

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича  
Столетовых»  
(ВлГУ)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Методы обеспечения надежности автотранспортных средств в  
условиях эксплуатации»**

**Направление подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов»**

**Владимир, 2016**

## Раздел 1

### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Проблема обеспечения высокого уровня потребительских свойств автотранспортной техники, ее долговечности, безотказности и ремонтпригодности непрерывно обостряется, в связи с чем именно надежность определяет перспективы развития отечественного машиностроения в условиях острой конкуренции как внутри страны, так и со стороны зарубежных производителей автомобилей.

Прежде чем познакомиться с методикой оценки надежности и работоспособности необходимо изучить термины и определения, принятые в теории надежности машин: качество продукции машиностроения, надежность и его основные свойства, отказ автомобиля и его основные виды, исправное, работоспособное и предельное состояния автотранспортных средств, восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия.

Для овладения основами научно-исследовательской деятельности следует овладеть навыками количественной оценки показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости автомобилей. Кроме того необходимо изучить комплексные показатели надежности, оценивающие несколько свойств надежности одновременно, а также показатели для оценки всего парка автомобилей в автотранспортном предприятии [1, с.5-37].

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие проблемы изучает наука о надежности машин?
2. Раскройте понятия качества и надежности машин.
3. Какие виды технических состояний составляют жизненный цикл автомобиля?
4. Приведите классификацию отказов автомобилей.
5. Какими свойствами характеризуется надежность изделий?
6. Какими показателями оценивают безотказность, долговечность?
7. Укажите взаимосвязь между вероятностью безотказной работы  $P(t)$ , вероятностью отказов  $F(t)$  и плотностью распределения  $f(t)$ .
10. Что понимается под гамма-процентным ресурсом машины?
11. Какими показателями оценивается ремонтпригодность и сохраняемость машин?
12. Какие показатели используются для комплексной оценки надежности изделий?
13. Какими показателями оценивается надежность парка автомобилей?
14. Как оцениваются показатели надежности автопарка по статистическим данным?

## Раздел 2

### ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ АВТОМОБИЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ АТС

Испытания на надежность являются обязательным и неотъемлемым элементом разработки и изготовления машин. Высокого качества невозможно достичь без проведения всесторонних испытаний агрегатов, узлов, отдельных деталей, а также создаваемой машины в целом. Испытания являются источником достоверных сведений о качестве автотранспортной техники на всех этапах ее жизненного цикла, начиная с разработки проекта и заканчивая утилизацией. Без объективной информации о

надежности машин невозможно определить ее фактические показатели, выявить недостатки проектирования и производства, установить влияние на надежность условий эксплуатации.

Наиболее объективную и исчерпывающую информацию о надежности автомобилей и его отдельных элементов дают эксплуатационные испытания, которые проводят в типичных условиях эксплуатации с выполнением присущей им транспортной работы. Поэтому при изучении данного раздела необходимо усвоить методику проведения и основные задачи эксплуатационных испытаний, их преимущества и недостатки по сравнению с другими видами испытаний (полигонными, стендовыми, ускоренными).

Кроме того следует овладеть методикой определения необходимого объема выборки исследований с использованием доверительных интервалов. [1, с.160-188].

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Перечислите основные методы получения информации о надежности машин.
2. Какие задачи решаются при испытаниях машин?
3. Перечислите основные виды испытаний машин на надежность.
4. Перечислите виды дорожных испытаний для оценки надежности автотранспортных средств.
5. Назовите основные задачи эксплуатационных испытаний.
6. Какие характеристики надежности автомобилей получают при эксплуатационных испытаниях?
7. Приведите структурную схему экспериментальных исследований по оценке эксплуатационной надежности машин
8. С какой целью используются полигонные испытания?
9. Какую информацию о надежности получают при стендовых испытаниях?
10. Приведите порядок обработки информации о надежности транспортных средств.
11. Что понимается под доверительным интервалом и доверительной вероятностью?
12. Как определяется объем представительной выборки обследования при определении характеристик надежности?

### **Раздел 3**

#### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ОТКАЗЫ И ПОТЕРЮ АВТОМОБИЛЕМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

При изучении физических процессов изменения технического состояния автотранспортных средств в эксплуатации следует обратить особое внимание на основные

причины потери ими работоспособности, процессы, приводящие к изменению начальных свойств, которые протекают во всех материалах, из которых создано изделие, включая не только конструктивные элементы, но и все, что участвует в ее работе (смазку, топливо, охлаждающую жидкость и др.). Основной причиной протекания таких процессов является то, что при работе машин на их узлы, агрегаты, конструктивные элементы воздействуют различные виды энергии, которые приводят к эксплуатационным повреждениям (износам, деформациям, поломкам, коррозии и др.). Это, в свою очередь, влечет за собой изменение выходных параметров и, в конечном счете, приводит к потере изделием работоспособного состояния (отказу).

Необходимо иметь четкие представления о характере эксплуатационных повреждений, возникающих в автомобиле в процессе эксплуатации, усталостном разрушении материалов конструкционных материалов, пластическом деформировании, изнашивании, коррозионных процессах, протекающих в металлических деталях автотранспортных средств [1, с. 31-90].

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие виды эксплуатационных нагрузений воздействуют на детали машин?
2. Что понимается под силовым эксплуатационным нагружением?
3. Какими параметрами характеризуется циклический (колебательный) режим динамического нагружения?
4. Назовите основные причины, вызывающие отказы и повреждения машин.
5. Приведите основные виды трения рабочих поверхностей машин.
6. Какими количественными показателями оценивается процесс трения?
7. Раскройте физическую сущность изнашивания.
8. Приведите основные и сопутствующие процессы изнашивания.
9. Раскройте сущность процесса пластического деформирования материала деталей.
10. Приведите основные виды деформаций в зависимости от прилагаемых нагрузок.
11. Какие физические процессы приводят к усталостному разрушению деталей?
12. Какими характеристиками оценивается долговечность деталей, работающих в условиях переменных нагрузок?
13. Приведите основные факторы, оказывающие влияние на выносливость металла.
14. Что понимается под коррозионным разрушением?
15. Объясните сущность химических и электрохимических процессов коррозии.
16. Какие виды коррозионного разрушения возникают в деталях машин?
17. Какие способы защиты деталей от коррозионного разрушения используются в современном машиностроении?

#### **Раздел 4**

### **ВИДЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ**

При эксплуатации автомобиля подавляющее большинство деталей достигают предельного состояния из-за износа. В связи с этим выявление физических процессов изнашивания, установление зависимостей физико-механических свойств поверхностного

слоя детали от режима ее работы, факторов внешней среды позволяют управлять этим процессом, снижать его интенсивность.

При изучении этого раздела следует особое внимание уделить современной классификации видов изнашивания автотранспортных средств, видам и формам механического, молекулярно-механического и коррозионно-механического изнашивания. Необходимо иметь четкое понимание и представление о закономерностях изнашивания деталей, количественных характеристиках процесса изнашивания, предельных и допустимых износах, методах их определения.

Для оценки технического состояния узлов, агрегатов и отдельных конструктивных элементов автомобилей следует изучить *дифференциальные и интегральные* методы измерения износа деталей и сопряжений, а также определение износа по изменению выходных параметров функционирования изделия.

Кроме изнашивания детали транспортных средств подвержены усталостному и коррозионному разрушению. Поэтому при изучении раздела необходимо хорошо понимать причины и сущность как усталостного, так и коррозионного разрушения деталей(1, с. 65– 90, 93 – 121).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие виды изнашивания возникают в деталях машин?
2. В результате каких физических процессов происходит механическое изнашивание?
3. Приведите основные виды механического изнашивания.
4. Какие формы абразивного изнашивания возникают при трении сопряженных поверхностей?
5. Объясните сущность гидроабразивного и газоабразивного изнашивания.
6. Что понимается под усталостным изнашиванием деталей?
7. Раскройте сущность молекулярно-механического изнашивания.
8. Какие физические процессы приводят к коррозионно-механическому изнашиванию?
9. Что понимается под изнашиванием при фреттинг – коррозии? Для каких конструктивных элементов оно характерно?
10. Какие стадии включает в себя классическая форма кривой изнашивания?
11. Какими показателями оценивается процесс изнашивания?
12. Как определяются предельные и допустимые износы деталей и сопряжений?
13. Какие физические процессы приводят к усталостному разрушению?
14. Какими характеристиками оценивается долговечность деталей, работающих в условиях переменных нагрузок?
15. Приведите основные факторы, оказывающие влияние на выносливость металла.
16. Что понимается под коррозионным разрушением?
17. Объясните сущность химических и электрохимических процессов коррозии.
18. Какие виды коррозионного разрушения возникают в деталях машин?
19. Назовите способы защиты деталей от коррозионного разрушения.

## Раздел 5

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МАШИН ПРИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Одной из главных задач инженерно-технической деятельности при разработке и проектировании продукции машиностроения является создание конкурентоспособных машин. При этом среди многих факторов, определяющих качество и, соответственно, конкурентоспособность машин, особое место следует отвести их надежности.

При изучении данного раздела дисциплины необходимо, прежде всего проанализировать современные методы повышения надежности автотранспортных средств при их проектировании и производстве. Повышение надежности машин при конструировании направлено, главным образом, на увеличение их сопротивляемости внешним воздействиям и включает ряд мероприятий, выполнение которых способствует решению поставленной задачи.

Особое внимание следует уделить таким методам, как оптимизация структурной схемы машины и состава её основных частей; рациональный выбор материалов деталей пар трения; оптимизация геометрической формы деталей узлов трения; повышение уровня ремонтпригодности; резервирование элементов и систем автомобиля.

Среди причин отказов, возникающих в процессе эксплуатации, достаточно высокий процент занимают отказы, связанные с технологией изготовления изделий. Поэтому технологические методы обеспечения надежности имеют такое же важное значение, как и конструктивные. При изучении вопросов повышения надежности АТС при их производстве необходимо ознакомиться с такими мероприятиями, как *контроль качества* продукции; *применение автоматизированных станков* с программным управлением; обеспечение стабильности и точности изготовления деталей, сборки отдельных узлов, агрегатов и машины в целом; технологические методы упрочнения деталей (1, с. 224 – 253).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие стадии включает процесс проектирования машины?
2. Перечислите основные конструктивные методы обеспечения надежности машин.
3. Приведите основные принципы компоновочного решения машины.
4. Какие требования предъявляются к материалам деталей, используемым в парах трения?
5. Перечислите основные антифрикционные материалы, применяемые в автостроении?
6. Какие требования обеспечения ремонтпригодности предъявляются к современным автомобилям?

7. С какой целью используют резервирование элементов и систем автомобиля?
8. Перечислите наиболее важные технологические мероприятия повышения надежности автотранспортных средств.
9. Какие требования предъявляются к технологическим процессам изготовления деталей?
10. Какие методы упрочнения рабочих поверхностей деталей применяются в современном автомобилестроении?
11. Назовите преимущества механической обработки деталей пластическим деформированием.
12. В чем заключается различие между объемной и поверхностной закалкой деталей?
13. Объясните различие между термической и химико-термической обработкой деталей?
14. Какие методы упрочнения деталей химико-термической обработкой применяются в автомобилестроении?
15. В чем сущность упрочнения деталей нанесением специальных покрытий?
16. Какие способы нанесения покрытий используются для упрочнения рабочих поверхностей деталей?

## Раздел 6

### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

На фактические показатели надежности транспортных машин, в том числе и автомобилей, существенное влияние оказывают условия и методы эксплуатации, принятая система технического обслуживания и ремонта, квалификация персонала и др. С некоторой условностью их можно разделить на три группы: неуправляемые, частично управляемые и управляемые.

**Неуправляемыми**, но оказывающими большое влияние на надежность автомобилей в эксплуатации, являются факторы *внешней среды* (состояние и тип дорожного покрытия, интенсивность движения, природно-климатические условия, агрессивность окружающей среды).

**К частично управляемым факторам**, оказывающим влияние на надежность, относятся эксплуатационные режимы работы автомобилей, качество эксплуатационных материалов и квалификация водителей.

**Управляемые факторы**, к которым относятся принятая на предприятии система ТО и ремонта, ее производственно-техническая база и квалификация производственно-технического персонала оказывают наиболее значимое влияние на обеспечение надежности автомобилей в эксплуатации.

При изучении данного раздела особое внимание следует уделить управляемым факторам, на которые можно воздействовать и обеспечивать систему поддержания автомобилей в технически исправном состоянии. Прежде всего, это относится к производственно-технической базе АТП. Уровень ПТБ автотранспортного предприятия определяется обеспеченностью производственными и складскими помещениями, рабочими постами и поточными линиями, степенью механизации производственных процессов, специализацией и кооперацией АТП при выполнении сложных и трудоемких видов ТО и ТР (1, с.153 – 158, 253 – 270).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие факторы оказывают влияние на показатели надежности машин в эксплуатации?
2. Перечислите управляемые факторы обеспечения надежности АТС в эксплуатации.
3. Какие факторы относятся к частично управляемым факторами в системе обеспечения надежности машин?
4. Что понимается под производственно-технической базой АТП?
5. Какие факторы в наибольшей степени влияют на интенсивность изнашивания деталей автомобилей?
6. Что понимается под эксплуатационными режимами работы АТС?
7. Объясните основное назначение системы технического обслуживания автомобилей.
8. Приведите схему формирования постепенного отказа изделия.
9. Как влияют неуправляемые факторы на надежность АТС в эксплуатации?
10. Назовите основные методы обеспечения надежности автомобилей в эксплуатации.
11. Какие эксплуатационные материалы оказывают наиболее существенное влияние на надежность машин?

### **Раздел 7**

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Эксплуатация автомобилей является более длительным, трудоемким и дорогим процессом, чем их производство. Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт за весь период эксплуатации по разным оценкам в 5 - 10 раз превышают стоимость автомобиля. Поэтому поддержание и восстановление надежности автомобилей в эксплуатации является важнейшей составной частью общей системы обеспечения надежности, предыдущими этапами которой являются проектирование и производство, где закладываются и обеспечиваются исходные показатели надежности.



При изучении данного раздела дисциплины необходимо, прежде всего, проанализировать современные методы обеспечения надежности автотранспортных средств в эксплуатации. Особое внимание следует уделить изучению таких вопросов, как сущность планово-предупредительной систем ТО и ремонта автомобилей; выбор стратегий технического обслуживания и ремонта; методы обоснования периодичностей ТО на автотранспортных предприятиях; организацию планового, текущего, среднего и капитального ремонта автомобилей (1, с.255 – 275).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите основные методы обеспечения надежности автомобилей в эксплуатации.
2. Для решения каких задач создана и функционирует планово-предупредительная система ТО и ремонта автомобилей?
3. Что понимается под стратегией ТО и ремонта автомобилей?
4. В чем заключается стратегия ТО автотранспортных средств по наработке?
7. Объясните сущность стратегии ТО автомобилей по техническому состоянию.
8. Перечислите основные способы определения периодичностей технического обслуживания автомобилей.
9. В чем заключается сущность определения периодичности ТО технико-экономическим методом.
10. Назовите основные виды ремонтов, используемых для восстановления работоспособности автомобилей.
11. Как определяется рациональная периодичность ТО по допустимому уровню безотказности?
12. Объясните назначение текущего и капитального ремонта агрегатов АТС.

### **Раздел 8**

#### **ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЕЙ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Широкий диапазон условий и режимов эксплуатации машины приводят к значительной вариации ее наработок до возникновения отказов и неисправностей. Поэтому проведение профилактических воздействий при постановке автомобилей в ТО в установленном нормативно-технической документацией объеме приводит, с одной стороны к неполной реализации индивидуальных свойств автомобиля, повышению затрат на профилактические работы, с другой, далеко не в полной мере способствует улучшению его технического состояния.

В связи с этим при проведении ТО ремонта машин весьма важно иметь индивидуальную информацию об их техническом состоянии, скрытых и назревающих отказах, остаточном ресурсе, причинах нарушения работоспособности и т.п. Средством получения такой информации является техническая диагностика.

Одной из основных задач диагностирования является *прогнозирование остаточного ресурса объекта*, под которым понимается определение продолжительности его исправной работы до возникновения предельного состояния.

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с основными понятиями и определениями *технической диагностики* автомобилей, методами и средствами диагностирования, местом диагностирования в производственном процессе ТО и ремонта АТС. (1, с. 275 – 290).

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что понимается под «технической диагностикой» и «диагностированием» автомобилей?
2. В чем отличие *диагностирования* от традиционного *технического контроля*?
3. Приведите классификацию методов диагностирования автомобилей.
4. Какие средства диагностирования используются при проведении ТО и ремонта АТС?
5. Раскройте сущность «диагностики», как научного направления технической эксплуатации АТС.
6. Приведите общую схему технического диагностирования автомобиля.
7. Приведите примеры *функциональных* и *тестовых* систем диагностирования АТС.
8. По каким параметрам эффективности функционирования осуществляется диагностирование автомобилей?
9. Приведите параметры сопутствующих процессов работы АТС, используемых при оценке их технического состояния.
10. В чем отличие *общего* и *углубленного* диагностирования автомобилей?
11. Перечислите внешние и встроенные средства диагностирования автомобилей.

## **Раздел 9**

### **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ОЦЕНИВАЮЩИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТС**

Техническая диагностика является важным элементом в системе ТО и ремонта автомобилей. Она обосновывает методы и средства периодической проверки надежности и технической готовности агрегатов автомобиля без их разборки, оценивает соответствие параметров технического состояния требуемым значениям, определяет перечень и объемы работ ТО и ремонта с целью обеспечения надежной и безопасной работы. Техническое состояние машин (агрегатов, узлов, механизмов) определяется значениями структурных

параметров, измерение которых связано с необходимостью проведения трудоемких разборочно-сборочных работ.

Изменения структурных параметров сопровождается изменениями параметров рабочих и сопутствующих выходных процессов, которые могут измеряться без разборки контролируемого объекта. Такие параметры носят название *диагностических*.

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с методами и средствами диагностирования, диагностическими параметрами, требованиями к их выбору. Особое внимание следует уделить нормированию диагностических параметров, прогнозированию остаточного ресурса до предельного состояния, управлению техническим состоянием автомобиля на базе диагностической информации (1, с. 283 – 314).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что понимается под диагностическим параметром?
2. Назовите основные требования к выбору диагностических параметров.
3. Сущность структурно-следственных связей при обосновании диагностических параметров.
4. Какие методы используются при нормировании диагностических параметров?
5. Как определяются предельные и допустимые значения диагностических параметров?
6. Какие диагностические параметры автомобиля регламентируются стандартами и отраслевыми нормативами?
7. Что понимается под однозначностью диагностического параметра?
8. Чем оценивается стабильность диагностического параметра?
9. Что понимается под прогнозированием остаточного ресурса машин?
10. Объясните сущность прогнозирования остаточного ресурса статистическими методами.
11. Перечислите методы определения оптимальной периодичности диагностирования автомобилей.

#### **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

##### **а) основная литература**

1. Баженов Ю.В. Основы теории надёжности машин: учеб. пособие /Ю.В. Баженов. – М.: ФОРУМ, 2014. – 320 с. (библ. ВлГУ).
2. Болдин А.П. Основы научных исследований: учебник/ А.П.Болдин, В.А.Максимов. – М.: ИЦ «Академия», 2012. – 336 с. (библ. ВлГУ).
3. Колесник П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте: учебник /П.А.Колесник, В.С.Кланица. – М.: ИЦ «Академия», 2012. – 320 с. (библ. ВлГУ).

#### **б) дополнительная литература**

1. Юркевич В.В. Надежность и диагностика технологических систем: учебник/ В.В.Юркевич, А.С.Схиртладзе. – М.: ИЦ «Академия», 2011. – 256 с. (библ.ВлГУ).
2. ГОСТ 27002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 38с. (библ. ВлГУ).
3. Сапронов Ю.Г.Экспертиза и диагностика объектов и систем сервиса: /Ю.Г.Сапронов. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 224 с. (библ. ВлГУ).
4. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник /В.А.Зорин. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 208 с. (библ. ВлГУ).
5. Денисов А.С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие/А.С.Денисов, А.С.Гребенников. – М.: ИЦ «Академия», 2012. – 272 с. (библ. ВлГУ).