

В. С. МАЛКИН

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Допущено

Учебно-методическим объединением

по образованию в области транспортных машин

и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для

студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности

«Автомобили и автомобильное хозяйство» направления подготовки

«Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования»



Москва

Издательский центр «Академия»

2007

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.33я73
М194

Рецензенты:

профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей
и восстановление деталей» Тольяттинского государственного университета,
д-р техн. наук *В. В. Петров*;
зав. кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта
и автосервис» МАДИ (ГТУ), проф. *А. Н. Ременцов*

Малкин В. С.

М194 Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические
и практические аспекты : учеб. пособие для студ. высш. учеб.
заведений / В. С. Малкин. — М. : Издательский центр «Ака-
демия», 2007. — 288 с.

ISBN 978-5-7695-3191-0

Рассмотрены вопросы обеспечения качества и надежности автомо-
билей в процессе их эксплуатации. Приведены методы определения ста-
тистических характеристик показателей надежности, анализа надежно-
сти автомобиля как сложной системы, нормирования запасных частей,
стратегии их замены. Описаны методы контроля качества материально-
технического обеспечения. Даны методики определения периодичности
технического обслуживания и теоретические основы диагностики, рас-
смотрены вопросы информационного обеспечения и выбора средств
механизации технологических процессов.

Для студентов высших учебных заведений. Представляет практиче-
ский интерес для специалистов станций технического обслуживания,
автотранспортных и авторемонтных предприятий.

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.33я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Малкин В. С., 2007

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007

ISBN 978-5-7695-3191-0

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Качество и надежность автомобиля	5
1.1. Общие представления о качестве и надежности автомобиля	5
1.2. Процессы, приводящие к неисправностям и отказам автомобилей ...	8
1.2.1. Процессы изменения свойств конструкционных материалов ..	8
1.2.2. Процессы изменения геометрии деталей	19
1.3. Качество и надежность автомобильных шин	34
1.4. Роль сферы сервиса в поддержании работоспособности автомобиля	44
Глава 2. Описание случайных величин, отражающих процессы технической эксплуатации автомобилей	52
2.1. Общие принципы описания случайных величин	52
2.2. Виды законов распределения вероятностей	55
Глава 3. Оценка надежности автомобиля как сложной системы	61
3.1. Общие представления о сложных системах	61
3.2. Оценка безотказности сложных систем	63
3.3. Резервирование как метод повышения надежности автомобиля	66
3.4. Оценка параметрической безотказности и долговечности изделий	68
3.5. Безотказность сложной системы при установившихся потоках отказов	71
Глава 4. Теоретические основы ремонтпригодности автомобиля	74
4.1. Стратегия совместной замены деталей при ремонте. Проблема равнопрочного автомобиля	74
4.2. Определение оптимального срока службы автомобиля как сложной восстанавливающейся системы	80
Глава 5. Испытания и обработка их результатов	82
5.1. Организация испытаний автомобилей в условиях автотранспортного предприятия	82
5.2. Обработка результатов испытаний безотказности автомобиля	83
5.3. Оценка долговечности деталей автомобиля на основе полностью завершенных испытаний	84
5.4. Обработка результатов усеченных испытаний	84
5.5. Обработка незавершенных или многократно усеченных испытаний по методу Джонсона	86
5.6. Обработка результатов испытаний долговечности, усеченных слева	89

5.7. Оценка достоверности результатов испытаний	93
5.8. Оценка существенности различия результатов сравнительных испытаний	97
5.9. Оценка наличия связи между исследуемыми факторами как случайными величинами	99
Глава 6. Нормирование и поставка запасных частей для ремонта автомобилей	106
6.1. Основы планирования и управления запасами частей для ремонта автомобилей	106
6.2. Расчет средних норм расхода запасных частей	113
6.3. Расчет норм расхода запасных частей исходя из заданной вероятности отсутствия простоев (при установившемся потоке отказов)	114
6.4. Расчет норм расхода запасных частей при неустойчивом потоке отказов	116
6.5. Формирование оптимального склада запасных частей с минимальной стоимостью и максимальной безотказностью	118
6.6. Методика формирования склада запасных частей станций технического обслуживания автомобилей	121
6.7. Краткие сведения о складском хозяйстве	123
Глава 7. Контроль качества в материально-техническом обеспечении технической эксплуатации автомобилей	130
7.1. Виды контроля качества при поставках запасных частей и эксплуатационных материалов	130
7.2. Теоретические основы выборочного контроля по качественным (альтернативным) признакам	131
7.3. Методика одноступенчатого контроля	134
7.4. Методика двухступенчатого контроля	136
7.5. Статистический контроль по количественному признаку	137
7.6. Общие рекомендации по использованию методов статистического контроля	140
Глава 8. Основы формирования системы технического обслуживания автомобилей	142
8.1. Общие принципы разработки режимов технического обслуживания автомобилей	142
8.2. Определение периодичности технического обслуживания автомобилей	143
8.2.1. Характеристика используемых методов определения периодичности технического обслуживания	143
8.2.2. Определение периодичности технического обслуживания параллельно включенных вспомогательных систем, плавно меняющих свои характеристики	146
8.2.3. Определение периодичности технического обслуживания параллельно включенных систем с дискретным изменением характеристик	148
8.2.4. Определение периодичности технического обслуживания последовательно включенных систем	151

Глава 9. Теоретические основы диагностики	154
9.1. Общие представления о технической диагностике автомобилей ...	154
9.2. Выбор диагностических параметров	156
9.3. Определение допустимого значения диагностического параметра	159
9.4. Постановка диагноза по комплексу диагностических параметров	163
9.5. Постановка диагноза по методу последовательного анализа	169
9.6. Условия эффективного применения диагностики в технической эксплуатации автомобилей	177
Глава 10. Основы теории массового обслуживания	180
10.1. Основные понятия теории массового обслуживания	180
10.2. Описание СМО графами, обоснование установившегося режима СМО с дискретными состоянием и временем	181
10.3. Определение вероятностей состояний системы с дискретным состоянием и непрерывным временем. Формула Эрланга	184
10.4. Примеры анализа эффективности систем массового обслуживания	186
10.4.1. Одноканальная СМО с отказами	186
10.4.2. Многоканальная СМО с отказами	187
10.4.3. Многоканальные СМО с очередью	188
10.4.4. Замкнутые СМО	193
10.4.5. Многофазные СМО	195
10.5. Оценка надежности автомобиля как сложной восстанавливаемой системы	198
10.6. Оценка надежности восстанавливаемых систем при неидеальной диагностике состояний	200
10.7. Оценка надежности систем с ненагруженным резервом с помощью теории массового обслуживания	203
10.8. Общие сведения о методе динамики средних	205
10.9. Метод расчета очереди ремонтируемых объектов с учетом надежности технологического оборудования	206
10.10. Метод расчета оптимального количества технологического оборудования для обслуживания и ремонта автомобилей	212
10.11. Статистическое моделирование систем массового обслуживания	219
Глава 11. Информационное обеспечение решений вопросов технической эксплуатации автомобилей	222
11.1. Использование стандартов при разработке технологических процессов и средств их механизации	222
11.2. Использование классификаторов продукции и услуг при сертификации на автомобильном транспорте	227
11.3. Поиск опубликованных источников информации	230
11.4. Поиск технических решений в патентных источниках	236
11.5. Поиск специальной информации во всемирной компьютерной сети Интернет	241
11.6. Нормативно-правовое обеспечение технической эксплуатации автомобилей	249

Глава 12. Выбор средств механизации технологических процессов технической эксплуатации автомобилей	253
12.1. Общие понятия о показателях качества технологического оборудования и его выборе	253
12.2. Анализ конструктивных особенностей технологического оборудования на стадии его выбора	258
12.3. Методы оценки выбираемого технологического оборудования по совокупности показателей	264
Заключение	269
Приложения	270
Список литературы	283

ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебном пособии рассмотрены вопросы обеспечения качества и надежности автомобилей в процессе их эксплуатации.

Знакомство с процессами изменения технического состояния автомобилей в период их эксплуатации обеспечивает понимание причин возникновения отказов и неисправностей.

Изучение методов описания случайных величин, характеризующих параметры процессов технической эксплуатации автомобилей, позволяет производить оценку надежности автомобилей по результатам испытаний на основе принципов обеспечения надежности автомобиля как сложной системы.

Представленные в учебном пособии теоретические основы ремонтпригодности автомобиля позволяют специалисту оценить проблемы создания равнопрочного автомобиля и принять оптимальные решения по замене деталей при ремонте автомобилей, обеспечивая их надежность и безопасность.

Владение методами организации испытаний автомобилей, обработки результатов и оценки их достоверности, установления связи между случайными факторами является необходимым условием получения в сжатые сроки объективной информации о показателях надежности автомобиля и, в частности, долговечности деталей, что является основой прогнозирования их расхода.

Рассмотренные в пособии методы расчета норм расхода запасных частей и выборочного контроля качества запасных частей и материалов, поставляемых в автотранспортные предприятия в процессе их материально-технического обеспечения, имеют большое значение в подготовке специалиста к его практической деятельности.

Важная роль в учебном пособии отводится основам формирования системы технического обслуживания автомобилей. Представленные методы расчета оптимальной периодичности технического обслуживания могут быть успешно использованы на практике при переходе на новые смазочные материалы, при эксплуатации автомобилей в особых условиях и т. п.

Знание теоретических основ диагностики необходимо специалисту для создания системы диагностирования, выбора наиболее информативных диагностических параметров и их допустимых значений, разработки алгоритма автоматического диагностирования

по комплексу признаков при обеспечении эффекта самообучения диагностической системы.

Знакомство читателя с основами теории массового обслуживания позволяет ему понимать вероятностный характер возникающих на практике ситуаций, принимать оптимальные решения по выбору числа обслуживающих каналов систем сервиса, их пропускной способности, а также рассчитывать показатели надежности автомобиля как восстанавливающейся системы.

Особое место в пособии отводится методам поиска научно-технической информации, необходимой для решения задач разработки эффективных технологических процессов, проектирования средств их механизации и решения других проблемных вопросов технической эксплуатации автомобилей (ТЭА).

Техническую эксплуатацию автомобилей можно представить как область практической деятельности и как науку, которая определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием автомобильного парка с целью обеспечения регулярности, безопасности и экономичности перевозок.

В настоящее время характерной чертой состояния автомобильного парка в Российской Федерации является увеличение его многомарочности за счет роста числа автомобилей иностранного производства. Следует признать, что нормативная база организации технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автомобилей, действовавшая до 1990-х гг., перестает быть единой. Это побуждает службы технической эксплуатации автотранспортных предприятий изыскивать в конкретных условиях оптимальные решения задач поддержания технической готовности автомобильного парка.

КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

1.1. Общие представления о качестве и надежности автомобиля

Большинство задач, решаемых технической эксплуатацией, связано в большей или меньшей степени с качеством изделий (в данном случае автомобилей, агрегатов, деталей, технологического оборудования) и эксплуатационных материалов при их функционировании или использовании в определенных условиях эксплуатации.

По международному стандарту ИСО **качество** — это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. По отечественному стандарту качество — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Еще говорят, что качество — это совокупность свойств изделия выполнять заданные функции при использовании его по назначению.

Качество автомобиля закладывается в процессе его проектирования, обеспечивается в процессе его производства и поддерживается в процессе эксплуатации — последнее является задачей инженерных служб автотранспортных предприятий (АТП), станций технического обслуживания (СТО) и других организаций, занимающихся технической эксплуатацией автомобилей. Рассмотрим подробнее структуру понятия «Качество автомобиля» (рис. 1.1).

Качество автомобиля выражается широкой совокупностью свойств, каждое из которых характеризуется одним или несколькими параметрами, которые количественно выражаются конкретными показателями. Например, динамичность характеризуется максимальной скоростью автомобиля, временем разгона до скорости 10 км/ч и т.д. Конкретный автомобиль с определенным техническим состоянием имеет определенное значение показателей параметров. Следует иметь в виду, что не все свойства могут быть выражены количественными показателями, например удобство посадки водителя и т.д.

В процессе эксплуатации автомобиля его качество ухудшается за счет изменения показателей. **Надежность** является специфическим

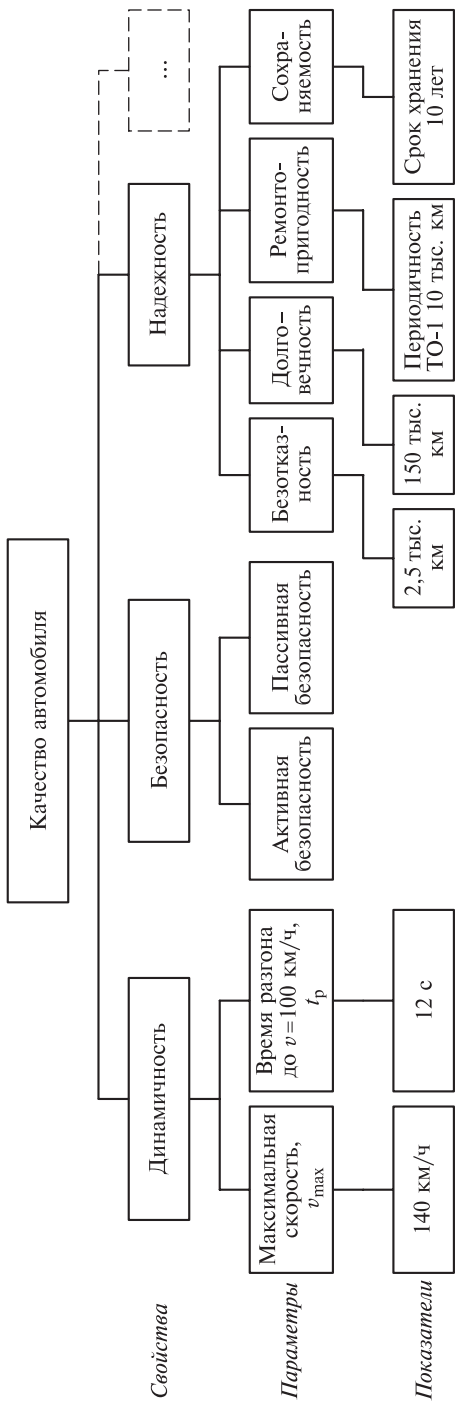


Рис. 1.1. Структура понятия «качество автомобиля» на примере анализа некоторых свойств автомобиля

свойством качества, поскольку проявляется только в течение длительного времени. Обобщенно можно считать, что надежность — это качество изделия, развернутое во времени. По общепринятому определению надежность — это свойство изделия (объекта) выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных показателей в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, ТО и Р, хранения и транспортирования.

Надежность — сложное понятие, оно выражается четырьмя параметрами:

безотказность — свойство объекта (изделия) непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Показателями безотказности являются: средняя наработка на отказ; интенсивность потока отказов как величина, обратная средней наработке на отказ; вероятность безотказной работы при заданной наработке;

долговечность — свойство объекта сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для ТО и текущего ремонта (ТР). Показателями являются: средний ресурс (в единицах наработки), средний срок службы (обычно в календарных годах), гамма-процентный ресурс (это ресурс, который достигается, например, 95 % объектов);

ремонтпригодность (эксплуатационная технологичность) — свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей. Применительно к автомобилю по ГОСТ 20334—81 показателями ремонтпригодности являются: периодичность ТО, разовая оперативная трудоемкость ТО, удельная трудоемкость ТО, количество используемых видов горючего и смазочных материалов (ГСМ), инструментов и оснастки и т. п.;

сохраняемость — свойство объекта сохранять установленные показатели качества в процессе хранения, транспортирования и непосредственно после. Показателями сохраняемости являются средний и гамма-процентный срок хранения.

Основными терминами и понятиями надежности также являются:

отказ — изменение одного или нескольких показателей заданных параметров объекта, приводящее его в неработоспособное состояние. Изменения могут быть внезапными (случайными) и систематическими с нарушением геометрии деталей или свойств материалов. Изменения, постепенные по развитию, могут быть внезапные по проявлению;

неисправность — состояние, когда объект не отвечает хотя бы одному из требований нормативно-технической документации (например, отказ стеклоподъемника является неисправностью автомобиля);

сбой — самоустраняющийся отказ (например, при образовании паровых пробок в топливопроводе).

По происхождению или причинам появления отказы и неисправности делят на три вида:

конструкционные (по вине конструктора);

производственные (следствие плохо организованного производственного процесса);

эксплуатационные (следствие неправильной эксплуатации или неблагоприятного сочетания режимов эксплуатации).

Следует иметь в виду, что производство высоконадежных автомобилей требует больших затрат изготовителя и малых затрат при эксплуатации автомобилей, т.е., в принципе, существует оптимальная надежность автомобиля, обеспечивающая минимум суммарных затрат. Практически определение оптимальной надежности затруднено, поскольку само понятие надежности многозначное и не может быть выражено единым показателем.

Основной задачей ТЭА является поддержание заданных техническими условиями показателей качества автомобилей в эксплуатации, для чего необходимо иметь четкие представления о факторах и процессах, приводящих к изменению эксплуатационных характеристик автомобилей. Обобщенно все изменения технического состояния автомобиля могут быть сведены к двум причинам:

изменение свойств конструкционных материалов;

изменение геометрии деталей, включая размеры, форму, взаимное расположение поверхностей и их шероховатость.

1.2. Процессы, приводящие к неисправностям и отказам автомобилей

1.2.1. Процессы изменения свойств конструкционных материалов

В конструкции автомобиля используются весьма разнообразные материалы: различные металлы, пластмассы, резина, ткани, стекло и т.д. По мере эксплуатации автомобиля свойства конструкционных материалов меняются также весьма разнообразно. Поскольку автомобиль является машиной, наибольший интерес с позиции надежности представляет изменение механических свойств материалов. Рассмотрим наиболее существенные процессы.

Температурное разупрочнение — характерно для металлов и других материалов. При повышении температуры для разных металлов более или менее снижаются их прочностные характеристики: предел текучести σ_T и предел прочности σ_B . Например, при перегреве двигателя у поршней могут выламываться перемычки между поршневыми кольцами (рис. 1.2).