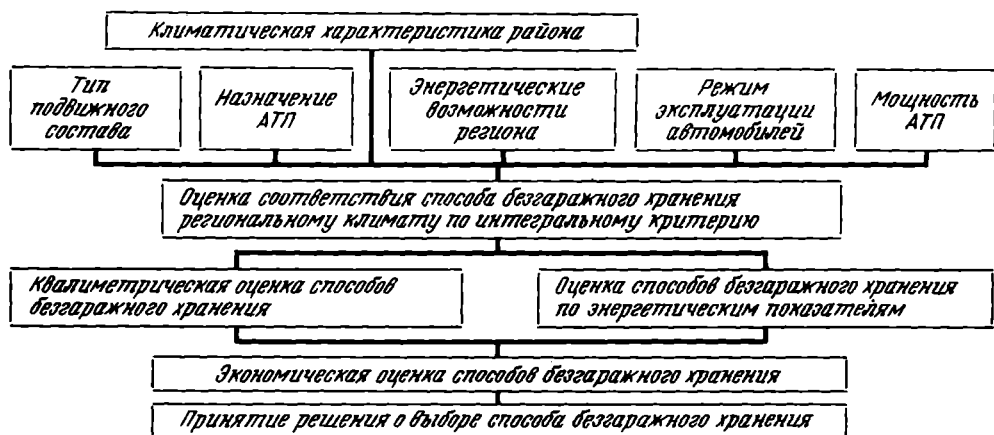


Рис. 21.19. Схема выбора способа безгаражного хранения автомобилей

пламеняется при температуре сжатия (190—200 °С), т. е. более низкой, чем температура воспламенения основного топлива.

Для дизельных двигателей применяется пусковая жидкость «Холод» Д-40 следующего состава (% по массе): этиловый эфир 60 ± 2 ; изопропилнитрат 15 ± 2 ; петролейный эфир или газовый бензин 15 ± 2 ; масло для газовых турбин 10 ± 2 .

Для карбюраторных двигателей применяют пусковую жидкость «Арктика», в состав которой входят этиловый эфир, газовый эфир, изопропилнитрат, противоизносные и противозадирные присадки, антиокислители.

Многообразие условий, в которых эксплуатируются автомобили в зимнее время, и широкий набор различных средств и способов зимнего хранения требуют обоснованного выбора этих средств и способов (рис. 21.19).

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.

Определяющими показателями при подготовке к работе при низких

температурах воздуха являются температуры:

двигателя (по величине износа в период пуска прогрева), $t_{п.д} = +20$ °С;

масляного фильтра (по степени надежности подачи отфильтрованного масла), $t_{п.м.ф} = +15$ °С;

аккумуляторной батареи (по возможности пуска двигателя стартером), $t_{п.а} = -5$ °С;

коробки передач (по сопротивлению проворачиванию), $t_{п.к} = -10$ °С;

салона кабины (по условиям работы водителя), $t_{п.с} = +5$ °С.

Выбрав эти температурные параметры в качестве системы отсчета при оценке температурного поля, можно определить целесообразный способ теплового воздействия при безгаражном хранении, который в наибольшей степени удовлетворяет оптимальным требованиям.

Для сравнения фактически получаемого теплового поля с граничными величинами институтом МАДИ для существующих групповых способов безгаражного хранения разработаны номограммы. Рассмотрим их использование на примере двигателя (рис. 21.20). В номограмме по оси абсцисс нанесена шкала температур двигателя автомобиля ЗИЛ-130, а по оси ординат шкала температур окружающего воздуха. Вертикальной линией, параллельной

когда способ безгаражного хранения соответствует требованиям тепловой подготовки агрегата. Часть номограммы, расположенная левее этой линии, соответствует неполной тепловой подготовке, так как в этом случае имеют место потери эффективности.

Например, у способов, обозначенных номерами 5 и 7 (подогрев и разогрев инфракрасными лучами) при $t_b = -20^\circ\text{C}$ потери оцениваются отрезками a_5 и a_7 , в то время как у способа, обозначенного позицией 9 (электроподогрев масла в картере двигателя), потери эффективности оцениваются отрезком a_9 . Из рисунка видно, что при температуре воздуха $t_b = -20^\circ\text{C}$ $a_9 > a_{5,7}$, т. е. износ двигателя при электроподогреве или разогреве инфракрасными лучами.

Номограмма позволяет определить и случаи излишнего расхода энергии, приводящие к перегреву двигателя. Так, при $t_b = -20^\circ\text{C}$ применение способов 3, 4, 6, 8 приводит к перегреву двигателя. Перегрев оценивается длиной отрезков по оси абсцисс, обозначенных A_3, A_4, A_6, A_8 .

Дифференциальная оценка способов безгаражного хранения автомобилей дает представление о состоянии каждого отдельного агрегата или элемента автомобиля.

Для интегральной оценки теплового состояния автомобиля применяется номограмма (рис. 21.21), по оси абсцисс которой отложены температура окружающего воздуха, а по оси ординат — значение интегральной функции суммарных потерь эффективности для всего автомобиля в целом $S(t)$.

При построении номограммы использованы и суммированы с учетом степени важности данные дифференциальной оценки обогрева агрегатов (см., например, рис. 21.20).

Сравнительная оценка способов безгаражного хранения по 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 $S(t_b)$.

Критерием выбора группового способа безгаражного хранения является минимальное значение $S(t_b)$.

Например, при температуре воздуха -22°C при безгаражном хранении воздушноподогрев (2) и электроподогрев двигателей (4) более эффективны, чем подогрев прибором «Малютка» (8) и водоподогрев двигателя (3).

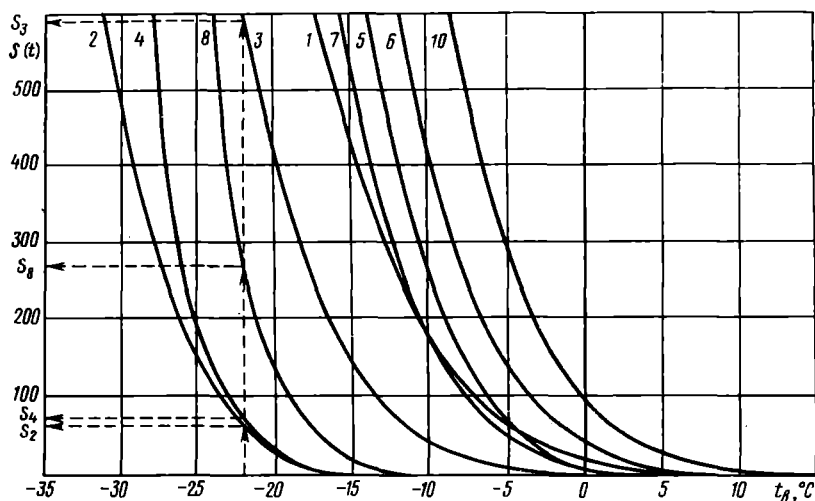


Рис. 21.21. Оценка различных способов безгаражного хранения по интегральным показателям: 10 — разогрев подогревателем «Малютка»; остальные позиции — по рис. 21.20

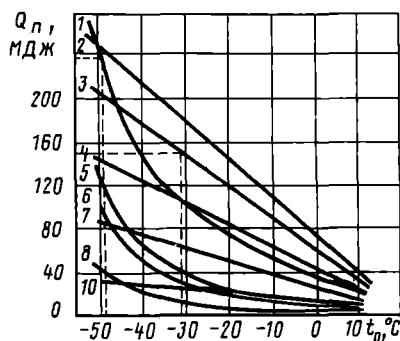


Рис. 21.22. Затраты энергии (теплоты) на один пуск при обогреве двигателей в зависимости от температуры окружающей среды (обозначения см. на рис. 21.21)

Рассмотренный метод позволяет выбрать способы безгаражного хранения исходя из технической возможности. Однако каждый запуск автомобиля при низких температурах сопровождается потерей энергии Q_i^i , зависящей от температуры окру-

жающего воздуха и применяемого способа безгаражного хранения (рис. 21.22).

Оценка способов безгаражного хранения автомобилей по энергетическим показателям, разработанная МАДИ, основана на определении и сравнении годовых энергетических затрат Q_i^i в различных климатических условиях для различных способов безгаражного хранения:

$$Q_i^i = \sum_{t_{\min}}^{t_{\max}} Q_i^i N_i, \quad (21.7)$$

где N_i — число пусков, соответствующих температуре t (обычно это интервал в 5°C), $t_{\min}$, $t_{\max}$ — минимальная и максимальная температуры, соответствующие зимнему периоду эксплуатации.

При расчетах $t_{\max}$ принимается $0...+5^\circ\text{C}$. Так как число дней с отрицательными температурами в разных климатических районах существенно различается, то в зависимости от

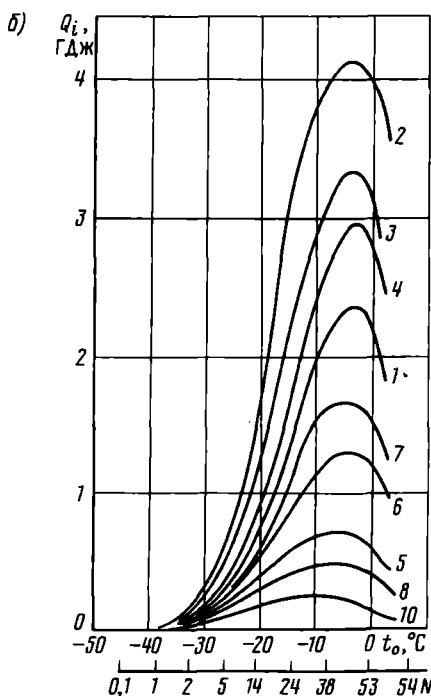
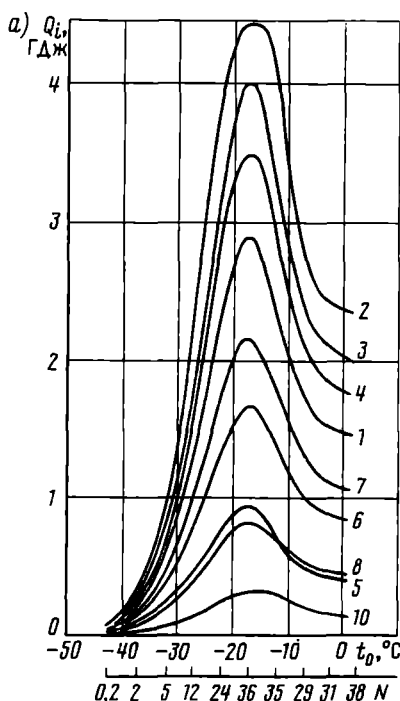


Рис. 21.23. Затраты энергии на обогрев двигателей ЗИЛ-130 при различных способах безгаражного хранения на зимний период:

а — Иркутск; б — Москва (обозначения те же, что и на рис. 21.21)

Таблица 21.2. Распределение дней в году по интервалам температур

Интервал температур окружающего воздуха (от ... до)	— 45... 40	— 40... 35	— 35... 30	— 30... 25	— 25... 20	— 20... 15	— 15... 10	— 10... 5	— 5... 0	0... + 5
Число дней в году с дан- ной температурой воз- духа	1	2	5	12	24	36	35	29	31	38

Таблица 21.3. Расход энергии за один пуск двигателя (ГДж) при различных температурах окружающего воздуха, °С (середины интервалов)

Способ подвода тепла	— 42,5	— 37,5	— 32,5	— 27,5	— 22,5	— 17,5	— 12,5	— 7,5	— 2,5	2,5
Воздухонагрев	0,22	0,21	0,19	0,18	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,03
Воздухоразогрев	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
Электроподогрев	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06

Таблица 21.4. Определение годовых затрат энергии, ГДж

Способ подвода тепла	Затраты энергии при различных температурах, °С										Годовые затраты энергии
	— 42,5	— 37,5	— 32,5	— 27,5	— 22,5	— 17,5	— 12,5	— 7,5	— 2,5	2,5	
Воздухонагрев	0,22	0,42	0,95	2,16	3,6	3,6	4,68	2,61	2,48	1,14	21,8
Воздухоразогрев	0,16	0,28	0,55	1,08	1,92	1,8	1,75	1,16	1,09	1,14	10,9
Электроподогрев	0,18	0,30	0,65	1,44	2,64	3,24	2,62	2,03	1,74	1,52	16,3

способов безгаражного хранения будут изменяться затраты на пуск (рис. 21.23) и годовые энергетические затраты.

Рассмотрим пример выбора способа безгаражного хранения автомобиля ЗИЛ-130 по минимуму энергетических затрат для района Иркутска. На основании справочника по климату СССР, издаваемого Гидрометом СССР для областей и регионов, определяется число пусков автомобиля N_i в данном интервале температур воздуха, равное числу дней в году в этом же интервале температур (табл. 21.2).

По условиям обеспечения региона различными видами топлива возможен выбор одного из следующих способов безгаражного хранения: воздухонагрев; воздухоразогрев; электроподогрев.

Решение

Пользуясь графиками (см. рис. 21.22), находим значение энергозатрат на один пуск Q_i при соответствующих температурах окружающего воздуха (табл. 21.3).

Умножая число дней с температурой окружающего воздуха, соответствующей средним интервалам, на необходимое для пуска количество энергии в данном интервале и суммируя затраты энергии по всем интервалам (формула 21.7), получим годовые затраты энергии при различных способах безгаражного хранения (табл. 21.4).

Таким образом, в рассматриваемых условиях минимальный расход энергии обеспечивает применение воздухоразогрева (10,9 ГДж/год).

Экономическая оценка и обоснование выбора способов безгаражного хранения основаны на сопоставлении всех видов затрат, включая и капиталовложения при сравниваемых способах безгаражного хранения, с получаемым экономическим эффектом в результате экономии топлива, повышения ресурса автомобиля и повышения производительности.

Экономические показатели различных способов безгаражного хранения в большой степени определяются: условиями расположения и режимом работы автотранспортного предприятия; видом доступного источника энергии и его сложностью; расположением теплотрассы относительно территории АТП; наличием котельной, ТЭЦ вблизи АТП; наличием и стоимостью строительных материалов; продолжительностью зимнего периода в регионе и др.

21.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ И ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Автомобильные дороги, проложенные вокруг гор и хребтов, пересекают их на больших высотах (1500—2000 м над уровнем моря) по перевалам.

Такие дороги характеризуются: большими (до 10—12 %) продольными уклонами, серпантинами (до 10 на 1 км пути), значительной извилистостью (15—18 поворотов на 1 км) с закруглениями малых радиусов (8—10 м), недостаточной шириной проезжей части и земляного полотна, деформированностью покрытий и плохой видимостью. Перечисленные факторы влияют на надежность автомобилей, затрудняют движение транспорта, снижают скорость, повышают транспортные расходы и служат основной причиной дорожно-транспортных происшествий.

Следствием специфики горных условий обуславливается ряд особенностей в работе автомобиля.

На каждые 1000 м высоты над уровнем моря мощности карбюраторных двигателей автомобилей из-за уменьшения плотности и снижения весового заряда цилиндров снижается в среднем на 12 %.

Сложность вертикального профиля и извилистость горных дорог влияет на режим работы и энергонагруженность тормозных систем автомобилей. Количество торможений на 1 км пути при движении на горных дорогах 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 увеличивается в 17 раз.

Вследствие передачи больших кру-

тящих моментов ведущими колесами при движении на подъем, частыми торможениями 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 сцепление, коробка передач, тормоза, резко увеличиваются силы, действующие на рулевой механизм, значительно чаще нарушаются крепления и регулировки. Все это вызывает ускоренный износ деталей и узлов, усталостные явления в них и, в конечном счете, поломку.

Повышенная влажность воздуха в горных условиях, особенно в районах с субтропическим климатом, вызывает ускоренную коррозию 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 автомобилем, приборов освещения и сигнализации и правильность их установки, проведение крепежных и регулировочных работ. Для этого при ТО используются средства диагностирования, а естественное снижение надежности автомобилей учитывается ресурсным корректированием нормативов системы ТО и ремонта (см. гл. 6).

Специфическими особенностями природно-климатических условий зоны жаркого климата, влияющими на надежность автомобилей, являются высокая температура, запыленность, низкая относительная влажность воздуха, солнечная радиация и др.

При использовании воды вместо антифриза в системе охлаждения появляется накипь, которая ухудшает теплоотдачу, вызывает перегрев, снижает мощность, экономичность и надежность двигателя.

В этих условиях до 6 % отказов автомобиля приходится на систему охлаждения.

Оптимальный температурный режим двигателей обеспечивают антифризы марок 50 и Тосол А-40. Рациональным является применение автомобилей с усиленными системами охлаждения замкнутого типа.

Условия работы автомобилей в пустынно-песчаных зонах связаны с высокими и изменяющимися температурами, а также с запыленностью окружающего воздуха, поэтому главное внимание при проведении заправки и ТО обращается на чистоту топлива и смазочных материалов, техническое состояние всех фильтров, системы питания и кривошипно-шатунного механизма, на который

приходится до 70—80 % всех отказов двигателя.

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.

Глава 22

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ОТРЫВЕ ОТ ОСНОВНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ

22.1. ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ОТРЫВЕ ОТ ПОСТОЯННЫХ БАЗ

Под использованием автомобильного транспорта в отрыве от постоянных баз понимаются кратковременная дислокация и работа подвижного состава в отдалении от своих постоянных производственных баз в районах расположения обслуживаемых перевозками объектов, т. е. использование:

небольших групп или одиночных автомобилей с изменяющейся дислокацией места их расположения (геологоразведка, мелиоративные работы и др.);

групп автомобилей в районах строительства железных дорог, туннелей, каналов и др.;

больших групп автомобилей при регулярном обслуживании агропромышленного комплекса и в период массовой уборки урожая в колхозах и совхозах;

автомобилей при междугородных и международных перевозках.

В период уборки урожая ежегодно к перевозкам привлекается грузовой автомобильный транспорт многих министерств и ведомств. В РСФСР в сельскохозяйственных перевозках участвуют 14 % грузовых автомобилей предприятий автотранспорта общего пользования, около 20 % ведомственного транспорта, остальные автомобили принадлежат колхозам и совхозам.

Основными факторами, влияющими на организацию технической эксплуатации подвижного состава на сельскохозяйственных перевозках, являются:

интенсивная эксплуатация и концентрация автотранспортных средств на вывозе сельскохозяйственной продукции (среднесуточный пробег 150—250 км, время в наряде 16—20 ч);

сложные дорожные и климатические условия, меняющиеся метеорологические условия, повышенная запыленность воздуха и др.;

кратковременная работа транспортных средств на одном месте и частые их перемещения, затрудняющие организацию ТО и ТР;

«распыление» автомобилей по автоколоннам с числом 30—70 автомобилей и по мелким автоотрядам (5—10 автомобилей);

организация ТО и ТР автомобилей при значительном удалении от своих постоянных баз;

многоведомственная подчиненность автомобильного транспорта, участвующего в сельскохозяйственных перевозках региона, затрудняющая организацию и управление перевозками.

Ведомственный подвижной состав автомобильного транспорта, выполняющий перевозки строительных материалов, труб, кабельной продукции, участвующий в геологоразведочных работах, прокладке линий электропередач и связи, выполняющий мелиоративные и другие специальные работы, объединяется в автоотряды численностью 15—20 и автоколонны численностью 50—70 автомобилей. Работа автомобилей осуществляется при отсутствии каких-либо транспортных путей, в тайге, в сложнейших климатических условиях, в необжитых районах, в отрыве от городов и поселков, на расстоянии от 25 и до нескольких сотен километров от своих постоянных баз длительное время.

22.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА УБОРКУ УРОЖАЯ

Для осуществления перевозки различных сельскохозяйственных грузов ежегодно автотранспортными предприятиями создаются автомобильные колонны (автоотряды), которые при организации ТО и ремонта руководствуются специальной нормативно-технологической документацией, учитывающей особенности организации и технологии технического обслуживания и ремонта автомобилей, работающих в отрыве от базы.

В основу этих материалов, разрабатываемых ведомствами, ответственными за своевременную и качественную подготовку автоколонн к работе в отрыве от основной базы, положена планово-предупредительная система ТО и ремонта.

Нормативы ТО и ремонта выбираются в соответствии с IV и V категориями условий эксплуатации автомобилей, характерными для полевых условий.

Подготовка автоколонны к работе начинается с отбора автомобилей и автомобильных поездов специально создаваемой комиссией. Ресурс основных агрегатов каждого автомобиля и автопоезда должен быть не менее 10—12 тыс. км при условии работы в отрыве от основной базы не более 1 мес.

Автоколонна с учетом конкретных условий работы (ее численности, расстояния до основной базы и т. д.) укомплектовывается: передвижными ремонтными мастерскими, необходимыми для производства текущего ремонта агрегатов и узлов, снятых с автомобилей; автомобилями технической помощи для устранения отказов на линии и буксировки неисправных автомобилей в зону автогородка; автомобилями обслуживания для обеспечения продуктами питания персонала колонны, технического снабжения и других целей; автомобилями-заправщиками.

По всем автотранспортным средствам, отобранным в состав автоколонны, до отправки в командировку проводятся:

контроль технического состояния;
второе техническое обслуживание (ТО-2) и текущий ремонт (по потребности);

дополнительные работы, включающие промывку системы охлаждения; очистку и промывку системы смазки; подготовку подвески, предусматривающую очистку рессор и амортизаторов от загрязнений, проверку их исправности, очистку рессорных листов от следов коррозии и их смазку; подготовку аккумуляторной батареи; подготовку платформы (кузова).

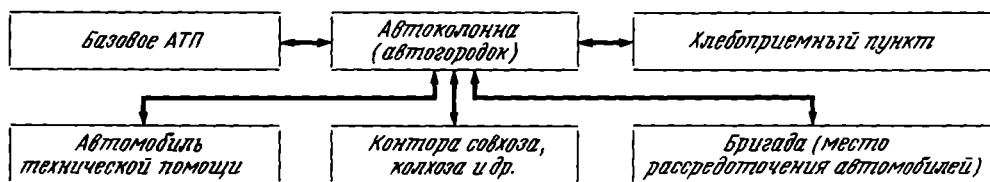


Рис. 22.1. Схема связи автоколонны

Кузов автомобиля (прицепа, полу-прицепа) должен быть загерметизирован для предохранения от потерь зерна при транспортировке. Борты кузова наращиваются для увеличения его объема с целью повышения коэффициента использования грузоподъемности автомобиля. Кузова обеспечиваются полами для предохранения зерна от потерь и увлажнения при транспортировке.

Определение численности необходимого производственного персонала автоколонны проводится из условия 2-сменного режима работы в зависимости от списочного количества автомобилей и их среднесуточного пробега (табл. 22.1).

Водительский состав и ремонтные рабочие подбираются из числа наиболее квалифицированных рабочих, обладающих необходимым опытом. Рабочие, занятые на техническом обслуживании и ремонте, должны иметь смежные специальности для совмещения профессий. Руководство работой осуществляет начальник автоколонны, а его заместителем является старший механик.

Технологическое оборудование, предусматриваемое для оснащения автоколонн, должно удовлетворять следующим требованиям: быть транспортабельным, иметь малую массу и обеспечивать возможность выполнения работ в полевых условиях.

Для создания необходимых условий для высокопроизводительной работы водителей и ремонтных рабочих используются передвижные вагоны различного назначения, образующие культурно-бытовую зону автогородка: вагон-столовая, вагон-красный уголок; вагон-общепитие; вагон-баня; вагон-склад (бытовых принадлежностей).

Для оперативного руководства подвижным составом на линии, организации производства ТО и ТР автомобилей автоколонна, работающая в отрыве от основной базы, оснащается радио- и телефонными средствами связи (рис. 22.1).

Автоколонна перед выездом к месту назначения должна быть полностью обеспечена по номенклатуре и количеству необходимым фондом оборотных агрегатов (прил. 7), за-

Таблица 22.1. Примерная численность производственного персонала автоколонн, работающих в отрыве от постоянных баз

Вид ТО и ТР	Среднесписочное число подвижного состава в колонне и среднесуточный пробег автомобиля, км														
	30 автомобилей и 15 прицепов			50 автомобилей и 25 прицепов			70 автомобилей и 35 прицепов			100 автомобилей и 50 прицепов			150 автомобилей и 75 прицепов		
	150	200	250	150	200	250	150	200	250	150	200	250	150	200	250
ЕО	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
ТО-1	1	2	3	2	3	4	4	5	8	5	7	10	8	11	15
ТО-2	1	2	2	2	3	3	4	5	6	4	6	8	6	8	10
ТР на постах	3	4	5	5	7	8	6	8	11	7	10	13	9	14	20
ТР в цехах	2	2	2	2	3	4	2	4	5	3	4	5	4	6	8
Итого	8	11	13	12	17	20	17	23	31	21	29	38	29	42	56

пасных частей и материалов, которые хранятся на передвижных складах, выполненных в закрытом варианте, оборудованных стеллажами и установленными на прицепах.

Запас смазочных материалов, тормозной жидкости, электролита и других материалов должен быть обеспечен для 10-дневной потребности для подвижного состава автоколонны.

В случае отсутствия в районе работы автотранспорта АЗС общего пользования автоколонна обеспечивается 5-дневным запасом топлива.

По прибытии к месту работы автоколонна приступает к *организации автогородка*, площадь которого по возможности должна быть прямоугольной (табл. 22.2).

Территория участка автогородка должна быть ровной, отвечать условиям гарантированного стока воды (желателен односторонний уклон до 3°), возможности организации удовлетворительных подъездов и защиты от сильных ветров, а также не иметь заболоченностей. По местности автогородок должен быть сориентирован с учетом розы ветров данного района таким образом, чтобы при заезде и выезде автомобилей не было запыления и задымления культурно-бытовой и производственной зоны автогородка.

Автогородок должен находиться на расстоянии не ближе, чем 100 м от лесных массивов, стогов соломы, токов, хлеба на корню. В случае расположения автогородка в поле территорию следует очистить от стерни, сухой травы, полить водой и укатать. По периметру зона автогородка должна быть опажена полосой 1—2 м.

Территория автогородка состоит из трех зон: стоянки автомобилей и автопоездов; зоны ТО и ТР; культурно-бытовой зоны. На рис. 22.2 в ка-

честве примера приведена технологическая планировка автогородка на 30 автомобилей.

При организации автогородка должны быть осуществлены меры по защите окружающей среды от загрязнения. Зона ЕО должна иметь грязеотстойники и бензомаслоуловители. Сточные воды после мойки автомобилей должны быть чистыми, не загрязняющими естественные водоемы и почву. Необходимо организовать сбор и хранение отработанных масел, исключающие их попадание в почву.

Формы организации производства ТО и ТР подвижного состава в полевых условиях зависят от численности автомобилей в автоколонне, расстояния от основной производственной базы, наличия передвижных средств для ТО и ТР, рассредоточения автомобилей по месту работы, возможностей кооперации по производству технологических работ с мастерскими совхозов и колхозов.

По первой организационной форме предусматривается обеспечение автоколонны всеми необходимыми средствами для ТО и ТР подвижного состава, а также средствами для обеспечения культурных и бытовых нужд работников автоколонны. Эта форма организации является наиболее рациональной, так как при ней обеспечивается максимальная централизация сил и средств, что позволяет производить ТО и ТР в минимальные сроки с наименьшими затратами.

Автогородки должны создаваться для всех автоколонн размером более 25—30 автомобилей, работающих на расстоянии от АТП свыше 12—15 км. Для мелких автоколонн численностью до 25—30 автомобилей, находящихся вблизи от основной про-

Таблица 22.2. Варианты участков автогородка

Показатель	Число автомобилей в колонне, шт.				
	30	50	70	100	150
Размеры участка, м	140×60	150×190	170×120	200×140	220×160
Площадь, м ²	8 400	14 000	2 000	28 000	35 000

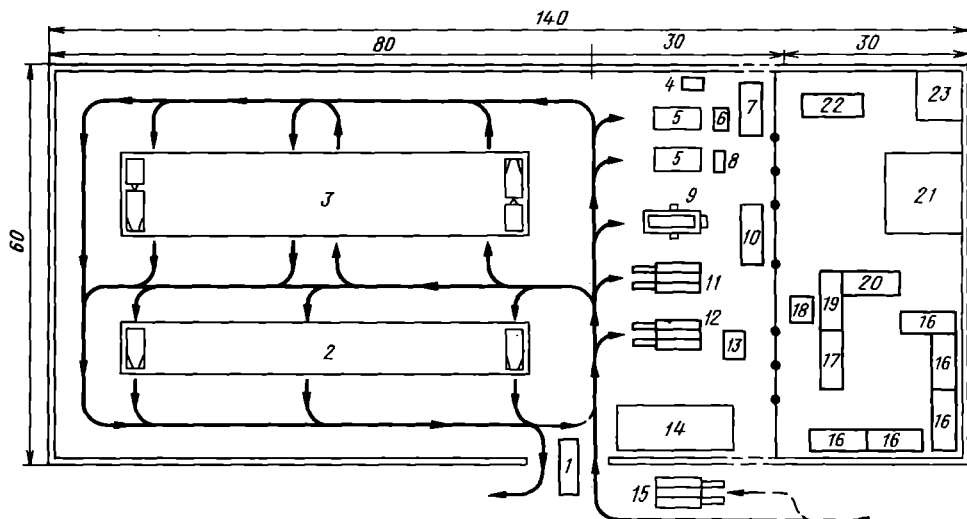


Рис. 22.2. Технологическая планировка автогородка на 30 автомобилей и 15 прицепов:
 I — зона стоянки; II — зона ТО и ТР; III — культурно-бытовая зона;
 1 — вагон диспетчера и механика КТП; 2 — площадка для стоянки одиночных автомобилей; 3 — площадка для стоянки автопоездов; 4 — электростанция; 5 — площадка для ТР автомобилей; 6 — сварочный агрегат; 7 — универсальная передвижная мастерская; 8 — козловой кран; 9 — балансирный подъемник; 10 — склад запасных частей и оборотных агрегатов; 11 — пост ТО-2; 12 — пост ТО-1; 13 — передвижной маслозаправочный пост; 14 — площадка для стоянки техпомощи, хозяйственной машины и автомобилей, ожидающих ремонта; 15 — пост ЕО; 16 — вагон-общепитие; 17 — вагон-столовая; 18 — изотермическая цистерна для питьевой воды; 19 — вагон-кухня; 20 — продовольственный склад; 21 — спортивная площадка; 22 — вагон-баня; 23 — площадка для мусоросборников и туалета

изводственной базы, создание автогородков экономически неоправданно, а обслуживание и ремонт автомобилей должны производиться с использованием передвижной ремонтной мастерской, а также по договорам на местных АТП и СТО.

В полевых условиях, особенно при работе небольшими группами, наиболее широко используется комбинированная форма организации, при которой автотранспортным средствам автоколонны ТО и ТР производятся как в автогородке, так и по месту их непосредственной работы.

В зависимости от размеров автоколонны могут применяться три метода организации производства: метод комплексных бригад (число автомобилей до 50), метод специализированных бригад и бригадный подряд (более 50 автомобилей).

Общее количество постов и количество постов по видам обслуживания и ремонта для автомобильных колонн различной мощности, а также

суточная производственная программа по ТО для автоколонн с различным количеством автомобилей приведены в табл. 22.3.

Различие в производственных программах ТО-1 и ТО-2 обуславливает целесообразность применения двух методов организации технологического процесса ТО: на универсальных и специализированных постах.

В полевых условиях ТО-2 во всех случаях, а ТО-1 в автоколоннах до 100 автомобилей целесообразно проводить на универсальных проездных постах. Для автоколонн с количеством свыше 100 автомобилей ТО-1 может проводиться на специализированных постах передвижной 2-постовой поточной линии, которая позволяет расчленять ТО-1 на две группы операций. На посту № 1 проводятся контрольные, крепежные и регулировочные, а на посту № 2 смазочные и очистительные работы.

ТО-2 в автоколоннах любого размера следует производить на тупи-

Т а б л и ц а 22.3. Количество постов по ТО и ТР подвижного состава для автоколонн различной мощности

Пост	Среднесписочное число подвижного состава и среднесуточный пробег автомобиля, км														
	30 автомобилей и 15 прицепов			50 автомобилей и 25 прицепов			70 автомобилей и 35 прицепов			100 автомобилей и 50 прицепов			150 автомобилей и 75 прицепов		
	150	200	250	150	200	250	150	200	250	150	200	250	150	200	250
ЕО	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
ТО-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
ТО-2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2
ТР	1	1	2	2	3	4	3	4	5	4	5	6	5	7	8
Итого	4	4	5	5	6	7	6	7	10	7	9	12	11	13	14

ковом посту, состоящем из двух машино-мест. Одно из них оборудуется эстакадой, а другое — самовывешивающимся балансирым подъемником.

На эстакаде производятся все работы, предусмотренные технологией ТО-2, за исключением работ, связанных с обслуживанием и сопутствующим ТР колес и ступиц колес. Эти работы производятся на балансирым подъемнике, куда автомобиль направляется после выполнения работ на эстакаде. ТО-2 производится при участии водителя бригадой ремонтно-обслуживающих рабочих, численность которой зависит от размеров автоколонн и среднесуточного пробега автомобилей (см. табл. 22.1).

В условиях работы автомобилей на уборке урожая особо важное значение имеют потери рабочего времени. Поэтому организацию производства ТО-2 автомобилей целесообразно производить или за один заезд при 2-сменной работе бригады, или в несколько приемов (заездов автомобиля). Для этого весь объем операций ТО-2 заранее расчленяется на несколько частей, каждая из которых выполняется раздельно в межсменное время за один заезд автомобиля.

Текущий ремонт автомобилей и автопоездов производится только по потребности. Ремонт выполняется как по автомобилю (автопоезду) в целом, так и по отдельным его

агрегатам и узлам, снятым с автомобиля.

ТР подвижного состава проводится на универсальных и специальных постах бригадой ремонтных рабочих, в состав которой на период производства ремонта включается водитель.

В автогородке создаются специализированные кузнечно-рессорный и сварочный посты, где производятся необходимые кузнечные и сварочные работы. Все другие работы выполняются на универсальном посту текущего ремонта.

Текущий ремонт агрегатов, узлов и деталей в период работы автомобилей в полевых условиях производится в передвижных мастерских, которые в зависимости от выполняемых работ подразделяются на универсальные (в автоколоннах до 100 автомобилей) и специализированные по ремонту агрегатов, по производству медницких и шиноремонтных работ, зарядная и электрокарбюраторная мастерские и др.

Передвижные мастерские производятся промышленностью (рис. 22.3) и создаются силами автотранспортных предприятий на базе вагонов и салонов списанных автобусов и полуприцепов (полуприцеп ОдаЗ-857, кузова автобусов ЛАЗ и др.).

Оборудование серийно выпускаемых подвижных универсальных мастерских ТО и ТР автомобилей позволяет выполнять следующие ра-

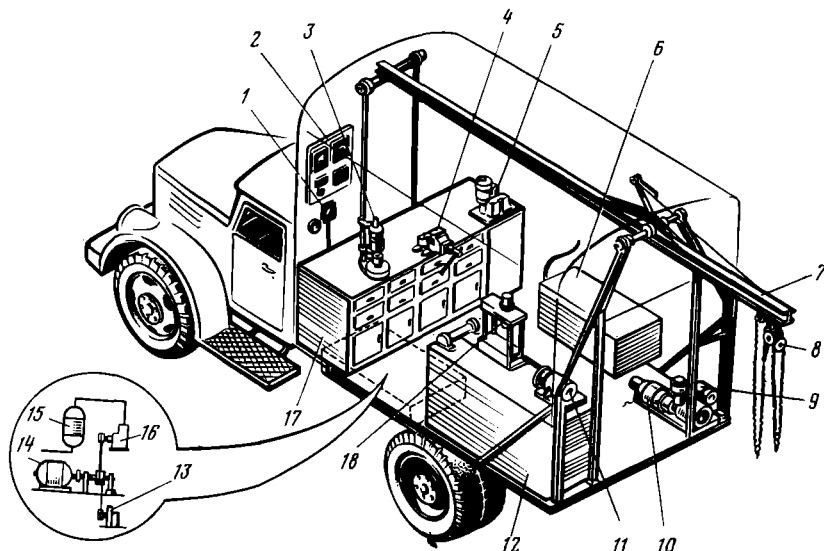


Рис. 22.3. Расположение оборудования в кузове передвижной ремонтной мастерской:

1 — тройник; 2 — электрораспределительный щит; 3 — электродрель в штативе; 4 — параллельные тиски; 5 — прибор для проверки и регулировки форсунок; 6 — сиденье; 7 — подъемное устройство; 8 — таль подъемного устройства; 9 — бензиновый двигатель; 10 — генератор; 11 — заточной станок; 12 — специальный верстак; 13 — водяной насос; 14 — электродвигатель; 15 — баллон для сжатого воздуха; 16 — воздушный компрессор; 17 — слесарный верстак; 18 — гидравлический пресс на 10 т

боты: техническую помощь автомобилям на линии; внешний уход, ТО-1 и ТО-2 автомобилей; ТО, регулировку и ТР двигателей; ТО и заряд аккумуляторов и другие работы.

Для выполнения работ вне кузова передвижной мастерской предусмотрены комплекты выносного оборудования и инструмента. При развертывании полевых пунктов ТО и ТР автомобилей с помощью выносных комплектов оборудования в палатках или под навесами, организуют посты для специальных работ: газовой сварки, медницких работ, заряда аккумуляторов, шиноремонтных и других работ.

В качестве источника электроэнергии на многих типах подвижных средств ТО и ТР на шасси автомобилей устанавливают генераторы мощностью 5 или 12 кВт с приводом от автономного двигателя.

Техническая помощь автомобилям на линии оказывается с целью устранения возникающих в процессе эксплуатации автомобилей неисправ-

ностей для сокращения простоев неисправного подвижного состава на линии, а также для буксировки в автогородок автомобилей, которые не могут быть отремонтированы на линии из-за большого объема ремонтных работ.

22.3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ МЕЖДУНАРОДНЫХ И МЕЖДУГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ, А ТАКЖЕ ПРИ ДОСТАВКЕ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ

Развитие экономических связей с зарубежными странами способствовало организации регулярных международных перевозок различных грузов автомобильным транспортом: станков, оборудования, выставочных экспонатов, продовольственных и промышленных товаров, комплектующих изделий, запасных частей и др. Значительно увеличиваются перевозки грузов в контейнерах, особенно большегрузных (20—30 т).

Развитие перевозок грузов в международном сообщении обусловлено расширением сети автомобильных дорог и их непрерывным совершенствованием, а также экономически выгодным переключением грузов, перевозимых на расстояние 100—150 км, с железнодорожного транспорта на автомобильный.

К междугородным перевозкам относятся перевозки грузов, выполняемые автомобильным транспортом за пределы города на расстояние свыше 50 км.

Анализ работы подвижного состава автомобильного транспорта в международном и междугородном сообщении показывает, что для него характерна специфика технической эксплуатации.

Дальние рейсы при международных (до 5 тыс. км) и междугородных перевозках, длительная работа в отрыве от постоянных баз технического обслуживания и ремонта, сравнительно большие скорости движения, повышенные требования в ряде зарубежных стран на содержание вредных примесей в отработавших газах повышают требования к техническому состоянию и особенно безотказности в течение рейса.

Для обеспечения международных перевозок надежно работающим подвижным составом устанавливается срок использования тягачей автопоездов на этих маршрутах не более 2—3 лет.

Водительский состав на этих перевозках должен иметь высокую квалификацию. Минимальный ресурс основных агрегатов каждого автопоезда, отправляемого в международный рейс, должен быть не менее 20 тыс. км, а в междугородный рейс — не менее 3,5—5,0 тыс. км. При техническом обслуживании и ремонте

особое внимание уделяется системам и агрегатам автомобилей и прицепного состава, влияющим на безопасность движения, динамические качества автомобилей, расход топлива.

Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава в отрыве от постоянной базы автоэкспедиционного предприятия проводится на специально отведенных площадках вне зоны стоянки.

Организация технической эксплуатации автотранспортных средств в отрыве от основной производственной базы при перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов предусматривается проектом организации работ, который разрабатывают во время подготовки к каждой такой перевозке. Перевозки осуществляют специализированными автоколоннами, имеющими в своем составе автомобили-тягачи, прицепы- и полуприцепы-тяжеловозы, погрузочно-разгрузочные устройства, такелажный инвентарь, автомобили технической помощи и сопровождения и др.

Проект организации работ предусматривает: техническую подготовку подвижного состава (ТО, ТР и предупредительный ремонт); порядок и режимы движения и связи; определение охраняемых и специально подготовленных мест на маршруте для организации стоянок и проведения ТО и ремонта; выделение и транспортирование запасных частей, агрегатов, систем, средств механизации, а также обслуживающих перевозку автомобилей скорой помощи, пожарных машин, топливозаправщиков, автобусов и других видов подвижного состава; выделение и инструктаж квалифицированных водителей и ремонтных рабочих.

23.1. ВНЕДОРОЖНЫЕ САМОСВАЛЫ

Одним из главных направлений повышения эффективности горнодобывающей промышленности является опережающее развитие открытого способа добычи полезных ископаемых, при котором важнейшим технологическим звеном является карьерный транспорт. Доля затрат на карьерный транспорт в себестоимости добычи открытым способом составляет от 45 до 70 %. Распространенным видом карьерного транспорта является автомобильный. С его помощью перевозятся основные объемы горной массы на карьерах черной и цветной металлургии, горнохимического сырья и строительных материалов.

На карьерах преимущественно применяются большегрузные автомобили-самосвалы БелАЗ-540А грузоподъемностью 27 т, БелАЗ-548А (40 т), БелАЗ-549 (75 т), БелАЗ-7519 (110 т).

Большегрузные автомобили-самосвалы БелАЗ-540А и БелАЗ-548А представляют собой двухосные короткобазные автомобили с колесной формулой 4×2. На автомобилях применены: пневмогидравлическая подвеска обоих мостов, обеспечивающая плавность хода; гидромеханическая передача, обеспечивающая автоматическое увеличение передаваемого крутящего момента в зависимости от дорожных условий; гидравлический тормоз-замедлитель, обеспечивающий любую заданную постоянную скорость автомобилю при движении под уклон; объединенная гидравлическая система опрокидывающего механизма и гидравлического усилителя руля, обеспечивающая автоматическое переключение насосов для ускорения подъема платформы при разгрузке и др. На автосамосвалах БелАЗ-549 и БелАЗ-7519 применена дизель-электрическая трансмиссия, состоящая из генератора,

приводимого в действие двигателем внутреннего сгорания, и тяговых электромоторов, встроенных в ведущие колеса автомобилей (мотор-колеса).

Условия эксплуатации автомобилей-самосвалов БелАЗ характеризуются транспортными, горнотехническими, дорожными и климатическими факторами. Транспортные факторы определяются расстоянием перевозок, видом груза, условиями его погрузки и выгрузки. При работе в карьерах свыше 87 % автомобилей работает на коротком плече протяженностью 0,5—3 км, с грузом насыпной плотностью 1,8—2,3 т/м³, с затрудненными условиями погрузки и выгрузки.

Горнотехнические факторы определяются расстоянием движения автосамосвала на подъем (глубина карьера) и уклоном дорог в карьере. При работе в карьерах 75 % автомобилей работают, преодолевая уклоны 7—8 % протяженностью 2—3 км.

Дорожные факторы, зависящие от типа и состояния дорожных покрытий, сложности трассы в карьере и размеров площадок для маневрирования при загрузке и разгрузке автомобиля, ухудшают условия его эксплуатации.

Кроме того, около 50 % карьеров расположены в очень холодном, холодном, жарком сухом и очень жарком сухом климатических районах. В основу организации ТО и ТР карьерных автосамосвалов положена планово-предупредительная система ТО и ремонта, учитывающая в нормативных частях Положения специфику карьерного транспорта. Периодичность видов ТО корректируется в зависимости от горнотехнических, транспортных и дорожных условий эксплуатации.

В автотранспортных цехах карьеров при ТО и ТР подвижного состава применяются следующие методы организации производства: комплекс-

ный, при котором бригада производит все виды работ за закрепленными автосамосвалами; *технологический*, при котором ремонтные рабочие объединены в бригады, производящие определенный вид работ в общем технологическом процессе (ТО, ТР, шиномонтажные и другие работы); *технологически-детальный*, при котором бригады производят все виды технических воздействий по определенным группам агрегатов и узлов автосамосвалов (работы по ремонту и обслуживанию топливной аппаратуры, рулевого механизма и т. д.).

Комплексную организацию целесообразно применять при среднесписочном числе автосамосвалов до 50 единиц, технологическую при числе более 50 и технологически-детальную при числе автосамосвалов более 100.

Для самосвалов грузоподъемностью 27 и 40 т при комплексной организации ТО-1 и ТО-2 проводятся на универсальных постах совместно с работами по замене неисправных деталей, узлов и агрегатов. При технологической организации ТО-1 производится по поточному методу, а ТО-2 на тупиковых постах, на которых производится также ремонт, связанный с заменой неисправных деталей, узлов и агрегатов. При технологически-детальной организации весь объем работ по ТО-2 совместно с объемом работ по замене неисправных деталей, узлов и агрегатов под-

разделяется по основным группам (двигатель, гидромеханическая трансмиссия и т. д.) и производится в специализированных зонах.

Для автосамосвалов особо большой грузоподъемности (БелАЗ-549, -7519) работы по ТО совместно с работами по замене неисправных деталей, узлов и агрегатов производятся на специализированных постах.

При всех формах и методах организации ТО и ТР для автосамосвалов отдельно выделяются самостоятельные пункт мойки, шиномонтажный пост и пост сварочных работ.

Диагностические средства устанавливаются на специально оборудованном посту с автономным въездом автосамосвалов.

Для автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 75 т и выше применяется система встроенного бортового диагностирования, позволяющая непрерывно контролировать параметры технического состояния дорогостоящих и трудоемких в ремонте узлов и агрегатов большегрузных автосамосвалов.

При поточном методе ТО-1 для автосамосвалов БелАЗ-540А, -548А наиболее целесообразной является 4-постовая поточная линия с распределением работ по постам, приведенным в табл. 23.1.

Планировка зон ТО-2 и ТР при технологической и технологически-детальной организации производства, а также зон для выполнения

Таблица 23.1. Распределение работ ТО-1 поточной линии обслуживания автомобилей БелАЗ-540А, -548А

Пост	Работы, производимые на посту	Трудоемкость, %	Перечень работ сопутствующего ремонта
1	Обслуживание электрооборудования и крепление навесных агрегатов	27	Замена ламп освещения, проводки, предохранителей
2	Обслуживание рулевого управления и центрального опрокидывающего механизма; крепление оперения	19	Замена гидроусилителя, шлангов и насосов, устранение неисправностей трубопроводов
3	Контроль состояния тормозной системы, карданной, главной и колесной передач	20	Замена карданных валов, тормозных цилиндров
4	Обслуживание объединенной гидравлической системы, систем смазки и питания двигателей, сварочные работы	34	Замена фильтров, устранение течи в трубопроводах

Таблица 23.2. Масса узлов и агрегатов автомобилей БелАЗ, кг

Узел (агрегат)	БелАЗ-540А	БелАЗ-548А
Двигатель в сборе (сухая масса)	1500	1570
Гидромеханическая передача с тормозом-замедлителем в сборе	1150	1130
Гидромеханическая передача в сборе	880	880
Задний мост с тормозами и ступицами колес в сборе	2370	—
Коробка передач	429	429
Вал карданный (трансмиссии)	27,5	46,0
Карданный вал заднего моста	110,0	160,0
Передний мост с тормозами и колесами в сборе	1960	3500
Передняя ось с поворотными кулаками	775	880
Цилиндр опрокидывающего механизма	106	178
Рулевой механизм	38	38
Рама автомобиля	2200	3250
Кабина в сборе	192	192
Кузов	4750	6530
Колесо в сборе	540	665
Шина	400	560

ТО-2 и ТР при комплексной организации определяется двумя вариантами. При первом варианте снятые с автосамосвала узлы и агрегаты ремонтируются на участках, а затем устанавливаются на тех же автосамосвалах. При втором варианте, имеющем место при наличии обменного фонда узлов и агрегатов, последние ремонтируются и направляются на склад. При первом варианте необходимо предусматривать транспортную связь между участками ТР и зонами ТО-2. Во втором случае транспортная связь необходима только со складом.

Большая масса отдельных узлов и агрегатов (табл. 23.2) современных карьерных самосвалов требует обязательного использования при их снятии и установке, а также транспортировании механизмов грузоподъемностью до 5 т. Для этого используются подвесные и мостовые краны, что позволяет сократить потребность в оборудовании и улучшить использование производственной площади. Например, при снятии двигателя или блока радиаторов с помощью автопогрузчика необходимо, чтобы расстояние между автосамосвалами было не менее 3 м. При использовании для этой цели подвесного или мостового крана это расстояние существенно уменьшается.

Размещение постов зоны ТО и ТР самосвалов БелАЗ-540А, -548А при комплексной организации практически не отличается от планировки постов при технологической организации производства работ (рис. 23.1). Зона оснащена осмотровыми канавами траншейного типа, воронками для слива топлива, масел и охлаждающей жидкости, барабанами с самонаматывающимися шлангами для их заправки и технологическим оборудованием.

Конструкция технологического оборудования в зоне ТО-2 и ТР выбирается исходя из перечня, вида и специфики выполняемых работ. При этом снятие и установка цилиндров подвески и силовых цилиндров опрокидывающего механизма, а также колес предусматриваются с помощью специальных навесных приспособлений. Одной из особенностей комплектования таких постов технологическим оборудованием является использование двух типов подъемников. Для передней оси предусматривается канавный передвижной электромеханический подъемник, а для заднего моста — стационарный гидравлический или электромеханический. Применение передвижного канавного подъемника обусловлено необходимостью выполнения ремонтных работ на двигателях ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н.

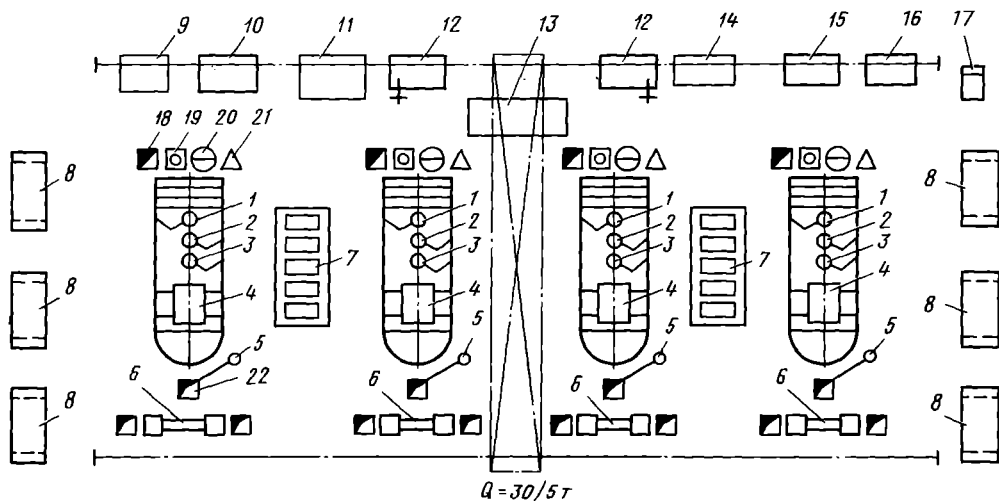


Рис. 23.1. Схема технологической планировки постов для технического обслуживания и ремонта самосвалов БелАЗ-540А, -548А при комплексной и технологической организации:

1 — воронка для слива трансмиссионного масла; 2 — воронка для слива масла двигателя; 3 — воронка для слива отработанного трансформаторного масла; 4 — передвижной электромеханический подъемник; 5 — съемная воронка для слива трансмиссионного масла из редуктора; 6 — стационарный подъемник для вывешивания задней оси; 7 — барабаны с самонаматывающимися шлангами; 8 — стеллажи для колес; 9 — передвижной стеллаж для деталей; 10 — стенд для разборки двигателей; 11 — передвижная установка для промывки систем смазки; 12 — слесарный верстак; 13 — стенд для разборки и сборки блоков радиаторов; 14 — передвижное устройство для снятия и установки редуктора главной передачи; 15 — циркуляционная установка для промывки элементов топливных фильтров двигателей ЯМЗ-240, -240Н1; 16 — установка для промывки секций шелевой очистки масляных фильтров двигателей; 17 — установка для промывки и заправки воздухоочистителей; 18 — вентиляционный отсос; 19 — сток в канализацию; 20 — место подвода холодной воды; 21 — место подвода сжатого воздуха; 22 — люк

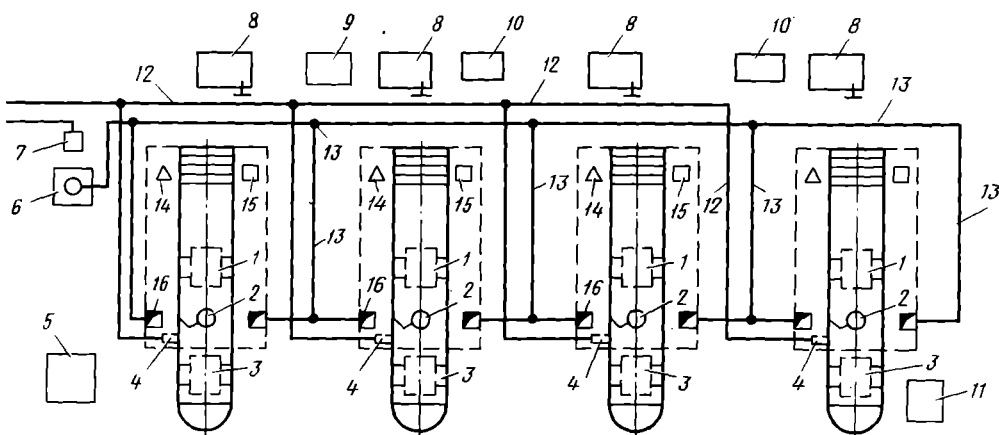


Рис. 23.2. Схема технологической планировки постов зоны ТО-2 и текущего ремонта ходовой части автосамосвалов БелАЗ-540А, -548А:

1 — передвижной электромеханический подъемник; 2 — воронка для слива отработанного трансмиссионного масла; 3 — канавное устройство для монтажа и демонтажа редуктора; 4 — барабан с самонаматывающимся шлангом; 5 — подвесное устройство для демонтажа и монтажа водила опорной шестерни и ступиц; 6 — резервуар для отработанного трансмиссионного масла; 7 — насос для перекачки отработанного трансмиссионного масла; 8 — слесарный верстак; 9 — передвижная установка для промывки редуктора главной передачи; 10 — ящик для обтирочных материалов; 11 — подвесное устройство для демонтажа и монтажа колес; 12 — трубопровод свежего трансформаторного масла; 13 — трубопровод отработанного трансформаторного масла; 14 — подвод сжатого воздуха; 15 — вентиляционный отсос; 16 — люк

Снятие и установка редуктора главной передачи автосамосвалов с помощью устройства на тележке (напольный вариант) обеспечиваются заглублением до уровня пола подъемника для вывешивания заднего моста.

Для узлов подвески и центрального опрокидывающего механизма наиболее трудоемкими операциями являются снятие и установка пневмогидравлической подвески и реактивных штанг. Для выполнения этих операций посты обслуживания оснащаются передвижными устройствами для снятия и установки цилиндров, а также передвижным электромеханическим подъемником и набором специальных подставок.

Наиболее целесообразное сочетание средств механизации и место их установки приведено на рис. 23.2.

ТО и ТР автосамосвалов грузоподъемностью 75 т и более, как правило, проводятся на универсальных тупиковых постах.

Для производства крепежных, регулировочных, смазочных и других аналогичных операций ввиду значительных габаритных размеров большегрузных автосамосвалов используются не осмотровые канавы, а специальные сооружения и лестницы, обеспечивающие доступ к узлам и агрегатам. Наиболее предпочтительными средствами механизации на постах являются: передвижной электромеханический подъемник, подвесной или мостовой кран (пролетом 24 м) грузоподъемностью 50 т с необходимыми такелажными устройствами, стенды-подставки для узлов и агрегатов, телескопические воронки для слива масел, топлива, охлаждающей жидкости, автопогрузчик с навесным оборудованием для снятия и установки колес, мотор-колес и цилиндров подвески.

Организация трудоемких шиномонтажных работ в автотранспортных цехах карьеров зависит от среднесписочного числа автосамосвалов, их типажа и других факторов.

Для автотранспортных средств с гидромеханической трансмиссией

(автосамосвалы БелАЗ-540А, -548А) наиболее целесообразно все виды шиномонтажных работ выполнять непосредственно в автотранспортных цехах, в комбинированных и закрытых специализированных шиномонтажных участках.

Комбинированные шиномонтажные участки используются при эксплуатации не более 5 автосамосвалов и включают в себя специально оборудованные площадки для снятия и установки колес, посты для разборки их и сборки, а также посты для ремонта шин и камер. Площадки устраиваются в двух вариантах. В первом варианте площадки оборудуются стационарными гидравлическими подъемниками и колесосъемником на автопогрузчике. Во втором варианте вместо гидравлических подъемников применяется устройство для самовывешивания автосамосвалов. Закрытые шиномонтажные участки являются высокомеханизированными подразделениями, предназначенными для снятия, установки и разборки колес автосамосвала с помощью специальных стендов и приспособлений.

Транспортирование автосамосвалов грузоподъемностью 75 т и более из карьера в автотранспортные цехи в случае прокола камер, порыва покрышек и других неисправностей шин является нецелесообразным ввиду большой стоимости и трудоемкости. Поэтому замена колес производится непосредственно в карьере с помощью специализированных транспортных средств.

23.2. ЦИСТЕРНЫ, ФУРГОНЫ, РЕФРИЖЕРАТОРЫ

Современный уровень развития автомобильных перевозок различных народнохозяйственных грузов обуславливает непрерывно растущую потребность совершенствования структуры подвижного состава автомобильного транспорта путем увеличения доли специализированных автотранспортных средств, таких,

как фургоны общего назначения, изотермические и рефрижераторные, фургоны для перевозки хлебобулочных изделий и животных, цистерны для нефтепродуктов (топливозаправщики), воды и пищевых продуктов, строительных материалов, минеральных удобрений и кормов и др.

Для технического обслуживания и ремонта базовых автомобилей и монтируемого на них технологического оборудования принята планово-предупредительная система ТО и ремонта.

Режимы технического обслуживания базовых автомобилей устанавливаются 1-й частью Положения, а технологического оборудования устанавливаются 2-й частью Положения или заводами-изготовителями. При этом общее увеличение трудоемкости ТО и ТР при установке технологического оборудования составляет в зависимости от его сложности до 10—20 %.

При ТО технологического оборудования автоцистерн особое внимание при ежедневном обслуживании уделяется проверке крепления всех агрегатов (двигателя, насоса, компрессора, фильтра и других узлов и коммуникаций), наличия, крепления и состояния контрольно-измерительных приборов и автоматики, электропроводки, сигнализирующих устройств.

ТО-1 технологического оборудования цистерны проводится, как правило, одновременно с базовым автомобилем или после наработки 50 циклов приема-выдачи транспортируемых грузов. При этом проверяется: техническое состояние насоса, компрессора, вентиля слива отстоя; крепление компрессора, шарниров карданного вала, привода насоса (компрессора), масса заряда огнетушителя; крепление кабелей и узлов электрооборудования; по формуляру остаточный ресурс отдельных узлов оборудования, сроки проверки приборов (при необходимости выполняется их проверка или замена); работа всех сливных пробок из насоса и коммуникаций. Кроме того, смазы-

ваются узлы и механизмы технологического оборудования в соответствии с картой смазки, устраняются выявленные при обслуживании неисправности.

ТО-2 оборудования совмещается с ТО-2 базового автомобиля или проводится после 200—300 циклов работы технологического оборудования. При ТО-2 дополнительно проверяется: состояние карданного вала привода насоса (компрессора), крепление датчиков тахометра; состояние покрытия внутренней поверхности резервуара и крепление узлов внутри его; регулировка предохранительных и дыхательных клапанов, работа пневматической системы, подача насоса (компрессора), работа и регулировка ограничителей наполнения резервуаров и указателей уровня; полнота слива жидкости из насоса и коммуникаций, световая и звуковая сигнализация при наполнении резервуара и т. д. Кроме того, промывается (очищается) внутренняя поверхность резервуара, коммуникаций и арматуры.

В объем работ СО, кроме работ по ТО-2, входят: проверка герметичности резервуара и обвязки; прочистка и продувка всех сливных и наливных трубопроводов, штуцеров и пробок; проверка состояния электро- и пневмооборудования, заземляющих устройств.

Автомобильные рефрижераторы оборудуются сложными автоматизированными фреоновыми или азотными холодильными установками и предназначены для перевозки охлажденных и замороженных скоропортящихся продовольственных товаров. Фреоновая холодильная установка состоит из механизмов, агрегатов и приборов автоматики, которые требуют своевременного и систематического обслуживания. Периодичность ТО узлов и агрегатов холодильной установки совпадает по периодичности с ТО автомобилей.

Перед выездом автомобиля-рефрижератора на линию водитель и механик по холодильным установкам обязаны пустить холодильную уста-

новку, проверить ее работу и исправность всех ее приборов. При необходимости провести регулировку.

При возвращении автомобиля с линии водитель и механик по холодильным установкам устраняют неисправности, выявленные при работе на линии, производят оттаивание воздухоохладителя и очистку холодильной установки от пыли и грязи.

При ТО-1, кроме работ, проводимых при ЕО, необходимо: очистить поверхность теплообмена конденсатора и воздухоохладителя; устранить неплотности в аппаратах, оборудовании и трубопроводах; проверить настройку реле давления; проверить крепление шкивов двигателя, компрессора, генератора и вентиляторов.

При ТО-2, кроме работ, предусмотренных ТО-1, необходимо: пустить установку и проверить работу всех ее узлов, аппаратов, приборов автоматики и электрооборудования; проверить герметичность системы

и при необходимости устранить утечку фреона и масла (за исключением случаев, когда устранение утечки связано с работами, проводимыми в специализированных мастерских).

Текущий ремонт холодильной установки включает: устранение неплотностей и утечки фреона и масла, смену прокладок и набивки сальников вентиля, дозаряд системы фреоном и маслом, установку осушителя, замену приводных ремней, проверку технического состояния электродвигателя, мелкий ремонт дверных запоров, петель, дверного уплотнения грузового помещения и др.

Холодильную установку ремонтируют в специальной мастерской при следующих неисправностях: снижение холодопроизводительности вследствие износа цилиндров компрессора, износ деталей кривошипно-шатунного механизма, появление стука в компрессоре, утечка фреона в конденсаторе или воздухоохладителе.

Глава 24

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

24.1. АВТОМОБИЛЬ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДУ, НАСЕЛЕНИЕ И ПЕРСОНАЛ

Под вредностью автомобильного транспорта понимается уровень его отрицательного влияния на население, персонал и окружающую среду. Это влияние проявляется в: токсичности отработавших газов (ОГ) и картерных газов, испарений топлив, масел и кислот; насыщении продуктами износа шин, асбестовых и металлических материалов окружающей среды; шумах, возникающих при движении автомобилей; загрязнении производственных помещений и их атмосферы при ТО, ремонте, хранении; загрязнении воды и грунта при ТО и ремонте; потреблении кислорода воздуха для процессов сгорания и воды при техническом обслуживании автомобилей.

Токсичность отработавших газов определяется наличием в них вредных компонентов, а также тетраэтилсвинца при использовании этилированного бензина. К основным вредным компонентам отработавших газов относятся окись углерода (CO), окислы азота (NO_x), углеводороды (CH) сажа и соединения свинца.

При эксплуатации бензиновых двигателей в ОГ содержится до 8 % CO (по объему), 0,8 % NO_x , 2 % CH , а у дизельных двигателей соответственно до 0,5 % CO , до 0,4 % NO_x и до 0,1 % CH . Особенно опасным компонентом является бензпирен (до 0,02 мг/м³) в отработавших газах бензиновых двигателей внутреннего сгорания.

Указанные выше токсичные компоненты, попадая в организм человека, ухудшают его состояние и вызывают отравление и болезнь.

Таблица 24.1. Предельно допустимые концентрации

Показатель	СО	СН	NO _x	Сажа	Соединения свинца
ПДК, мг/м ³	3,0	1,5	0,04	0	0
Относительная агрессивность	1,0	2,0	41	200	2,2·10 ⁴

Таблица 24.2. Условное количество токсичных веществ в отработавших газах бензиновых и дизельных двигателей с учетом их агрессивности

Токсичные вещества	Количество токсичных веществ на 1000 л сжигаемого топлива у разных двигателей, кг	
	Карбюраторный	Дизельный
Оксид углерода СО	270	25
Углеводороды СН	390	15
Оксиды азота NO _x	370	1480
Сажа	160	1200
Соединения свинца	660	0
Итого	1850	2720

В табл. 24.1 приведены значения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ и их относительной агрессивности, умножением на которую физическая масса выбросов приводится к условной с целью получения физиологически реального баланса загрязнения окружающей среды. Как видно из табл. 24.1, наибольшей относительной агрессивностью, помимо бензпирена и соединений свинца, обладают сажа и NO_x. Из табл. 24.2 следует, что дизельный двигатель оказывается более экологически опасным, чем бензиновый, особенно при использовании неэтилированных бензинов.

При работе двигателя и движении автомобиля создается шум, который может вызывать у людей головные боли, расширение зрачков, страх, учащение сердцебиения, склонность к заболеваниям гастритом, язвенной болезнью. Повышенный шум снижает работоспособность водителя, увеличивает время реакции и соответственно повышает опасность дорожно-транспортного происшествия.

Уровень звука при частоте 1000 Гц называется уровнем шума и измеряется в децибеллах по шкале А прибора. С повышением уровня шума возможная продолжительность пребывания человека в этих условиях резко снижается. Так, при шуме в 90 дБА человек может находиться до 8 ч. При повышении шума на каждые 5 дБ после 90 дБ допустимая продолжительность пребывания сокращается в 2 раза. При шуме 140 дБ человек ощущает не звук, а боль в ушах и возможны травмы.

Вредными для здоровья людей являются продукты изнашивания, особенно шин, накладок тормозных и дисков сцепления, поступление которых в окружающую среду возрастает при эксплуатации технически неисправного подвижного состава.

В результате технических неисправностей подвижного состава ежегодно происходит более 6 тыс. дорожно-транспортных происшествий, при которых гибнет или получает травмы около 7,5 тыс. чел. Характерным для этих ДТП является тяжесть, на 70 % превосходящая среднестатистические ДТП. Эти последствия вызваны, как правило, внезапностью отказов тормозов, рулевого управления и других агрегатов и механизмов, влияющих на безопасность движения.

24.2. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В нашей стране создана система постоянно корректирующихся государственных и отраслевых стандартов, устанавливающих пределы и методы определения токсичных веществ, выделяемых карбюраторными и дизельными двигателями. С 1988 г. действует ГОСТ 17.2.2.03—87 «Охрана природы. Атмосфера. Содержание СО в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Нормы и методы определения». Максимальное содержание СО по объему у автомобилей, изготовленных после

1980 г., должно быть на холостом ходу не более 2,0 % (при измерении на дороге не более 3,0 %). Одновременно содержание углеводородов не должно превышать 1200 млн.⁻¹ для четырехцилиндровых двигателей и 3000 млн.⁻¹ с числом цилиндров более четырех. В целом нормы выбросов, принятые в СССР, соответствуют европейским нормам.

С 1977 г. действует ГОСТ 21393—75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения», который устанавливает дымность ОГ дизельных двигателей в режиме свободного ускорения (при максимальном нажатии на педаль подачи топлива) не более 40 %, а для режима максимальной частоты вращения вала холостого хода — не более 15 %.

Снижение токсичности ОГ реализуется путем: совершенствования рабочего процесса двигателей; снижения концентрации вредных компонентов в ОГ (использование каталитических нейтрализаторов или дожигателей); разработки новых двигателей, работающих на альтернативных топливах (природный газ, автомобильный бензин в смеси с водородом, синтетические спирты, водород, использование электроэнергии аккумуляторных батарей и др.); поддержания рациональных режимов работы; обеспечения исправного технического состояния.

Дизелизация и перевод значительной части автомобилей на газовое топливо положительно сказываются на экономии топлива и снижении загрязнения окружающей среды. Применение природного газа вместо бензина сокращает содержание в отработавших газах СО в 1,5—3 раза.

Режимы работы автомобиля и двигателя. Работа автомобиля характеризуется частой сменой скоростных и нагрузочных режимов работы двигателя. При этом существенно изменяется состав смеси, влияющей на токсичность ОГ.

Состав смеси изменяется в больших пределах при изменении коэффициента избытка воздуха α от 1,2

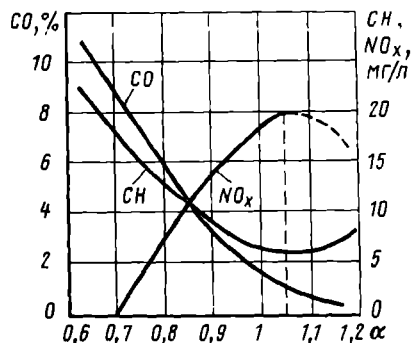


Рис. 24.1. Содержание токсичных компонентов в ОГ (%) от коэффициента избытка воздуха α карбюраторного двигателя

(бедная смесь) до 0,7 (богатая смесь). При этом не существует состава рабочей смеси, обеспечивающей одновременно снижение содержания в ОГ всех токсичных веществ (рис. 24.1).

При работе двигателя на обогащенных смесях из-за недостаточного количества кислорода увеличивается содержание СО и СН. Образование NO_x происходит при высоких температурах рабочего цикла и достаточном количестве кислорода, увеличиваясь с повышением его температуры, и достигает своего максимума при $\alpha=1,05$. Минимальное количество СН достигается при $\alpha=1,05 \div 1,1$. Увеличение СН в ОГ при работе на обедненных смесях объясняется малой скоростью их сгорания и значительной неравномерностью циклов сгорания. Максимальная концентрация NO_x в ОГ карбюраторных и дизельных двигателей соответствует наиболее экономичным режимам работы. При этом содержание СО минимально.

С увеличением нагрузки увеличивается подача топлива и изменяются состав рабочей смеси и токсичность ОГ (рис. 24.1 и 24.2). При работе двигателя на холостом ходу (ХХ) зажигание затруднено и для успешного пуска двигателя используют обогащенную смесь (воздушная и дроссельная заслонки прикрыты). В результате содержание СО в ОГ достигает 10 %.

При работе на малых нагрузках (заслонка открыта до 25 %) смесеобразование плохое, скорость сгорания невелика и возможны пропуски в зажигании горючей смеси. При этом содержание СО в ОГ может достигать 7 %. При работе на средних нагрузках в цилиндры поступает обедненная смесь и содержание СО в ОГ составляет около 1 %.

При работе двигателя с нагрузкой, близкой к максимальной, в цилиндры подается обогащенная смесь ($\alpha = 0,85 \div 0,9$) и содержание СО может увеличиться до 6 %. При этом значительно снижается экономичность работы двигателя. При работе дизельного двигателя наблюдается относительно небольшой выброс СО и СН (менее 0,5 % СО). Образование значительного количества сажи (в 5 раз больше, чем у карбюраторных двигателей) при увеличении нагрузки дизельного двигателя объясняется ростом расхода топлива и стабилизацией расхода воздуха, что приводит к уменьшению α с 5 до 1,2 (см. рис. 24.2) и увеличению СН в отработавших газах.

Частота вращения коленчатого вала двигателя оказывает влияние на условия прохождения заряда через систему впуска и на завихрение его в цилиндрах и тем самым на испаре-

ние и смесеобразование топлива. При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя с 2800 до 5600 об/мин уменьшается содержание СО в ОГ в 2 раза.

На неустановившихся режимах в отличие от установившихся изменяются тепловое состояние основных деталей двигателя и условия смесеобразования. Это приводит к тому, что мощностные, экономические и токсические показатели двигателя ухудшаются.

Весь диапазон возможных режимов работы карбюраторного двигателя ограничен внешней скоростной характеристикой (рис. 24.3, кривая 1). Практически используемая зона тяговых режимов ограничена кривыми 2 и 3. В этой зоне двигатель работает при составе смеси, близкой к стехиометрическому соотношению ($\alpha \approx 1$), с наибольшей полнотой сгорания. На режимах полных нагрузок для обеспечения максимальной мощности смесь обогащают до $\alpha = 0,9$. При этом объемные концентрации СО могут составлять 3—4 % у исправного двигателя. Скоростные характеристики, дополненные изолиниями постоянных концентраций основных токсичных компонентов (на рис. 24.3 нанесены изолинии концентраций СО), принято называть многопараметровыми универсальными токсическими характеристиками двигателя.

На рис. 24.3, б показана токсическая характеристика двигателя ЗИЛ-130 по СО на тяговых режимах. Весь диапазон возможных режимов ограничивается внешней скоростной характеристикой двигателя 1. Так, на холостом ходу и частоте вращения 400—700 об/мин выброс СО равен 1,0 кг/ч, а при максимальной частоте вращения 3000 об/мин равен 25 кг/ч. Исходя из известных концентраций токсичных компонентов по расходу ОГ определяют часовые или пробеговые выбросы вредных веществ на каждой составляющей эксплуатационного цикла, а затем с учетом доли каждого режима в цикле определяются суммарные выбросы.

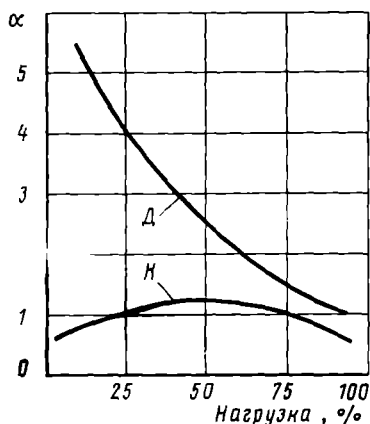


Рис. 24.2. Изменение коэффициента избытка воздуха в зависимости от нагрузки карбюраторного (К) и дизельного (Д) двигателя при постоянной частоте вращения

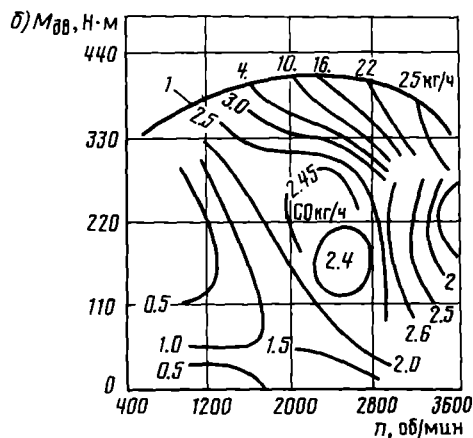
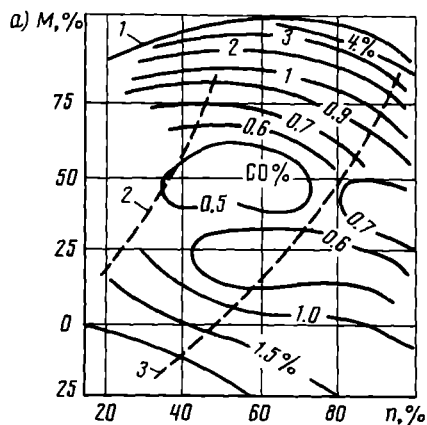


Рис. 24.3. Многопараметровая универсальная токсическая характеристика бензиновых двигателей (а) и токсическая характеристика автомобилей ЗИЛ-130 (б) по СО на тяговых режимах:

1 — внешняя скоростная характеристика; 2 и 3 — параболические кривые

При одинаковой концентрации вредных веществ массовые количества выбросов различных марок автомобилей отличаются значительно, причем наименьшие выбросы у автомобилей с малым рабочим объемом двигателя.

Например, при сопоставимых условиях (движение с постоянной скоростью 60 км/ч на горизонтальном участке дороги с асфальтобетонным покрытием) автомобиль ГАЗ-24 выбрасывает в атмосферу 0,51 кг/ч СО, или 8,5 г/км, а автомобиль ЗИЛ-130 2 кг/ч СО, или 33 г/км. При тех же условиях автомобиль КамАЗ выбрасывает в атмосферу 0,25 кг/ч СО, или 4 г/км.

Автомобильный двигатель в отличие от стационарных источников выбросов имеет широкий диапазон изменения нагрузочных и скоростных режимов работы, определяемый условиями движения автомобиля в транспортном потоке: холостой ход, разгон, установившееся движение, торможение двигателем (принудительный холостой ход — ПХХ). Для интенсивного городского движения время работы по названным циклам составляет для легкового и грузового автомобиля соответственно: 21 и 17 %, 23 и 42 %, 32 и 16 %, 24 и 25 %. При этом 16—18 % времени

приходится на режим принудительного холостого хода. При прикрытой дроссельной заслонке в цилиндрах создается большое разрежение, смесь обогащается, а содержание СН в ОГ увеличивается.

Как следует из рис. 24.4 и 24.5, минимальная токсичность ОГ обеспечивается при средних нагрузочных и скоростных режимах.

Токсичность ОГ зависит от *теплового режима* двигателя. Минимальная токсичность наблюдается при температуре охлаждающей жидкости 85—95 °С. Понижение температуры охлаждающей жидкости, например

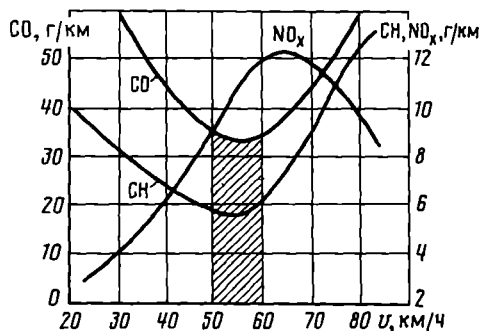


Рис. 24.4. Изменение содержания СО, СН, NO_x в отработанных газах в зависимости от скорости движения автомобиля ЗИЛ-130

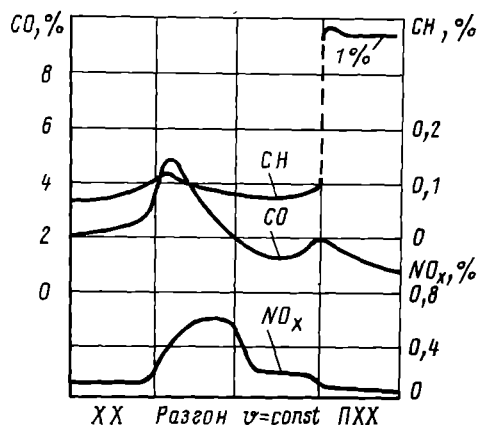


Рис. 24.5. Изменение содержания CH , CO , NO_x в зависимости от режимов движения автомобиля

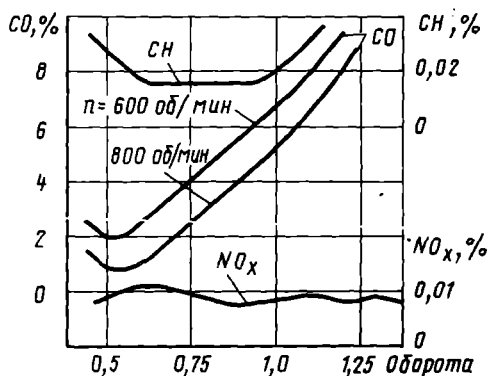


Рис. 24.6. Зависимость состава ОГ карбюраторного двигателя от положения винта состава смеси (нулевое положение соответствует затянутому винту и отсутствию подачи топлива)

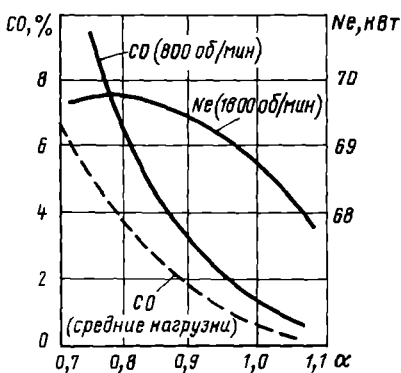


Рис. 24.7. Регулировочная характеристика по составу горючей смеси двигателя ЗИЛ-130 при полностью открытой дроссельной заслонке

у двигателя ЗИЛ-130, с 85 до 40 °С приводит к росту выбросов CO на 15—35 % и CH в 1,25—2,8 раза при увеличении расхода топлива на 25—40 %. При перегреве двигателя возникают перебои в его работе, а содержание CH в ОГ существенно увеличивается.

Таким образом, выбор и реализация рационального режима работы двигателя и автомобиля являются первым условием сокращения содержания вредных компонентов в ОГ.

Техническое состояние автомобиля. Общий выброс токсичных веществ существенно зависит от технического состояния автомобилей. Состав смеси при работе двигателя непрерывно изменяется, а в зависимости от состава смеси изменяется и количество вредных веществ в ОГ. У нового двигателя главная дозирующая система карбюратора выполнена так, что при 50—80 %-ной нагрузке коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,05 \div 1,1$ (обедненная смесь), что обеспечивает минимальное содержание CO в ОГ — 0,5—1 % (см. рис. 24.3, а).

На рис. 24.6 показана зависимость состава ОГ карбюраторного двигателя от положения винта регулировки холостого хода. Изменение положения винта регулировки холостого хода даже в пределах одного оборота может существенно повлиять на содержание CO без заметного изменения режима работы двигателя, что является причиной частых случаев регулировки карбюраторов на более богатую смесь, чем это необходимо для холостого хода.

При работе двигателя на средних нагрузках экономайзер не включается в работу, и состав смеси соответствует пределу эффективного обеднения ($\alpha = 1,05$). При этом содержание CO минимальное — 0,5—1 % (рис. 24.7, штриховая линия).

При изменениях в главной дозирующей системе карбюратора (увеличение проходных сечений), при уровне топлива в поплавковой камере выше нормы происходит обогащение горючей смеси. Так, при $\alpha = 0,8$

содержание СО достигает 4 % при работе на частичных нагрузках и достигает 6 % при работе на максимальной мощности среднего скоростного режима (1800 об/мин).

При максимальной мощности, т. е. при максимальной подаче топлива и 3000 об/мин, токсичность ОГ в результате сокращения времени на сгорание топлива повышается, и содержание СО может достигать при $\alpha = 0,8$ до 8 %. Следовательно, во-первых, необходимо проводить более точные регулировки системы питания с учетом возможных режимов работы автомобиля, во-вторых, придерживаться среднего скоростного режима работы двигателя при движении автомобиля.

Одним из наиболее распространенных дефектов карбюратора является негерметичность клапана экономайзера. При негерметичном клапане на режимах малых и средних нагрузок выброс СО возрастает в 1,5—2 раза. При этом в реальных условиях эксплуатации такой дефект увеличивает выброс СО на 1 км пути на 40—55 % и СН на 60—70 %. Раннее включение клапана экономайзера существенно обогащает горючую смесь на режимах малых и средних нагрузок. При этом выброс СО увеличивается на 35—60 % и СН на 40—50 %.

Изменение угла опережения зажигания в пределах от 0 до 60° не оказывает существенного влияния на содержание СО и СН (рис. 24.8). С увеличением угла опережения от 0 до 60° максимальное давление и температура цикла возрастают, и количество NO_x увеличивается. Позднее зажигание приводит к существенному росту содержания СО и СН.

Оказывает влияние на выбросы СО и зазор в свечах зажигания, причем чем меньше зазор, тем больше концентрация СО. Так, при зазорах в свече 1,2; 0,8 и 0,6 мм содержание СО соответственно составляет 0,3; 1,5 и 3,0 %. Содержание СН с уменьшением зазора увеличивается от 0,05 до 1,1 %.

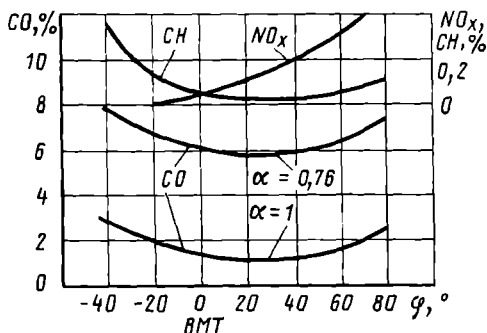


Рис. 24.8. Зависимость токсичности ОГ от угла опережения зажигания

При отклонении зазора в контактах прерывателя более чем на 0,05 мм от нормы ухудшается искрообразование в свечах, что приводит к неполному сгоранию смеси и количество СН увеличивается в 2—3 раза.

Кроме того, в результате окисления контактов прерывателя падение напряжения в первичной цепи может достигать до 2 В (норма — не более 0,1 В). В этом случае напряжение в первичной цепи составляет только 10 В и при небольшом времени замкнутого состояния контактов (менее 0,02 с) меньше накапливается энергии во вторичной цепи. При этом ухудшается искрообразование и повышаются выбросы СН.

Нарушение фаз газораспределения происходит из-за изменения зазоров в приводе клапанов. Так, при изменении зазоров на ± 50 % мощность двигателя снижается на 3—4 %, расход топлива повышается на 5—7 %, а выбросы СН возрастают на 50—60 %. Увеличение зазора между штангой и коромыслом на 0,1 мм в 8-цилиндровых двигателях ЗИЛ и ГАЗ вызывает смещение угла поворота коленчатого вала (при котором начинается открытие всасывающего клапана) на 8—9°. Позднее открытие впускного клапана приводит к уменьшению коэффициента наполнения и повышению выбросов СН.

Повышение газодинамического сопротивления воздушного фильтра в 2 раза вызывает обогащение горючей смеси и увеличивает выброс СО

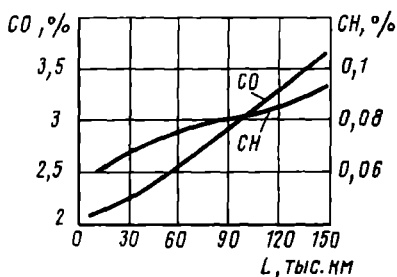


Рис. 24.9. Зависимость токсичности ОГ от пробега автомобиля с начала эксплуатации

с 42 до 54 г/км автомобилем средней грузоподъемности при скорости движения 40 км/ч, а СН с 6,5 до 8,1 г/км. При повышении сопротивления воздушного фильтра дизеля в 2 раза дымность ОГ увеличивается в 2—3 раза.

При увеличении пробега автомобиля с начала эксплуатации обычно растет и содержание токсичных веществ в ОГ (рис. 24.9) по следующим основным причинам: изменение технического состояния карбюратора (засорение или износ главного и вспомогательного жиклеров; нарушение уровня топлива в поплавковой камере; изменение регулировки карбюратора); неисправности в системе зажигания, вызывающие изменение установки зажигания и ослабление мощности искры (подгорание контакторов прерывателя и электродов свечей, нарушение изоляции проводов, замыкание обмоток катушки высокого напряжения и др.); износ клапанов, втулок в газораспределительном механизме; износ цилиндропоршневой группы и отложение нагара в цилиндрах двигателя.

К неисправностям дизелей, вызывающим повышенное содержание токсичных веществ в ОГ, следует отнести: засорение сопловых отверстий форсунок, заедание иглы форсунки; неравномерный износ прецизионных пар; негерметичность топливоподающей аппаратуры и неправильная ее регулировка; ухудшение подвижности поршневых колец в канавках поршней из-за сильного осмо-

ления и потери упругости от износа их по толщине; поздний впрыск топлива; увеличение сопротивления воздушного фильтра при всасывании воздуха. При неравномерной цикловой подаче (более 6 %), позднем впрыске и работе на максимальной мощности дымность увеличивается в 2—3 раза, а при увеличении цикловой подачи сверх нормативной на 25 % дымность ОГ увеличивается на 40 %.

Экологический контроль. На АТП автомобили с бензиновыми двигателями проверяют на фактическое содержание СО и СН в отработавших газах, которое определяется на холостом ходу при двух частотах вращения коленчатого вала двигателя: минимальной и 60 % номинальной. При этом используют газоанализаторы, принцип действия которых основан на поглощении различными газовыми компонентами инфракрасных лучей с определенной длиной волны: ГАИ-2, Инфралит и др.

Для комплексной оценки количества выбросов (при государственной аттестации новых моделей автомобилей) разработаны так называемые ездовые циклы, имитирующие реальные условия движения автомобиля. Испытания проводятся на стенде с беговыми барабанами и включают: холостой ход, ускорение, постоянную скорость и замедление с включением передач в определенной последовательности.

Для количественной оценки дымности ОГ дизельных двигателей применяют два метода: просвечивание ОГ и их фильтрацию.

Санитарными нормами установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений. Так, предельно допустимая разовая (за 30 мин) концентрация акролеина, бензина, окиси углерода (СО), окислов азота (NO_x), углеводородов (СН) соответственно составляет 0,2; 100; 20; 5; 300 мг/м³.

Чтобы обеспечить данные требования, зоны ТО и ремонта обеспечивают

приточно-вытяжной вентиляцией, сокращают работу двигателей автомобилей в помещении, применяют отсосы ОГ, используют конвейеры для перемещения автомобилей на поточных линиях ЕО и ТО.

При мойке одного автомобиля в сточных водах могут быть 5—10 г масла и топлива, 10—15 кг грязи. Чтобы недопустить попадание нефтепродуктов со сточными водами в ес-

тественные водоемы, пункты мойки оборудуют грязеотстойниками и маслобензоулавливателями. Принцип действия их основан на разнице плотности грязи, воды, масла и бензина. Кроме того, организуется мойка автомобилей с повторным использованием воды (установка «Кристалл») и недопущением попадания загрязненной воды в поверхностные слои грунтовых вод.

Вопросы для самоконтроля по пятому разделу

1. Пользуясь системой корректирования нормативов, приведенных в Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (1986 г.), определите степень изменения периодичности ТО и ресурса до капитального ремонта, удельной трудоемкости ТР и расхода запасных частей для различных природно-климатических условий.

2. В чем значение подобного корректирования для АТП в условиях хозрасчета и самофинансирования?

3. Можно ли, регулируя возраст автомобилей (пробег с начала эксплуатации), уравнять удельную трудоемкость текущего ремонта автомобилей, работающих в очень холодном и умеренном климатических районах, и что для этого необходимо сделать?

4. Пользуясь данными табл. 21.3, выберите рациональный способ безгаражного хранения для региона со следующим распределением в течение холодного периода температур окружающего воздуха: —32,5 °С — 2 дня; —27,5 — 7; —22,5 — 22; —17,5 — 18; —12,5 — 34; —7,5 — 39; —2,5 — 35; 2,5 °С — 38 дней.

5. Сравните факторы, влияющие на работоспособность автомобилей и изменение показателей их надежности при работе в очень жарком сухом и холодном климатических районах. Как они отразятся на изменении

распределения работ ТО и ТР по агрегатам, системам автомобиля?

6. Используя нормативы Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, оцените количественно изменения трудоемкости ТР автомобилей, работающих в отрыве от основной базы, при условии, что группы автомобилей имеют пробег с начала эксплуатации 50—100 тыс. км и 250—300 тыс. км.

7. Каковы особенности организации ТО и ТР карьерных автосамосвалов?

8. Проанализируйте влияние индивидуальных и групповых средств и способов безгаражного хранения автомобилей на персонал и окружающую среду.

9. Приведите сравнительную оценку равного объема отработавших газов дизельного и карбюраторного двигателей (табл. 24.2) при следующих относительных оценках ущерба от компонентов: СО — 100 %; СН — 250 %; NO_x — 300 %; сажа — 180 %; сернистые соединения — 145 %.

10. Оцените количество продуктов износа шин при среднегодовом пробеге автомобиля КамАЗ-5320 68 тыс. км и соблюдении правил технической эксплуатации шин.

11. Используя данные, приведенные в вопросе № 9, количественно оцените относительный ущерб при характерных неисправностях системы питания и зажигания, а также засорении воздушного фильтра.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 25

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

25.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА. ЭКСТЕНСИВНЫЕ И ИНТЕНСИВНЫЕ ФОРМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Под научно-техническим прогрессом (НТП) понимается единое, взаимообусловленное, поступательное развитие науки, техники и технологии, служащее основой социального прогресса.

Необходимость НТП вызвана тем, что применение и развитие технически однородных средств и технологических методов приводят к постепенному сокращению прироста показателей эффективности, т. е. к экстенсивным формам развития.

Например, расширение производственно-технической базы (рост площадей, ввод технологического оборудования одинакового технического уровня) сначала вызывает существенный прирост коэффициента технической готовности автомобилей и других показателей эффективности ТЭА. Однако по мере «насыщения» этот прирост становится на равные затраты меньше (см. рис. 13.2), т. е. проявляется закон убывающей эффективности использования капиталовложений или других видов ресурсов. Так, повышение обеспеченности производственной площадью для ТО и ремонта на АТП с 8 до 10 м² на 1 автобус увеличивает КТГ на 0,9 %, а с 16 до 18 м² только на 0,1 %. Из рис. 13.2 следует, что одинаковый результат (рост КТГ) можно получить разными способами. Поэтому одной из важнейших задач планиро-

вания НТП являются выбор и реализация наиболее эффективных способов или их комбинаций в условиях ограниченных ресурсов.

В общем виде закон убывающей эффективности, в том числе и для автомобильного транспорта, описывается производственной функцией

$$X = AK^{\mu}L^{1-\mu}, \quad (25.1)$$

где X — выпуск продукции, выполненная работа или другой показатель эффективности системы; A — коэффициент масштаба; K — объем основных производственных фондов одинакового технического уровня; L — численность персонала определенной квалификации; μ — коэффициент эластичности выпуска продукции при росте основных фондов ($\mu < 1,0$); $(1-\mu)$ — то же, при росте трудовых ресурсов определенной квалификации.

Эффективность использования ресурса, в данном случае производственных фондов и персонала, характеризуется *коэффициентом эластичности*. Этот коэффициент показывает, на сколько процентов увеличивается производство при росте соответствующего ресурса (основных фондов или трудовых ресурсов) на 1 %.

Данные, обобщенные под руководством акад. В. А. Трапезникова, показывают, что на важнейший показатель эффективности — производительность труда (P) — практически в равной степени влияют фондовооруженность (Φ) и уровень технологии производства (Y):

$$P = \sqrt{Y\Phi}. \quad (25.2)$$

Из этой формулы следует, что при сохранении уровня производства рост фондовооруженности приводит к *экстенсивному*, т. е. замедляюще-

муся приросту производительности, так как $\Delta P' > \Delta P''$ (рис. 25.1). Например, увеличение фондовооруженности на 10 % может привести без изменения уровня применяемых технологических процессов к повышению производительности только на 5 %. 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, выполнение рекомендаций системы ТО и ремонта и др. Применение неизменной технологии приводит к сокращению темпов прироста эффективности.

Интенсивные формы развития обеспечиваются своевременным переходом к новым техническим решениям, технологическим процессам и формам управления.

Фондосберегающая форма НТП означает опережающий рост производительности 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. Переход от фондоемкой к фондосберегающей форме развития производства связан с применением принципиально новых средств труда и технологий или смежной этапов развития производства в рамках определенной технологии (рис. 25.2).

На первом этапе (I_2 — стадия разработки и освоения) показатели эффективности новых средств производства или технологий (2) могут уступать соответствующим показателям предшественников (1). На этом этапе наблюдается фондоемкий период НТП, связанный с освоением новых средств труда и технологий (повышение качества, обучение и адаптация персонала и т. д.). На

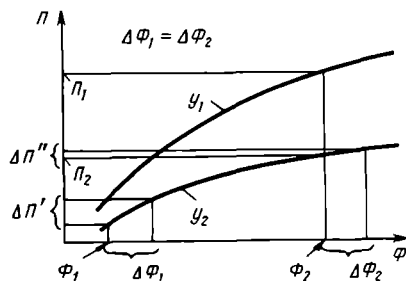


Рис. 25.1. Влияние фондовооруженности и уровня технологии на производительность

этом этапе, когда преимущества новых решений еще не явны, особенно важна правильная техническая политика, подкрепленная реальной финансовой и организационной поддержкой разработчиков новых технических или технологических решений.

На втором этапе (II_2) показатели эффективности новых средств труда и технологий начинают превосходить традиционные (1) и наступает период фондосберегающей формы НТП.

На третьем этапе (III_2) более новые изделия или технологии вытесняют освоенные и происходит постепенное исчезновение потенциальных

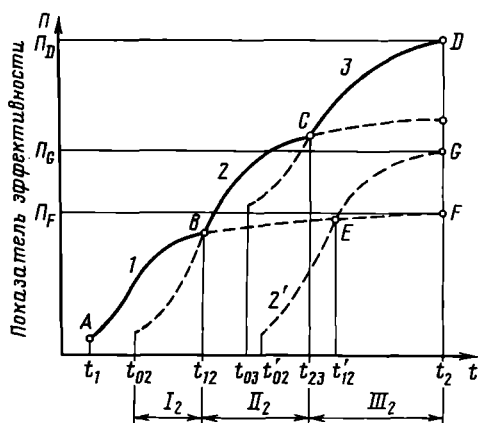


Рис. 25.2. Схема изменения показателей эффективности при замене технических средств или технологических процессов:

I_2 , II_2 , III_2 — этапы функционирования; 1 — заменяемые технические средства или технологические процессы; 2 и 3 — то же, заменяющие

возможностей «новых» решений, а эффект их применения затухнет.

Из рис. 25.2 видна необходимость своевременной разработки и реализации новых решений (техника, технология, организация). Так, в начале разработки второго поколения решений (2) в момент t_{02} и их реализации при t_{12} , а для третьего поколения (t_{03} и t_{23}) общая траектория изменения показателей эффективности системы за период $t_1 - t_2$ будет $ABCD$, а система достигнет показателя эффективности Π_D . При затягивании с разработкой и реализацией новых решений 2 траектория изменения показателя эффективности будет $ABEG$, т. е. совокупный технико-экономический эффект за период $t_1 - t_2$ будет ниже и составлять только Π_G . Если эффект НТП будет отсутствовать, т. е. система будет продолжать применение первого решения по траектории $ABEF$, то за тот же период ее показатели будут еще ниже.

Поэтому определение рационального момента этого перехода, своевременное создание научного, технологического, организационного, качественного задела, обеспечивающего переход к новым техническим и организационным решениям и технологическим методам, является важнейшей задачей планирования НТП на любом уровне, особенно государственном и отраслевом.

Для расчета изменения показателей эффективности во времени $\Pi(t)$ обычно применяют логистическую (S-образную) кривую, выражаемую формулой:

$$\Pi(t) = \frac{\Pi_n}{1 + ae^{-bt}}, \quad (25.3)$$

где Π_n — предельные значения показателя;

$$a = \frac{\Pi_n}{\Pi_0} - 1; \quad \Pi_0 = \Pi(t=0);$$

$$b = \frac{(a+1)^2}{a\Pi_n} \left(\frac{d\Pi}{dt} \right)_{t=0}$$

$$\text{Величина } \left(\frac{d\Pi}{dt} \right)_{t=0}$$

характеризует интенсивность изме-

нения Π в начальный момент и определяется анализом фактических данных или графическим дифференцированием.

Научно-техническому прогрессу свойственны следующие характерные особенности.

1. Неразрывная связь и взаимобусловленность науки, техники, технологии и материального производства. Под наукой обычно понимается система знаний, вскрывающая закономерности развития природы и общества и способы воздействия на окружающий мир. *Техника* — это совокупность средств человеческой деятельности (орудий и средств труда), создаваемая и используемая людьми для повышения эффективности производства и обслуживания непроизводственных потребностей общества.

Средства труда, вовлеченные в процесс производства, превращаются в *основные производственные фонды*:

активная часть — элементы основных фондов, непосредственно участвующие в выпуске продукции;

пассивная часть — элементы основных фондов, которые создают необходимые условия для нормального функционирования средств труда.

Активная часть основных производственных фондов создается машиностроением и входит в состав функционирующих средств труда, минуя фазу капитального строительства, что создает базу для технического перевооружения и реконструкции производства. Поэтому машиностроение играет ведущую роль в ускорении НТП.

Пассивная часть основных производственных фондов создается в процессе строительства и входит в состав функционирующих средств труда, как правило, по истечении инвестиционного цикла.

Соотношение между активной и пассивной частями основных фондов влияет на их технический уровень: высокий удельный вес активной части в основных фондах эквивалентен

более высокому техническому уровню основных производственных фондов. На автомобильном транспорте на активную часть основных фондов (подвижной состав) приходится в среднем 55—60 %, а пассивную (производственно-техническую базу) 40—50 % основных фондов. В свою очередь, в производственно-технической базе на активную часть (средства механизации и автоматизации) приходится всего 7—11 % общей стоимости ПТБ.

2. Качественное и существенное изменение средств труда, предметов труда и самой трудовой деятельности. Применительно к транспортному комплексу изменение средств труда прежде всего связано с использованием новых транспортных средств, занимающих ведущее место в основных производственных фондах. Изменение предметов труда характеризуется появлением новых видов грузов, связанных с развитием топливно-энергетической, металлургической, химической, микробиологической и других отраслей промышленности, агропромышленного комплекса и изменением способов их предъявления транспортному комплексу (пакетирование, контейнеризация, полупродукты, крупногабаритные грузы, моноблоки и др.).

Сочетание новых транспортных средств, способов предъявления и переработки грузов, размеров грузопотоков, а также условий эксплуатации определяет необходимость развития прогрессивных *транспортно-технологических систем* (ТТС). Последние, в свою очередь, диктуют требования к транспортным средствам и производственно-технической базе, технологии и методам организации ТО и ремонта.

Применительно к технической эксплуатации изменение предметов труда связано с появлением нового подвижного состава (большая мощность, грузоподъемность, вместимость, специализация, дополнительные агрегаты, новые виды топлива) и изменением структуры парка подвижного состава.

Изменение средств труда, т. е. производственно-технической базы, применяемого при ТО и ТР технологического оборудования, связано с изменением конструкции, габаритных размеров и других характеристик подвижного состава, условий его эксплуатации, концентрацией парков, применяемых видов топлива, а также с необходимостью существенного повышения эффективности, ресурсосбережения и экологичности собственного производства и организации ТО и ремонта для автомобилей, участвующих в обслуживании новых ТТС или их элементов.

3. Направленность НТП на преодоление ограничений производственных и природных ресурсов, диктующая необходимость осуществления ресурсосбережения, а также защиту и сохранение окружающей среды.

4. В условиях социалистического государства НТП является функцией и инструментом социально-экономической системы в том смысле, что эта система ставит перед экономической цели, а НТП способствует достижению целей, т. е. более эффективному созданию базы социального прогресса. Таким образом, генеральными целями НТП являются интенсификация развития экономики и преодоление ограниченности производственных ресурсов путем преимущественного развития трудо- и фондосберегающих форм техники, технологии и организации материального производства.

В. И. Ленин указал на одну из важнейших закономерностей промышленного производства, которое «...предписывает безусловную строжайшую дисциплину, величайшую аккуратность при соблюдении каждым указанной ему доли работы, под угрозой останова всего дела или порчи механизма, порчи продукта». * Поэтому изменения в сфере трудовой деятельности при НТП свя-

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 33. С. 109.

заны с активизацией человеческого фактора, с существенным повышением требований к качеству, дисциплине труда и управлению производством, с повышением производительности труда на основе применения новой техники и технологии, комплексной механизации и автоматизации, развития творческой инициативы персонала.

Важным следствием изменения в сфере трудовой деятельности является необходимость повышения роли, престижа и значения инженерного и управленческого труда. Поэтому, во-первых, необходимо совершенствование подготовки и переподготовки инженеров с тем, чтобы их квалификация и престиж соответствовали требованиям существующего и перспективного производства, развивающегося в условиях НТП. Во-вторых, в сфере трудовой деятельности необходима специализация, определяющая место и ответственность определенных категорий работников за все этапы и результаты НТП:

научные работники должны генерировать новые идеи, выявлять и описывать законы и основные направления НТП и способствовать их реализации в народном хозяйстве;

ИТР являются носителями НТП; они преобразуют ее идеи и законы в конкретные конструктивно-технологические формы и решения, а также являются организаторами их реализации в процессе производства; рабочие в процессе труда обеспечивают качественное воплощение конструктивно-технологических и организационных решений в материально-вещественные формы.

25.2. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Важнейшими задачами НТП на автомобильном транспорте и его подсистеме ТЭА являются следующие.

1. Повышение провозной и пропускной способности, производитель-

ности транспортных средств. Для технической эксплуатации эти задачи прежде всего связаны с повышением работоспособности, т. е. с обеспечением заданной технической готовности тех групп парка подвижного состава (по грузоподъемности, вместимости, специализации), которые необходимы в конкретный период времени для перевозочного процесса.

2. Экономия всех видов ресурсов. Применительно к технической эксплуатации речь идет об экономии: материальных и трудовых ресурсов и в первую очередь капиталовложений на создание, реконструкцию и техническое перевооружение производственно-технической базы для ТО и ремонта; ресурсов, расходуемых в процессе перевозок, а также ТО, ремонта автомобилей, отопления и энергоснабжения производственных помещений (до 30 % общего расхода топлива); дефицитных материалов и ресурсов (шины, смазочные материалы, цветные металлы, вода). Следует отметить, что высокий уровень работоспособности подвижного состава — это в конечном итоге и экономия самого подвижного состава, и важнейшая предпосылка ускорения обновления парка.

3. Эффективное использование и рациональное распределение и сбалансированное развитие ПТБ. Несбалансированное ее развитие (как правило, отставание от темпов роста парка) приводит к сокращению отдачи из-за низкой надежности главной части основных фондов — подвижного состава.

Главными направлениями экономии капиталовложений, на которые может оказать существенное влияние ТЭА, являются: управление возрастным составом парка; совершенствование структуры и организации ПТБ для ТО и ремонта; техническое перевооружение и реконструкция ПТБ.

4. Повышение квалификации и коренное улучшение условий труда и быта всех категорий персонала.

5. Снижение уровня вредного воз-

действия автомобильного транспорта на окружающую среду, население и персонал.

Таким образом, НТП в области технической эксплуатации формируется под влиянием двух составляющих:

как «отклик» на НТП в народном хозяйстве в смежных отраслях;

как реакция на необходимость интенсификации производства ТО и ремонта и повышения его эффективности.

Необходимо указать на следующие основные группы факторов, изменения которых диктуют и определяют направления НТП в сфере ТО и ремонта: конструкция автомобилей и структура парка; надежность транспортнх средств; условия эксплуатации автомобилей; ресурсные ограничения; воздействие на окружающую среду.

В перспективе ожидается существенное изменение *структуры автомобильного парка*. Суть изменения — в увеличении доли автомобилей большой и особо большой грузоподъемности, в росте доли грузовых автомобилей малой грузоподъемности (до 1,5—2 т) и большегрузных карьерных автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 45; 75; 120—180; 250—300 т. Существенно повысится в парке удельный вес прицепного состава, специализированных автомобилей (главным образом за счет фургонов, включая рефрижераторы, цистерн, автомобилей с погрузочными устройствами), автобусов большой и особо большой вместимости.

Ожидаются следующие основные *конструктивные изменения*:

дизелизация грузовых автомобилей и автобусов;

применение сжатого и сжиженного газа в качестве топлива как на бензиновых, так и на дизельных двигателях;

использование в конструкции двигателя и автомобиля дополнительных устройств, в том числе компьютерных, обеспечивающих экономию топлива и контроль использования автомобиля;

применение новых конструкций многотопливных двигателей с послойным распределением заряда смеси в цилиндрах, которые сокращают зависимость автомобильного транспорта от вида и качества топлива;

применение агрегатов и механизмов, повышающих комфортабельность перевозок, сохранность грузов, уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ, защиту персонала, населения и окружающей среды.

Изменения конструкции легковых автомобилей связаны главным образом с переходом к переднеприводной компоновке, использованием альтернативных топлив, с производством специализированного автомобиля для сельской местности (с прочным кузовом, приспособленным для буксировки прицепов, багажником, увеличенным или регулируемым дорожным просветом, устройством отбора мощности).

Увеличение габаритов подвижного состава, широкое применение автопоездов и сочлененных автобусов потребуют внедрения преимущественно поточных методов обслуживания, организации прямопотоочного движения на постах и в зонах обслуживания, ремонта и хранения, а также развития технологии обслуживания и ремонта автопоездов без их расцепки.

Производственные здания должны быть лучше приспособлены к изменению конструкции и габаритных размеров подвижного состава, новым технологическим процессом и видам выполняемых работ. Речь идет об увеличении шага колонн, освоении бесколонных перекрытий мастерских и зон ТО и ТР, о трансформируемых планировках мастерских, зон и участков, отказе от канав и др.

Изменение структуры парка приведет к существенному росту средней грузоподъемности автомобилей, увеличению веса их основных агрегатов и механизмов, что потребует обязательной механизации демонтируемых, транспортных и складских операций.

При росте грузоподъемности и вместимости автомобилей возрастают экономические потери при их простое в ТО и ремонте, поэтому необходимо увеличение пропускной способности постов, участков и зон ТО и ТР путем большей концентрации рабочей силы и обеспечения для нее фронта работ, совершенствования технологии и организации производства, механизации и автоматизации производственных процессов; применения средств диагностирования. Расширится номенклатура объектов обслуживания и ремонта, связанная с усложнением конструкции, применением дополнительного оборудования и специализированного подвижного состава (рефрижераторные установки, автоматические коробки передач, устройства для контроля расхода топлива, компьютерная техника, навесное оборудование и др.).

Повышение надежности транспортного процесса и эксплуатационной надежности подвижного состава достигается рядом мероприятий автомобильного транспорта и, в частности, ТЭА, к которым относятся следующие:

- четкое разграничение ответственности между инженерно-технической и перевозочной службами за обеспечение работоспособности и эффективного использования автомобилей, переход к хозрасчетным отношениям между этими службами;

- совершенствование системы ТО и ремонта: увеличение удельного веса профилактических мероприятий, в том числе и предупредительного ремонта; оптимизация режимов и нормативов ТО и ремонта; лучший учет условий эксплуатации подвижного состава, индивидуализация нормативов ТО и ремонта;

- управление возрастным составом парков, своевременное списание или изменение условий использования автомобилей со значительным сроком службы с начала эксплуатации;

- применение системы управления качеством ТО и ремонта;

- совершенствование системы морального и материального стимули-

рования персонала инженерно-технической службы. Применение коллективных форм организации труда, хозрасчетных и арендных отношений на ТО и ремонте. Ответственность коллективов за выполнение рекомендаций нормативных документов и за конечные результаты работы;

- резервирование исправного подвижного состава, особенно на пассажирских перевозках (до 5—7 % от парка, например, в крупных городах); совершенствование организации технической помощи автомобилям на линии;

- разработка и реализация требований к промышленности по повышению надежности транспортных средств, качества применяемых топлив и эксплуатационных материалов.

В ближайшей перспективе ожидаются следующие изменения условий эксплуатации автомобилей, которые окажут непосредственное влияние на ТЭА:

- увеличение доли автомобилей, работающих в хороших и удовлетворительных дорожных условиях, в связи с расширением дорожного строительства, особенно в сельской местности, при одновременном сокращении удельного веса автомобилей, работающих на междугородных перевозках, что связано с передачей части транспортной работы менее энергоемким видам транспорта;

- рост удельного веса автомобилей, работающих в суровых природно-климатических условиях в связи с промышленным освоением районов Сибири и Крайнего Севера, что при прочих равных условиях может снизить эксплуатационную надежность автомобильного парка и привести к повышению трудозатрат и некоторому относительному снижению технической готовности парка;

- увеличение удельного веса автомобилей, работающих с прицепами и полуприцепами, а также автомобилей, используемых в специфических условиях (в агропромышленном комплексе, карьерах, при геологоразведочных работах и т. д.).

Учет предполагаемых условий эксплуатации достигается следующими основными мероприятиями ТЭА:

более объективным учетом влияния условий эксплуатации (увеличением числа категорий, учетом большего числа факторов и системой поправочных коэффициентов, применяемых при ресурсном корректировании нормативов ТЭА, что предусмотрено новым (1984 г.) Положением о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта); изменением организации ТО и ремонта автомобилей, работающих в особых природно-климатических и дорожных условиях (круглосуточная работа автомобилей в условиях низких температур, отказ от полнокомплектного капитального ремонта, развитие предупредительного ремонта узлов и агрегатов и др.);

лучшим приспособлением ПТБ к особым природно-климатическим условиям, разработкой средств, облегчающих эксплуатацию автомобилей в этих условиях (обеспечение пуска двигателей, оптимальных температурных условий для персонала и техники и др.), а также мер по экономии тепловой энергии на всех этапах эксплуатации автомобилей, включая хранение;

разработкой требований к автомобильной, нефтехимической и другим отраслям, обеспечивающим лучшую приспособленность автомобилей и эксплуатационных материалов к особым природно-климатическим и дорожным условиям.

В транспортном комплексе страны автомобильный транспорт является крупным потребителем ряда важнейших ресурсов. Поэтому дальнейшее развитие автомобильного транспорта будет в значительной степени определяться масштабами и эффективностью ресурсосберегающей политики, проводимой на самом автомобильном транспорте. Сфера ТЭА будет активно задействована в реализации следующих основных мероприятий НТП, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов.

1. Применение альтернативных топлив и прежде всего сжатого, затем сжиженного природного газа (в конечном итоге, возможно, и водородного топлива), что потребует: разработки обоснованных режимов и технологии ТО и ремонта автомобилей и работоспособной газовой аппаратуры, работающей при высоких давлениях (20—25 МПа) и низких температурах (-162°C);

разработки и производства технологического оборудования, включая диагностическое, для контроля ТО и ремонта газовой аппаратуры;

подготовки соответствующих кадров ремонтных рабочих и ИТР;

реконструкции ПТБ предприятий, организации централизованного контроля и ремонта газовой аппаратуры.

2. Совершенствование системы нормирования расхода топлива и смазочных материалов, обеспечивающих их экономию (учет при нормировании основных факторов, влияющих на расход топлива, разработка маршрутных норм, определение норм годности масел и смазок при работе).

3. Повышение квалификации ремонтных рабочих и водителей; совершенствование системы морального и материального стимулирования за экономию топливно-энергетических и других ресурсов.

4. Обеспечение необходимого технического состояния приборов, узлов, систем и агрегатов автомобиля, влияющих на расход топлива и масел и контролирующих их наличие и расход.

5. Совершенствование горючесмазочного хозяйства АТП (централизованные маслохозяйства, механизация и автоматизация заправки и раздачи топлива и смазок, объективный учет наличия и расхода ГСМ) с использованием компьютерной техники.

6. Разработка надежных расходомеров топлива, устройств, определяющих фактическую загрузку автомобиля, «рекомендующих» водителю рациональные режимы вождения, а также неразборных и надежных спидометров (тахографов).

Т а б л и ц а 25.1. Пробеговые выбросы токсичных компонентов и относительный ущерб

Автомобиль	Выбросы, г/км			Относительный ущерб, %
	СО	СН	NO _x	
Средний грузовой автомобиль и автобус: бензиновый	65,9	14,2	8,5	100
дизельный	15,0	6,4	8,5	85
Легковой автомобиль: служебный	19,8	2,6	2,8	32
индивидуальный	18,9	2,5	2,7	31
Грузовой автомобиль, работающий на природном газе	28,9	2,62	4,69	45

Основные мероприятия НТП в области охраны окружающей среды будут направлены на: сокращение вредных для здоровья людей примесей в отработавших газах; уменьшение уровня шума; повышение надежности узлов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения; сокращение вредных примесей в сточных и канализационных водах, сокращение потребления воды.

Помимо использования природного и нефтяного газа, на сокращение содержания вредных примесей в отработавших газах (табл. 25.1) окажет влияние омоложение парка (ущерб от автомобиля со сроком службы более 10 лет в 1,4—1,5 раза выше, чем у автомобиля, срок службы которого не превышает 5 лет), применение инструментальных методов контроля токсичности (контроль при ТО-2 сокращает ущерб от токсичности на 25 %, а ежедневный — дополнительно только на 5 %), возможно применение электромобилей.

В таблице 25.1 относительный ущерб рассчитан на равный пробег, но без учета отрицательного влияния соединений свинца в отработавших газах бензиновых и сажи дизельных автомобилей. При учете разной интенсивности эксплуатации автомобилей, приведенных в табл. 25.1, годовой ущерб соответственно составит 100, 129, 32, 12 и 45 %. Таким образом, по ущербу один грузовой бензиновый автомобиль эквивалентен 8, а дизельный — более 10 индивидуальным легковым автомобилям. Поэтому в ближайшие годы главное внимание должно быть уделено мерам по

сокращению отрицательного воздействия на население и окружающую среду грузового и автобусного парков, эксплуатируемых в городах и промышленных центрах. Перспективным является применение нейтрализаторов и электронных приборов (микросхем, микропроцессоров), обеспечивающих управление впрыском топлива, его дозирование, регулирование состава отработавших газов. При этом необходимо разработать и внедрить систему обслуживания и ремонта принципиально новой системы питания и самих электронных приборов обеспечивающих надежность системы.

Наибольшее влияние на сокращение уровня шума окажут повышение качества ТО и ремонта и управление возрастным составом парка.

Сокращение вредных примесей в сточных и канализационных водах будет достигнуто благодаря применению более экономичных моечных установок, сокращающих расход воды на мойку, повторному использованию воды и замкнутых систем водоснабжения, а также в результате улучшения технического состояния автомобилей (недопущение подтеканий топлива, масел, жидкостей) в процессе их эксплуатации. На общее сокращение расхода воды при ТО и ремонте окажет влияние совершенствование конструкции и качества изготовления автомобилей, лучшее приспособление их к проведению уборочно-моечных работ, повышение качества окраски; применение водо-, пыле- и грязеотталкивающих покрытий кузова и кабины.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

26.1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

При рассмотрении перспектив совершенствования систем ТО и ремонта надо обязательно учитывать плановость и необходимость интенсификации развития экономики страны, достижения НТП, обеспечивающие разработку и реализацию долгосрочных требований к надежности автомобилей и развитию технической эксплуатации, основанных на интересах народного хозяйства в целом.

Необходимость и целесообразность совершенствования и развития принципов планово-предупредительной системы, заключающихся в углублении предупредительной стратегии, состоит в повышении экономичности автомобилей, производительности труда персонала ИТС, в совершенствовании мер по защите окружающей среды.

Темпы пополнения, списания и обновления парка автомобилей создают достаточно стабильный и устойчивый его состав, дающий определенный поток неисправностей, который является первоисточником формирования системы ТО и ремонта и соответствующей программы работ (см. гл. 6). К началу 90-х годов производимые в настоящее время и модернизируемые на их основе автомобили

составляют в грузовом парке 66—80 %; в автобусном 57—76 % и таксомоторном — более 95 %. Примерно 12—15 % грузовых автомобилей и 5—10 % автобусов отвечают требованиям ГОСТ 21624—81, который укрупненно определяет основные нормативы на ближайшие 10—15 лет. Поэтому для этого периода характерно сохранение основных особенностей действующей планово-предупредительной системы (табл. 26.1), которая главным образом будет совершенствоваться вследствие повышения эксплуатационной надежности автомобилей, а также в организационно-техническом плане в результате постепенного укрупнения АТП, создания объединений, в том числе региональных и вневедомственных, кооперации, централизации, совершенствования методов организации производства и материально-технического снабжения.

В результате реализации требований по эксплуатации и совершенствованию конструкции автомобилей в перспективе произойдет постепенное сокращение удельного веса традиционных работ ТО — смазочных, крепежных, регулировочных и увеличение их периодичности. Более широкое применение найдут предупредительные замены узлов, агрегатов, обеспечивающие повышение безотказности, особенно в межосмотровые периоды.

Таблица 26.1. Изменение периодичности (в тыс. км пробега) и видов ТО грузовых автомобилей

Вид ТО	Положение о ТО и ремонте			ГОСТ 21624—76	ГОСТ 21624—81	Для вновь создаваемых автомобилей	
	1963 г.	1972 г.	1984 г.	с 1978 г.	с 1983 г.	1985—1990 г.	1990—2000 г.
ТО-1	1,7	2,2	3,0	3,5	4	5—6	8—10
ТО-2	8,5	11,0	12,0	14,0	16	20—24	32—40
Периодическое ТО (вместо ТО-1 и ТО-2)	—	—	—	—	—	15—18	20—25

Важность экономии топливно-энергетических ресурсов и защиты окружающей среды усилит требования к техническому состоянию автомобилей и будет стимулировать более широкое применение компьютерных средств управления рабочими процессами двигателя и автомобиля, а также диагностических средств.

В начале 90-х годов будут разрабатываться и испытываться простейшие (на 10—20 параметров) встроенные (бортовые) системы датчиков контроля технического состояния, основанные на регулярном подключении их к стационарным диагностическим установкам, имеющимся на крупных АТП, объединениях и СТО. Указанные системы к концу этого периода найдут применение на автомобилях большой грузоподъемности и автобусах большой вместимости.

Повышение долговечности кузовов, рам, кабин, применение противокоррозионных мер при производстве и эксплуатации приведут к прекращению полнокомплектного капитального ремонта автомобилей.

В результате повышения требований к надежности автомобильного транспорта, его скорости, вместимости, грузоподъемности возрастут требования ко всему персоналу ИТС автомобильного транспорта. Развитие хозяйственных отношений повысит требования к составу и обоснованности нормативов ТЭА, включая систему ТО и ремонта.

Для легковых автомобилей индивидуального пользования целесообразной будет система ТО с одним основным его видом, сопоставимым по периодичности со среднегодовым пробегом этих автомобилей, т. е. 10—15 тыс. км.

Для грузовых и пассажирских автомобилей возможность создания такой системы будет определяться повышением надежности, а также совершенствованием технологии и организации ТО и ремонта.

На этом этапе на основе информации по надежности конкретных

автомобилей и использования компьютерной техники будут апробированы системы проектирования нормативов ТО и ремонта (виды ТО, периодичность, состав операций), а также определения рационального момента списания автомобилей, позволяющие индивидуализировать нормативы ТЭА.

Дальнейшее совершенствование системы ТО и ремонта (после 1995 г.) будет определяться изменениями конструкции автомобилей, возрастного состава парка, условий эксплуатации и других факторов дерева систем ТЭ (см. рис. 7.6), которые определяют поток требований, возникающих при работе автомобилей. Система ТО и ремонта должна преобразовать этот поток в соответствии с поставленными перед нею целями. Поток неисправностей преобразуется (неисправности устраняются или предупреждаются) с помощью воздействий, предусмотренных системой ТО и ремонта. При этом границы между стратегиями разбивают воздействия по целям — поддержание работоспособности (профилактическая стратегия I) и восстановление утраченной работоспособности (стратегия II). Экономические, технологические, организационные границы разбивают воздействия по методам из выполнения. В результате использования экономических и других критериев стратегия I разбивается по двум направлениям — выполнение ТО без предварительного контроля (I-1) и с предварительным контролем — диагностированием (I-2).

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-2-1 используются стационарные диагностические средства. Основным условием применения этой стратегии являются: надежность и универсальность самих диагностических средств и снижение затрат на их приобретение и эксплуа-

тацию. При этом возможны два варианта развития стратегии I-2-1: контроль работоспособности, выполняемый с определенной (постоянной или изменяющейся) периодичностью и «корректировкой» технического состояния по результатам этого контроля (I-2-1-1); контроль и прогноз работоспособности (I-2-1-2), который позволяет на следующем шаге или корректировать периодичность последующего контроля, или уточнить предстоящий объем работ.

Система встроенных диагностических средств (I-2-2) может развиваться в следующих основных направлениях: средства, сигнализирующие теми или иными способами об уровне работоспособности изделия (I-2-2-1), например, при отборе информации о техническом состоянии с установленной периодичностью; при сигнализации о достижении заданных (предельных, допустимых значений и т. д.) параметров технического состояния и т. д. Вторым направлением развития этой стратегии является использование таких встроенных диагностических средств, которые позволяют прогнозировать уровень работоспособности (I-2-2-2).

Аналогичное изменение и совершенствование возможны и для стратегии II. Однако технологические цели будут иными. Например, контроль при отказе имеет целью определить причины отказа и уточнить характер (трудоемкость, стоимость, продолжительность) восстановительных работ.

Для автомобиля в целом, как совокупности агрегатов и систем, будут применяться все рассмотренные варианты стратегий, которые не меняют существа планово-предупредительной системы — получение теми или иными способами упреждающей информации о состоянии изделия и проведение (или планирование) работ по поддержанию гарантированной работоспособности.

На этом этапе будут происходить концентрация сбора, обработка и использование информации по надежности и другим показателям каче-

ства. Создание подобного коллективного банка, оперативная связь с ним АТП расширят информационную базу, обмен опытом при принятии решений и совершенствовании системы и организации ТО и ремонта. Создание централизованного информационного банка позволит также более экономично использовать передовую вычислительную технику, средства связи, специалистов.

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» изделий, вероятность отказа которых за заданную наработку ничтожно мала (резервирование, повышение прочности); или применение иных принципов конструирования, предусматривающих самовосстановление изделия. Простейшими примерами подобных систем, функционирующих в течение определенной наработки, являются саморегулирующиеся механизмы, применяемые в современных автомобилях.

26.2. КОНЦЕНТРАЦИЯ, СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И КООПЕРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Производственно-техническая база, являющаяся материальной основой ТЭА, будет развиваться двумя основными путями. Во-первых, совершенствованием традиционной структуры ПТБ, т. е. комплексных АТП и других предприятий (повышение уровня механизации, совершенствование технологии, организации, повышение пропускной способности постов и участков, сокращение затрат на ТО и ТР). Во-вторых, путем концентрации, специализации и кооперации производства ТО и ремонта, обеспечивающих изменение

самого характера процессов, укрупнения программ, создания новых типов предприятий по ТО и ремонту. Второй путь создает лучшие условия для использования достижений НТП и интенсификации развития производства.

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 применять прогрессивные технологические процессы, производительное оборудование, квалифицированный персонал. На автомобильном транспорте этот процесс связан с созданием для группы предприятий в территориальном управлении или ассоциации, а в перспективе и для региона так называемых *централизованных специализированных производств* (ЦСП), например, по выполнению ТО-2, ремонту ряда узлов, агрегатов и механизмов, окраске, производству технологического оборудования, диагностированию.

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 и характеризуется по видам, форме, глубине специализации и уровню концентрации производства.

Вид специализации характеризует уровень управления производством.

В системе поддержания работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта общего пользования различают следующие виды специализации:

межотраслевая — это специализация, проявляющаяся, например, в сотрудничестве объединения по производству большегрузных автомобилей КамАЗ с предприятием по ремонту агрегатов, входящим в состав другого ведомства;

отраслевая — это специализация внутри автотранспортной отрасли, например, специализация ремонтных предприятий по видам агрегатов и систем;

региональная — это специализация внутри региона (территориального объединения автомобильного транспорта). Специализированные цехи по ремонту электрооборудования, топливной аппаратуры, восстановлению деталей, механической обработке, проведению ТО-2, окраски, противокоррозийной защиты, замены агрегатов и т. д.;

внутрихозяйственная — это специализация участков или постов на автотранспортном предприятии или объединении по конкретным видам работ, например моторный участок, зона ТО-2, пост по замене силового агрегата, пост диагностирования;

внутрицеховая (внутриучастковая или внутрипостовая) — это специализация одного или группы рабочих с соответствующим технологическим оборудованием по выполнению определенных операций или стадий технологического процесса внутри участка или поста. Например, специализация по разборке, комплектровке, сборке и обкатке силового агрегата на моторном участке.

При региональной специализации выделяются следующие *формы*:

предметная — это специализация подразделений ИТС на проведение работ ТО и ремонта, определенных видов подвижного состава. При этом на одном предприятии или подразделении сосредоточивается различное технологическое оборудование для выполнения комплекса операций

Т а б л и ц а 26.2. Технико-экономические показатели различных видов производства

Показатель	Техническая служба комплексных автотранспортных предприятий	Централизованные специализированные производства
Среднее количество детали-операций, выполняемых на рабочем месте	200	30
Производительность труда, тыс. руб./ (чел.-год)	2,5	5
Уровень механизации, %	25	40
Съем продукции с 1 м ² производственной площади, руб.	100	250
Фондоотдача, руб./руб.	0,3	1,8

по обеспечению работоспособности, например, производственно-технические комбинаты по централизованному обслуживанию автомобилей семейства КамАЗ;

агрегатно-узловая — специализация подразделений на ТО и ремонте агрегатов, узлов, систем подвижного состава, например, централизованные мастерские по КР двигателей, газобалонному оборудованию;

подетальная — специализация на восстановлении или изготовление деталей всех видов подвижного состава, например, цех по восстановлению коленчатых валов;

технологическая — специализация подразделений на выполнение однородных технологических процессов, операций или группы операций, основанная на общности основного технологического оборудования, например, централизованные участки по окраске автомобилей, наплавке, механической обработке;

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 рабочих, например, ремонт, обслуживание и изготовление оборудования, инструмента и оснастки; централизованная стирка и ремонт спецодежды.

Эффективность специализации зависит от уровня концентрации производства, т. е. программы, диктующей масштабы использования специального оборудования, технологических процессов, квалификационного персонала. В результате концентрации и специализации увеличивается производительность труда, растут съем продукции и фондоотдача, сокращается потребность в ресурсах для развития ПТБ (табл. 26.2, 26.3).

Масштабы и этапы специализации зависят от исходного (целевой по-

Т а б л и ц а 26.3. Влияние региональной специализации на основные технико-экономические показатели инженерно-технической службы

Показатель	Отношение стоимости работ, выполняемых централизованно, к общим затратам на ТО и ремонт в территориальных объединениях, %					
	5	10	15	20	25	30
Прирост коэффициента технической готовности, %	0,5	1,0	1,3	1,8	2,1	2,3
Снижение затрат на ТО и ремонт, %	2,5	5,0	7,5	10,0	12,0	14,0
Прирост производительности труда ремонтных рабочих, %	0,2	0,4	1,0	1,5	1,7	2,0
Снижение уровня дефицита ресурсов, необходимых для развития ПТБ, %	3,0	5,5	7,5	9,0	10,0	12,0

Таблица 26.4. Распределение трудоемкости работ по ТО и ремонту автомобилей по различным формам специализации в территориальном управлении автомобильного транспорта

Форма специализации	Доля работ по ТО и ремонту по данной форме специализации в регионе, %	Доля работ по ТО и ремонту по данной форме специализации, которые целесообразно централизовать, %
Предметная	15	5
Агрегатно-узловая	20	15
Подетальная	7	6
Технологическая	18	12
Регламентно-технологическая	30	15
Функциональная	10	6
Итого	100	61

казатель) и оптимального (целевой норматив) уровней специализации в регионе, от структуры ПТБ, выделяемых ресурсов и возможности реализации.

Разделение работ ТО и ремонта по форме специализации в среднем территориальном объединении транспорта общего пользования приведено в табл. 26.4. Исходный уровень региональной специализации у большинства объединений невелик и составляет в настоящее время 5—7 % при оптимальном уровне 60—70 %.

Учитывая ограниченность ресурсов (капиталовложений), возможность выполнения строительно-монтажных работ, поставки оборудования, а также то, что реконструкция и техническое перевооружение производятся

Таблица 26.5. Пример ресурсного обеспечения программы специализации ТОАТ, обеспечивающее повышение уровня региональной специализации с 10 до 27 %

Форма специализации	Распределение ресурсов по годам пятилетки, %					Всего ресурсов, %
	1	2	3	4	5	
Предметная	—	—	1,0	2,9	6,7	10,6
Агрегатно-узловая	1,4	1,7	0,5	2,4	1,9	7,9
Подетальная	0,8	0,9	0,5	0,9	1,2	4,3
Технологическая	4,4	15,0	14,4	10,2	5,4	49,4
Регламентно-технологическая	—	6,3	6,3	4,3	4,3	21,2
Функциональная	1,4	1,2	1,2	1,2	1,6	6,6
Итого	8,0	25,1	23,9	21,9	21,0	100,0

Таблица 26.6. Последовательность и уровень влияния этапов совершенствования ПТБ на работоспособность парка

Последовательность (ранг)	Этапы	Уровень влияния на работоспособность парка, %
1	Организация централизованных производств по ремонту агрегатов, восстановлению узлов	19
2	Централизация системы обеспечения запасными частями, материалами, централизация оборотного фонда	14
3	Централизация оперативного управления ТО и ТР на региональном уровне	8
4	Централизация разработки, изготовления и внедрения нестандартного оборудования, оснастки	9
5	Централизованное диагностирование	10
6	Централизация замены сложных агрегатов	14
7	Централизация ТО (ТО-2)	17
8	Централизация ТО и ремонта сложного технологического оборудования	5
9	Централизация вспомогательных производств (техпомощь, стирка и ремонт спецодежды и т. д.)	4

Итого

100

на действующих АТП, эту работу целесообразно проводить поэтапно как при выделении капиталовложений, так и при реализации конкретных предложений по совершенствованию ПТБ (табл. 26.5).

Этапы централизации, специализации и кооперирования конкретных производств должны быть увязаны таким образом, чтобы в условиях ограничения ресурсов предыдущий этап создавал технологические и ресурсные предпосылки для эффективного развития последующих, а общий эффект с учетом неравноценности этапов был максимален.

В табл. 26.6 приведен пример оценки в условиях ограниченных ресурсов характерных этапов совершенствования ПТБ группы АТП (региона) с точки зрения рациональной последовательности их реализации (первый ранг — этап, который целесообразно реализовать в первую очередь) и вклада в прирост работоспособности парка.

Таким образом, опыт централизации, кооперирования и специализации производства ТО и ремонта свидетельствует, с одной стороны, что подобная перестройка ПТБ по сравнению с традиционным развитием комплексных АТП обеспечивает значительную экономию всех ресурсов (рис. 26.1) и интенсификацию производства, с другой — показывает, что совершенствование ПТБ является сложным и достаточно продолжительным динамическим процессом, протекающим во времени и пространстве, требующим в условиях действующих АТП и ограничения ресурсов четкого определения приоритетов, распределения ресурсов и организации поэтапной реализации мероприятий. Выполнение этих требований позволяет потенциальный технико-экономический эффект прогрессивных форм организации ПТБ превратить в реальный, т. е. обеспечить годовой прирост производительности труда персонала на 3—5 %, сокращение удельных капиталовложений в ПТБ на 10—15 % и затрат на ТО и ремонт на 15—20 %, повышение

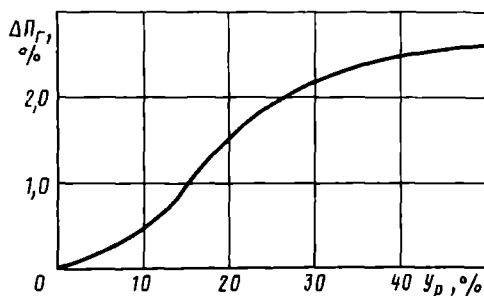


Рис. 26.1. Зависимость годового прироста производительности труда на ТО и ремонте от уровня региональной специализации

коэффициента технической готовности на 3—5 %.

Опыт перестройки ПТБ на основе специализации, централизации и кооперации производства создает основу для дальнейшего совершенствования структуры и организации ТО и ремонта автомобилей и ПТБ. Во-первых, при достижении уровня региональной специализации 60—70 % на базе ЦСП территориального объединения может быть создан хозрасчетный региональный комплекс подготовки производства, который позволит перевести отношения между технической и перевозочной службами на хозрасчетную договорную основу. Во-вторых, база региональной отраслевой специализации послужит в дальнейшем основой для межотраслевой специализации, включающей транспорт общего пользования и ведомственный, а также обслуживание и ремонт агрегатов и системы родственной техники (тракторы, сельхозмашины, дорожные машины и др.).

26.3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ И МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Научно-технический прогресс, ресурсосбережение, хозрасчет приводят наряду с совершенствованием конструкции и повышением надежности автомобилей и технологиче-

ского оборудования, типажа и структуры парков, применения альтернативных видов топлива к определенным решениям и последствиям, характеризующим существенные изменения в информационном обеспечении производства ТО и ремонта:

росту программ, интенсификации производства в результате укрупнения предприятий, специализации и кооперации;

необходимости более точного учета конкретных условий функционирования и индивидуализации принимаемых решений на уровне предприятия, цеха, участка, рабочего места, автомобиля и его элементов;

повышению требований к оперативности принимаемых решений и соответствующему отбору и обработке информации;

повышению роли человеческого фактора при управлении производством и принятии решений.

Все перечисленные особенности резко увеличивают объемы и скорости получения и обработки информации и невозможны без использования компьютерной техники.

Говоря об использовании вычислительной техники на АТП, необходимо представлять тот объем информации, с которым связана работа инженерно-технической службы. Если не брать в расчет информацию путевых листов, часть из которой используется ИТС, например наработка автомобилей, расход топлива, то на среднем предприятии накапливается в месяц 20—25 тыс. строк первичной информации с размером строки в 40—60 знаков. Это данные об отказах по автомобилю и его агрегатам, о потерях линейного времени и простоях автомобилей в ТО и ремонтах, о характере выполненных при этом работ, затраченном рабочем времени, об исполнителях и замененных деталях и агрегатах, их стоимости.

Управление технической службы на базе имеющейся информации требует составления накопительной документации, ее обработки и анализа, что является весьма трудоем-

ким процессом. Ручная обработка этой информации не дает нужной оперативности для принятия решений, и полный постоянный анализ возможен лишь по ее небольшой части.

Переход подразделений предприятия на полный хозрасчет, научное управление производственными процессами, оперативный анализ расходования всех видов ресурсов возможен лишь при применении на АТП вычислительной техники. Использование ее можно представить в двух направлениях: по потребности при анализе производственно-технической базы АТП и при повседневном ее использовании на предприятии (рис. 26.2).

Ускорение расчетов, выполняемых вручную или с использованием простейшей вычислительной техники. Использование, например, ЭВМ при определении программы и объемов работ по ТО и ТР дает возможность ускорить расчеты в 10—12 раз, проводить их по всем типам и модификациям подвижного состава, учитывать значительно большее число факторов, проводить многовариантные расчеты и сравнения. По данным МАДИ, продолжительность технологического расчета крупного АТП с 15—20 моделями автомобилей на ЭВМ составляет 30—60 с машинного времени при исключении ошибок, свойственных ручному расчету. Сюда же следует отнести применение стандартных программ обработки данных экспериментов и т. д. Потребность вычислительной техники для среднего АТП представлена в табл. 26.7.

**Техническая характеристика
перспективных персональных ЭВМ
для применения на АТП**

Разрядность, бит	16 или 32
Быстродействие, млн. коротких операций за 1 с	1,0—2,0
Емкость оперативного запоминающего устройства, Мбайт . . .	1,024—2,048
Емкость накопителя на гибком магнитном диске, Мбайт	0,36—1,2
Емкость накопителя на жестком магнитном диске, Мбайт	20,0—80,0

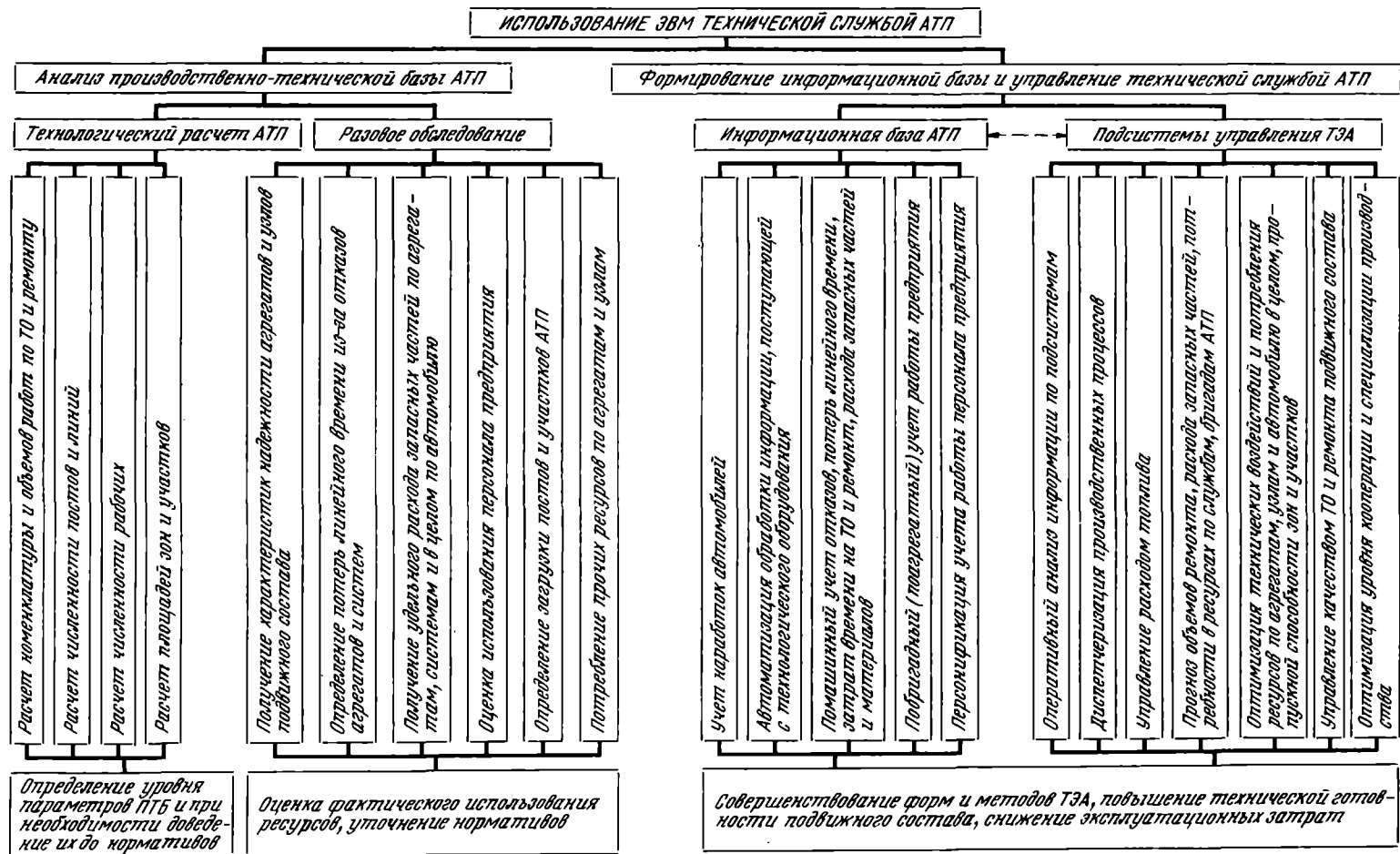


Рис. 26.2. Схема использования ЭВМ технической службой АТП

Таблица 26.7. Потребность в вычислительной технике

Устройства	Минимальная потребность в существующей вычислительной технике	Оптимальная потребность в перспективной вычислительной технике
ЭВМ	2 или 3 ПЭВМ IBM PC XT/AT	8—10 персональных ЭВМ
Внешняя память	100—150 Мбайт на жестких магнитных дисках	200—300 Мбайт

Определение или корректирование нормативов ТЭА и других характеристик. Задача решается вычислительным центром (ВЦ) коллективного пользования на основании имеющихся программ устранения или предупреждения отказов и др. Таким образом, нормативы могут быть индивидуализированы, в них лучше учтены конкретные условия АТП, что важно при переходе к самофинансированию и хозрасчету.

Получение фактических затрат на АТП при формировании нормативной базы потребляемых ресурсов может быть упрощено при использовании разработанного в МАДИ метода разового обследования. При этом собирается информация технической службы за 1—2 мес работы АТП, дошифровывается, наносится на магнитную ленту и обрабатывается на ЭВМ. В результате обработки получается сложившийся на момент обследования уровень удельного числа отказов, потерь линейного времени, расхода запасных частей, трудовых затрат и других данных по агрегатам, системам и всему автомобилю каждой из используемых на АТП моделей.

Приведенные фактические данные могут служить основанием при формировании нормативов для подсистем управления качеством работы бригад ТО и ремонта и управления расходом запасными частями (см. прил. 10).

При наличии вычислительной техники на АТП и сформированной нормативной базе можно обработку информации автоматизировать. Как показано на рис. 26.2, будет формироваться информационная база АТП и на основании использования соот-

ветствующего математического аппарата осуществляться функционирование основных подсистем управления технической службой автотранспортного предприятия.

Кроме повседневных задач, ЭВМ может взять на себя и ряд дополнительных работ. При этом более сложные задачи целесообразнее выполнять на центральных ВЦ.

Использование экономико-математических методов. Наличие ЭВМ позволяет использовать такие методы для оценки перспектив и направлений развития автомобильного транспорта, показателей эффективности технической эксплуатации, например оценка и управление возрастной структурой парка, определение этапности и последовательности реконструкции перевооружения АТП, распределение ограниченных ресурсов в различные подсистемы ИТС с использованием динамического программирования.

Использование компьютерных систем на автомобилях. Наиболее распространенными решениями будут: советующие водителю визуальные системы по рациональным режимам движения автомобиля (по критерию минимума расхода топлива при доставке грузов, достижения максимальной производительности и т. д.), встроенные датчики, накапливающие информацию по техническому состоянию наиболее важных систем и агрегатов автомобиля. Периодически эта информация из бортового компьютера передается центральной машине, которая выдает рекомендации по тактике обслуживания и ремонта. Эти данные могут использоваться также при помашинном учете работы

и надежности каждого транспортного средства и определения моментов его ремонта или замены. Наконец, компьютерное управление рабочими процессами двигателей и других агрегатов и механизмов, обеспечивающее заданные показатели работы, например составы рабочей смеси и отработавших газов, замедление при торможении, дистанции безопасности. В перспективе компьютерные системы могут быть использованы для уточнения места нахождения автомобиля вне АТП, выбора рациональных маршрутов движения и т. д.

На базе компьютерной системы учета и использования штрихового кодирования наименований деталей, видов работ, номеров автомобилей и персональных устройств считывания и запоминания у рабочих воз-

можен переход к системе учета и управления ТО и ремонта без бумаги и карандаша.

Создание и платное использование централизованного справочно-советующего информационного банка. Такой банк может иметь в своем составе: банк данных по законам и нормативам, имеющимся проектным решениям, технико-экономическим и надежностным характеристикам автомобилей и технологического оборудования, взаимозаменяемости топлив, масел, шин, деталей и др.; банк технологических процессов ТО и ремонта автомобилей, восстановления деталей; банки стандартных и удачных нестандартных решений, которыми в условиях хозрасчетных отношений пользуются предприятия, проектировщики, НИИ, учебные организации.

Вопросы для самоконтроля по шестому разделу

1. Используя понятие дерева систем ТЭА (рис. 7.6), 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 журнала «Автомобильный транспорт» за последний год. Какие предложения, по вашему мнению, содержащиеся в этих статьях, могут быть отнесены к мероприятиям научно-технического прогресса?

4. Определите связь управления возрастной структурой парков с темпами реализации мероприятий НТП.

5. Почему разовая поставка большой группы новых автомобилей не дает долго-

временного повышения уровня работоспособности парка?

6. Укажите на связи и взаимозависимость кооперации, концентрации и специализации.

7. На какие факторы и подфакторы дерева систем технической эксплуатации влияет специализация и кооперация производства ТО и ремонта автомобилей?

8. В чем основные причины, определяющие необходимость постепенного подхода к кооперации и специализации производства?

9. Какова роль компьютерной техники при управлении производственными процессами ТО и ремонта на АТП? Сформулируйте требования к системе управления и учета без использования «бумажной» документации.

10. Какова, по вашему мнению, роль инженера в разработке и реализации мероприятий НТП? Какими качествами при этом инженер должен обладать?

**КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕКТИРОВАНИЯ НОРМАТИВОВ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ $K_3=K_3''$**

Характеристика района	Нормативы			
	Периодичность технического обслуживания	Удельная трудоемкость текущего ремонта	Пробег 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	1,25
Очень холодный	0,8	1,3	0,7	1,4
Коэффициент K_3''				
С высокой агрессивностью окружающей среды	0,9	1,1	0,9	1,1

Примечания. 1. Корректирование нормативов производится для серийных моделей автомобилей, в конструкции которых не учтены специфические особенности работы в данных районах.

2. Агрессивность окружающей среды учитывается и при постоянном использовании подвижного состава для перевозки химических грузов, вызывающих интенсивную коррозию деталей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ (ГОСТ 27.503—81)

Параметр	Логарифмически нормальное распределение	Распределение Вейбулла-Гнеденко
Плотность вероятности $f(x)$	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\ln x - a}{2\sigma^2}\right]$	$\frac{b}{a}\left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right]$
Среднее значение $\bar{x}$	$\exp\left[a + \frac{\sigma^2}{2}\right]$	$a\left(1 + \frac{1}{b}\right)^{\frac{\gamma}{b}}$
Гамма-процентный ресурс x_γ	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln x_\gamma - a}{\sigma}\right) = \frac{\gamma}{100}$	$a\left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)^{\frac{1}{b}}$
Вероятность безотказной работы $R(x)$	$R(x) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln x - a}{\sigma}\right)$	$\exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right]$
Вероятность отказа или восстановления в заданное время $F(x)$	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln x - a}{\sigma}\right)$	$1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right]$
Интенсивность отказа $\lambda(x)$	$\frac{\exp\left[-\frac{\ln x - a}{2\sigma^2}\right]}{x\sigma\sqrt{2\pi}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln x - a}{\sigma}\right)\right]}$	$\frac{b}{a^b} x^{b-1}$

**ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ $R=\exp[-\lambda x]$ — ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ
В СЛУЧАЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

λx R	0,0 1,00	0,1 0,905	0,2 0,819	0,3 0,741	0,4 0,670	0,5 0,606
λx R	0,6 0,549	0,7 0,497	0,8 0,449	0,9 0,407	1,0 0,368	
λx R	1,1 0,333	1,2 0,301	1,3 0,273	1,4 0,247	1,5 0,223	
λx R	1,6 0,202	1,7 0,183	1,8 0,165	1,9 0,150	2,0 0,135	
λx R	2,1 0,123	2,2 0,111	2,3 0,100	2,4 0,091	2,5 0,082	
λx R	2,6 0,074	2,7 0,067	2,8 0,061	2,9 0,056	3,0 0,05	
λx R	3,5 0,030	4,0 0,018	4,5 0,011	5,0 0,007	5,5 0,004	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
ДЛЯ ПРОЕКТА АТП НА 250 АВТОПОЕЗДОВ КамаЗ (ИЗВЛЕЧЕНИЕ)**

Работы, операции	Механизированное оборудование	Значения M_2Z при звенности оборудования					Сум-ма M_2Z	Общее колич-во операций	Трудо-емкость, чел·мин		Показатели механизации, %		
		1	2	3	3,5	4	M		n	$T_{\text{н}}$	$T_{\text{о}}$	$C_{\text{н}}$	$U_{\text{н}}$
ЕО Вымыть автомо- биль и произвести уборку кабины и платформы	Установка для мойки М127					+				14,0			
Итого по ЕО:					3,5		3,5	10	14,0	45,0	8,7	31,1	
ТО-1 Вымыть автомо- биль	Мойка					+				12,0			
Закрепить гайки колес	Гайковерт И-318	+								8,3			
Довести до нормы давление воздуха в шинах	Воздухораздаточ- ная колонка С413					+				28,0			
Смазать шкворни поворотных кула- ков	Солидолонагне- татель мод. 390М	+								10,1			

Работы, операции	Механизированное оборудование	Значения M, Z при звенности оборудования					Сумма M, Z	Общее колич. операций	Трудо-емкость, чел. мин		Показатели механизации, %	
		1	2	3	3,5	4	M	n	T_n	T_o	C_m	U_m
Смазать шарниры рулевых тяг	Солидолонагнетатель мод. 390М	+							1,6			
Смазать пальцы передних рессор	»	+							1,4			
Смазать втулки валов разжимных кулаков	»	+							3,5			
Смазать регулировочные рычаги тормозных механизмов	»	+							3,5			
Смазать оси передних опор кабины	»	+							1,0			
Итого по ТО-1		14		7			21	15	69,4	127,7	35	54,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРИМЕРНОЕ ЧИСЛО ОБОРОТНЫХ АГРЕГАТОВ НА 100 АВТОМОБИЛЕЙ

Подвижной состав и его основной параметр	Марки, модели подвижного состава (грузоподъемность)	Двигатель	Коробка передач (ГМП)	Ось передняя	Мост задний (средний)	Рулевой механизм
Легковые автомобили:						
малого класса (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, сухая масса автомобиля от 850 до 1150 кг)	Москвич-2138, ИЖ-2125, ВАЗ (кроме 2121)	3—4	3—4	3—4	3—4	3—4
среднего класса (от 1,8 до 3,5 л, от 1150 до 1500 кг)	ГАЗ-24-01, -24-07	6—8	6—8	4—6	3—5	3—4
Автобусы:						
особого малого класса (длина до 5,0 м)	РАФ-2203	6—8	6—8	7—8	6—8	6—8
малого класса (6,0—7,5 м)	ПАЗ-672, КАвЗ-685	6—8	7—8	6—8	6—8	7—8
среднего класса (8,0—9,5 м)	ЛАЗ-695Н, -695НГ, -697Н, -697Р	7—9	7—9	7—9	7—9	7—9
большого класса (10,5—12,0 м)	ЛиАЗ-677, -677М, -677Г	8—9	8—9	8—9	8—9	8—9

Подвижной состав и его основной параметр	Марки, модели подвижного состава (грузоподъемность)	Двигатель	Коробка передач (ГМП)	Ось передняя	Мост задний (средний)	Рулевой механизм
Грузовые автомобили общего транспортного назначения грузоподъемностью, т:						
от 0,3 до 1,0	ИЖ-27151 (0,4 т)	5—6	4—5	4—5	4—5	4—5
от 1,0 до 3,0	ЕрАЗ-762А, -762В	6—7	2—3	2—3	3—4	2—3
	УАЗ-451М, -451ДМ	5—6	4—5	3—4	3—4	2—3
	ГАЗ-52-04, -52-07 (2,5 т), -52-27 (2,4 т)	6—7	4—5	4—5	4—5	4—5
от 3,0 до 5,0	ГАЗ-53А, -53-07 (4 т)	4—5	4—5	4—5	3—5	3—4
от 5,0 до 8,0	КАЗ-608, -608В	4—5	3—5	3—5	3—5	3—5
	ЗИЛ-130, -138, -138А	4—5	3—5	3—5	3—5	2—4
	Урал-377, -377Н (7,5 т)	5—6	4—5	4—5	4—5	4—5
от 8,0 и более	МАЗ-500А	3—4	4—5	3—4	3—4	3—4
	МАЗ-5335	3—4	4—5	3—4	3—4	2—3
	КрАЗ-257, -257Б1 (12 т)	3—4	4—5	3—4	3—4	3—4

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПРИМЕРНАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА АВТОКОЛОНН

Персонал, должности	Количество автомобилей в колонне, шт.				
	30	50	70	100	150
Административно-управленческий аппарат:					
начальник колонны	1	1	1	1	1
старший механик	—	1	1	1	1
Производственно-линейный персонал:					
старший диспетчер	—	—	1	1	1
диспетчер	1	1	1	1	2
механик	1	—	—	1	2
бухгалтер по расчетам	—	—	1	1	1
Подсобно-вспомогательный персонал:					
комендант и рабочие обслуживания автогородка	1	1	2	2	2
работники столовой	2	2	3	4	5
фельдшер	—	—	—	1	1
пожарно-сторожевая охрана	1	1	2	2	2
Итого	7	7	12	15	18

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ И КОЛИЧЕСТВО ОБОРОТНЫХ АГРЕГАТОВ И УЗЛОВ АВТОКОЛОННЫ, РАБОТАЮЩЕЙ В ОТРЫВЕ ОТ ОСНОВНОЙ БАЗЫ

Агрегаты, узлы	Количество автомобилей в колонне, шт.									
	30		50		70		100		150	
	ЧЗ/М	ОФ	ЧЗ/М	ОФ	ЧЗ/М	ОФ	ЧЗ/М	ОФ	ЧЗ/М	ОФ
Двигатель в сборе	3—5	1	5—8	7—12	7—12	2—3	10—17	3—4	15—25	4—6
Сцепление в сборе	1—2	1	2—3	2	3—5	2	4—7	3	6—10	4
Коробка передач в сборе	2—4	1—2	4—7	2—3	6—9	3—4	8—14	4—5	12—20	5—6
Карданная передача в сборе	0—1	1	1—2	1	1—2	1	2—3	1	3—5	2
Передний мост в сборе	2—3	1—2	3—6	2—3	4—8	3—4	6—11	4—5	9—16	5—6
Рулевое управление в сборе	НД	1—2	НД	2—3	НД	3—4	НД	4—5	НД	5—6
Задний мост в сборе	4—6	1—2	6—10	2—3	8—15	3—4	12—21	4—5	18—31	5—6
Редуктор заднего моста	3—5	1	5—8	1	7—12	1	10—17	1	15—25	1—2
Рессора передняя	10—18	2—3	18—30	3—6	26—42	4—7	36—61	5—9	55—91	8—13
» задняя	5—9	1—2	9—15	2—3	13—21	3—4	18—30	3—4	27—46	4—8
Компрессор воздушный	0—1	1	1—2	1	1—2	1	2—3	1	3—5	2
Тормозной кран	0—1	1	1—2	1	2—3	1	2—4	1	3—6	2
Камера колеса	14—29	7	23—29	11	33—54	16	47—78	20	70—117	25
Колесо в сборе	НД	1	НД	1	НД	1	НД	1	НД	2

Примечание. Количество единиц оборотного фонда определено из условия 30-дневной работы автоколонны и среднесуточного пробега одного автомобиля, равного 150—250 км.

Условные обозначения: ЧЗ/М — число замен в месяц; ОФ — оборотный фонд; НД — нет данных

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ОПЕРАЦИОННАЯ) КАРТА ТО-1 АВТОМОБИЛЕЙ КрАЗ-257Б1 (фрагмент)

Общая трудоемкость 206,4 чел·мин.

Дополнительная трудоемкость седельного тягача КрАЗ-258Б1 — 10,6 чел·мин, самосвала КрАЗ-256Б1 — 10,0 чел·мин.

№ операции	Содержание работ	Место выполнения	Кол-во мест воздействия	Трудоемкость, чел·мин.	Оборудование	Технические условия

1. Контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы (Д-1)

Трудоемкость 63,5 чел·мин

1	Проверьте состояние шин передних колес, наличие колпачков вентилей, давление воздуха в шинах. При необходимости доведите до нормы давление в шинах и удалите инородные предметы, застрявшие в протекторе	Сверху в передней части	2	6,4	Колонка воздухо-раздаточная, наконечник с манометром, штангенциркуль, пассатижи, тупое шило	Покрышки не должны иметь местных повреждений. Наличие инородных предметов в протекторе, а также отслоение протектора, расслоение каркаса не допускаются. Остаточная высота рисунка протектора не менее 1 мм. Давление воздуха в шинах должно соответствовать норме, приведенной в Правилах эксплуатации автомобилей шин
2	То же по среднему и заднему мостам	Сверху в средней и задней частях	8	23,2	То же	То же
3	Проверьте состояние и герметичность трубопроводов, шлангов и аппаратов тормозной системы. При необходимости устраните неисправности	В кабине, сверху и снизу	17	7,9	Кисть, мыльная эмульсия, ключи гаечные, отвертка, пассатижи	Трубопроводы не должны иметь трещин, погнутостей, скручивания. Утечка воздуха проверяется при номинальном давлении в пневмосистеме 0,65—0,80 МПа, включенных потребителей и неработающем компрессоре

7. Смазочные, очистительные и заправочные работы

Трудоемкость 77,9 чел·мин

48	Проверьте уровень масла в картере двигателя через 4—5 мин после его остановки и при необходимости долейте до нормы	Сверху в передней части	1	1,8	Масломерный щуп, колонка маслораздаточная, ветошь	Уровень масла должен соответствовать верхней метке на масломерном щупе. Применять моторные масла: всесезонно М-6з/10В; летом М-10В ₂ , зимой М-8В1

№ операции	Содержание работ	Место выполнения	Кол-во мест воздействия	Трудоемкость, чел·мин.	Оборудование	Технические условия
49	Проверьте уровень масла в топливном насосе высокого давления и при необходимости долейте до нормы	Сверху в передней части	1	1,8	Масломерный щуп, колонка маслораздаточная, воронка с сеткой, отвертка	Уровень масла должен быть на верхней метке щупа. Доливать масло, применяемое для двигателя
68	Смажьте подшипники валов разжимных кулаков колесных тормозов	Снизу в передней и задней частях	10	2,0	Нагнетатель смазки	Нагнетать смазку через пресс-масленку до появления свежей смазки из зазоров. Смазка — солидол С, солидол жировой или Литол-24
Всего:			304	206,4		

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

КАРТА-СХЕМА РАССТАНОВКИ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПОСТАХ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ТО-1 ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ КраЗ-257Б1 (ВАРИАНТ)

Производительность линии — 12 автомобилей в смену

Продолжительность смены — 10,5 ч

№ поста	Наименование работ и число исполнителей на посту	Исполнитель	№ операций	Места выполнения	Трудоемкость чел·мин/1 авт.	Примечания
1	Контрольно-диагностические, крепежные; обслуживание двигателя и его систем, электрооборудования (2 чел)	1-й	1 7, 9, 10, 13, 16—24, 26, 27	Сверху	41,2	Операции 3, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 17, 18, 23, 24 выполняются 1-м и 2-м исполнителями совместно
				В кабине	13,0	
		2-й	3 5—15, 17, 18, 23—25, 28—30, 43—47	Сверху	24,1	
				Сверху	30,8	
2	Смазочные, очистительные, заправочные; обслуживание ходовой части, рулевого управления (2 чел)	3-й	31, 48—56, 61—63	Сверху	51,7	Операции 31, 54 выполняются 3-м и 4-м исполнителями совместно
		4-й	31—40, 54, 57—60, 64—68	Снизу	35,4	
				Сверху	10,2	

Всего 4 чел

206,4 чел·мин

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОТОРЫХ ВЛИЯЕТ НЕПОСРЕДСТВЕННО (ЗНАК «+») НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ (БД), ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ (ТЭ) И СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОС)

Составные части автомобиля (возможные виды нарушений технического состояния)	БД	ТЭ	ОС
<i>Двигатель</i>			
Цилиндропоршневая группа и газораспределительный механизм (потеря компрессии во всех или нескольких цилиндрах)	+	+	+
Головка блока (нагар в камерах сгорания)	—	+	—
Термостат, жалюзи, шторка радиатора системы охлаждения	—	+	+
Топливный бак, карбюратор, карбюратор-смеситель, форсунка (негерметичность, износ, засорение, нарушение регулировки)	+	+	+
Топливный насос, газовый редуктор (негерметичность, износ)	+	+	+
Система выпуска газов (повышенный уровень шума)	—	—	+
<i>Сцепление</i>			
Ведущий и ведомый диски (пробуксовка)	+	+	+
Усилитель привода выключения сцепления (негерметичность, нарушение регулировки)	+	+	+
<i>Коробка передач (ГМП)</i>			
Подшипники, шестерни (износ)	—	—	+
Соединения, уплотнения (негерметичность)	+	—	+
Механизм переключения передач (затруднительное переключение)	+	+	+
<i>Карданная передача</i>			
Шарниры, фланцы, промежуточные опоры (ослабление крепления, износ)	+	—	+
<i>Задний мост</i>			
Соединения, уплотнения (негерметичность)	+	—	+
Подшипники, шестерни (износ, нарушение регулировки)	—	+	+
<i>Передняя ось и рулевое управление</i>			
Рулевой механизм (нарушение регулировки, ослабление крепления)	+	—	—
Гидроусилитель рулевого управления (негерметичность, нарушение регулировки)	+	—	+
Колеса (нарушение регулировки)	+	+	—
Подшипники ступиц (нарушение регулировки, ослабление крепления)	+	+	—
Рулевые тяги (ослабление крепления)	+	—	+
<i>Тормозная система</i>			
Компрессор (несоответствие давления воздуха)	+	+	+
Узлы и трубопроводы (негерметичность, нарушение работоспособности)	+	+	+
Тормозные барабаны и накладки колодок (несоответствие зазора)	+	+	—
Тормозная педаль (несоответствие сводного и рабочего ходов)	+	—	—
Тормозные камеры и цилиндры (негерметичность, нарушение регулировки)	+	+	+
Стояночный тормоз (нарушение регулировки)	+	—	—
<i>Рама, подвески, колеса</i>			
Рама, узлы и детали буксирного и опорно-сцепного устройств (износ)	+	—	—
Детали подвески (негерметичность, ослабление крепления, разрушение деталей)	+	+	+
Шины (износ, несоответствие давления)	+	+	—
<i>Кабина, кузов, платформа</i>			
Стекла окон, петли и замки дверей, зеркала, ремни безопасности, подголовники	+	—	—
Крылья, подножки, брызговики (трещины, ослабление крепления, коррозионное разрушение)	+	—	—
Отопитель (негерметичность, нарушение регулировки)	+	+	+
<i>Электрооборудование</i>			
Провода (замыкание на корпус)	+	—	—
Аккумуляторная батарея, генератор, стартер, приборы системы зажигания (нарушение регулировки, ослабление крепления)	+	+	+
Приборы освещения и сигнализации (нарушение работоспособности)	+	+	—
Стеклоочистители и стеклоомыватели (нарушение работоспособности)	+	+	—

ИЗБРАННЫЕ СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСКОВ

Интервалы пробега с начала эксплуата- ции, тыс. км	Параметр потока отказов, отказ/тыс. км			Фактические затраты труда на ТО и ремонт подвижного состава, ч/тыс. км		
	ГАЗ-24	ЛиАЗ-677М	Икарус-280	Газ-24	ЛиАЗ-677М	Икарус-280
0—30	0,10	0,35 (1,90)	0,48	1,2	4,0 (12,8)	11,5
30—60	0,11	0,51 (1,92)	0,53	1,4	5,8 (13,0)	12,7
60—90	0,17	0,57 (1,95)	0,54	2,1	6,4 (13,2)	13,0
90—120	0,18	0,74 (2,01)	0,59	2,2	8,4 (13,6)	14,2
120—150	0,20	0,80 (2,04)	0,63	2,5	9,0 (13,8)	15,1
150—180	0,21	0,91 (2,14)	0,70	2,6	10,3 (14,5)	16,8
180—210	0,30	1,05	0,72	3,7	11,9	17,3
210—240	0,35	1,11	0,75	4,4	12,5	18,0
240—270	0,42	1,15	0,76	5,2	13,0	18,3
270—300	0,43	1,18	0,80	5,3	13,3	19,2
300—330	0,44	1,21	0,80	5,5	13,7	19,3
330—360	0,46	1,30	0,82	5,7	14,7	19,5

* Таблица составлена по данным кафедры ЭАТ МАДИ (Анискин А. М.). Характеристики для авто

СКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ *

Целодневные простои дни/тыс. км			Потери линейного времени, ч/тыс. км			Затраты на запасные части, руб./тыс. км		
ГАЗ-24	ЛиАЗ-677М	Икарус-280	ГАЗ-24	ЛиАЗ-677М	Икарус-280	ГАЗ-24	ЛиАЗ-677М	Икарус-280
0,01	0,13 (0,30)	0,16	0,26	0,32 (1,04)	0,75	1,0	12,3 (14,0)	23,7
0,04	0,13 (0,34)	0,24	0,56	0,44 (1,01)	0,79	1,1	13,9 (16,2)	28,7
0,06	0,15 (0,36)	0,35	0,81	0,56 (0,97)	0,86	1,2	15,5 (18,9)	34,4
0,09	0,17 (0,38)	0,50	1,02	0,69 (0,93)	0,93	1,8	17,1 (20,4)	40,1
0,11	0,21 (0,40)	0,66	1,12	0,80 (0,89)	1,02	2,2	18,2 (21,0)	46,0
0,12	0,26 (0,44)	0,80	1,15	0,90 (0,85)	1,07	2,2	18,4 (21,1)	51,1
0,13	0,34	0,85	1,09	0,95	1,12	2,3	18,7	55,4
0,13	0,42	0,88	0,99	0,95	1,14	2,4	19,1	57,5
0,14	0,45	0,88	0,86	0,90	1,15	2,4	19,8	57,8
0,17	0,44	0,89	0,77	0,84	1,13	2,5	20,2	58,3
0,20	0,46	0,90	0,70	0,79	1,11	2,5	20,5	60,1
0,21	0,47	0,91	0,68	0,75	1,10	2,6	20,5	60,5

бусов ЛиАЗ-677М, прошедших капитальный ремонт, приведены в скобках.

Автомобильные транспортные средства/Под ред. Д. П. Великанова.— М.: Транспорт, 1977.— 326 с.

Аксенов М. Я., Аксенов В. И. Транспорт и охрана окружающей среды.— М.: Транспорт, 1986.— 176 с.

Андрианов Ю. В., Фролов Ю. Н. Материально-техническое обеспечение автомобильного транспорта: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1988.— 67 с.

Беляев Ю. К., Богатырев В. А., Болотин В. В. Надежность технических систем: Справочник/Под ред. И. А. Ушакова.— М.: Радио и связь, 1985.— 606 с.

Вентцель Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология.— М.: Наука, 1988.— 208 с.

Власов В. М., Зинченко В. А., Андрианов Ю. В. Централизованное обслуживание автомобилей КамАЗ на производственно-технических комбинатах: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1988.— 50 с.

Внутрихозяйственный хозрасчет на автомобильном транспорте/Под ред. С. М. Бадинера и В. Б. Ухарского.— М.: Транспорт, 1988.— 224 с.

Временная номенклатура и нормы расхода запасных частей к гаражному оборудованию Мнзавтотранса РСФСР/Росавтоспецоборудование.— М.: 1983.— 32 с.

Временное руководство по организации специализированных участков централизованного технического обслуживания и ремонта гаражного оборудования при транспортных управлениях.— М.: ЦБНТИ Мнзавтотранса РСФСР, 1981.— 71 с.

Галушко В. Г. Случайные процессы и их применение на автомобильном транспорте.— Киев: Вища школа, 1980.— 271 с.

Геронимус Б. Л. Совершенствование планирования на автомобильном транспорте.— М.: Транспорт, 1985.— 224 с.

Гуревич Л. В., Меламуд Р. А. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств: Устройство и эксплуатация.— М.: Транспорт, 1988.— 224 с.

Жегалин О. М., Луначев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей.— М.: Транспорт, 1985.— 188 с.

Завьялов С. Н. Мойка автомобилей.— М.: Транспорт, 1984.— 184 с.

Капитальный ремонт автомобилей: Справочник/Под ред. Р. Е. Есенберлина.— М.: Транспорт, 1989.— 336 с.

Кирсанов Е. А., Мелкоян Г. В. Механизация уборочно-моечных работ в АТП: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1989.— 100 с.

Клейнер Б. С., Тарасов В. В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Организация и управление.— М.: Транспорт, 1986.— 237 с.

Кленников Е. В., Мартиров О. А., Крылов М. Ф. Газобаллонные автомобили: техническая эксплуатация.— М.: Транспорт, 1986.— 175 с.

Кобылянский И. И. Автомобили-рефрижераторы.— М.: Транспорт, 1968.— 102 с.

Коваленко В. Г. Автомобильные цистерны-заправщики для транспортирования жидких, сыпучих и газообразных грузов: Часть II: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1980.— 144 с.

Крамаренко Г. В., Николаев В. А., Шаталов А. И. Безгаражное хранение автомобилей при низких температурах.— М.: Транспорт, 1984.— 136 с.

Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатации автомобилей.— М.: Транспорт, 1990.— 272 с.

Кузнецов Е. С., Курников И. П. Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы.— М.: Транспорт, 1988.— 231 с.

Лукин В. И., Назриев С. Р. Анализ факторов, влияющих на пропускную способность постов технического обслуживания и текущего ремонта: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1988.— 56 с.

Малов Р. В., Ерохов В. И., Шетина В. А. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды.— М.: Транспорт, 1982.— 200 с.

Мани Л. Д. Транспорт, энергетика и будущее; Пер. с англ.— М.: Мир, 1987.— 155 с.

Мансуров А. М. Автомобильный транспорт: Введение в специальность.— Киев: Вища школа, 1985.— 120 с.

Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом.— М.: Гидрометеоздат, 1984.— 17 с.

Муратова Л. А., Гольдин А. Я., Молодов П. В. Водопотребление и водоотведение автотранспортных и авторемонтных предприятий.— М.: Транспорт, 1988.— 205 с.

Напольский Г. М., Пугин А. В. Реконструкция и техническое перевооружение автотранспортных предприятий: Учебное пособие.— М.: МАДИ, 1988.— 82 с.

Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем; Пер. с англ.— М.: Мир, 1975.— 500 с.

Оборудование для ТО и ремонта автосамосвалов БелАЗ/М. В. Васильев, Ю. М. Денисенко, А. А. Кудрявцев, Б. В. Яковенко.— М.: Недра, 1976.— 160 с.

Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01.— 86.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1986.— 129 с.

Опыт организации централизованных производств по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей/ЦП НТО АТ и ДХ.— М.: Транспорт, 1988.— 40 с.

Организация и управление на автомобильном транспорте США: Обзорная информация.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1988.— 56 с.

Перспективы совершенствования технической эксплуатации автомобилей: Обзорная информация.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1983.— 56 с.

Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта/Минавтотранс РСФСР.— М.: Транспорт, 1986.— 73 с.

Положение о техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания автомобилей/Минавтотранс РСФСР.— М.: Транспорт, 1977.— 104 с.

Положение о техническом обслуживании, текущем ремонте и эксплуатации подвижного состава автоколонн по перевозке крупнотоннажных грузов.— М.: ПКБ Спецтяж-автотранс Минавтотранса РСФСР, 1981.— 117 с.

Рабочий и инженер: Социальные факторы эффективности труда/Под ред. Шкарата-на О. И.— М.: Мысль, 1985.— 271 с.

Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель — автомобиль — дорога — среда.— М.: Машиностроение, 1986.— 216 с.

Руководство по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей, работающих в отрыве от основной базы/В. С. Павленко, В. И. Гришаев, Н. В. Лизунов, А. Г. Рядов, А. А. Сартаев.— Алмата: КазНИПИАТ, 1977.— 138 с.

Семенов Н. В. Техническое обслуживание и ремонт автобусов.— М.: Транспорт, 1987.— 255 с.

Сергеев А. Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта.— М.: Транспорт, 1988.— 247 с.

Совершенствование материально-технического обеспечения и подготовка производства технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава: Обзорная информация.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1987.— 55 с.

Специализированное технологическое оборудование.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1986.— 165 с.

Техническая эксплуатация автомобилей в США: Обзорная информация.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1989.— 44 с.

Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей: Справочник/Р. А. Попржединский, А. М. Харазов, В. Г. Карцев, З. Г. Евсеева.— М.: Транспорт, 1988.— 176 с.

Ухарский В. Б. Техническое обслуживание и ремонт автобусов: Управление качеством и эффективностью.— М.: Транспорт, 1986.— 207 с.

Централизованное обслуживание автомобилей КамАЗ на производственно-технических комбинатах/ЦП НТО АТ и ДХ.— М.: Транспорт, 1988.— 40 с.

Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука; Пер. с англ. под ред. Е. К. Масловского.— М.: Мир, 1978.— 302 с.

Шетина В. А., Лукинский В. С., Сергеев В. И. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте.— М.: Транспорт, 1988.— 112 с.

Янчевский В. А. Основные пути рационального использования шин на автомобильном транспорте: Обзорная информация.— М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1987.— 60 с.

Настоящий указатель отражает основные понятия, содержащиеся в тексте учебника. Материал указателя расположен в алфавитном порядке. В тех случаях, когда понятие выражается не одним словом, а словосочетанием, на первом месте в указателе стоит наиболее значимое, ключевое слово. Например, «Тележки грузовые», т. е. применена так называемая инверсия. В указателе одним знаком тире заменено каждое слово заголовка при повторении его в следующем заголовке. Если в учебнике какое-либо понятие встречается на нескольких страницах, причем на одной из них дано определение этого понятия, то в указателе это отмечено в скобках пометой «опр.» при номере страницы.

Автогородок 356—358
Автозаправочная станция (АЗС) 119
Автоматизация ТО: определение 94
Автомобилестроение 236
Автообслуживание предприятия: классификация 119
Авторемонтные предприятия 120, 314
Автотранспортные предприятия: классификация 119
Агрегатно-участковый метод ТО и ТР 265—266
Агрегаты автомобиля основные: определение 104
Агрессивность вредных выбросов относительная 368
 — окружающей среды 31
Аквалангирование 207—208
Аккумуляторная зарядно-ремонтная станция 120
Аккумуляторные батареи: ТО и ТР 131, 189
Алгоритм принятия решения 233
Альтернативные топлива 9
Анализ оперативный 278
Априорное ранжирование 250—252
Ассоциация автотранспортная 236
Аттестация рабочих мест 195—196

База инженерно-технической службы 237
 — централизованного ремонта агрегатов 120
 — — технического обслуживания (БЦТО) 119
Байт 392, 394
Балансировка колес 214—216
Баллоны для газового топлива 202, 325
Безгаражное хранение автомобилей 340, 347
Безотказность 50
БелАЗ: техническая эксплуатация 361—365
Биение колеса 211
Бит: определение 232

408

Вакуумметр 124
Вариация 33
Вейбула-Гнеденко распределение 39, 396
Вкладыши коленчатого вала: замена 162
Возвращение автомобиля с линии 272—273
Воздухообогрев автомобилей 343
Возраст парка подвижного состава 242—248
Восстанавливаемое (невосстанавливаемое) изделие 53
Восстановления ресурса полнота 43
Время вспомогательное 63
 — дополнительное 63
 — обслуживания рабочего места 63
 — оперативное 63, 64
 — подготовительно-заключительное 63
 — технологическое 63
Вулканизационные работы 131
Выбросы вредных веществ 9, 367—374, 384
Выработка рабочего: определение 115
Вычислительная техника в сфере ТЭА 391—395

Газ как топливо 201
Газоанализаторы 124, 147
Газобаллонные автомобили: ТО и ТР 201—204
Газообразное топливо 325
Гайковерты 128, 137
Гамма-процентная наработка 37
Гараж (стоянка) 119
Гаражное оборудование: классификация 296
Генераторы: ТО и ТР 190—191
Гидромеханическая передача: ТО и ТР 176
Гильзы блока цилиндров: замена 158
Гиправотранс 67
Головка блока цилиндров: неисправности 163
Горная эксплуатация 352
Горюче-смазочные материалы 302, 316—330

Датчики диагностические 83—84
Движения условия 29

Деловые игры 260
 Дельфи метод 252
 Дерево систем 227, 229
 — целей 114, 226
 Деселерометр 124
 Детали агрегатов базовые и основные: определения 104
 Деформации пластические 26
 Диагноза постановка 84
 Диагностика техническая, диагностирование: определения 76
 Диагностирование автомобиля 124, 192—195
 Диагностирование: бортовые средства 386—387
 группы методов 85—86
 классификация 86—87
 средства (определение) 86—87
 техническое оборудование 143—154
 Диагностический параметр 22, 79 (опр.)
 Динамичность знаний 19
 Динамометр 124
 Дисбаланс шин: определение 210—211
 Диспетчерский отдел ТПОАТ 285
 Документация нормативно-технологическая 235
 Долговечность 50
 Домкрат гаражный 135
 Дорожные условия 27
 Дымомеры 124, 147

Ежедневное обслуживание (ЕО) автомобилей 102, 273

Жестянные работы 130
 Жидкости эксплуатационные 302

Задачи ИТС автотранспорта 235—236
 — курса ТЭА 11
 — НТП на автотранспорте 380
 — транспорта 8
 — ТЭА 8
 Зажигания система 165—167
 Звенность оборудования 95—96
 Запасами управление 309
 Запасные части:
 расход 10, 65—66, 301, 302—304
 структура 21
 Заправка автомобилей топливом 324
 Заработная плата бригады 291—293
 Затраты на ТЭА 9
 Зимняя эксплуатация автомобилей 335—351

Игр теория 252
 Игры деловые 260
 Изнашивание 25—26
 Имитационное моделирование 258—260
 Инженерно-техническая служба (ИТС) 15—17, 235—236
 Инженерный труд:
 история 12, 13
 карьера специалиста 16—17
 классификация 14
 общие понятия 12—13
 повышение квалификации 17
 подготовка специалистов 13
 требования к специалисту 17—20
 Инструкция по ТО автомобилей: определение 196

Инструментальное хозяйство 314—315
 Интенсивность отказов 41
 Интенсификация ТО 94—97
 Информативность диагностического параметра: определение 82—83
 Информационно-советующие системы 87
 Информационное обеспечение ИТС 240—241, 242
 — — системы управления качеством 295
 — — ТЭА 66—70
 — — управления производством 231—232
 Информационный банк 395
 Информация вероятностная и индивидуальная 66
 Инфракрасный газовый обогрев автомобилей 344
 Исправное техническое состояние: определение 23

Кабина: ТО и ТР 185—189
 КамАЗавтоцентр 305
 Капитальный ремонт 103 (опр.), 314
 Карбюраторы: ТО и ТР 149
 Карданная передача: ТО и ТР 174—176
 Карта профилактической операции 101
 Карта-схема технологического оборудования: определение 196
 — расстановка исполнителей на постах 402
 Карта технологическая 196 (опр.), 401
 Категории условий эксплуатации 28
 Качество изделия 20—21
 — продукции: определение 286
 — ТО и ТР 285—295
 — эксплуатационных материалов 31
 Квалификация персонала 31
 Клапанов притирка 164
 Классификаторы неисправностей автомобиля 280, 281
 Климатическое районирование СССР 331
 Коленчатый вал: регулировка осевого люфта 162
 Колонки маслораздаточные 155
 — топливозаправочные 324
 Комплексная система управления качеством ТО и ТР: определение 286
 Комплексных бригад метод производства ТО и ТР 264
 Комплекты специнструмента 137, 138
 Компрессограф 124
 Компрессометр 124, 151
 Компьютерные системы бортовые 394—395
 Конвейеры: классификация 136, 137
 Конструкция автомобилей: перспективы развития 381
 Контроль оперативный: определение 278
 — технический: определение 75—76
 Контрольно-диагностические работы 123—125
 Концентрация ПТБ 262 (опр.), 388
 Концерн автотранспортный 236
 Кооперирование производства ТО и ТР 263 (опр.), 388
 Коробка передач: ТО и ТР 174—176
 Корректирование нормативов в зависимости от природно-климатических условий 396
 — — оперативное 107
 — — ресурсное 105
 Коррозия 27

Коэффициент выпуска 108
— технической готовности 108, 109
Крепёжные работы 125
Кузнечные работы 130
Кузов: ТО и ТР 185—189

Лакокрасочные материалы 302
«Лицевая карточка автомобиля» 68, 69
Люфтомер 124

Марка на инструмент 315
Марковские случайные процессы 46
Маслораздаточное оборудование 154—155
Массового обслуживания система:
классификация 89
определение 88
показатели эффективности 90—94
теория 48
Мастерская автомобильная передвижная 359
— авторемонтная 120, 359
Матрица диагностическая 84
— оценки качества ремонта 289—290
Медицинские работы 131
Междугородные перевозки 359—360
Межотраслевые комплексы Госнабза СССР 305
Методические указания (МУ): определение 196
Механизация производства:
определение 94
степень 97
уровень 97
Микропроцессорная техника в сфере ТЭА 391—395
Микрофотометр 124
Микроэлементных нормативов метод 64
Министерство транспорта 236, 237
Мойка автомобиля 122—123, 141
— деталей и узлов 143
«Монте-Карло» метод 91
Мотор-тестеры 77, 124, 147
Мощность АТП 10

Нагнетатель смазки 155
Надежности показатели 50—51, 110—114
Надежность автомобиля 8—9, 24—25, 397
— транспортного процесса 382
Наработка 22, 43
Наука: определение 378
НИИАТ 67
Номенклатура запчастей 309
Номенклатурные тетради 301, 306—307
Нормативно-технологическое обеспечение ТО и ТР 195—197
Нормативы ТЭА:
назначение 54
определение 54
периодичность ТО 54—63
расход запчастей 64
трудоемкость ТО и ТР 63—64, 103
уровни 54
Нормирование потребления ресурсов 10
— расхода топлива 318—322, 383
Нормы на вредные выбросы автомобилей 368—369
— расхода запчастей 63—65
Носители информации 68
НТП на автотранспорте:

задачи 380
формы развития 376—377

Оборотный фонд агрегатов 105
Оборудование технологическое для ТО и ТР автомобилей 95—96, 132—156, 296
Объединения автотранспортных предприятий 236, 312—316
Однозначность диагностического параметра: определение 81
Окраска 131, 188—189
Оперативно-производственное управление ТО и ТР 277—283
Операции ручные, механизированные и автоматизированные: определение 97
— ТО стержневые 99
Операционная карта: определение 196
Операция технологического процесса: определение 118
Оперение: ТО и ТР 185—189
Опрокидыватели 135
Организация производства ТО и ТР 195—204
Освидетельствование баллонов 326
Осмотровые каналы 132—133
Основные производственные фонды: определение 378
Особые условия эксплуатации 11, 331—375
Осциллограммы напряжений системы зажигания 166
Отделы технической службы АТП 268—269
Отказы:
ведущая функция потока 43
интенсивность 41
классификация 31—33
определение 23
параметр потока 43—45
Охлаждения двигателя система: ТО и ТР 173—174
Охрана окружающей среды 367—375, 380, 384

Параметры выходные 70
— диагностические 79
— предельно-допустимые 73
— структурные 70, 80
— упреждающие 71
Парк подвижного состава 229, 230
Перевозка жидкого топлива 322
Перевозки условия 29
Передний мост: ТО и ТР 179—182
Передовой опыт 236
Переход технологический: определение 118
Периодичность ТО 54—63, 102, 385
Персонал АТП 228, 229
— ИТС 236, 242, 248—249
Перспективы развития ТЭА 376—395
План наблюдений 66
«План-отчет ТО» 68, 70
Планирование ТЭА 235, 278
Планово-предупредительная система ТО и ремонта подвижного состава 10
Плотность вероятности случайной величины 37
Повышения квалификации факультеты 17
Подвижной состав 229, 230, 301
Подогрев автомобиля 335
Подогреватель предпусковой 346
Подъемники 129, 133—135
Подъемно-осмотровое оборудование 132—135

Подъемно-транспортное оборудование 135—137
 Подъемно-транспортные работы при ТО и ТР 128
 Показатели ТЭА 404
 Покрышки — см. Шины
 Полирование кузова 123
 Положение о ТО и ремонте 98, 102—107
 Поршневые кольца и пальцы: замена 161
 Поршни: замена 159
 Пост рабочий 195 (опр.), 197—200
 «Постовая карта»: определение 196
 Поточная линия 199—200
 Правка кузова 186—187
 Предельно-допустимая концентрация вредных веществ в отработавших газах (ПДК) 368
 Предприятия автотранспорта: классификация 118
 Представительность информации 231
 Предупредительный текущий ремонт 105
 Привязка технологии 118
 Принятие решений по ТЭА 252—258
 Природно-климатические условия 29
 Пробойник гидравлический 155
 Провозная способность транспортных средств 380
 Прогнозирование качества ТО и ТР 287
 Программа производства ТО и ТР: определение и расчет 121—122
 Программа развития 225
 Программно-целевые методы управления 225—231
 Производительность автомобиля 108, 380
 — средств обслуживания 88—97
 — труда рабочего: определение 115
 Производственная функция 376
 Производственный процесс АТП: определение 118
 Простой в ТО и ТР:
 — методы сокращения 111
 — нормативы 103
 — поэлементный анализ 113
 Производственно-техническая база (ПТБ) АТП 11, 228, 229, 235, 236, 237—238, 380
 Пуассона закон 48

Работоспособность автомобилей 20—54
 — парка 108
 Рабочее место: определение 195
 Радиаторы охлаждения: ремонт 174
 Разборочно-сборочные работы 129—130
 Разогрев автомобиля 336
 Ранжирование апriorное 250—252
 Расписаний теория 283
 Распределение запчастей централизованное 307
 Распределение законы 38—41, 396
 Рассеивание 33
 Расход топлива 316—317
 Расходомеры топлива 124, 149, 383
 Расходы на ТЭА автомобилей 9
 Реализация 34, 61
 Реализуемый показатель качества 23
 Региональная централизация ТО и ТР 283—285
 Регулирование оперативное 278

Регулировочные работы 123—125
 Режим ТО: определение 98
 Резьбовые соединения:
 — защита от коррозии 127
 — механизация обслуживания 128
 — неисправности 125
 — отказы 126
 — сборка 126
 — стопорение 127
 Ремонт автомобилей — определение:
 — капитальный 103
 — по потребности 58
 — предупредительный 105
 — сопутствующий 105
 — текущий 105
 Ремонтируемое (неремонтируемое) изделие 53
 «Ремонтный листок» 68
 Ремонтопригодность 33, 51, 53 ✓
 Ресурс изделия: определение 22
 — агрегатов 64
 — гамма-процентный: определение 64
 — средний 64
 Ресурсы ИТС 237
 — материально технические 239
 Рефрижераторы: техническая эксплуатация 365—367
 Рихтовка кузова 186
 Руководство по текущему ремонту (РТ): определение 196
 Руководящий документ (РД): определение 196
 Рулевое управление: ТО и ТР 176—179

Сборочная единица 21
 Сварочные работы 131
 Северное исполнение автомобилей 332
 Сезонное обслуживание (СО) 102, 103
 Сезонные условия эксплуатации 30
 Склад запчастей 271—272, 310—312
 Слесарно-механические работы 130
 Случайные процессы:
 — марковские 46
 — определение 33
 — простейшие 47
 — циклические 33
 Смазочная система: ТО и ТР 171—173
 Смазочно-заправочное оборудование 154—156, 328
 Смазочно-заправочные работы 131
 Смазочное хозяйство 328
 Смазочные материалы 327—329
 Снабжения и резервирования система 229, 230
 Сопутствующий ТР 105
 Сохраняемость 51
 Спектрограф 124
 Специализация ПТБ: виды и формы 358—390
 — производства ТО и ТР 197—198, 262 (опр.)
 Специализированное оборудование для ТО и ТР 137—140
 Специализированных бригад метод производства ТО и ТР 263—264
 Специнструмента комплекты 129
 Списание автомобилей 236, 242—248
 Стабильность диагностического параметра: определение 81

Станция технического обслуживания (СТО) 119
 Старение 27
 Стартер: ТО и ТР 191
 Стенды барабанные 124
 Стетоскоп 124
 Стоимость информации 232
 Стоянка (гараж) 119
 Стробоскоп 124
 Структура автомобильного парка 381
 — ИТС 261—263
 Структурно-следственная схема узла 79—80
 Сушка кузова (после мойки) 123
 Сцепление: ТО и ТР 174—176

Табель технологического оборудования 296

— стандартизованного оборудования: определение 196
 Тахограф 383
 Тележки грузовые 137
 Текущий ремонт:
 определение 105
 организация работ 276—277
 Территориальные органы снабжения 305
 Техника: определение 378
 Техническая эксплуатация автомобиля как:
 наука 11
 область практической деятельности 11
 Технического обслуживания и ремонта система:
 методы формирования 98—102
 назначение 97
 требования 98
 структура 98—99
 Техническое обслуживание: определение 51
 Техническое обслуживание и ТР: технологическое оборудование 297—300
 — — по наработке 58
 — — по техническому состоянию 58
 Техническое состояние автомобиля:
 закономерности изменения 33—46
 параметры 22
 Технологическая карта: определение 196
 Технологический процесс: определение 118
 Технологическое оборудование: классификация 95—96
 Технологичность эксплуатационная 33, 51, 53
 Технология ТО и ТР:
 автомобиля 117—156
 двигатель 156—174
 определение 118
 механизмы двигателя 156—165
 трансмиссия 174—176
 Типовая технология 118 (опр.), 196
 ТО-1, ТО-2 автомобилей:
 определение 102
 организация работ 273—276
 ТО и ремонт технологического оборудования 297—299
 Токсичность отработавших газов 193
 Тормоза:
 диагностирование 143—146
 проверка эффективности 194—195
 ТО и ТР 182—185

Топлива автомобильные альтернативные 9, 383
 Топливная аппаратура дизеля: проверка 149
 Точность информации: оценка 231
 Транспортно-технологическая система 379
 «Требование на запчасти» 68, 69
 Требования на ТО и ТР: диспетчерские и технологические характеристики 279, 280
 Трудоемкость изготовления и технической эксплуатации автомобилей 9, 10
 ТЭА: задачи 8, 10
 Тягово-экономические показатели автомобиля 192—193
 Тяговые качества: диагностирование 146—147

Уборка урожая 354—359

Уборочно-моечное оборудование 140—143
 Уборочно-моечные работы 122—123
 Углы установки колес:
 влияние на износ шин 211—212
 проверка 152—154
 регулировка 180—181
 Управление запасами 309
 — качеством ТО и ТР 285—295
 Управление производством ТО и ТР:
 дерево целей 226
 — систем 227, 229
 информационное обеспечение 231—232
 исследование операций 234
 классификация решений 232
 нормативы целевые 227
 основные понятия 224—225
 показатели целевые 227
 принятие управленческих решений 225, 232—235
 программа деятельности 225—226
 программно-целевые методы управления 225—231
 реактивный метод планирования 225
 реакция системы 225
 реализация управленческого действия 225
 ресурсная программа 226
 уровень реализации цели 227
 условия определенности, риска, неопределенности 234—235
 целевая программа 226
 целевой метод планирования 225
 цели 224
 эффективность реализации программы 226
 Управление работоспособностью 51—54
 Уровень качества продукции: определение 286
 — технологии производства 376
 Условия эксплуатации 27—31, 229, 230, 382
 Усталостные разрушения 26
 Учебные заведения автодорожные 13
 Учет оперативный: определение 278

Финансы 239

Фонд заработной платы бригады 291—293
 — оборотных агрегатов 105, 398, 400
 Фондовооруженность 376
 Фотометр 124

Функция восстановления 43
— потока отказов ведущая 43
— целевая 48
Фургоны: техническая эксплуатация 365—367

Хозрасчет 236

Холодный пуск двигателя 345
Хранение автомобилей безгаражное 340
— ГСМ 322—324, 383

ЦБНТИ 68

Центравтотех 67
Централизация ТО и ТР: определение 262
Централизованная система управления 267
Централизованное-специализированное производство 284 (опр.), 388
Центроргтруд 67
Целевая функция 48
Целевые нормативы и показатели 227
Цели системы управления производством 224
— ТЭА 114—116
Цели Маркова 46
Цикл ТЭА: определение 108
Цистерна: ТО и ТР 365—367
ЦУП 268—272

Численность административно-управленческого персонала автоколонн 399

— рабочих: расчет 122
Число постов: расчет 122
Чувствительность диагностического параметра: определение 81

Шатуны: правка 160

Шинноремонтный завод 120

Шины:

аквапланирование 207—208
балансировка колес 214—216
взаимодействие с дорогой 206—207

восстановление 209
гарантийные нормы пробега 219
график обслуживания 222
износ 211—212
классификация 205
классы восстановления 218
клеймение 216
критическая скорость 207
маркировка 206
метод предварительного агрегатирования 221

монтажно-демонтажные работы 212—213
накачивание 213
номенклатура 301—302
норма эксплуатационного пробега 219
организация шинного хозяйства 220—222
планировка участка по обслуживанию шин 221
ремонт 216—218
ресурс 208—212
техническая эксплуатация 204—222
устройство 205
учет 219—220

Шифратор моделей подвижного состава 279

Штаты ИТС типовые 249

Шум автомобильный 9, 368

ЭВМ в сфере ТЭА 391—395

Экологический контроль 374
Экономия ресурсов 235, 380
— топлива 317—318, 329—330, 383

Экспертная оценка 250

Электрокары 137

Электрообогрев автомобилей 343

Электрооборудование автомобилей: ТО и ТР 189—192

Электротельферы 129, 137

Эмали 189

Эстакады 133

Эффективность ТЭА 108—116, 228

Учебник

**КУЗНЕЦОВ ЕВГЕНИЙ СЕМЕНОВИЧ,
ВОРОНОВ ВАЛЕРИЙ ПЕТРОВИЧ,
БОЛДИН АДОЛЬФ ПЕТРОВИЧ и др.**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Предметный указатель составил

Л. А. Мостицкий

Переплет художника *В. Н. Сергутина*

Технический редактор *Л. Г. Дягилева*

Корректор-вычитчик *С. М. Лобова*

Корректор *А. М. Крулевич*

ИБ № 4109

Сдано в набор 23.11.89. Подписано в печать 15.03.91. Формат 70×100¹/₁₆. Бум. книжно-журнальная № 2. Гарнитура литературная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 33,8. Усл. кр.-отт. 33,8. Уч.-изд. л. 35,1. Тираж 50 000 экз. Заказ 359. Цена 4 руб. Изд. № 1—1—1/6 № 4659

Ордена «Знак Почета» издательство «Транспорт», 103064, Москва, Басманный туп., 6а

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский пр., 29.

Готовятся к изданию книги и плакаты

Автомобили «Нива» моделей ВАЗ-2121, -21213: Устройство и ремонт/В. А. Вершигора, К. В. Новокшенов, К. Б. Пятков, А. П. Игнатов.— 2-е изд., перераб. и доп.— 1991.— 25 л.— 3 р. 50 к.

В книге дается краткое описание конструкции автомобиля ВАЗ-2121 и особенности устройства автомобиля ВАЗ-21213 в объеме, необходимом для производства ремонта. Даются размеры сопрягаемых деталей и пределы допустимого их износа. Приводятся данные по взаимозаменяемости узлов и деталей с другими моделями ВАЗ. По всем узлам автомобиля даны перечни основных возможных неисправностей, их причины и способы устранения.

1-е изд. вышло в 1980 г.; 2-е изд. дополнено сведениями об изменениях в конструкции автомобиля, которые произошли после выхода 1-го издания.

Для инженерно-технических работников станций технического обслуживания автомобилей. Может быть полезна владельцам автомобилей.

Издается по предложению книготорговых организаций.

АФАНАСЬЕВ М. Б., КЛИНКОВШТЕЙН Г. И., МЕЛКИЙ В. А. Водителю о правилах и безопасности дорожного движения.— 2-е изд., перераб. и доп.— 1991.— 18 л.— 3 р. 50 к.

Приведены развернутые пояснения всех положений и требований Правил дорожного движения, сопровождаемые иллюстрациями. Изложены вопросы ответственности за нарушение Правил, освещен порядок сдачи экзаменов на получение квалификации водителя.

1-е изд. вышло в 1989 г.; 2-е изд. дополнено новыми сведениями об изменениях, которые произошли в сфере дорожного движения с момента выхода 1-го издания.

Для водителей автомобилей, может быть полезна преподавателям автошкол.

Издается по предложению книготорговых организаций.

ГЛУШКО О. В., КЛЮЕВ Н. В. Труд и здоровье водителя автомобиля.— 3-е изд., перераб. и доп.— 1991.— 11 л.— 1 р. 50 к.

Изложены сведения о психофизиологии и гигиене труда водителя. Даны рекомендации по сохранению здоровья и организации труда. Рассмотрены вопросы профилактики дорожно-транспортных происшествий, приводятся методы оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

2-е изд. вышло в 1982 г.; 3-е изд. переработано с учетом последних достижений науки в области охраны труда и здоровья водителей.

Для водителей автотранспортных средств, преподавателей автомобильных школ, медработников АТП.

ГРОМОКОВСКИЙ Г. Б., ЕРУСАЛИМСКАЯ Л. А. Задачи по правилам дорожного движения.— 2-е изд., перераб. и доп.— 1991.— 11 л.— 4 р.

Красочно иллюстрированная книга освещает основные положения Правил движения в виде программированных задач. Каждая задача состоит из вопроса и нескольких вариантов ответов, один или два из которых являются правильными. В необходимых случаях вопросы сопровождаются рисунками, которые поясняют или дополняют разбираемую ситуацию.

1-е изд. вышло в 1990 г.; 2-е изд. дополнено задачами, учитывающими изменения, которые произошли в сфере дорожного движения.

Для водителей автомобилей, может быть полезна преподавателям автошкол.

ФУЧАДЖИ К. С. Автомобили «Запорожец»: Устройство, техническое обслуживание, устранение неисправностей.— 1991.— 11 л.— 3 р.

Освещены особенности конструкций автомобилей «Запорожец» всех моделей. Подробно описано, как в условиях индивидуального гаража отремонтировать двигатель и другие агрегаты. Рассмотрен периодический уход за автомобилем в соответствии с сервисной книжкой. Уделено внимание нахождению и устранению неисправностей с учетом накопленного опыта эксплуатации.

Для автолюбителей, может быть полезна персоналу станций технического обслуживания.

НИКИТИН Г. М., ЯКУШЕВ В. В. Техническое обслуживание автомобилей РАФ-2203, -22031: Комплект из 20 плакатов.— 1991.— 60×90 см.— 12 р. за комплект.

Проиллюстрированы операции технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, СТО) и сопутствующего текущего ремонта.

Для специалистов, занимающихся вопросами техобслуживания на автотранспортных предприятиях.

СЛОНСКИЙ М. С., МОРЕВ А. И., ЕРОХОВ В. И. Газобаллонные автомобили: Комплект из 2 частей. 21 плакат. Ч. 1 — 12 плакатов, Ч. 2 — 9 плакатов.— 1991.— 60×90 см.— 6 р. 30 к. за комплект.

Комплект плакатов к программе подготовки водителей категории В, С и D. Показаны устройство, техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобилей и автобусов, работающих на сжатых и сжиженных нефтяных газах.

Для подготовки водителей автотранспортных средств.

Заказы принимаются

отделениями издательства «Транспорт», центральным магазином «Транспортная книга» (107078, Москва, Садовая Спасская ул., д. 21). Отдел «Книга — почтой» указанного магазина (113114, Москва, 1-й Павелецкий пр., д. 1/42, корп. 2) и отделения издательства высылают литературу по почте наложенным платежом. Заказать книги можно также непосредственно в отделе книжной торговли издательства «Транспорт» (103051, Москва, ул. Сретенка, д. 27/29).