

**В. М. ВЛАСОВ, С. В. ЖАНКАЗИЕВ,  
С. М. КРУГЛОВ**

# **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ**

## **УЧЕБНИК**

Под редакцией д-ра техн. наук,  
профессора В. М. ВЛАСОВА

*Рекомендовано  
Федеральным государственным учреждением  
«Федеральный институт развития образования»  
в качестве учебника для использования  
в учебном процессе образовательных учреждений,  
реализующих программы среднего  
профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 311  
от 16 июня 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

9-е издание, стереотипное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2013

УДК 629.119(075.32)  
ББК 39.33-08  
В581

Р е ц е н з е н т ы:

профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервиса»  
Московского автомобильно-дорожного института (Государственного  
технического университета), канд. техн. наук *Ю.Н. Фролов*;  
зам. директора по научной работе Тучковского автотранспортного колледжа,  
канд. техн. наук *В.П. Дмитриев*

**Власов В. М.**

В581 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для сред. проф. образования / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов ; под ред. В. М. Власова. — 9-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 432 с.  
ISBN 978-5-7695-9369-7

Рассмотрены изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, причины и закономерности этих изменений. Освещены формирование системы поддержания работоспособности автомобилей, технологии и технологические процессы производства, техническое обслуживание и текущий ремонт, методы диагностирования технического состояния автомобилей, в том числе моделей, в которых применены элементы компьютерных систем управления.

Учебник может быть использован при освоении профессионального модуля ПМ.01 «Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта» (МДК.01.02) по специальности 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 629.119(075.32)  
ББК 39.33-08

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

© Власов В. М., Жанказиев С. В., Круглов С. М., 2011  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011  
ISBN 978-5-7695-9369-7 © Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

## Уважаемый читатель!

Данный учебник является частью учебно-методического комплекта по специальности 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Учебник предназначен для изучения профессионального модуля ПМ.01 «Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включен терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Учебно-методический комплект по дисциплине «Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей» для профессии «Автомеханик» включает в себя электронный образовательный ресурс «Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей». Предлагаемый электронный образовательный ресурс может быть полезен при изучении профессионального модуля ПМ.01 «Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта» для специальности «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Учебно-методический комплект разработан на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования с учетом его профиля.

## Предисловие

При подготовке специалистов по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей основное внимание уделяют изучению изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, причинам и закономерностям этих изменений, а также оценкам их влияния на показатели надежности и работоспособности автомобилей.

Учебник содержит информацию по техническому обслуживанию и ремонту систем, определяющих конструкцию современных автомобилей.

При изложении материала авторы стремились учитывать современные тенденции, проявляющиеся в изменении конструктивного качества в зависимости от назначения автомобилей.

В частности, раздел «Технология технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей» посвящен специфике технических воздействий как на автомобили традиционных конструкций, так и на автомобили, оснащенные бортовыми электронно-управляемыми системами. Большое внимание уделено обслуживанию и ремонту автомобилей, эксплуатируемых на газовом топливе.

Основное отличие учебника от других изданий на данную тему — его ориентированность на легковые автомобили. В учебнике дано описание действующей в настоящее время системы лицензирования и сертификации, регламентирующей правила проведения технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта.

**ОСНОВЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ  
И РЕМОНТА  
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА  
АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**I**

**РАЗДЕЛ**

# НАДЕЖНОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ

## 1.1. ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ АВТОМОБИЛЯ

**Автомобиль** представляет собой сложную техническую систему, предназначенную для осуществления транспортной деятельности и характеризуемую множеством параметров, определяющих технические и эксплуатационные показатели данной системы. Под *системой* понимается упорядоченная совокупность совместно действующих элементов, предназначенных для выполнения заданных функций. По отношению к автомобилю элементами являются агрегаты, узлы, механизмы и детали — объекты или изделия.

Все элементы автомобиля (агрегаты, узлы, механизмы, детали) имеют различные характеристики устойчивости к потере работоспособного состояния, на которые влияют как внутренние конструктивные факторы, зависящие от назначения и свойств элемента, так и совокупность внешних факторов, определяемых как условия эксплуатации автомобиля. Так, современный автомобиль состоит из 15—20 тыс. деталей, из которых 7—9 тыс. теряют свои первоначальные свойства при работе, причем около 3—4 тыс. деталей имеют срок службы меньший, чем у автомобиля в целом. Из них 80—100 деталей влияют на безопасность движения, а 150—300 деталей, «критических» по надежности, чаще других требуют замены, вызывают наибольшие простои автомобилей, ресурсные затраты в эксплуатации.

Работоспособность элементов автомобиля определяется его техническим состоянием. **Техническое состояние** представляет собой совокупность изменяющихся в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент признаками, установленными технической документацией. Техническое состо-

яние автомобиля и его элементов определяется количественными показателями конструктивных параметров:  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ .

Например, для двигателя это размеры деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, для тормозов — толщина тормозных накладок, диаметров тормозных барабанов и зазоров между ними.

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

В процессе работы автомобиля показатели его технического состояния изменяются от *начальных*  $y_n$ , соответствующих новому изделию, до *предельно допустимых*  $y_{п.д.}$ , а затем и до *предельных*  $y_{п.}$ . Значение  $y_{п.}$  соответствует предельному состоянию, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно (рис. 1.1).

Продолжительность работы изделия, измеряемая в часах или километрах пробега, а в ряде случаев в единицах выполненной работы, называется *наработкой*  $l_i$ . Нарботка до предельного состояния, оговоренного технической документацией, называется *ресурсом*  $l_p$ . Тогда в интервале пробега  $0 \leq l_i \leq l_p$  при  $y_n \leq y_i < y_{п.}$  (зона работоспособности) изделие считается исправным и может выполнять свои функции.

Если изделие удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации по всем показателям, то оно считается ис-

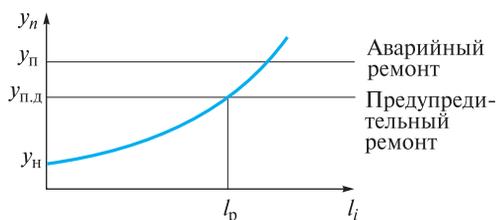


Рис. 1.1. Изменение состояния элемента в зависимости от значений параметров состояний

*правным*. 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 до состояния  $y_i \geq y_{\text{п}}$ , то наступит *отказ*, т.е. событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

В этом случае прекращается транспортный процесс (остановка на линии, преждевременный возврат с линии).

Роль предельно допустимого значения параметра заключается в том, чтобы своевременно обнаруживать (предупреждать) приближение момента отказа для принятия соответствующих мер.

Для своевременного предупреждения отказа элемента автомобиля необходимо иметь представление о причинах изменения его технического состояния и о факторах, определяющих проявление этих причин, а также их влиянии на интенсивность изменения технического состояния элементов автомобиля.

## 1.2. ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

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

Работоспособность автомобиля (и его элементов) зависит от всех видов воздействий, оказывающих влияние на его техническое состояние в каждый момент «жизненного» цикла:

механических (статические, динамические нагрузки от взаимодействия с внешней средой);

тепловых (температура окружающего воздуха, теплообразование при рабочих процессах);

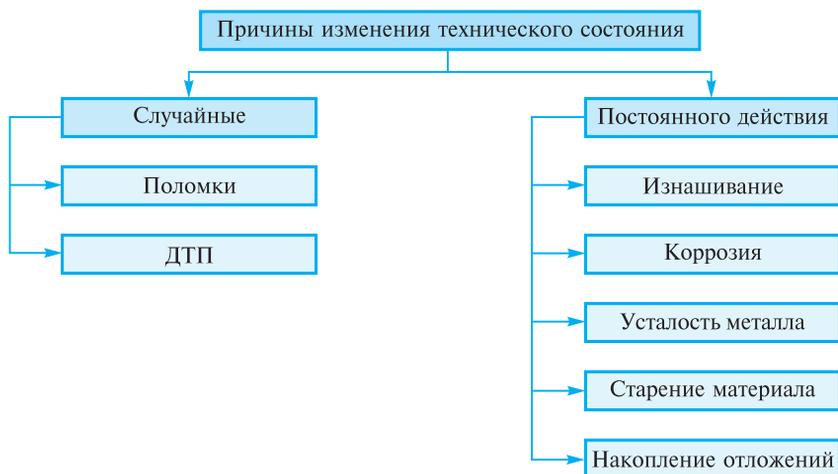


Рис. 1.2. Классификация причин изменения технического состояния элементов автомобиля

электромагнитных;  
химических (коррозия от продуктов сгорания топлива и других эксплуатационных материалов);  
атмосферных (атмосферная коррозия).

Причины, вызывающие изменение технического состояния автомобиля, могут быть разделены на две группы: случайные и постоянного действия (рис. 1.2).

**Случайные (стохастические) изменения** могут возникать в результате непрогнозируемых поломок вследствие неправильной эксплуатации, некачественного хранения и обслуживания, некачественных комплектующих, а также в результате дорожно-транспортного происшествия (ДТП).

Причинами **постоянного (монотонного) изменения** технического состояния могут являться износ, коррозия, старение и накопление отложений.

**Износ** — степень изменения размеров и массы деталей. Он зависит от материала детали (ее физико-химических свойств), характера взаимодействия деталей (рода и вида трения, геометрии контакта, макро- и микрогеометрии поверхностей трения, посадки сопряженных деталей), нагрузки (статической, динамической), химического воздействия, продолжительности воздействия.

Структурным проявлением износа является изнашивание. Изнашиванием называются процессы постепенного изменения

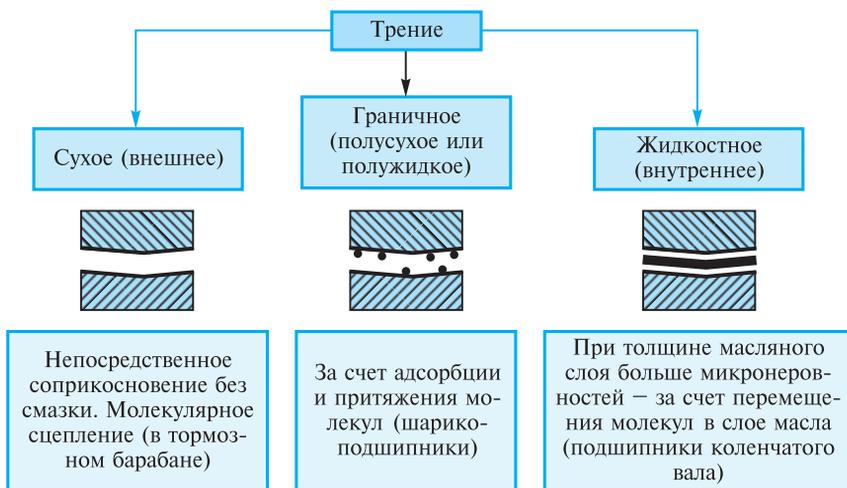


Рис. 1.3. Классификация видов трения

массы и размеров элементов автомобиля, возникающие вследствие трения сопряженных деталей.

Внешнее трение (или просто *трение*) есть явление сопротивления относительному перемещению, возникающему между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним (рис. 1.3).

Изнашивание делится на механическое, молекулярно-механическое и коррозионно-механическое (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Классификация видов изнашивания

**Механическое изнашивание** возникает в результате механических воздействий и подразделяется на абразивное, эрозионное, кавитационное и изнашивание при фреттинге.

*Абразивное изнашивание* — наиболее распространенный вид механического изнашивания. Причиной абразивного изнашивания является попадание абразивных частиц на трущиеся поверхности. Абразивные частицы могут быть внешнего (песок, пыль) и внутреннего (продукты износа — стружка, сколы, механическая пыль) происхождения. Чаще обе группы частиц участвуют в процессе износа одновременно. При попадании абразивных частиц на трущиеся поверхности происходит резание, царапание и разрушение поверхности с отделением продуктов износа, которые, в свою очередь, увеличивают интенсивность износа. Примером абразивного износа является изнашивание тормозных колодок автомобиля.

Разновидностью абразивного износа является гидро- и газоабразивное изнашивание, которое возникает в результате действия твердых частиц, взвешенных в жидкости (газе) и перемещающихся относительно изнашивающегося тела.

Другими видами механического изнашивания являются:

- *эрозионное (гидро-, газозэрозионное) изнашивание* материала, происходящее в результате воздействия потока жидкости и (или) газа на деталь;
- *кавитационное изнашивание*, происходящее при движении твердого тела относительно жидкости (разновидность гидроэрозионного изнашивания);
- *изнашивание при фреттинге* — вид механического изнашивания соприкасающихся тел в условиях малых относительных (колебательных) перемещений (наклеп, выкрашивание).

Изнашивание при фреттинге происходит вследствие вибраций контактирующих поверхностей или периодических деформаций деталей. При этом виде коррозионно-механического изнашивания имеет место интенсивное абразивное разрушение.

Различают следующие типы коррозионных разрушений металла (рис. 1.5): равномерное, коррозия пятнами, коррозия язвами, коррозия точками, коррозионное растрескивание, подповерхностная коррозия. Для прочности деталей особо опасны коррозия точками и коррозионное растрескивание.

**Молекулярно-механическое изнашивание** делится на адгезионное и изнашивание при заедании.

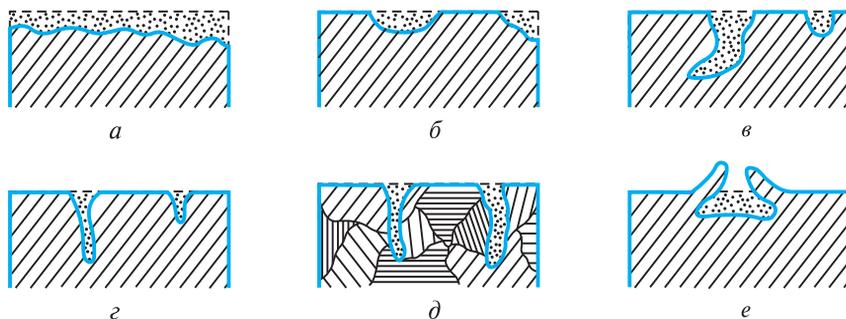


Рис. 1.5. Типы коррозионных разрушений:

*а* — равномерное; *б* — коррозия пятнами; *в* — коррозия язвами; *г* — коррозия точками; *д* — коррозионное растрескивание; *е* — подповерхностная коррозия

*Адгезионное изнашивание* (адгезия — взаимное сцепление контактирующих тел под действием молекулярных сил), возникающее в зонах контакта поверхностей интенсивного молекулярного (адгезионного) взаимодействия, связано с переносом материала и образованием прослоек. В результате могут произойти заедание и отказ сопряжения.

*Изнашивание при заедании* происходит в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность.

При **коррозионно-механическом изнашивании** вследствие окисления металла кислородом в сопряженных элементах образуется тонкий слой оксида железа (ржавчины), который затем удаляется с поверхности трения трущимися частями. Так как устойчивость окисленной поверхности (ржавчины) к износу значительно ниже, чем у неокисленной поверхности, то интенсивность изнашивания в результате постоянного контакта с окислителем (например, с водой) повышается. При трении качения и значительных деформациях в поверхностных слоях легче проникает кислород и окисляет металл.

*Коррозия* представляет собой агрессивное воздействие среды на детали, приводящее к окислению металла и уменьшению его прочности, изменению его характеристик и разрушению, а также ухудшению внешнего вида. Коррозия металлов (сплавов) может возникать вследствие электрохимического или химического воздействия внешней среды. Электрохимическая коррозия возникает в водных растворах кислот, щелочей, солей и во влаж-

ной атмосфере. Химическая коррозия возникает в результате взаимодействия металла со средой (кислородом, водородом, азотом), т. е. атомы металла (сплава) непосредственно соединяются химической связью с атомами окислителей.

К другим постоянно действующим причинам изменения технического состояния элементов автомобиля относятся старение материала и накопление отложений.

**Старение материала** определяется изменением его свойств от времени и потерей технических и эксплуатационных качеств в независимости от возникающих причин изменения технического состояния элемента. В большей степени это свойство относится к неметаллическим частям автомобиля.

**Накопление отложений** существенно влияет на ресурс работы элемента автомобиля. Отложение может проявляться в виде накипи (система охлаждения), нагара (свечи системы зажигания), нагара (смазочная система), изменяя геометрию элемента и, таким образом, изменяя его технические характеристики. В некоторых случаях накопление отложений может служить причиной отказного состояния элемента.

В результате перечисленных воздействий ухудшается функционирование элементов автомобиля, утрачивается их работоспособность (поломка, износ, деформация, обрыв и т. п.). Наиболее часто нарушение работоспособности обусловлено **разрушением агрегатов (узлов) и их элементов**, приводящим к потере эксплуатационных качеств и работоспособности машин. Обычно повреждения возникают в том случае, когда внешние воздействия превышают допустимый уровень. Разрушения и повреждения металлических деталей и их сопряжений возникают вследствие физических и химических воздействий.

При физическом воздействии возникают следующие виды разрушений и повреждений:

- **деформация** — изменение форм и размеров детали под нагрузкой. При этом, если деталь после прекращения действия нагрузки вновь приобретает прежние размеры и форму, то говорят об *упругой деформации*, в противном случае — о *пластической*. Пластическая деформация происходит под действием силовых нагрузок, превышающих предел текучести (при изгибе, кручении, растяжении и смятии поверхностей);
- **хрупкое разрушение** происходит без предварительной деформации и вызывается нормальными напряжениями;

- **вязкое разрушение** происходит при значительной деформации касательными нагрузками;
- **усталостное разрушение** (рам, валов, пружин, рессор, шатунов и других деталей) имеет место при циклических нагрузках, связано с пластической деформацией и приводит к полной потере работоспособности элемента;
- **тепловое разрушение** (головки блока цилиндров, поршней, выпускных коллекторов) происходит в результате значительных нагреваний, приводя к разрушению созданной структуры материалов, т. е. к утрате первоначальных эксплуатационных свойств;
- **оплавление** некоторых деталей (электроды свечей, контакты прерывателей и т. д.) появляется при электромагнитных воздействиях, когда вследствие искровых разрядов частицы переносятся с анода на катод.

### 1.3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

---

В различных условиях эксплуатации показатели надежности автомобилей будут различными. Выделяют следующие факторы, влияющие на интенсивность изменения технического состояния автомобилей (рис. 1.6): производственные, условия эксплуатации, эксплуатационно-производственные.

**Производственные факторы** влияния на изменение технического состояния автомобиля включают в себя конструктивные особенности данной марки автомобиля; однородность производства (характеризуется рассеиванием сроков изнашивания одних и тех же деталей); надежность.

**Условия эксплуатации** включают дорожные условия, условия и интенсивность движения, природно-климатические, сезонные условия, агрессивность окружающей среды.

*Дорожные условия и рельеф местности* определяют режим работы автомобиля. Они характеризуются технической категорией дороги, видом и качеством дорожного покрытия, определяющих сопротивление движению автомобиля (табл. 1.1), элементами дороги в плане и профиле (шириной дороги, радиусами закруглений, уклоном подъемов и спусков).



Рис. 1.6. Классификация факторов влияния на интенсивность изменения технического состояния автомобилей

В свою очередь, режим работы автомобиля влияет на надежность и другие свойства автомобиля и его агрегатов.

Износ и нарушение дорожного покрытия повышают риск возникновения отказного состояния элементов автомобиля на 14...33 %.

*Условия и интенсивность движения* характеризуются влиянием внешних факторов на режим движения и, следовательно, на режим работы автомобиля и его агрегатов. К этим факторам относятся условия перевозки: скорость движения, длина груженой ездки  $l$ , коэффициент использования пробега  $\beta$ , коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma$ , коэффициент использования прицепов  $K_{\text{пр}}$ , род перевозимого груза.

Выделяются три группы интенсивности эксплуатации: 1) за пределами пригородной зоны; 2) в малых городах с числом жителей менее 100 тыс. чел. и в пригородной зоне; 3) в больших городах с числом жителей свыше 100 тыс. чел.

*Природно-климатические условия* характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами. Эти условия влияют на тепловые и другие режимы работы

Таблица 1.1. Классификация дорожных покрытий

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границ города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)
I	$\Delta_1 - P_1, P_2, P_3$	—	—
II	$\Delta_1 - P_4$ $\Delta_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $\Delta_3 - P_1, P_2, P_3$	$\Delta_1 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $\Delta_2 - P_1$	—
III	$\Delta_1 - P_5$ $\Delta_2 - P_5$ $\Delta_3 - P_4, P_5$ $\Delta_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$\Delta_1 - P_5$ $\Delta_2 - P_2, P_3, P_4, P_5$ $\Delta_3 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ $\Delta_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$\Delta_1 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ $\Delta_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$ $\Delta_3 - P_1, P_2, P_3$ $\Delta_4 - P_1$
IV	$\Delta_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$\Delta_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$\Delta_2 - P_5$ $\Delta_3 - P_4, P_5$ $\Delta_4 - P_2, P_3, P_4, P_5$ $\Delta_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$
V	$\Delta_6 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$		

*Условные обозначения:*

д о р о ж н ы х п о к р ы т и й:

$\Delta_1$  — цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика;

$\Delta_2$  — битумоминеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом);

$\Delta_3$  — щебень (гравий) без обработки, дегтебетон;

$\Delta_4$  — булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники;

$\Delta_5$  — грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое или бревенчатое покрытие;

$\Delta_6$  — естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвалы-ные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия;

т и п а р е л ь е ф а м е с т н о с т и (определяется высотой над уровнем моря):

$P_1$  — равнинный (до 200 м);

$P_2$  — слабохолмистый (200... 300 м);

$P_3$  — холмистый (300... 1 000 м);

$P_4$  — гористый (1 000... 2 000 м);

$P_5$  — горный (свыше 2 000 м).

агрегатов и соответственно на интенсивность изменения их технического состояния. Для условий России, где представлен широкий спектр природно-климатических условий, выделяются районы очень холодного, холодного, умеренно-холодного, умеренно-жаркого сухого, субтропического климата.

*Сезонные условия* связаны с колебаниями температуры окружающего воздуха (рис. 1.7), изменением дорожных условий по времени года, с появлением ряда факторов, влияющих на интенсивность изменения параметров технического состояния автомобилей (пыли — летом, влаги и грязи — осенью и весной).

*Агрессивность окружающей среды* связана с коррозионной активностью атмосферного воздуха. Повышенная коррозионная активность вызывает интенсивную коррозию деталей автомобиля, увеличивая трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобиля, а также увеличение потребности в запасных частях до 10 %. При этом ресурс автомобиля и периодичность технического обслуживания сокращаются. Данный фактор влияния на интенсивность изменения технического состояния автомобилей является характерным для прибрежных морских районов.

**Эксплуатационно-производственные факторы** определяют влияние реального технического состояния автомобиля и эффективности системы поддержания в технически исправном состоянии автомобиля на интенсивность изменения характеристик его элементов. Под эксплуатационно-производственными понимаются такие факторы, как возраст и связанное с ним реальное техническое состояние автомобиля, качество применяемых эксплуатационных материалов (топлив, масел, жидкостей), квалификация водителя, а также факторы, характеризующие уровень качества технического обслуживания и ремонта.

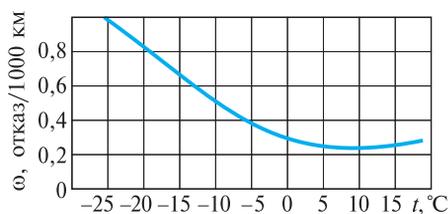


Рис. 1.7. Влияние температуры окружающего воздуха на изменение общего числа отказов автомобилей (по данным НИИАТа)

## 1.4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

На изменение технического состояния элементов автомобиля влияют все процессы, имеющие место в течение его «жизненного» цикла. Эти процессы могут быть подразделены на две группы:

- процессы, описываемые функциональными зависимостями, где имеет место жесткая связь между зависимой (функцией) и независимой (аргументом) переменными величинами (например, зависимость пройденного пути от скорости и времени движения);
- случайные (вероятностные) процессы, происходящие под влиянием многих переменных факторов, значения которых часто неизвестны. Поэтому результаты вероятностного процесса могут принимать различные количественные значения, т. е. обнаруживать рассеивание (вариацию). Эти результаты называются *случайными величинами*.

Так, наработка на отказ автомобиля является случайной величиной и зависит от ряда факторов: первоначального качества материала 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 полного представления о методах, режимах и объемах технических воздействий с целью восстановления и поддержания работоспособного состояния элементов автомобилей необходима информация о закономерностях изменения технического состояния. К основным закономерностям применительно к автомобильному транспорту можно отнести следующие:

- изменение технического состояния автомобиля (агрегата, узла, детали) по времени работы или пробегу (наработке) автомобиля;
- случайные процессы, характеризующие изменение технического состояния автомобиля (элемента);
- закономерности процессов восстановления, применяемые для рациональной организации производства.

Для значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния в зависимости от времени или пробега

носит плавный, монотонный характер, приводящий в пределе к возникновению постепенных отказов (зазоры между тормозными колодками и барабанами, износ гильз цилиндров и т.п.). При этом характер зависимости может быть различным (рис. 1.8).

Данные закономерности позволяют определить средние наработки до момента достижения предельного или заданного состояния параметра.

Знание законов, описывающих случайные процессы, позволяет более точно планировать моменты проведения и трудоемкость работ ТО и ремонта, определять необходимое число запасных частей и решать другие технологические и организационные вопросы. В частности, наиболее характерные законы распределения применяются в случаях:

- когда на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число независимых (слабо зависимых) факторов, каждый из которых оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным влиянием всех остальных (например, наработка до ТО);
- когда необходимо описать внезапные (нестареющие) отказы;
- когда в многозвенной системе (узле, агрегате, детали) выход из строя каждого из звеньев (элементов) влечет отказ всей системы, т.е. ресурс изделия в целом определяется наиболее слабым его участком;
- в других характерных ситуациях.

Закономерности процессов восстановления, применяемые для рациональной организации производства, также позволяют опре-

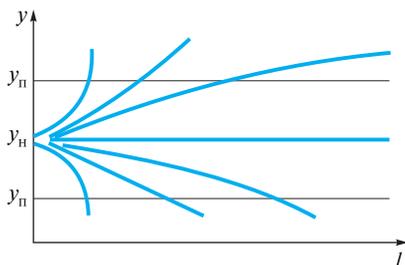


Рис. 1.8. Возможные формы зависимости показателя технического состояния  $y$  от пробега  $l$ :

$y_n$ ,  $y_p$  — предельное и начальное значения показателя соответственно

делить, какое число автомобилей с отказами данного вида будет поступать в зону ремонта в течение смены, будет ли их число постоянным или переменным и от каких факторов оно зависит. В этом случае речь идет не только о надежности конкретного автомобиля, но и всей группы автомобилей, например автомобилей заданной модели, подразделения и т.п.

## 1.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ

Отказы классифицируют по следующим категориям: по характеру возникновения и возможности прогнозирования (постепенные, внезапные); по причине возникновения; по связи с отказами других элементов; по последствиям; по методам устранения; по частоте возникновения (наработке); по трудоемкости устранения; по влиянию на потери рабочего времени.

**По характеру (закономерности) возникновения и возможности прогнозирования** различают постепенные (монотонное изменение показателя технического состояния) и внезапные (скачкообразное изменение показателя технического состояния) 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 состояния в состояние отказа через ряд промежуточных состояний.

*Постепенный отказ* характеризуется постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров машины. Например, постепенное падение мощности двигателя из-за износа поршневых колец и гильз цилиндра. То же относится к уменьшению величины прогиба рессоры из-за старения металла ее листов и потери ими упругости.

*Внезапный отказ* характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров, определяющих работоспособность машины, вследствие превышения нагрузок, а также некачественного состояния элементов автомобиля. К таким отказам относят поломки и разрывы конструкционных (например, резиновых) материалов, поломки металлических деталей.

**По причине возникновения** различают отказы: *конструкционные*, возникающие вследствие несовершенства конструкции; *производственные* — вследствие нарушения или несовершенства технологического процесса изготовления или ремонта изделия;

эксплуатационные, вызванные нарушением действующих правил (например, перегрузкой автомобиля, несвоевременным проведением технического обслуживания и т.п.).

**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.

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

**Последствиями отказов** могут быть изъятие объекта из эксплуатации или продолжение ее после устранения отказа.

**Методами устранения отказов** могут быть замена элементов или восстановление требуемой взаимосвязи между ними.

**По частоте возникновения (наработке)** для современных автомобилей различают отказы с малой наработкой (3...4 тыс. км в зависимости от типа, марки и модели автомобиля), средней (до 16 тыс. км) и большой (свыше 16 тыс. км). Следует иметь в виду, что наработки между отказами существенно сокращаются при увеличении пробега автомобиля с начала эксплуатации (табл. 1.2).

**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.

**По влиянию на потери рабочего времени** отказы подразделяют на устраняемые без потери рабочего времени, т. е. при ТО или

**Таблица 1.2. Изменение некоторых показателей работы автобусов большого класса в зависимости от пробега с начала эксплуатации, %\* (по данным МАДИ)**

Интервал пробега, тыс. км	Наработка		Потери линейного времени из-за отказов	Простои 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 первой строке — условно.

в нерабочее (межсменное) время, и отказы, устраняемые с потерей рабочего времени.

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 соответствующих 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.

## 1.6. СВОЙСТВА НАДЕЖНОСТИ И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ

---

Изменение показателей эксплуатационных свойств автомобилей и их элементов, приданных им при проектировании и изготовлении, обусловлено их взаимодействием с факторами, характеризующими эксплуатационные условия: нагрузочными, скоростными, климатическими и др. Действие этих факторов оказывает значительное влияние на надежность автомобиля.

Под **надежностью** понимают свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

**Частота появления отказов** отражает свойство безотказности объекта. Устранение отказов связано с исключением транспортного средства из эксплуатации на некоторый период времени (простоем), трудовыми и материальными затратами. Простой и затраты зависят от свойства ремонтпригодности технической системы. Время работы детали до появления отказа называется ее ресурсом и характеризует ее долговечность. Для такого сложного объекта, как автомобиль, отказ элемента (детали, сборочной единицы, агрегата) не определяет, как правило, долговечности машины в целом. Однако увеличение числа отказов приводит к необходимости изъятия этого автомобиля из эксплуатации, что и определяет долговечность автомобиля в целом.

Надежность автомобиля как единого целого характеризуется следующими основными свойствами.

**Безотказность** — это свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега.

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

**Ремонтопригодность** (эксплуатационная технологичность) — свойство автомобиля, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонта.

**Сохраняемость** — свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения и транспортирования. На автомобильном транспорте этот показатель применяется для автомобилей — при длительном их хранении (консервации) и транспортировании; для материалов (масел, жидкостей, красок) и некоторых видов изделий (шин, аккумуляторных батарей и др.) — при их кратковременном и длительном хранении.

Важнейшим показателем свойства долговечности является *технический ресурс* — наработка машины от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния, т. е. неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы. Признаки (критерии) предельного состояния устанавливаются документацией на данную модель машины.

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