

А. Н. КАРТАШЕВИЧ, В.А. БЕЛОУСОВ, А.А. РУДАШКО, А.В. НОВИКОВ.

УДК 621(072)

Диагностирование автомобилей: учебное пособие / А. Н. Карташевич, В.А. Белоусов, А.А. Рудашко, А.В. Новиков. – Под. ред. А. Н. Карташевича. Минск, 2010. 197 с.

В пособии изложены методы и средства диагностирования автомобилей, представлены методики диагностирования основных узлов автомобилей, приведено описание оборудования, применяемого при диагностировании.

Для студентов специальностей 1-74 06 01 – Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства и 1-74 06 03 – Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве

Таблиц 28. Рисунков 89. Библиогр. 39.

Рецензенты: заведующий кафедрой «Тракторы» БНТУ, докт. техн. наук, профессор Бойков В.П., заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», канд. техн. наук, доцент Коваленко Н.А.

© А. Н. Карташевич, В.А. Белоусов,
А.А. Рудашко, А.В. Новиков
© Высшая школа, 2010

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь имеется около 30 тыс. грузовых и большое количество легковых автомобилей. На транспортные работы приходится 30% общих затрат труда и 50% энергии в сельском хозяйстве.

Автомобильный транспорт является наиболее опасным из всех видов транспорта. Данные статистики показывают, что опасность при использовании автомобилей в 1,9 раза выше, чем у воздушного транспорта и более чем в 13 раз железнодорожного.

Основной причиной возникновения дорожно-транспортных происшествий является неудовлетворительное техническое состояние автомобилей. От 15% до 20% дорожно-транспортных происшествий является следствием технических неисправностей подвижного состава.

Статистика показывает, что из-за низкого качества контроля механизмов и узлов, определяющих безопасность движения, на линии оказывается: 77% автомобилей с неисправными тормозами, 51% с дефектами рулевого управления, 88% с неисправностями ходовой части.

К основным причинам, обуславливающим технические неисправности автомобилей, относятся: низкое качество и неполный объем технического обслуживания и ремонта подвижного состава; недостаточный и несистематический контроль технического состояния.

Многочисленные исследования показывают, что дорожно-транспортные происшествия распределяются из-за неисправностей агрегатов и систем автомобиля следующим образом: тормозная система – 45...61%, рулевое управление 11...16%, приборы освещения 11...7%, шины – 7...8% и прочие 10...14%. Из-за несовершенства контрольных работ, которые составляют около 30% технического обслуживания, автомобили часто эксплуатируются с не выявленными, а следовательно, и не устраненными неисправностями тормозной системы.

Техническое состояние автомобиля определяется не только качеством его конструкции и изготовления, но и дорожными, транспортными, атмосферно – климатическими условиями, а также культурой эксплуатации и обслуживания.

В зависимости от изменения условий и начальных показателей автомобиля его работоспособность и пробег до предельного состояния изменяются в широких пределах. Поэтому повышение эксплуатационной надежности автомобилей, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт, обеспечение безопасности дорожного движения возможно только при своевременном и объективном определении технического состояния различных узлов, агрегатов и систем автомобиля путем их диагностирования.

Применительно к задачам, решаемым в процессе технической эксплуатации подвижного состава, под диагностированием понимают определение технического состояния данного механизма или данной системы без их разборки и формирования заключения о потребности в ремонте или профилактике, способных обеспечить исправность автомобиля в пределах заданного межконтрольного пробега, а также управление технологическими процессами обслуживания и ремонта автомобилей.

При внедрении диагностирования в технологические процессы технического обслуживания наблюдается снижение затрат при текущем ремонте на 8-12%, сокращение расхода запасных частей на 10-12% и расхода топлива на 2-5% и повышение коэффициента технической готовности на 3-5%.

Техническая диагностика является качественно отличающейся, более совершенной системой контрольных работ. Ее наиболее характерными положительными особенностями являются: объективность и достоверность оценки технического состояния сложных агрегатов и механизмов автомобиля, возможность определения параметров их эффективности, наличие условий для оперативного управления техническим состоянием автомобилей путем оптимизации режимов контроля и выявления индивидуальной потребности в ремонте и профилактике.

Необходимость внедрения технической диагностики автомобилей в практику работы сельскохозяйственных предприятий обусловлена, с одной стороны – стремлением к уменьшению материальных затрат в сфере их технической эксплуатации, с другой стороны – возможностью индивидуального управления техническим состоянием автомобилей при помощи диагностической техники.

Диагностирование автомобилей может весьма эффективно применяться при оценке автомобилей вторичного рынка, поступающих в хозяйства. При этом высококвалифицированное и качественное диагностирование автомобилей вторичного рынка позволит не только получать намного более точные и надежные результаты за минимальный промежуток времени, но и устанавливать действительную стоимость машины. В целом же, все это позволит сделать вторичный рынок более цивилизованным.

В учебных планах подготовки специалистов агроинженерного профиля важное место занимает один из разделов профилирующих дисциплин или отдельная дисциплина под одинаковым названием «Диагностика и техническое обслуживание машин». Для ее изучения учебным планом доводятся теоретические и лабораторные занятия. Поэтому задачи практического плана решаются как во время занятий, так и во внеаудиторные часы.

В настоящее время по ряду объективных и субъективных причин вопросам диагностики автотранспорта сельскохозяйственных предприятий в учебной литературе не уделено должного внимания.

Цель, которую ставили перед собой авторы учебного пособия – дать будущему инженеру необходимые практические навыки по высокоэффективному управлению техническим состоянием автомобильного сельскохозяйственного транспорта предприятия с использованием прогрессивных технологий и технических средств диагностирования автомобилей.

Учебное пособие может быть использовано специалистами автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания и диагностики автомобилей.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ МАШИН

В повышении эффективности использования автомобильной техники большое значение имеет совершенствование планирования и управления ее техническим обслуживанием и ремонтом на базе современных технических средств.

Улучшение использования техники и снижения затрат на ее эксплуатацию и обеспечивает применение технического диагностирования машин как информационной основы системы управления процессами технического обслуживания и ремонта.

Практика использования средств диагностирования свидетельствует о возможности сокращения эксплуатационных издержек. Это достигается за счет увеличения фактически используемого ресурса, сокращения числа ремонтов и экономии расхода запасных частей.

Как известно, наиболее важным показателем надежности является отсутствие отказов во время функционирования (работы) технической системы. Техническая диагностика благодаря раннему обнаружению дефектов и неисправностей позволяет устранить подобные отказы в процессе технического обслуживания, что повышает надежность и эффективность эксплуатации, а также дает возможность эксплуатации технических систем по их состоянию.

В практике ресурс таких систем определяется по наиболее «слабым» экземплярам изделий. При эксплуатации по состоянию каждый экземпляр эксплуатируется до предельного состояния в соответствии с рекомендациями системы технической диагностики. Эксплуатация по техническому состоянию может принести выгоду, эквивалентную стоимости 30% общего парка машин.

Техническое диагностирование осуществляют при обкатке, эксплуатации, техническом обслуживании (ТО), ремонте и хранении техники.

В условиях эксплуатации машин техническое диагностирование применяют с целью поддержания автомобильного парка в технически исправном состоянии на всех этапах существования машин.

В период обкатки контролируют окончание и качество приработки соединений механизмов машин, устанавливают возможность эксплуатации машин, определяют начальные значения параметров, которые являются исходными при последующих плановых диагностированиях.

В период производственной эксплуатации водитель непрерывно осуществляет функциональное диагностирование машины по штатным встроенным приборам и устройствам, по внешним признакам – шуму, вибрации механизмов. Кроме того, он же контролирует ряд параметров в конце смены согласно заводской инструкции (угар масла, натяжение ременных, цепных передач, давление в шинах и др.).

При ежесменном ТО определяют готовность машины к работе в течение смены.

В процессе диагностирования при ТО-1 и ТО-2 устанавливают возможность работы машины до следующего одноименного ТО. В том случае, если такая возможность отсутствует, выносится решение (диагноз) о проведении необходимых операций ТО.

При сезонном ТО определяют готовность машины к осенне-зимним или весенне-летним условиям эксплуатации.

Заявочное диагностирование применяется при появлении качественных признаков неисправности (снижение мощности, появление ненормального шума, стука, чрезмерного нагрева деталей и т.п.). Цель такого диагностирования заключается в определении места, причины и вида дефекта, неисправности, устраняемых в результате внепланового текущего ремонта.

При ресурсном диагностировании, например при ТО-3, предшествующем плановому текущему или капитальному ремонту, определяют остаточный ресурс агрегатов машины и при необходимости устанавливают вид и объем ремонта или продлевают ее наработку до ремонта.

После окончания ремонта контролируют по определенным параметрам состояния качество его проведения.

Для выявления необходимости проведения капитального или текущего ремонта проверяют состояние кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы двигателя, а также текущее состояние трансмиссии, гидросистемы, электрооборудования, износ шин.

В период хранения диагностирование осуществляют с целью обеспечения сохранности машин. Кроме того, техническое диагностирование целесообразно внедрять при определении готовности техники к выполнению ответственных работ и установлении коэффициента готовности при техническом осмотре машин.

Техническое диагностирование необходимо также применять при контроле экологических условий эксплуатации машин.

По оснащенности средствами диагностирования автотранспорт опередил многие отрасли народного хозяйства. Но пока такие средства используются неудовлетворительно, не обеспечивают решения возлагаемых на них задач. Это объясняется недостаточными приспособленностью техники к диагностированию и осведомленностью специалистов в вопросах диагностирования, искусственным отделением работ по диагностированию от плановых по восстановлению работоспособности машин. Тем не менее, новые машины и методы диагностирования приходят во все большее соответствие, что способствует распространению диагностики и росту ее эффективности.

Современное состояние приборостроения, электроники и вычислительной техники позволяет значительно увеличить и расширить возможности как самого диагностирования, так и прогнозирования на его

основе. Сочетание этих возможностей с прогрессом автомобильной техники обеспечивает ее надежную высокопроизводительную и экономичную работу.

Для того чтобы эффективно применять существующую диагностическую технику и осваивать новую, инженерно-технические работники автотранспортных предприятий должны владеть знаниями, раскрывающими принципиальную сторону диагностирования.

1.1. Основные термины и понятия в области диагностирования машин

Термин «диагностика» происходит от греческого слова «диагнозис», что означает распознавание, определение.

В процессе диагностики устанавливается диагноз, т. е. определяется состояние больного (медицинская диагностика) или состояние технической системы (техническая диагностика).

Техническая диагностика – отрасль науки, которая изучает и устанавливает признаки неисправностей машин, механизмов и узлов; разрабатывает методы и средства, обеспечивающие заключение (диагноз) о характере и сущности неисправностей; на основе изучения динамики изменения параметров технического состояния агрегатов и узлов машины обеспечивает прогнозирование ресурса их безотказной работы.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ – это процесс определения технического состояния безразборными методами с целью установления заключения (диагноза) о машине.

Заключение о техническом состоянии машины (узла, агрегата) в целом, осуществляемое на основе анализа параметров технического состояния объектов диагностирования, называется техническим диагнозом.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ – совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующая его пригодность к использованию по назначению, определяемая в заданный момент времени значениями параметров и качественными признаками, состав которых установлен технической документацией. Различают следующие виды технического состояния, исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное.

ИСПРАВНОСТЬ – состояние объекта, при котором он удовлетворяет всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструкторской документации. Объект может быть работоспособен, но неисправен (например, у автомобиля может быть помято крыло, что не мешает ему выполнять транспортные и другие работы).

Техническое состояние машины (узла, агрегата), оценивается параметрами, которые подразделяют на структурные и диагностические.

СТРУКТУРНЫЙ ПАРАМЕТР – это физическая величина, непосредственно характеризующая техническое состояние (работоспособность) машины (например, размеры сопряженных деталей и зазоры между ними и пр.; определяют их непосредственно замерами).

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР – также физическая величина, но она косвенно характеризует состояние машины (например, количество прорывающихся в картер газов, мощность двигателя, угар масла, стуки и т.д.; контролируют их при помощи средств диагностики). Диагностические параметры отражают изменение структурных. Между структурными и соответствующими им диагностическими параметрами существует определенная количественная связь, основания на известной закономерности (табл. 1.1).

Таблица 1.1. **Примеры структурных и соответствующих им диагностических параметров**

Структурные параметры	Диагностические параметры
Зазоры в сопряжениях цилиндро-поршневой группы	Количество газов, прорывающихся в картер, угар картерного масла
Зазоры в подшипниках коленчатого вала	Давление в масляной магистрали
Плотность электролита и т.д.	Степень разряженности аккумуляторной батареи

Количественной мерой параметров состояния, структурных и диагностических, являются их значения, которые могут быть номинальными, допустимыми, предельными и текущими.

НОМИНАЛЬНОЕ значение параметра – значение параметра, определенное его функциональным значением и служащее началом отсчета отклонений. Номинальное значение наблюдается у новых и капитально отремонтированных составных частей.

ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ (отклонение) параметра характеризуется граничным его значением, при котором составную часть машины допускают после контроля к эксплуатации без операций технического

обслуживания или ремонта. Это значение приводят в технической документации на обслуживание и ремонт машин. При допускаемом значении параметра составная часть надежно работает до следующего планового контроля.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ – это параметры, при которых дальнейшее использование машины (узла, агрегата) недопустимо по техническим условиям или нецелесообразно по технико-экономическим данным (резко уменьшается производительность, увеличивается интенсивность износа деталей и т.д.).

ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА – это наибольшее или наименьшее значение параметра, которое может иметь работоспособная составная часть. При этом дальнейшая эксплуатация составной части или машины в целом без проведения ремонта недопустима ввиду резкого увеличения интенсивности изнашивания сопряжений, чрезмерного снижения экономичности машины или нарушения требований безопасности.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ значения параметров состояния устанавливают на основании соответствующих критериев (признаков):

1. Технические критерии.
2. Технико-экономические критерии.
3. Технологические критерии (качественные).

ТЕХНИЧЕСКИЕ критерии (признаки) характеризуют предельное состояние составных частей, когда они не могут больше выполнять свои функции по техническим причинам (например, предельное увеличение шага цепи (свыше 40% номинального значения) приводит к ее проскальзыванию на звездочках и спаданию или когда дальнейшая эксплуатация объекта приводит к аварийному отказу (например, работа при предельном давлении масла в магистрали приводит к выходу дизеля из строя).

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ критерии, характеризующие предельное состояние, указывают на снижение эффективности использования объекта вследствие изменения технического состояния. Например, с ухудшением состояния ЦПГ увеличивается угар картерного масла (свыше 3,5% указывает на предельный износ ЦПГ), что определяется технико-экономическим расчетом о целесообразности работать на таком двигателе.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ критерии – характеризуют резкое ухудшение качества выполнения работ по причине предельного состояния рабочих органов машин.

РЕСУРС – объем работ (наработка), выполняемый машиной до предельных значений основных параметров.

Среди структурных параметров различают ресурсные и функциональные.

РЕСУРСНЫЙ параметр – это такой, изменение которого сверх предельного значения приводит к потере работоспособности узла, агрегата, машины в результате истощения ресурса или возникновения критического дефекта.

Восстановить работоспособность можно только ремонтом или заменой отказавшего узла.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ параметр – параметр, изменение которого сверх допустимого значения приводит к потере работоспособности в результате изменения показателей технической характеристики объекта. Восстановление работоспособности в этом случае возможно посредством регулировки механизмов и систем при ТО или другими воздействиями.

Диагностические параметры бывают **ОБОБЩЕННЫЕ** и **ЛОКАЛЬНЫЕ**.

ОБОБЩЕННЫЙ или комплексный, диагностический параметр характеризует состояние нескольких составных частей машины или машину в целом.

ЛОКАЛЬНЫЙ, или частный, диагностический параметр, характеризует состояние одного отдельного элемента. Отсюда возникают и следующие термины: **КОМПЛЕКСНАЯ** диагностика и **ПОЭЛЕМЕНТНАЯ** диагностика.

Диагностирование машин проводят в соответствии с планами ТО или ремонта (плановое диагностирование), а также при отказах или заявках водителя о неудовлетворительной работе машины (заявочное диагностирование) и ресурсное, предшествующее текущему или капитальному ремонту.

Для автомобилей установлено два основных вида диагностирования: общее и поэлементное.

Общее диагностирование Д-1 выполняется с периодичностью ТО-1. Поэлементное или углубленное диагностирование Д-2 выполняется с периодичностью ТО-2.

1.2. Роль и место диагностирования машин при их технической эксплуатации

Основной движущей силой интенсификации народного хозяйства Республики Беларусь является кардинальное ускорение научно-технического прогресса на основе перехода к принципиально новым технологическим процессам и к технике новых поколений, позволяющей достичь высшего уровня производительности труда и максимальной эффективности.

В области технического перевооружения народного хозяйства предстоит решить проблему освоения принципиально новых систем машин, обеспечивающих комплексную механизацию производственных процессов и их высокоэффективную эксплуатацию в разнообразных формациях промышленного и сельскохозяйственного производства.

Состояние новой техники зависит от качества изготовления, сборки, приработки, условий хранения и транспортирования. Последние четыре фактора способствуют увеличению первоначальных различий у формально одинаковых, сошедших с одного конвейера, машин. При эксплуатации различия, присущие каждому экземпляру, усиливаются.

Основными причинами изменения технического состояния элементов являются: конструктивные; технологические; эксплуатационные (рис. 1.1.). Исходная неравномерность рабочих процессов, обусловленная конструктивными и технологическими факторами, усиливается эксплуатационными факторами.

Низкая температура пуска, низкое качество топлива и масла, низкая очистка воздуха, низкое качество регулировочных операций – все эти факторы имеют место в эксплуатации и усугубляют процесс нарушения технического состояния ДВС.

Состояние отремонтированной техники характеризуется теми же факторами. Однако они проявляются в большей степени, что определяется использованием в процессе ремонта деталей с уже накопленными различиями.

Из этого следует, что для машин с различным исходным состоянием во время эксплуатации потребуется разное восстановительно-профилактическое вмешательство через неодинаковое время. Оптимальным будет являться индивидуальное обслуживание каждого экземпляра с целью восстановления как функциональных, так и ресурсных параметров

На практике восстановительно-профилактическое вмешательство считается оптимальным в том случае, если оно проведено в такие сроки и в таком объеме, которые требуются для поддержания нормальной работы машины при условии использования ресурсов всех эксплуатационных материалов, деталей и регулировок.

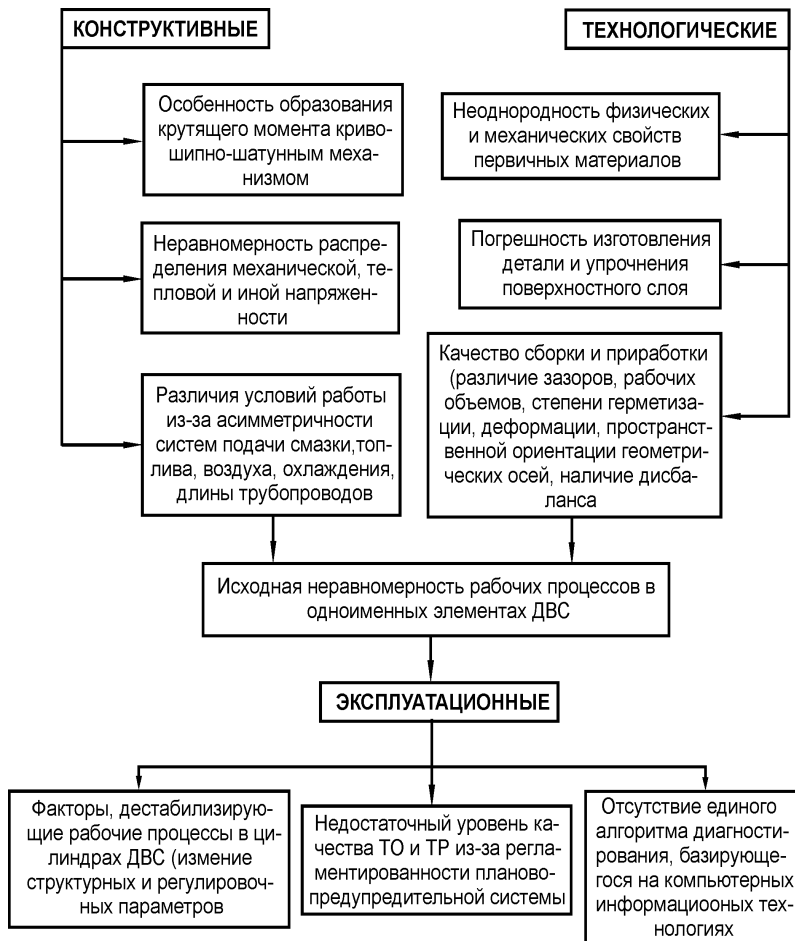


Рис. 1.1. Причины изменения технического состояния элементов

Наиболее рациональным является обслуживание машины по следующей схеме: определение потребности в техническом вмешательстве – проведение необходимых работ – контроль качества проведенных работ – исправление выявленных отклонений – испытание машины. Однако обслуживание машины по такой рациональной схеме требует решения ряда организационно-технических задач, а именно: определения времени, места и объема работ по выявлению потребности в техническом вмешательстве и проведению его.

В существующей системе технического обслуживания содержатся все перечисленные элементы схемы, но они как по содержанию, так и по уровню не удовлетворяют условиям каждого хозяйства и их возможности в значительной степени не используются. Происходит это потому, что к диагностической, обследовательской части подходят в большинстве случаев формально из-за недопонимания как технической, так и организационной ее сущности.

Без творческого подхода нельзя раскрыть всех возможностей диагностирования, а такой подход возможен только при полной взаимосвязи всех элементов с конкретными условиями: машина – человек – оборудование – хозяйство – среда.

Для определения изменения состояния машины при её эксплуатации рассмотрим кривую износа, характерную для подвижного сопряжения (изменение зазора вал-подшипник), как функцию от времени работы (рис. 1.2). Здесь можно выделить три периода: приработки, нормальной эксплуатации и аварийного износа. В начальном состоянии сопряжение имеет зазор a_n . Если приработка проведена на оптимальных режимах, то за этот период изменение зазора будет равно δ_n . В таком случае аварийный износ начнется достаточно поздно, а эксплуатационный период будет сравнительно длинным. При большом начальном зазоре, а также при плохо проведенной приработке эксплуатационный период может значительно уменьшиться. На продолжительность эксплуатационного периода влияют условия эксплуатации. При изменении этих условий угол наклона кривой будет меняться. Кроме того, несвоевременное техническое вмешательство в процесс эксплуатации приводит к сокращению срока работы машины до аварийного износа (Δt на рис. 1.2).

Аварийный период начинается, как правило, при определенном значении показателя независимо от предшествующего периода. Оптимальным моментом технического вмешательства по этому показателю будет точка перехода эксплуатационного периода в аварийный.

При этом будет использован весь ресурс сопряжения. Однако добиться такого использования ресурса, даже зная точно значение показателя, удается далеко не всегда.

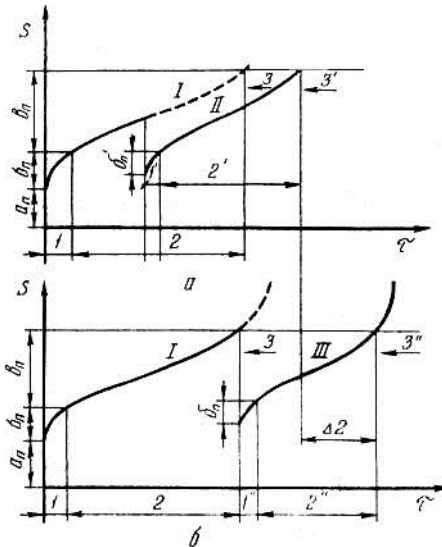


Рис. 1.2. Изменение показателя состояния машины в процессе её эксплуатации:

a – при преждевременном (кривая II) техническом вмешательстве; *б* – при своевременном (кривая III) вмешательстве; *1, 1', 1''* – приработка; *2, 2', 2''* – нормальная эксплуатация; *3, 3', 3''* – аварийный период; *a_н* – исходное состояние показателя; *b_н* и *v_н* – изменение показателя за периоды приработки и нормальной эксплуатации.

Изменение состояния машины от изготовления до исчерпания ресурса представлено на рисунке 1.3. Угол наклона всех участков варьирует в широких пределах. Из рисунка видно, что ресурс машины, в особенности с коротким периодом эксплуатации, может быть исчерпан при незначительном времени ее эксплуатации в результате неправильных обслуживания, хранения, транспортирования, приработки.

При анализе рисунков 1.2 и 1.3 становится очевидной необходимость включать в систему обслуживания операции, позволяющие определять состояние машины и ее отдельные показатели оперативно и без разборки, то есть необходимость диагностирования.

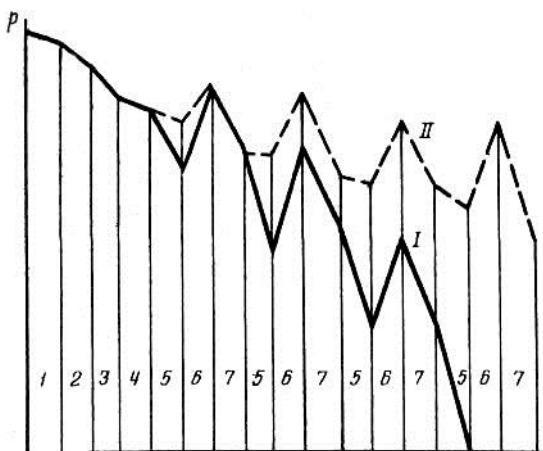


Рис. 1.3. Изменение состояния техники от изготовления до списания:

1 – хранение на площадке завода-изготовителя; 2 – транспортирование до базы торгующей организации; 3 – хранение на базе; 4 – транспортирование на предприятие; 5 – хранение на предприятии; 6 – восстановительно-регулирующие мероприятия перед введением машины в работу; 7 – эксплуатационные износы; I – неправильное обслуживание и хранение; II – правильное обслуживание и хранение; P – ресурс.

В связи с усложнением многих технических систем и необходимостью обеспечения их надежной работы возникла специальная отрасль знаний – техническая диагностика. В рамках этой науки изучаются показатели (признаки) неисправностей машин и их частей, разрабатываются методы и средства, позволяющие определить техническое состояние машины.

Процесс определения технического состояния машины называется диагностированием. Результатом диагностирования является диагноз. Показатели, характеризующие работоспособность или исправность машины, называются параметрами состояния. Параметры делятся на структурные, показывающие непосредственные значения величин, и диагностические. Диагностические параметры, как правило, характеризуют структурные по установленным между ними зависимостям, что позволяет определять последние без разборки машины.

На практике не всегда удается провести замеры, непосредственно характеризующие техническое состояние машины. В таких случаях используют косвенные показатели. В современных сложных машинах предусмотрена возможность доступа к местам контроля или имеются приспособления для монтажа контролирующих устройств. Новые модели оснащены встроенными преобразователями, соединенными либо с сигнализирующими приборами на панели управления, либо при помощи разъема на период контроля – со специальной аппаратурой.

Диагностирование машин, проводимое с использованием внешних и встроенных средств контроля, позволяет определять техническое состояние агрегатов, механизмов и систем машины без их разборки, прогнозировать сроки службы узлов, фактически управлять их техническим состоянием, назначая соответствующие предупредительные работы и выполняя их в процессе технического обслуживания и ремонта. Это снижает время простоя машины, обеспечивает значительную экономию средств на ее обслуживание и ремонт. Выполнение только действительно необходимых операций по ремонту и регулированию сокращает расход запасных частей и топливо-смазочных материалов. Так, своевременное обнаружение и устранение значительных неисправностей в системах питания или зажигания двигателя, агрегатов трансмиссии или ходовой части улучшает на 5...10% топливо-экономические показатели, повышает безопасность эксплуатации.

Техническое диагностирование оказывает большое влияние на интенсивность использования техники через ее коэффициент готовности. Предупреждение отказов, оперативное их устранение резко снижает простои машин по техническим причинам, увеличивают их производительность и качество выполнения сельскохозяйственных операций, что положительно сказывается на сроках выполнения работ, способствует получению дополнительной прибыли сельхозпроизводителями (рис. 1.4.).

Диагностирование машин и оборудования применяется практически при всех видах ТО и ремонта техники. Кроме традиционных работ (периодическое ТО, текущий, капитальный ремонты, хранение машин), в последнее время диагностирование нашло применение при досборке машин в процессе предпродажного обслуживания, сертификации сервисных работ, техосмотре (особенно автомобилей), оценке стоимости при приобретении и продаже подержанных машин и агрегатов. В связи с повышением конструктивной сложности машин область применения диагностирования также значительно расширилась за счет

их контроля при технологическом регулировании (настройке), а также при автоматизации различных технологических процессов, в том числе сельскохозяйственных.



Рис. 1.4. Место диагностирования в техническом сервисе

ОСНОВНЫМИ ЗАДАЧАМИ технического диагностирования являются:

1. Установление вида и объема работ по ТО машины после выполнения ею определенной наработки.

2. Определение остаточного ресурса машины и степени готовности их к выполнению механизированных работ.

3. Осуществление контроля качества профилактических операций при проведении ТО.

4. Выявление причин и характера неисправностей в процессе их использования.

Внедрение технической диагностики позволяет:

1. Сохранить оптимальные рабочие характеристики в течение всего срока службы машины.

2. В 2...2,5 раза снизить простои тракторов, комбайнов, автомобилей и др. машин по причине технических неисправностей, за счет предупреждения отказов; в 1,3...1,5 раза увеличить межремонтную наработку сборочных единиц и агрегатов машин.

3. Ликвидировать преждевременные разборки агрегатов и узлов, что уменьшает интенсивность изнашивания деталей, сопряжений.

4. Полностью использовать межремонтный ресурс машин, их узлов и агрегатов, что обеспечивает резкое сокращение расхода запасных частей.

5. Определить без разборки качество ТО и ремонта машин.

6. Уменьшить расход топлива и средств на содержание техники.

Место технического диагностирования в техническом сервисе машин и оборудования АПК представлено на рис. 1.4.

Увеличивающаяся потребность в методах и средствах технической диагностики является результатом современного способа достижения качества машин и реализации их потенциала в условиях эксплуатации.

Бесспорным импульсом для роста потребностей в методах и средствах технической диагностики было начало оживления хозяйства в стране, где требования со стороны качества, логистики и маркетинга радикально изменили критерии эффективности использования автотракторной техники. Растущая потребность в диагностике совпадает также с появлением новых достижений в микроэлектронике, компьютерной технике, нейронных сетей и искусственного интеллекта, эффективно облегчающих возможности технической диагностики.

1.3. Методы диагностирования

Методы диагностирования классифицируют в зависимости от характера и физической сущности распознаваемых признаков и измеряемых параметров технического состояния объектов.

Методы диагностирования подразделяют на две группы - органолептические (или субъективные) и инструментальные (объективные). На рис. 1.5 дана классификация методов диагностирования.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ методы диагностирования включают в себя обслуживание, осмотр, проверку осязанием и обонянием. Обслуживанием выявляют места и характер ненормальных стуков, шумов, перебоев в работе двигателя, отказов в трансмиссии и ходовой системе (по скрежету и шуму), неплотность (по шуму прерывающегося воздуха) и т.п.

ОСМОТРОМ устанавливают места подтекания воды, масла, топлива, цвет отработавших газов, дымления из сапуна, биение вращающихся частей, натяжению цепных передач и т.п.

ОСЯЗАНИЕМ определяют места и степень ненормального нагрева, биения, вибрации деталей, вязкость, липкость жидкости и т.п.

ОБОНЯНИЕМ выявляют по характерному запаху отказ муфты сцепления, поворота, течь топлива, электролита и др.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ, или объективные, методы применяют для измерения и контроля всех параметров технического состояния, используя при этом диагностические средства.

ПО НАЗНАЧЕНИЮ методы диагностирования подразделяются на функциональные, предназначенные для измерения параметров состояния, характеризующих функциональные свойства составных частей и агрегатов, и ресурсные, предназначенные для определения остаточного ресурса диагностируемых узлов и агрегатов машины.

ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ методы диагностирования делятся на энергетический, пневмогидравлический, тепловой, виброакустический, спектрографический, магнитоэлектрический, оптический и некоторые другие.

Каждый метод предназначен для контроля физического процесса и основан на применении определенного явления. Классификация по использованному физическому процессу позволяет наиболее полно выявлять возможность и техническую характеристику соответствующего метода диагностирования.

Физический процесс характеризуется изменением физической величины во времени. В основе **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО** принципа (процесса) лежит физическая величина – сила, мощность; **ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО** - давление; **ТЕПЛОВОГО** – температура; **ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО** – амплитуда колебаний на определенных частотах и т.д.

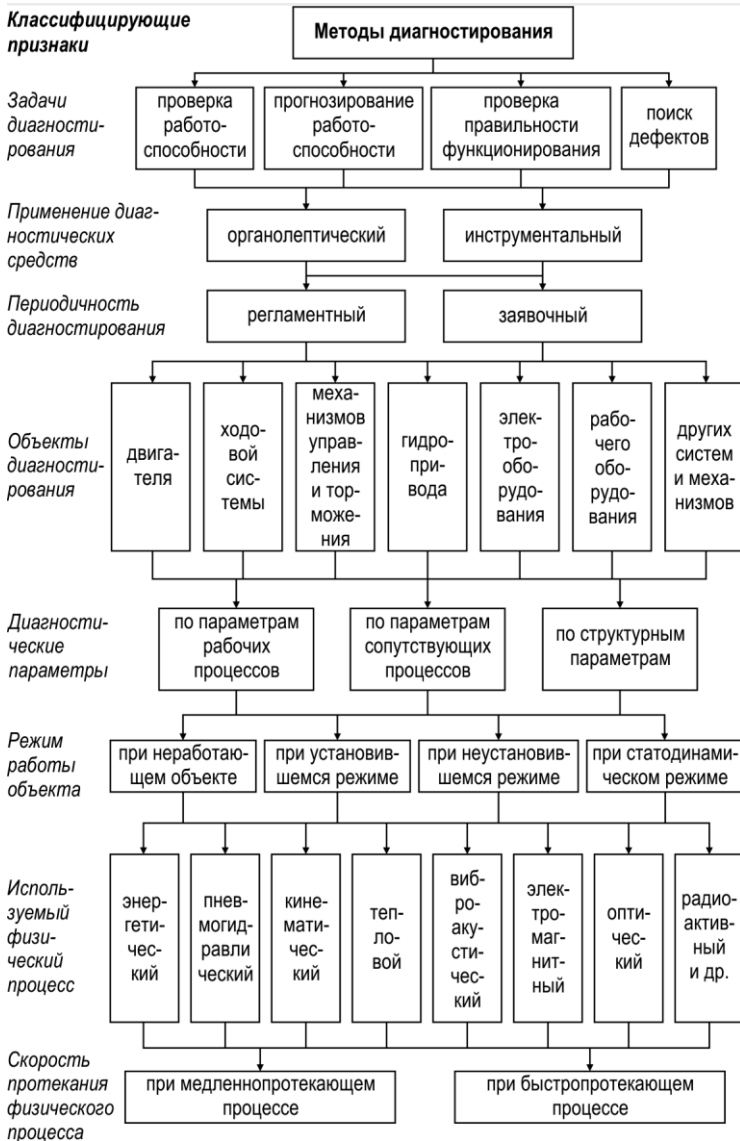


Рис. 1.5. Классификация методов диагностирования

ПО ХАРАКТЕРУ ИЗМЕРЕНИЯ параметров методы диагностирования машин подразделяются на прямые и косвенные.

ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ основаны на измерении структурных параметров технического состояния непосредственно прямым измерением: зазоров в подшипниках, прогиба цепных и ременных передач, размеров деталей и т.д.

Из-за своей простоты прямые методы нашли широкое практическое применение особенно при контроле и регулировании механизмов и устройств расположенных снаружи агрегатов машины, доступных и удобных для проверки, не требующих разборки механизмов (приводные механизмы, режущие аппараты комбайнов, ходовая часть, рулевое управление, тормозная система и др.). Применение прямых методов измерения, находящиеся внутри агрегатов (ЦПГ, подшипниковые узлы коленчатого вала двигателя), ограничено большой трудоемкостью и необходимостью разборки агрегата.

КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ диагностирования основаны на определении структурных параметров технического состояния агрегатов машин по косвенным (диагностическим) параметрам при установке датчика или диагностического устройства снаружи агрегата без разборки механизмов машины.

Косвенные методы основываются на измерении непосредственно физических величин, характеризующих техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давление, перепад давления, температура, перепад температуры рабочего тела в системе, расход газа, топлива, масла параметры вибрации составных частей машин, ускорение при разгоне двигателя и др. Многие методы осуществляются на основе преобразования механических величин в электрические с применением электронных диагностических приборов и установок.

1.4. Классификация средств диагностирования

Основу материальной базы диагностирования составляют диагностические комплекты оборудования, приборов и приспособлений, а также посты и участки диагностирования на пунктах ТО, станциях ТО. Классификация средств диагностирования представлена на рис. 1.6.

Классифицирующие признаки

Степень автоматизации измерений

Назначение

Характер конструкции

Возможности приема информации

Исполнение

Степень охвата объекта

Приспособленность ко множеству объектов

Способ связи с объектом

Состояние объекта

Измеряемые величины

статистические

статистические и динамические

Средства диагностирования машин

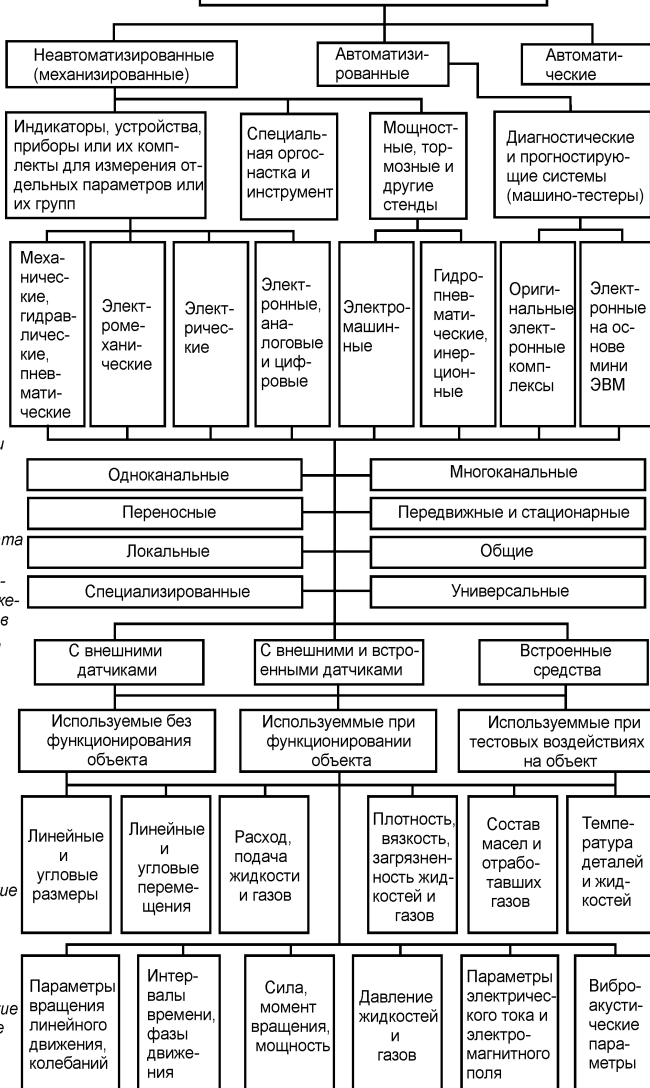


Рис. 1.6. Классификация средств диагностирования

Помимо внешних средств диагностирования автомобиля, широкое развитие получают встроенные средства «бортового» диагностирования машин, которые изображены на рис. 1.7. Эти средства позволяют диагностировать машину в процессе эксплуатации и подразделяются на следующие группы:

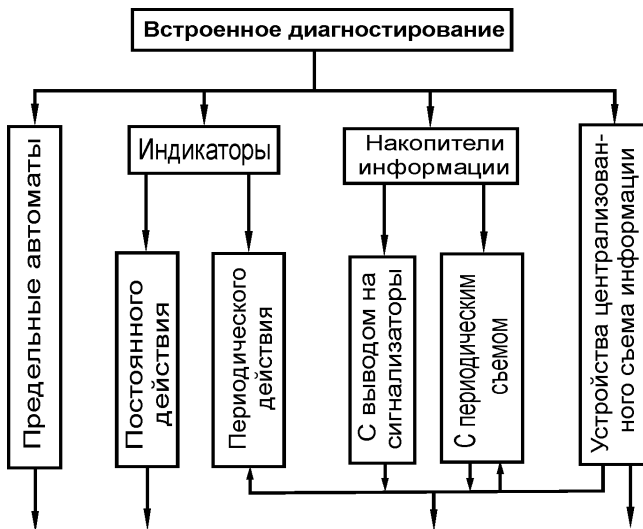


Рис. 1.7. Классификация средств встроенного диагностирования

- предельные автоматы, прекращающие работу автомобиля (агрегата),
- индикаторы постоянного действия (стрелочные, световые; например, указатель давления масла в системе смазки двигателя) либо периодического действия (сигнализаторы или приборы визуального наблюдения, такие, как датчик уровня тормозной жидкости);
- накопители информации с выводом на сигнализаторы или с периодическим съемом информации для последующей ее обработки в стационарных условиях.

Комбинация встроенных и внешних средств диагностирования позволит значительно снизить вероятность пропуска отказов и повысить достоверность информации.

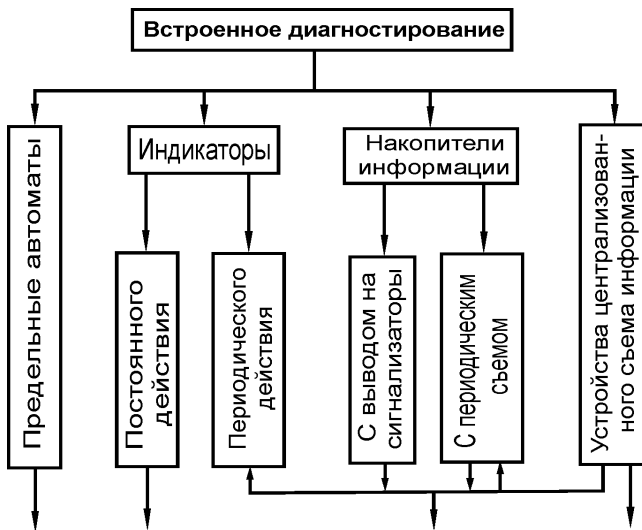


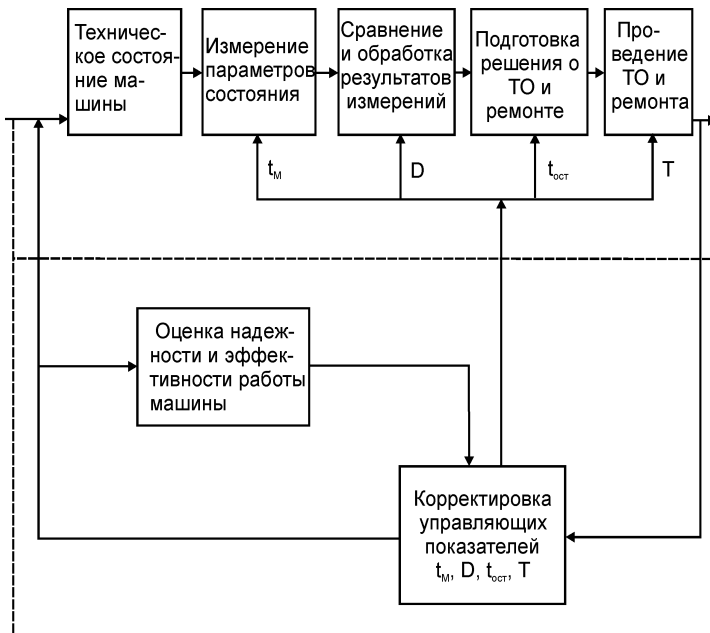
Рис. 1.7. Классификация средств встроенного диагностирования

Автоматизация процессов диагностирования существенно улучшает основные показатели и характеристики систем диагностирования. В частности, благодаря автоматизации удастся значительно сократить время на выдачу диагноза, понизить требования к квалификации операторов-диагностов, а в ряде случаев вообще отказаться от их услуг, снизить трудоемкость операций диагностирования. Кроме того, можно улучшить форму представления результатов диагноза и повысить достоверность его постановки.

1.5. Управление техническим состоянием машин по результатам диагностирования

Вероятность нарушения работоспособности или частота отказов при эксплуатации определяет уровень безотказности в течение работы машины, а после хранения, транспортирования – уровень сохраняемости. Увеличение частоты отказов ухудшает показатели ремонтпригодности, отрицательно влияет на долговечность машины и ее составной части. Повышение безотказности в эксплуатационных условиях достигается с помощью управления техническим состоянием машин.

Управление техническим состоянием машин – это целенаправленное изменение их состояния с помощью управляющих воздействий, ведущих к достижению поставленной цели (рис. 1.8).



Обратная связь

Рис. 1.8. Схема управления техническим состоянием машин.

Управляющие показатели: t_M – межконтрольная наработка; D – допускаемое отклонение параметра; $t_{ост}$ – остаточный ресурс; T – средний ресурс составной части

Цель управления техническим состоянием, надежностью заключается в обеспечении при изготовлении, восстановлении, ремонте и поддержании при техническом обслуживании высокого или оптимального уровня работоспособности и исправности машины, в создании условий, позволяющих уменьшить частоту отказов при сокращении материальных и денежных издержек.

Управление техническим состоянием и надежностью можно осуществлять различными путями. Наиболее прогрессивный путь – это улучшение физико-механических свойств материалов элементов ма-

шины и их конструкцией. Эти возможности реализуют на этапе проектирования, разработки конструкции машины или ее составной части. Применение износостойких материалов, создание условий, сохраняющих энергию, расходуемую на трение и износ составных частей, использование улучшенных уплотнений, фильтрующих элементов резко снижают скорость изнашивания и изменения параметров состояния, увеличивают средний ресурс (T_{cp}) составных частей. Сокращается число отказов, а значит и число ремонтов машины, их общая трудоемкость, продолжительность и себестоимость.

Рост наработки между отказами дает возможность увеличить периодичность технического обслуживания, исключить ряд регламентированных операций, снизить трудоемкость, продолжительность и стоимость обслуживания.

Другой путь управления техническим состоянием и надежностью машин заключается в изменении динамики структурных параметров состояния элементов. Назначая оптимальные допускаемые отклонения структурных параметров технического состояния, изменяя межконтрольную наработку, повышая степень восстановления исходных характеристик при техническом обслуживании и ремонте, предупредительно заменяя недолговечные составные части, имеющие более высокие скорости изнашивания, увеличивают наработку между отказами, уменьшают среднюю скорость изменения параметров состояния машины. Эти мероприятия проводят при эксплуатации. Этапы управления техническим состоянием машины даны на рис. 1.9.

Управление техническим состоянием машин путем улучшения параметров распределения ресурсов или наработки до отказа и параметров потока отказов элементов можно представить как следствие реализации первых двух путей управления.

По мере наработки техника стареет, увеличиваются число отказов и ремонтов, продолжительность простоя машины, Это ведет к прогрессивному росту издержек на машину по мере ее эксплуатации. Устанавливая допускаемые, предельные издержки на ТО и ремонт, своевременно прекращают дальнейшую эксплуатацию машины, ремонтируют или списывают ее, предотвращая тем самым увеличение числа отказов. Издержки становятся обобщенным показателем, управляющим надежностью и техническим состоянием машины.



Рис. 1.9. Этапы управления техническим состоянием машин

Для поддержания и восстановления высокого или оптимального уровня работоспособности используют комплекс управляющих показателей, влияющих на техническое состояние и надежность объекта. К ним следует отнести:

- допускаемые и предельные отклонения параметров;
- межконтрольную наработку;
- ресурс или среднюю наработку на отказ;
- назначенный остаточный ресурс до ремонта;
- срок службы машины до списания;
- суммарные издержки на техническое обслуживание и ремонт и др.

Ресурс или наработка на отказ T_{cp} характеризует степень восстановления работоспособности составной части при ремонте так же, как эти показатели характеризуют степень обеспечения работоспособности при ее изготовлении.

В процессе эксплуатации управление техническим состоянием машины осуществляется путем контроля состояния, назначения и проведения ремонтно-обслуживающих работ, предупреждающих отказы или устраняющие их последствия. В результате проведения соответствующих технических мероприятий восстанавливают ресурсные и функциональные параметры машин до уровня номинальных или близких к ним значений. При этом восстанавливаются технический ресурс и высокая вероятность безотказной работы составных частей сельскохозяйственной машины.

Как и в каждом процессе управления, можно выделить цель, управляемую систему, управляющие показатели и воздействия, целевые функции управления, динамический характер и причинную связь элементов системы, обратную связь.

При эксплуатации техники цель управления заключается в сохранении высокой или оптимальной надежности машины как управляемой системы.

Обратная связь в процессе управления техническим состоянием машины (см. рис. 1.6) служит для получения информации о фактических показателях надежности, эффективности, экологичности работы машин после управления, проверки результатов управления сравнением ожидаемых оптимальных значений показателей машин с фактическими показателями, корректировки управляющих показателей.

1.6. Прогнозирование остаточного ресурса

Прогнозирование остаточного ресурса при известной наработке от начала эксплуатации

Чтобы определить остаточный ресурс конкретной составной части ($P_{ост}$), инженер-диагност должен располагать исходными данными, приведенными в табл. 1.2.

Определение остаточного моторесурса ($P_{ост}$) показано на схеме (рис. 1.10). Закономерность изменения контролируемого параметра представлена кривой.

На рис. 1.10. $P_{исп}$ – использованный ресурс к моменту контроля;

$I_k = P_k - P_n$ - изменение значения параметра к моменту контроля

(диагностирования);

$I_{пр} = P_{пр} - P_n$ – предельное изменение значения параметра;

$P_{ост}$ – остаточный ресурс.

Таблица 1.2. Данные для определения остаточного ресурса конкретной составной части

№ п/п	Исходные данные	Обозначение	Источник информации
1	Номинальное значение параметра	Π_n	Технологическая карта диагностирования
2	Предельное значение параметра	$\Pi_{пр}$	Технологическая карта диагностирования
3	Показатель, характеризующий закономерность изменения значений диагностического параметра	α	Техническая документация (формуляр)
4	Наработка проверяемой составной части от начала ее эксплуатации	$P_{исп}$	Техническая документация (формуляр)
5	Значение параметра, замеренное в момент контроля	Π_k	Показание средства измерения

Имея все эти данные $P_{ост}$ определяют по формуле:

$$P_{ост} = P_{исп} \left[\left(\frac{\Pi_{пр}}{\Pi_k} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (1.1)$$

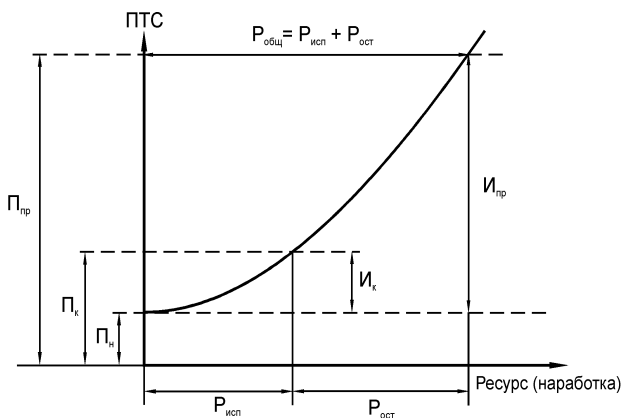


Рис. 1.10. Схема определения остаточного моторесурса

При $\alpha > 1$ и $\alpha < 1$ - зависимость значений параметров технического состояния составных частей машины от продолжительности работы (наработки) носит криволинейный характер, причем при $\alpha > 1$ - кривая

обращена выпуклостью вниз, а при $\alpha < 1$ – вверх. При $\alpha = 1$ указанная зависимость линейна.

При $\alpha = 1$ выражение (1.1) примет вид:

$$P_{ост} = P_{исп} \left(\frac{I_{пр}}{I_{к}} \right) - 1 \quad (1.2)$$

По данным ГОСНИТИ, значения α находится в пределах 0,8...2,0.

Значения $P_{пр}$, $P_{н}$, α рассчитывают заранее, их заносят в технологию диагностики технического состояния машин для использования при определении $P_{ост}$.

Таким образом, для определения остаточного ресурса какого-либо сопряжения (по формуле 1.1) необходимо измерить значение соответствующего параметра и знать наработку к моменту замера. Значения остальных показателей берут из таблиц.

Определение остаточного ресурса тракторов и установления на этой основе времени его безотказной работы позволит сократить число отказов в процессе эксплуатации и увеличить межремонтную наработку.

Прогнозирование остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации

При прогнозировании сведения о наработке отдельных составных частей машины от начала эксплуатации или от последнего капремонта иногда отсутствуют. В подобных случаях остаточный ресурс определяют по значениям параметров состояния, установленным при двукратном диагностировании и наработке между первым и вторым измерениями.

Схема прогнозирования остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации представлена на рис. 1.11.

Здесь: $P_{к}^I$ – значение параметра при первой проверке;

$P_{к}^{II}$ – значение параметра при повторной проверке;

$I_{к}^I = P_{к}^I - P_{н}$ – изменение значения параметра от начала эксплуатации до первой проверки;

$I_{к}^{II} = P_{к}^{II} - P_{н}$ – изменение значения параметра от начала эксплуатации до повторной проверки;

$I_{пр} = P_{пр} - P_{н}$ – предельное изменение значения параметра;

P_x – ресурс использованный (величина неизвестная);

$P_{исп}^I$ – ресурс, использованный за время работы между первой и второй проверками.

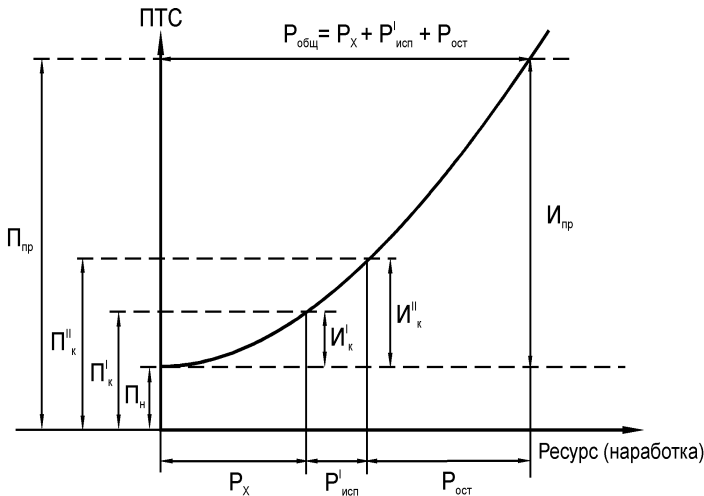


Рис. 1.11. Схема прогнозирования остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации

В этом случае $P_{ост}$ определяют по формуле:

$$P_{ост} = P_{исп}^I \left[\frac{1}{\left(\frac{I_{к}^{II}}{I_{к}^I} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1} + 1 \right] \left[\left(\frac{I_{пр}}{I_{к}^{II}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (1.3)$$

Таким образом, для определения $P_{ост}$ при неизвестной наработке с начала эксплуатации необходимо измерить значение контролируемого параметра не менее двух раз и знать наработку за время работы между этими измерениями.

2. КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЯ

Современный автомобиль – это набор сложных взаимосвязанных устройств, работоспособность которых зависит от большого числа параметров.

Компьютерная диагностика автомобиля – это комплексная проверка электронных систем автомобиля на наличие имеющихся проблем и неполадок. Диагностика позволяет оценить реальное состояние узлов, деталей и блоков управления автомобиля, а также дать оценку его технического состояния. В процессе диагностики измеряются различные характеристики, которые непосредственно влияют на работу автомобиля. Таким образом, даже незначительная на первый взгляд неисправность может вызвать целую комбинацию кодов, но в то же время ни один из них не даст ответа на вопрос о том, что же в действительности сломалось.

Компьютерная диагностика автомобиля является непростой задачей и должна проводиться высококвалифицированными специалистами с использованием новейшего диагностического оборудования. Следовательно, для установления точного диагноза требуется высокая инженерная квалификация, а также наличие довольно длительного периода времени.

2.1. Общие сведения о компьютерной диагностике автомобилей

Современные электронные системы, предназначенные для управления узлами и агрегатами автомобиля, оснащены так называемыми системами самодиагностики, которые информируют водителя о появлении некоторых неисправностей. Так, например, на приборном щитке многих автомобилей имеется многофункциональный индикатор – лампочка Check Engine (в старых моделях эту роль иногда выполняли специальные светодиоды, расположенные непосредственно на устройствах управления), которая обычно загорается при включении зажигания и гаснет через некоторое время после запуска двигателя. Если же при самодиагностике обнаружатся неисправные компоненты (из тех, что подлежат диагностике), то индикатор не погаснет. В случае возникновения некоторых неисправностей во время движения индикатор также загорается, а при однократной мелкой неисправности он может и погаснуть (сохранив ошибку в памяти для последующего считывания), но если он продолжает гореть, то не удастся избежать немедленной остановки, более глубокой диагностики и ремонта.

Компьютерная диагностика включает в себя последовательную проверку большинства систем управления, таких как: управление двигателем, автоматической трансмиссией, АБС, подушками безопасно-

сти, круиз-контролем, пневмоподвеской, иммобилайзером и т.д. В свою очередь диагностика каждой системы многоступенчата, например, при диагностике двигателя проводятся: проверка системы, управляющей двигателем, проверка топливной системы, проверка наполняемости цилиндров, анализ оборотов и пр. По результатам диагностики представляется отчет об обнаруженных ошибках и предложения по ремонту неисправностей или замене каких-либо агрегатов и узлов.

Системы диагностики на разных автомобилях могут различаться, но принцип действия всех систем схож: блоком управления считываются показания датчиков на разных режимах работы в процессе эксплуатации автомобиля (запуск, прогрев, холостой ход, разгон и торможение и т.д.). Показания датчиков бывают статическими (дискретными) или динамическими (изменяющимися во времени). Статические показания датчиков обычно определяются неким пороговым значением – импульсом определенного уровня или «переключателем» (то есть наличием или отсутствием сигнала), а динамические, как правило, передают изменения параметра и проверяются на допустимые диапазоны (верхний и/или нижний пределы). Все диагностические системы хранят и отображают статические данные – «коды ошибок» и динамические характеристики.

На дискретные показания датчиков система самодиагностики реагирует обычно только при отсутствии электрического контакта (возвращает сигнал о неисправности датчика), а изменение динамических показателей отслеживается по таблицам, хранящимся в памяти устройства управления. Впрочем, один и тот же датчик может проверяться как на электрический контакт, так и на допустимые пределы изменения. И тогда для одного устройства могут быть две ошибки: либо отсутствие сигнала, либо выход за предельные параметры.

Устройство управления может состоять из нескольких блоков: отдельно для двигателя – ECU (Engine Control Unit) или ECM (Engine Control Module), отдельно для антиблокировочной системы тормозов – ABS, отдельно для подушек безопасности – SRS (Air Bag Supplemental Restraint System), для автоматической коробки передач – А/Т (Electronic Automatic Transaxles) и т.д. Но при получении сигнала об ошибке современная система диагностики обязана ответить унифицировано:

во-первых, классифицировать неисправность по номеру (коду ошибки) и запомнить этот код в долговременной памяти;

во-вторых, предпринять корректирующие действия, предусмотренные на этот случай управляющей программой.

После этого сохраненные в памяти коды ошибок считываются специальным прибором (сканером) или вручную, при помощи определенной процедуры, которая вводит электронный блок управления в режим индикации кодов самодиагностики. После их изучения и анализа дополнительных данных принимается решение о том, что делать дальше.

Однако следует отметить, что часть параметров, определяющих состояние двигателя, остается вне зоны контроля. И даже после считывания кодов важно не только их идентифицировать, но и определить правильную причину возникновения неисправности.

Необходимо помнить, что автомобиль – это набор сложных устройств и агрегатов и что его состояние зависит от большого числа параметров. Таким образом, даже незначительная на первый взгляд неисправность может вызвать целую комбинацию кодов, но в то же время ни один из них не даст ответа на вопрос о том, что же в действительности сломалось. После чтения кода ошибки нужно выполнить дополнительные проверочные операции для того, чтобы убедиться в правильной интерпретации кода. Так, например, очень часто коды неисправностей возникают из-за того, что после тех или иных ремонтных операций на автомобиле просто забывают подсоединить разъем или повреждают электропроводку.

2.2. Стандарты в автомобильной диагностике

До 1994 года в мировой автомобильной промышленности применялись различные системы, стандарты и протоколы для диагностики, которые условно можно назвать системами семейства OBD-I (On Board Diagnostic). Процедура считывания кодов систем OBD-I напоминала азбуку Морзе: короткие импульсы (длительностью 0,2 с) обозначали единицы, а длинные (1,2 с) – десятки. Паузы между импульсами внутри одного кода составляли приблизительно 0,3 с, а сами коды (если их несколько) разделялись длинными паузами в 1,8...2 с. Коды диагностики OBD-I были двузначными (их также называют «короткими» – в отличие от «длинных» пятизначных кодов расширенной диагностики более поздних систем).

К 1995 году начали появляться так называемые расширенные системы, которые долгое время сосуществовали с прежними, но уже с 1996 года по требованиям Агентства по защите окружающей среды

Соединенных Штатов (US Environmental Protection Agency, U.S. EPA) и благодаря усилиям Ассоциации инженеров автомобилестроения (Society of Automotive Engineers, SAE) были повсеместно внедрены единые стандарты самодиагностики, протоколов обмена данными, унифицированы требования к диагностическим средствам и структуре кодов. Таким образом, начиная с этого времени все автомобили и грузовики малой грузоподъемности, произведенные для продажи в Соединенных Штатах Америки, оборудуются единой системой самодиагностики OBD-II, а с 2000 года, согласно директиве 98/69EG, все новые автомобили с бензиновыми двигателями и в Европе диагностируются только по этому стандарту. Постепенно на данную систему переходят и автомобильные производители других регионов мира. Признаком этой системы является обязательное наличие в салоне автомобиля характерного 16-контактного диагностического разъема. К сожалению, современные системы, несмотря на всеобщую стандартизацию, продолжают использовать различные протоколы для связи с модулем управления.

OBD-II-совместимый автомобиль может использовать любой из следующих протоколов: J1850 VPW, J1850 PWM, ISO 9141-2, ISO 14230-4, Keyword Protocol (KWP) 2000.

Во всех протоколах применяется импульсно-кодовая модуляция переменной или постоянной длины на основе CAN-BUS.

Однако если для считывания данных в прежней системе применялись только специальные дилерские сканеры (или неудобная процедура активизации модуля, уникальная для каждой марки), то с введением OBD-II стандарта появилась возможность пользоваться универсальными OBD-II-сканерами.

Назначение всех диагностических систем – унифицированное определение неисправностей в различных узлах и агрегатах автомобиля для принятия решения о последующем ремонте. Но если в системах семейства OBD-I было предусмотрено определение неисправностей ограниченного спектра (двигателя, подушек безопасности, тормозной системы ABS и автоматической коробки передач), то в OBD-II перечень диагностируемых узлов расширен (к перечисленному добавились также климатическая установка, иммобилайзер и различное дополнительное оборудование). Кроме того, значительно увеличилось количество диагностических кодов (их теперь более 3000). Кстати, для диагностики даже такого «механического» устройства, как термостат, на

современных автомобилях тоже используются соответствующие алгоритмы и коды ошибок.

Усложнение систем и их перенасыщенность электроникой, в свою очередь, привели к усложнению собственно методов диагностики неисправностей, а требования к техническому персоналу и к качеству применяемого диагностического оборудования значительно возросли.

2.3. Методика проведения компьютерной диагностики

Последовательность этапов компьютерной диагностики автомобилей следующая: контроль текущих параметров всех систем, чтение и обнуление кодов неполадок, проверка работоспособности механизмов, обнуление сервисных периодов, кодирование блоков управления, синхронизация иммобилайзера и ЭБУ двигателя, отладка пневматической подвески, выставление рабочих оборотов и другое.

Первоначально используются все доступные средства компьютерной диагностики и считываются не только коды ошибок, но и все цифровые данные, прямо или косвенно относящиеся к возникшей проблеме. Затем все данные должны быть дополнительно подвергнуты электрической (аналоговой) проверке. И в первую очередь необходимо тщательно проверить электрическую систему автомобиля (аккумулятор, генератор, провода и контакты), чтобы убедиться в ее полной исправности.

Далее необходимо, чтобы сканер определил проверяемую машину, то есть разрешил просмотр данных в режиме реального времени (эта функция обычно называется Data Stream — отображение потока данных). Данная функция может использоваться для проверки сигналов датчиков и других элементов систем управления в режиме реального времени. Таким образом, на дисплей сканера выводятся сигналы датчиков автомобиля и параметры системы впрыска топлива в течение некоторого времени в режимах холостого хода, а также увеличения и сброса скорости вращения вала двигателя. После этого проводится анализ полученных результатов и делаются выводы о правильности работы системы, наличии и характере неисправностей. Одним из основных преимуществ того или иного сканера в этом случае является возможность работы в режиме многоканального осциллографа, то есть получения графиков зависимости параметров не только от времени, но и от других параметров, а также исследование влияния изменения определенного параметра на тот, что выбран для анализа. И еще боль-

ше облегчает нахождение причин неисправностей возможность сравнения осциллограмм, полученных при тестировании, со стандартными осциллограммами для подобных автомобилей.

И в завершение, следует стереть из памяти контроллера коды ошибок и провести повторную инициализацию системы. При первой активации системы после стирания памяти контроллера управления (это может произойти так же и после отключения аккумулятора в процессе ремонта либо замены каких-либо узлов или деталей) потребуется процедура повторной инициализации.

Большинство автомобильных компьютеров (управляющих устройств) запоминают и хранят данные о функционировании систем автомобиля для оптимизации эксплуатационных характеристик и улучшения работоспособности. После обнуления памяти устройство управления будет использовать значения, заданные по умолчанию, до тех пор, пока не будет записана новая информация о каждом компоненте системы. В течение нескольких рабочих циклов компьютер восстанавливает оптимальные значения и запоминает их снова (устройство управления может запоминать данные о 40 или более параметрах автомобиля). В ходе стадии переобучения может наблюдаться некоторое ухудшение «поведения» автомобиля: могут возникнуть резкое или нечеткое переключение передач, низкие или нестабильные обороты холостого хода; могут появиться даже перебои в двигателе, связанные с переобогащением или, напротив, с переобеднением горючей смеси, а также, как следствие, возрастет расход топлива. Однако эти симптомы должны быстро исчезнуть после запоминания компьютером ряда циклов вождения (то есть примерно через 30-40 км).

Квалифицированная диагностика и поиск неисправности занимают подчас значительно больше времени, нежели починка.

Диагностика при помощи ПК. В качестве устройства для компьютерной диагностики применяются:

1. Стационарные мотор-тестеры – многофункциональные устройства всесторонней автомобильной диагностики, в которых OBD-II-сканер присутствует как малая часть универсальной системы газоанализа, измерения компрессии, давления топлива, разряжения во впускном коллекторе и многого другого. Естественно, стоят такие системы многие тысячи долларов, так что диагностика с их помощью – удовольствие довольно дорогое.

2. Специализированные дилерские сканеры (или так называемые универсальные дилерские приборы) – многофункциональные цифро-

вые устройства, представляющие собой комбинацию мультиметра, осциллографа и микрокомпьютера со специализированной базой (иногда на сменном картридже для конкретной модели автомобиля). Они имеют узкую специализацию по марке, модели и модификации того или иного автомобиля).

3. Компьютерные тестовые системы, которые представляют собой обычный персональный компьютер, ноутбук или карманный компьютер произвольной конфигурации с соответствующим программным обеспечением и диагностическим интерфейсом, являющемся «посредником» между автомобилем и компьютером. В таком соединительном интерфейсе стоит программируемый микроконтроллер с зашитыми протоколами обмена, так что напрямую соединить систему OBD-II с компьютером вам не удастся. Стоимость программного обеспечения вместе с интерфейсом значительно варьируется.

Компьютерная тестовая система является самой гибкой из всех перечисленных. Она позволяет считывать коды OBD-II и потоки данных в реальном времени и представлять их в интуитивно понятном виде, то есть не в численной форме, а в виде описания возможных неисправностей, в виде таблиц, а также в графическом виде, в том числе в форме многопараметрических графиков. При помощи такой системы можно проводить и виртуальные тесты: изменять вручную один из параметров и смотреть, что будет происходить с остальными. При этом в реальном времени ведется протокол, необходимый для детального анализа переходных процессов. Такие протоколы удобно сохранять в log-файлах по датам, что может пригодиться для ведения плановой диагностики: можно постепенно накапливать «историю мотора» и своевременно выявлять вероятные проблемы. Все данные можно распечатать в удобной для чтения форме, сохранить в формате MS Excel и оставить резервную копию на внешнем носителе.

OBD-II основная информация. Вместе с ростом экологического движения в начале 1990-х годов в США был принят ряд стандартов, которые ввели обязательность оснащения электронных блоков управления автомобилями (ЭБУ, ECU) системой за контролем параметров работы двигателя, имеющих прямое или косвенное отношение к составу выхлопа. Стандарты также предусмотрели протоколы считывания информации об отклонениях в экологических параметрах работы двигателя и другой диагностической информации из ЭБУ. OBD-II как раз и является системой накопления и считывания такой информации. Изначальная "экологическая направленность" OBD-II, с одной стороны,

ограничила возможности по его использованию в диагностике всего спектра неисправностей, с другой стороны, предопределила его крайне широкое распространение как в США, так и на автомобилях других рынков. В США применение системы OBD-II (и установка соответствующей колодки диагностики) обязательны с 1996 г. (требование распространяется как на автомобили, производимые в США, так и на автомобили неамериканских марок, продаваемые в США). На автомобилях Европы и Азии протоколы OBD-II применяются также с 1996 г. (на небольшом количестве марок/моделей), но особенно - с 2001 г. для автомобилей с бензиновыми двигателями (с принятием соответствующего европейского стандарта - EOBD) и с 2004 г. для автомобилей с дизельными двигателями. Тем не менее, стандарт OBD-II частично или полностью поддерживают и некоторые автомобили, выпущенные ранее 1996 (2001) годов (pre-OBD автомобили).

2.4. Режимы компьютерной диагностики

Протоколы OBD-II предоставляют диагносту ряд стандартизированных функциональных возможностей (режимов диагностики – modes):

Режим 1 – считывание текущих параметров работы системы управления (Mode 1 PID Status & Live PID Information). Всего стандартом поддерживается около 20 параметров. Однако, каждый конкретный блок управления поддерживает ограниченное количество из них (например, в зависимости от установленных датчиков кислорода). С другой стороны, некоторые автопроизводители поддерживают расширенные наборы параметров - например, некоторые автомобили концерна GM поддерживают более 100 параметров. Через систему OBD-II диагностики можно считать (основные параметры):

- режим работы системы топливной коррекции (PID 03 Fuel system status). При значении "Closed Loop" система работает в режиме обратной связи (замкнутой петли), при этом данные с датчика кислорода используются для корректировки топливоподачи. При значении "Open Loop" данные с датчика кислорода не используются для корректировки топливоподачи;

- расчетная нагрузка на двигатель (PID 04 Calculated Load);
- температура охлаждающей жидкости (PID 05 Coolant temperature);
- краткосрочная коррекция подачи топлива по банку 1/2 (PID 06/08 Short Term Fuel Trim Bank 1/2);

- долгосрочная коррекция подачи топлива по банку 1/2 (PID 07/09 Long Term Fuel Trim Bank 1/2);
- давление топлива (PID 0A Fuel pressure);
- давление во впускном коллекторе (PID 0B Manifold pressure);
- обороты двигателя (PID 0C Engine speed - RPM);
- скорость автомобиля (PID 0D Vehicle speed);
- угол опережения зажигания (PID 0E Ignition Timing Advance);
- температура всасываемого воздуха (PID 0F Intake Air Temperature);
- расход воздуха (PID 10 Air Flow);
- положение дроссельной заслонки (PID 11 Throttle position);
- режим работы системы подачи дополнительного воздуха (PID 12 Secondary Air Status);
- расположение датчиков кислорода (PID 12 Location of O2 sensors);
- данные с датчика кислорода №1/2/3/4 по банку 1/2 (PID 13-1B O2 Sensor 1/2/3/4 Bank 1/2 Volts).

Как правило, для анализа работы конкретной подсистемы системы управления двигателем, достаточно одновременно контролировать 2-3 параметра. Однако, иногда требуется одновременно просматривать и большее число. Число одновременно контролируемых параметров, а также формат их вывода (текстовый и/или графический) зависят как от возможностей конкретной программы-сканера, так и от скорости обмена информацией с блоком управления двигателем автомобиля (скорость зависит от поддерживаемого протокола). К сожалению, наиболее распространенный протокол ISO-9141 (см. ниже) является и самым медленным из всех - при работе с ним невозможно просматривать с приемлемой частотой дискретизации более 2-4 параметров.

Режим 2 – получение сохраненной фотографии текущих параметров работы системы управления на момент возникновения кодов неисправностей (Mode 2 Freeze Frame).

Режим 3 – считывание и просмотр кодов неисправностей (Mode 3 Read Diagnostic Trouble Codes (DTCs)).

Режим 4 – очистка диагностической памяти (Mode 4 Reset DTC's and Freeze Frame data) - стирание кодов неисправностей, фотографий текущих параметров, результатов тестов датчиков кислорода, результатов тестовых мониторов.

Режим 5 – считывание и просмотр результатов теста датчиков кислорода (Mode 5 O2 Sensor Monitoring Test Result).

Режим 6 – запрос последних результатов диагностики однократных тестовых мониторов (тестов, проводимых один раз в течение поездки) (Mode 6 Test results, non-continuously monitored) - эти тесты контролируют работу катализатора, системы рециркуляции выхлопных газов (EGR), системы вентиляции топливного бака.

Режим 7 – запрос результатов диагностики непрерывно действующих тестовых мониторов (тестов, выполняемых постоянно, пока выполняются условия для проведения теста) (Mode 7 Test results, continuously monitored) - эти тесты контролируют состав топливовоздушной смеси, пропуски зажигания (misfire), остальные компоненты, влияющие на выхлоп.

Режим 8 – управление исполнительными механизмами.

Режим 9 – запрос информации о диагностируемом автомобиле (Mode 9 Request vehicle information) - VIN-кода и калибровочных данных.

Режим ручного ввода команды запроса диагностической информации.

Надо учитывать, что как далеко не на каждом автомобиле блок управления поддерживает все перечисленные функции, так и не каждый диагностический сканер для OBD-II может дать диагностику возможность использовать все перечисленные режимы.

Используемые протоколы и применимость OBD-II-диагностики на автомобилях разных марок

В рамках OBD-II используются пять протоколов обмена данными - ISO 9141, ISO 14230 (также именуется KWP2000), PWM, VPW и CAN (также каждый из протоколов имеет несколько разновидностей - например, разновидности отличаются по скорости обмена информацией). В Интернете встречаются "таблицы применимости", где указываются перечни марок и моделей автомобилей и поддерживаемые ими OBD-II-протоколы. Однако, надо учитывать, что одна и та же модель с одним и тем же двигателем, одного года выпуска может быть выпущена для разных рынков с поддержкой разных протоколов диагностики (точно также протоколы могут различаться и по моделям двигателей, годам выпуска). Таким образом, отсутствие автомобиля в списках не означает, что он не поддерживает OBD-II, так же как и присутствие не означает, что поддерживает и, тем более, полностью поддерживает (возможны неточности в списке, различные модификации автомобиля и пр.). Еще сложнее судить о поддержке конкретной разновидности OBD-II-стандарта.

Общей предпосылкой для того, чтобы предположить, что автомобиль поддерживает OBD-II диагностику, является наличие 16-контактного диагностического разъема (DLC - Diagnostic Link Connector) трапецевидной формы (на подавляющем большинстве OBD-II автомобилей он находится под приборной панелью со стороны водителя; разъем может быть как открыт, так и закрыт легко снимаемой крышкой с надписью "OBD-II", "Diagnose" и т.п.). Тем не менее, это условие необходимое, но недостаточное! Также разъем OBD-II иногда устанавливается на автомобили, вообще не поддерживающие ни один из OBD-II-протоколов. В таких случаях необходимо пользоваться сканером, рассчитанным на работу с заводскими протоколами конкретной марки автомобиля - например, это касается автомобилей Opel Vectra для европейского рынка 1996-1997 гг. Для оценки применимости того или иного сканера для диагностики конкретного автомобиля необходимо определить, какой конкретно из OBD-II протоколов используется на конкретном автомобиле (если OBD-II вообще поддерживается). Для этого можно:

1. Посмотреть в технической документации непосредственно к данному автомобилю (но не в общем руководстве по данной марке/модели!). Также полезно осмотреть все идентификационные таблички на автомобиле (рис. 2.1) – возможно наличие таблички "OBD-II compliant" (поддерживает OBD-II) или "OBD-II certified" (сертифицировано на поддержку OBD-II);



Рис. 2.1. Идентификационная табличка.

2. Посмотреть в информационной базе данных, типа Mitchell-on-Demand и т.п. Однако, это также не абсолютный способ, так как база может содержать неточности, включать информацию по автомобилям,

выпущенным для другого рынка и т.п. Естественно, использование специализированных дилерских баз по отдельной марке повышает степень достоверности информации;

3. Использовать сканер, позволяющий определить, какой из OBD-II протоколов используется на машине. Также это можно попробовать сделать вручную путем последовательной смены используемых адаптеров и проверки наличия связи с ЭБУ автомобиля. Если никаких предположений по используемому протоколу нет, то начинать перебор стоит с протокола ISO как наиболее распространенного (либо с протокола, указанного для диагностируемой машины в таблице);

4. Осмотреть диагностический разъем и определить наличие выводов в нем (как правило, присутствует только часть задействованных выводов, а каждый протокол использует свои выводы разъема).

Назначение выводов ("распиновка") 16-ти контактного диагностического разъема OBD-II (стандарт J1962) (рис. 2.3):

- 02 - J1850 Bus+
- 04 - Chassis Ground
- 05 - Signal Ground
- 06 - CAN High (ISO 15765)
- 07 - ISO 9141-2 K-Line
- 10 - J1850 Bus-
- 14 - CAN Low (ISO 15765)
- 15 - ISO 9141-2 L-Line
- 16 - Battery Power (напряжение АКБ).

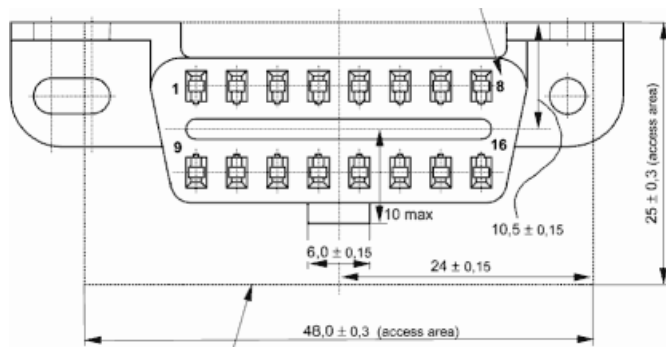


Рис. 2.2. 16-ти контактный диагностический разъем OBD-II.

Пропущенные выводы могут использоваться конкретным производителем для своих нужд.

Таким образом, имеются следующие протоколы:

- ISO-9141-2 идентифицируется наличием контакта 7 в диагностическом разъеме (K-line) и отсутствием 2 и/или 10 контактов в диагностическом разъеме. Используемые выводы - 4, 5, 7, 15 (может не быть), 16.

- SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width Modulation). Используемые выводы - 2, 4, 5, 16 (без 10).

- SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation). Используемые выводы - 2, 4, 5, 10, 16.

Протоколы PWM, VPW идентифицируются отсутствием контакта 7 (K-Line) диагностического разъема.

подавляющее большинство автомобилей используют протоколы ISO. Некоторые исключения:

- большая часть легковых автомобилей и легких грузовиков концерна GM используют протокол SAE J1850 VPW;

- большая часть автомобилей Ford использует протокол J1850 PWM.

3. КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЕЙ МУЛЬТИМАРОЧНЫМ СКАНЕРОМ GUTMANN MEGA MACS 55

3.1. Общее устройство и возможности прибора

Mega macs – это аппаратные мультимарочные сканеры для диагностики европейских и азиатских марок автомобилей, а так же автомобилей, поддерживающих диагностику по протоколам OBD-II и EOBD. Приборы серии Mega macs выполнены на базе КПК. Комплекс Gutmann mega macs 55 (Германия) представляет собой сканер для диагностики электронных систем и мотор-тестер с двухканальным осциллографом и цифровым мультиметром. Общий вид прибора показан на рисунке 3.1.

Прибор имеет железный корпус, который надежно защищает электронику от любых внешних воздействий.

На лицевой стороне расположен жидкокристаллический графический экран и клавиатура для управления и ввода информации.



Рис. 3.1. Общий вид комплекса Gutmann mega macs 55.

Программное обеспечение прибора частично русифицировано (в области программных оболочек) и содержит большую базу данных (около 40000 машин) по регулировочным данным и эталонным сигналам. Результаты диагностики можно сохранять в памяти прибора и печатать в виде отчетов для клиента.

Приборы и кабели к ним высокого качества изготовления, программное обеспечение корректное, производитель гарантирует поддержку в виде периодических обновлений (1...2 раза в год).

Экран прибора цветной. В программное обеспечение добавлена ремонтная информация по многим европейским и азиатским маркам (ремонтная база Auto Data), что позволило реализовать такие опции, как:

- список аналогов (взаимозаменяемость свечей зажигания и фильтров различных фирм)
- расположение узлов различных систем автомобиля
- нормативные значения узлов и датчиков
- электрические схемы по некоторым узлам
- технические данные (регулировочные данные)
- алгоритмы поиска неисправностей.

Алгоритм поиска неисправности построен по следующей схеме:

1. Система управления (тип: Bosch, Siemens и т.д.).
2. Проблемный случай (неисправность: не заводится, трясется и т.д.).
3. Причина (что и как проверить).

4. Вспомогательная информация (нормативные значения и практическая ремонтная информация).

Диагностируемые автомобили:

- Alfa Romeo: 33,145, 146, 155, 156, 164, 166, Spider, GTV;
- Audi: 80, 90, 100, 200, A3, A4, A6, A8, S2, S4, S6, S8, TT;
- BMW: 316-328, 518-540, 728-750, 840, 850, Z1,Z3, E28...E46;
- Citroen: Jumper, Xantia, Evasion, Xsara, ZX, XM, Saxo, AX, BX, Synergie;
- Chrysler: Grand Cherokee, Jeep Cherokee, Jeep Wrangler, PT Cruiser, 300M, Neon, Grand Voyager, Voyager, Sebring;
- Daewoo: Lanos, Nubira, Matiz, Nexia;
- Fiat: Tipo, Siena, Brava, Uno, Marea, Punto, Scudo, Fiorino, Tempa, Panda, Ducato, Bravo, Coupe, Seicento, Palio, Ulysse;
- Ford: Mondeo, Scorpio, Galaxy, Orion, Escort, Sierra, Explorer, P100, Fiesta, Focus, Cougar, KA;
- Honda: Integra, Concerto, Legend, CRX, Civic, Prelude, Accord ;
- Hyundai: Starex, Santa FE, Trajet, Coupe, XG30, Sonata, Elantra, Matrix, Accent, Atos;
- Isuzu: Trooper;
- Jaguar: Daimler, XJR, Sovereign, XJ, X-Type, S-Type, XKR, XK8;
- Lancia: Lancia Y,Lancia Y10, Dedra, Delta ,Delta II, Kappa, Lybra, Y10LX, Ypsilon, Thema;
- Mazda: E2000, Xedos 6-9, MX 3-5-6, RX-7, 121, 323, 626, 929;
- Mercedes: 123-129, 140, 170, 201-216, Gel, 110-113, 463, 638, 414, 901-904, Sprinter;
- Mitsubishi: Pajero Pinin, Galant, Pajero Sport, Carisma, Space Wagon, Space Star, Colt, Space Runner, Pajero;
- Opel: Все модели, дилерские функции;;
- Peugeot: Expert, Partner, 106, 205, 206, 306, 405, Boxer, 309, 406, 605, 806;
- Porsche: 911 Carrera, 911 GT2, 911 GT3, 911 Turbo, 986 Boxter;
- Renault: Laguna, Megane, Kangoo, Clio, Twingo, Espase, Safrane, Trafic, Master, R5, R19, R25, Rapid;
- Rover: Rover, Range Rover, Discovery, MGF;
- Nissan: Все модели, дилерские функции;
- Saab: 9-3, 9-5, (Lim, Kombi, Turbo);
- Seat: Cordoba, Ibiza, Toledo, Inca, Arosa, Alhambra;
- Subaru: Impreza, Legacy, Forester, 1800 Allrad;
- Skoda: Octavia, Filicia, Favorit, Forman, Fabia;

- Toyota: Carina, Corola, Rav4, Hiace, Camri, MR2, Land Cruiser, Celi-
ca, Starlet, Previa, Picnic, Hi-Ac;

- Volvo: 240, 440, 460, 740, 760, 850, 940, 960, S40, S70, V40, V70,
C70;

- VW: Golf 1-4 , Bora, Lupo, Passat, Caravan, Transporter, Sharan, Cal-
ifornia, Beetle, Caravelle, Caddy, Krankenwagen, Polo;

А так же все автомобили, поддерживающие диагностику по прото-
колам OBD-II / EOBD, включая CAN.

Диагностируемые системы: Engine, Automatic Transmission, ABS,
Air Bag, Automatic Air conditioner, Traction, Electronic Suspension.

Функции сканера:

- Чтение и стирание кодов неисправностей;
- Отображение параметров в реальном времени в цифровом и гра-
фическом виде;

- Запись текущих параметров;

- Проверка (активация) исполнительных механизмов;

- Сброс сервисных интервалов;

- Ввод регулировочных параметров;

- Чтение и программирование иммобилайзера;

- Проведение адаптации.

Функции осциллографа и мультиметра:

- Мультиметр цифровой с разверткой от 1сек до 500 сек по оси X,
ось Y для тока 0 - 5000 А, напряжения 0-50V для сопротивления 0 -100
кОм

- Осциллограф цифровой с разверткой от 100мксек до 500 сек по
оси X, по оси Y от -10 V до 200V, при работе в разделе "диагностика" -
"зажигание" по оси Y от -6 кВ до + 94 кВ

- Имеется режим памяти с возможностью масштабирования, изме-
рению амплитуды и длительности сигнала при помощи специальных
курсоров.

- В программном обеспечении реализованы алгоритмы для диагно-
стики: АКБ; генератора; стартера; измерения относительной компрес-
сии; зажигания; датчиков нагрузки, дроссельной заслонки и других;
дизельных систем.

- Реализованы классические тесты для проверки с нормативными и
практическими данными датчиков, оценкой результатов работоспо-
собности датчиков, испытаний в виде графиков и рекомендациями для
дальнейших действий, как подключиться и куда и какой должен быть
сигнал.

Дополнительная опция – диагностическая станция, которая включает: передвижная стойка с манометром для измерения давления бензина, вакуумметром с управляемым вакуумным насосом, регулировочным вентилем, выдвижным ящиком с принтером DIN A4, цветным монитором 15", закрывающимся боковым отсеком для кабелей с несколькими крючками, выдвижным ящиком для адаптеров и др. принадлежностей, дополнительным большим выдвижным ящиком для папок, документации и т.д., автоматическим устройством сматывания сетевого кабеля, блоком питания 220 В.

На рис. 3.2 показан вид задней панели прибора и расположение гнезд/разъемов.

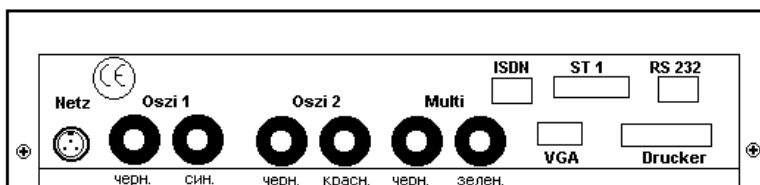


Рис. 3.2. Вид задней панели прибора: Netz (питание) – 12 V от сетевого блока питания или АКБ автомобиля; Oszi 1 – измерительный кабель, канал 1 осциллоскопа; Oszi 2 – измерительный кабель, канал 2 осциллоскопа; Multi – измерительный кабель Multimeter (измерение напряжения, сопротивления, частоты); ST 1 – соединение с диагностическим разъемом – токовой щангой; RS 232 – разъем для подключения модема; VGA – разъем для дополнительного монитора; Drucker – разъем для подключения матричного принтера; ISDN – гнездо для подключения к розетке ISDN (для передачи данных); ISDN/ RS 232 – разъемы для подключения rocket comраа (опция).

Для подключения питания (стационарное подключение) штексель сетевого шнура поставляемого в комплекте блока питания 220 V включается в розетку сетевого напряжения. Трехполосный штекер вставляется в гнездо «Netz».

Для использования прибора в движении он должен запитываться от аккумуляторной батареи автомобиля с помощью входящего в комплект кабеля 12 V (при подключении через OBD-разъем – напряжение питания через этот штекер).

Для подключения питания (стационарное подключение) штексель сетевого шнура поставляемого в комплекте блока питания 220 V включается в розетку сетевого напряжения. Трехполосный штекер вставляется в гнездо «Netz».

Для использования прибора в движении он должен запитываться от аккумуляторной батареи автомобиля с помощью входящего в комплект кабеля 12 V (при подключении через OBD-разъем – напряжение питания через этот штекер).

3.2. Работа со сканером Gutmann mega macs 55

После того, как было подключено питание и все остальные провода дополнительных приборов, нажимаем клавишу EIN/AUS (Вкл./Выкл.). Таким образом система запускается. Примерно через 15 сек. на экране mega macs появится главное меню (рис. 3.3).

Вверху, в рамке дается краткое пояснение к выбранному пункту меню. Выбранный пункт меню распознается по инвертированному шрифту (светлые буквы на темном фоне блок-курсора). Курсор можно перемещать вверх/вниз с помощью клавиш ↑ ↓.

При нажатии клавиши F1 (Помощь) мы получаем разъяснения к каждому пункту меню относительно того, какие возможности нам здесь даны.

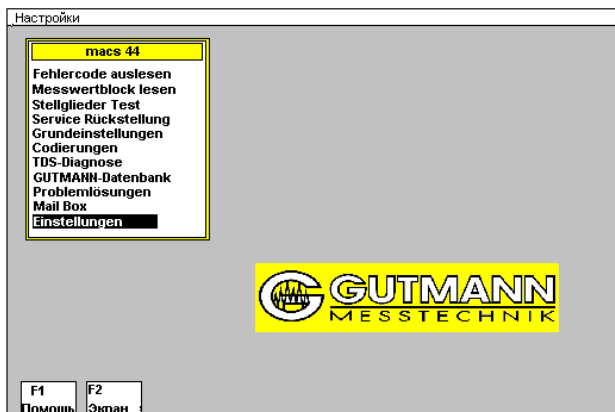


Рис. 3.3. Вид главного меню прибора.

После нажатия клавиши F2 (Эcran) мы получаем возможность настроить яркость/контрастность изображения на дисплее, напрямую выйти в Mailbox. После выбора желаемого пункта нажимаем ENTER, и переходим в подменю.

Чтобы попасть в следующее меню, необходимо после выбора необходимого пункта подтвердить свой выбор клавишей ENTER. Возврат в предыдущее меню возможен при помощи клавиш ESC или Отмена. В каждом меню в нижней части экрана высвечивается панель функциональных клавиш F (рис. 3.4).

F1 Помощь	F2 Разное	F3 Поиск	F4 Код. Нг	F5 Печать	F6 ТехИнфд	F7 Ч_Исто	F8 Читать	Enter Старт	<< Отмена
--------------	--------------	-------------	---------------	--------------	---------------	--------------	--------------	----------------	--------------

Рис. 3.4. Панель функциональных клавиш.

Обозначения и функции клавиш следующие:

F1 – помощь к почти всем пунктам меню;

F2 – настройка дисплея, Mailbox, списки аналогов, сеть ASA;

F3 – поиск информации во всех меню;

F4 – продолжение поиска информация об ЭБУ после считывания кодов;

F5 – распечатка всех выдаваемых данных;

F6 – стирание кодов ошибок, тестирование исполнительных узлов;

F7 – чтение истории о ранее обслуживавшихся автомобилях;

F8 – считывание кодов неисправностей;

В таких пунктах меню как «Коды неисправностей», «Параметры», «Исполнительные узлы», «Технические данные», «Расположение узлов», «Дооснащение КАТ» – где данные зависят от специфики автомобиля, открывается окно со списком марок автомобилей (рис. 3.5).

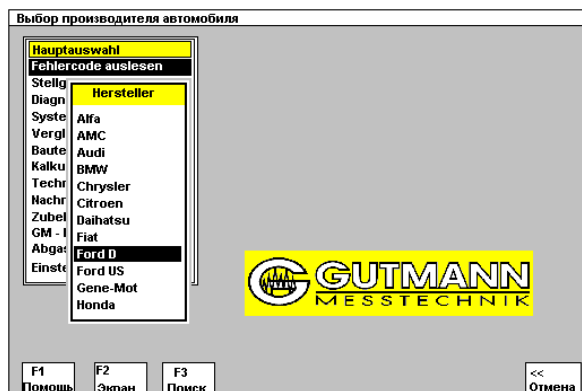


Рис. 3.5. Меню выбора марки автомобиля.

Выбор марки автомобиля производится с помощью клавиш со стрелками $\uparrow \downarrow$ (вверх/вниз) или посредством ввода начальных букв названия (напр., «F» для Ford). После выбора марки автомобиля и подтверждения с помощью ENTER появляется подменю для выбора модели автомобиля (рис. 3.6).

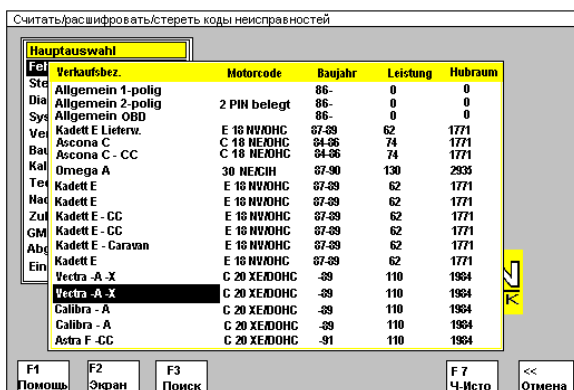


Рис. 3.6. Меню выбора модели автомобиля.

Выбор модели автомобиля можно так же осуществить с помощью клавиши F3 «Поиск». Открывается окно поиска, в которое можно вписать название автомобиля. Можно искать также по коду, мощности или объему двигателя. Для этого с помощью клавиш $\leftarrow \rightarrow$ (влево / вправо) наводим курсор на соответствующую колонку и затем, после подтверждения выбора клавишей F3, вводим, например, код двигателя. С помощью F7 можем открыть окно, в котором сохраняется список протестированных автомобилей с возникавшими у них неисправностями. После выбора номерного знака или идентификационного кода можем почитать историю автомобиля. С помощью F1 можем получить помощь к соответствующей позиции меню.

Теперь открываем подменю (рис. 3.7) для выбора той системы в данном автомобиле, которую необходимо протестировать. Выбор осуществляется клавишами со стрелками $\uparrow \downarrow$.

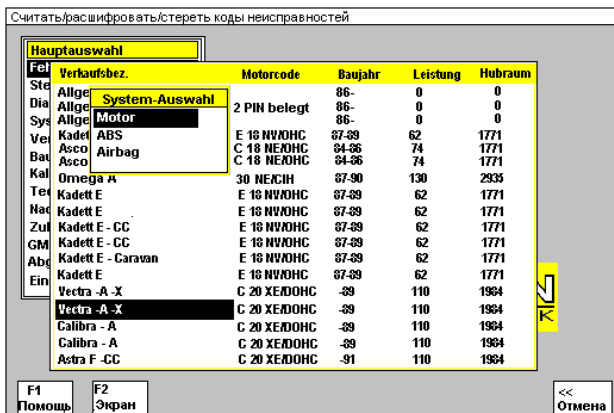


Рис. 3.7. Вид подменю выбора системы автомобиля.

Если в этом автомобиле устанавливаются ЦУУ (ЭБУ) различных типов, то появляется окно для выбора соответствующей системы (рис. 3.8), опять же при помощи клавиш со стрелками $\uparrow \downarrow$. После выбора и подтверждения клавишей ENTER на экране появляется изображение моторного отсека выбранного автомобиля.

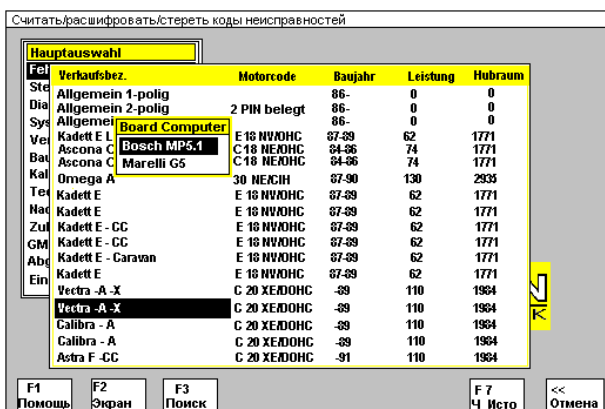


Рис. 3.8. Вид подменю выбора системы автомобиля с ЦУУ (ЭБУ).

После выбора системы автомобиля производим ее диагностику с определением кодов неисправностей.

Теперь, если прибор подключен правильно, слева сверху появится сообщение о сохранившихся в памяти кодах неисправности. Для расшифровки переводим курсор A (рис. 3.9) с помощью клавиши со стрелкой ←, в поле выданной информации о неисправностях. Клавишами со стрелками ↑ ↓ наводим курсор на желаемый код. После нажатия клавиши ENTER появляется текст (расшифровка) с возможными пояснениями и рекомендациями по ремонту. С помощью курсора B (клавиши ↑ ↓) можно просматривать весь текст. Чтобы расшифровать следующий код, переводим курсор с текста на него при помощи клавиши со стрелкой ← и снова нажимаем ENTER.

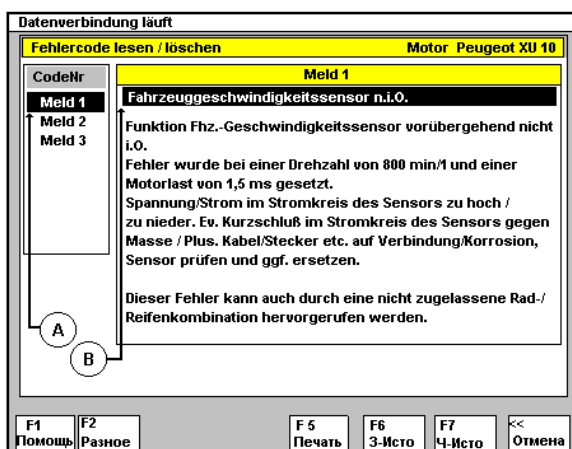


Рис. 3.9. Расшифровка кодов неисправностей.

Структура текстов для кодов неисправностей:

1. Показывает кодовый номер и заглавное описание неисправности.
2. Основная причина неисправности.
3. Более подробное описание нарушения; напр.: достигнута граница регулирования, обрыв, короткое замыкание и т.д.
4. Информация о том, при каких условиях возникло нарушение. Эта информация, в зависимости от системы, определяется и выдается блоком управления. Она служит в качестве дополнения или уточнения к пункту 3.
5. Пояснение касательно функции или задачи, которую должен выполнять тот или иной компонент.

6. Информация и подсказки к коду неисправности.
7. Важная информация для принятия во внимание.
8. Начало общей информации для диагностики. Эта информация касается любых автомобилей. При этом каждый отдельный пункт следует рассматривать, учитывая специфику конкретного автомобиля.
9. Указания на последствия или симптомы, которые могут быть вызваны данным нарушением (сбоем).
10. Помощь для поиска неисправности (возможные причины).
11. Эти 3 стрелки указывают на возможность прямого перехода в режим измерений.
12. Сокращенные обозначения к рекомендованной диагностике.
13. Фото вышедшего из строя компонента(-ов).
14. Текст к фото (рисунку).
15. Конец текста к коду неисправности.

После считывания кодов неисправностей считывание параметров из ЭБУ должно иметь абсолютный приоритет перед другими рабочими этапами для диагностики неисправности. Параметры отображаются в цифрах и графиках. Их можно также записать и сохранить в архивной памяти.

Для облегчения быстрой диагностики автомобиля заложенные в программе параметры различных систем были разбиты на группы. Эти группы указывают на основную функцию, возможную проблему в системе или компонент и содержат параметры, необходимые для соответствующей диагностики. Количество групп параметров и параметров зависит от конкретного автомобиля и его оснащения.

В группу «Все параметры» включены все имеющиеся для выбранной системы параметры. Здесь выбор необходимых для диагностики параметров может быть при определенных обстоятельствах довольно трудным, так как в списке может иметься до 300 параметров и больше.

Порядок действий:

- запустить считывание параметров, F8;
- открыть окно выбора группы параметров, F6;
- выбрать группу параметров, \uparrow , \downarrow , \leftarrow , \rightarrow ;
- выбор параметров.

Одновременно можно выбрать до 8 параметров, а минимум – 1 параметр.

Активируемые кнопкой ENTER параметры помечаются значком \surd . Клавишей F7 можно удалить все метки сразу. Количество свободных еще каналов (мест) для вывода параметров указывается рядом с назва-

нием группы параметров (цифра 4 означает, что можно выбрать еще 4 параметра). Параметры, отмеченные значком #, не поддерживаются ЭБУ.

После выбора параметров следует выйти из этого окна, нажав клавишу <<. После установления связи с ЭБУ идет выдача текущих параметров. Количество дополнительной информации зависит от модели автомобиля и самих параметров. В активном режиме считывания размер графиков зависит от числа отображаемых параметров.

На рисунке 3.10 представлен пример представления параметров работы двигателя автомобиля Peugeot.

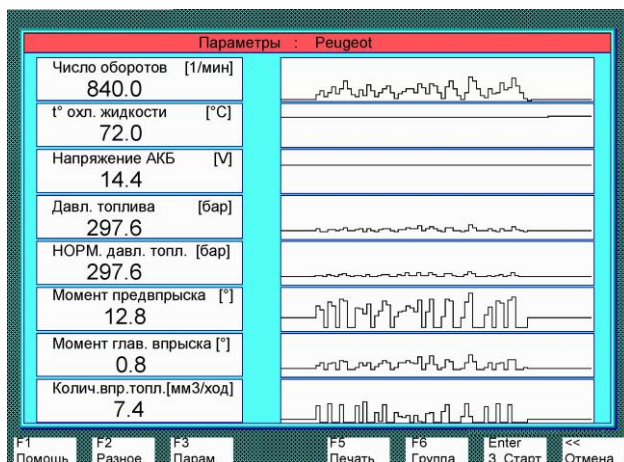


Рис. 3.10. Параметры работы двигателя.

Недостовверные фактические значения. Может случиться так, что в редких случаях из-за пересечения каналов некоторые параметры могут показываться неверно. В этом случае следует выбирать параметры с одинаковым номером блока. Также может быть, что параметры, имеющиеся в списке, не поддерживаются автомобилем. Обычно в таком случае после установления связи появляется окно с соответствующим указанием на определенный параметр, или это можно определить по явно неверным показаниям либо по отсутствию вообще каких-либо показаний.

Комбинация параметров различных групп. Распределение (отнесение) параметров по отдельным группам было осуществлено на основе

практического опыта и теоретических знаний. Если один из поддерживаемых автомобилем параметров не отнесен к выбранной группе, но является необходимым для диагностики неисправности, то можно скомбинировать параметры из двух разных групп. Все поддерживаемые системой параметры заложены в группе «Все параметры». Поэтому все группы рекомендуется комбинировать только с группой «Все параметры».

3.3. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы – это изучить стандарты и методику проведения компьютерной диагностики автомобилей на базе мультимарочного сканера Gutmann mega macs 55.

Применяемое оборудование: мультимарочный сканер Gutmann mega macs 55.

Порядок проведения проверки включает: подключение прибора к диагностическому разъему автомобиля; идентификация автомобиля; считывание кодов неисправностей; расшифровка и анализ неисправности; принятие решения о методе устранения.

3.4. Оценка результатов измерений и отчет о выполненной работе.

Дата и время проведения диагностирования: _____

Таблица 3.1. Результаты проверки автомобиля

№ п.п.	Марка, модель и год выпуска машины	Диагностируемый компонент или система	Результаты диагностирования		Причина неисправности и возможные методы устранения
			Код неисправности	Расшифровка кода неисправности	
1					
2					
3					

3.5. Контрольные вопросы

1. Какие стандарты применяются в компьютерной диагностике автомобилей?

2. Какие системы автомобиля можно продиагностировать с помощью компьютерной диагностики?
3. Устройства, применяемые в компьютерной диагностике.
4. Назовите основные режимы компьютерной диагностики.
5. Изложите порядок диагностики на мультимарочном сканере Gutmann mega macs 55.

4. ПРОВЕРКА ДЫМНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

4.1. Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания

Особенности организации процессов горения топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) обуславливают образование вредных веществ, выбрасываемых вместе с отработавшими газами (ОГ) в окружающую среду, оказывающих вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей. В ОГ дизельных ДВС концентрации оксидов углерода и углеводородов значительно ниже, чем у бензиновых, однако дизеля в больших количествах выбрасывают оксиды азота и твердые частицы (в основном сажу).

В идеальном случае при полном сгорании углеводородного топлива должны были бы образовываться только продукты полного сгорания топлива: диоксид углерода CO_2 и вода H_2O .

Практически же вследствие физико-химических процессов в цилиндрах двигателя действительный состав ОГ очень сложный и включает более 1000 токсичных соединений, большую часть из которых представляют различные углеводороды. Ввиду такого многообразия и сложности идентификации отдельных соединений к рассмотрению обычно принимаются наиболее представительные компоненты или их группы (табл. 4.1).

Вредных выбросов у бензиновых ДВС в расчете на единицу полезной работы больше, чем у дизелей, в 2...4 раза по массе и в 1,5...2 раза по эквивалентной токсичности. Как видно из табл. 4.1, состав ОГ рассматриваемых типов ДВС существенно различается прежде всего по концентрации продуктов неполного сгорания – оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и сажи. Различие в составе ОГ бензиновых и дизельных ДВС объясняется большим коэффициентом избытка воздуха у дизелей и лучшим распыливанием топлива.

Таблица 4.1. Ориентировочный состав отработавших газов карбюраторных и дизельных двигателей

Компонент	Концентрация по объему, %		Примечание
	Бензиновый двигатель	Дизель	
N ₂	74...77	74...78	Нетоксичный
O ₂	0,3...8	2...18	Нетоксичный
Водяной пар	3...13,5	0,5...10	Нетоксичный
CO ₂	5...13	1...12	Малотоксичный
CO	0,1...12	0,005...0,4	Токсичный
NO _x	0,01...0,8	0,004...0,5	Токсичный
C _n H _m	0,2...3	0,009...0,5	Токсичный
RCNO	0...0,2	0,001...0,015	Токсичный
SO _x , мг/м ³	0...0,003	0...0,015	Токсичный
Соед. свинца, мг/м ³	0...60	–	Токсичный
С (сажа), г/м ³	0...0,1	0,01...2	Токсичный
Бенз(α)пирен, мкг/м ³	0...25	0...10	Токсичный

Однако дизельные ДВС характеризуются высокой дымностью ОГ. Значение дымности ОГ зависит от содержания в них различных веществ: паров воды, несгоревших частиц масла и топлива, твёрдых частиц. Белый дым характерен холодному пуску и малым нагрузкам двигателя. Он содержит в основном углеводороды и водяные пары. Черный дым наблюдается при больших нагрузках двигателя и содержит твёрдые частицы, в основном сажу. Наличие сажи объясняется тем, что, несмотря на сравнительно большой избыток воздуха в камере сгорания дизеля, происходит местное переобогащение смеси в различных участках объема камеры. Это способствует образованию частиц сажи, которые в основном сгорают в цилиндре дизеля, однако около 1% этих частиц выбрасывается в атмосферу.

Токсичные вещества двигателей составляют 0,02...1% объема ОГ, в который входят вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота), а также продукты неполного сгорания топлива (несгоревшие углеводороды, окись углерода, спирты, кетоны, кислоты, перекиси, сернистый ангидрид, частицы сажи, продукты конденсации и полимеризации). Кроме продуктов сгорания топлива, в ОГ двигателей также присутствуют продукты сгорания смазочного масла, вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу, а также твёрдые частицы, в частности в ОГ найдены многочисленные элементы из материала конструкции двигателя (Fe, Ni, Cu, Cn, Cr).

Сущность явления токсичности определяется количественной характеристикой взаимоотношений между химическими компонентами внешней среды и организмом человека. Токсичность веществ — это мера несовместимости веществ с жизнью организма. Опасность вещества — это вероятность возникновения и развития отравления в реальных условиях.

Доказано, что продукты сгорания топлива накапливаются в воде, растениях, на сооружениях, в почве. В воздухе они могут превращаться в другие, более токсичные, чем исходные продукты.

При высоком содержании в малоподвижной и влажной атмосфере NO_2 , O_3 и C_nH_m возникает туман коричневого цвета, который получил название "смог". Смог является смесью жидких и газообразных компонентов, он раздражает глаза и слизистые оболочки, ухудшает видимость на дорогах.

Рассмотрим воздействие отдельных компонентов ОГ на человека.

Оксиды азота (NO_x). Из известных 10 различных по составу оксидов 95...98% приходится на NO , 2...5% — на NO_2 . NO — бесцветный газ, очень плохо растворимый в воде, окисляется до NO_2 — газа красновато-бурого цвета с характерным запахом (плотность по воздуху 1,58). Оксиды азота, взаимодействуя с парами воды в воздухе, образуют азотную кислоту, разрушающую легочную ткань и вызывающую хронические заболевания. Концентрация NO_x в воздухе, равная 0,0001...0,0003%, воспринимается по запаху, 0,0013% — раздражает слизистую оболочку носа и глаз, 0,004.. 0,008% — приводит к отеку легких. Оксиды азота вызывают необратимые изменения в сердечно-сосудистой и нервной системах, в соединении с углеводородами образуют токсичные нитроолефины. Воздействие NO_x на организм человека ничем не нейтрализуется.

Оксид углерода CO . Бесцветный газ без запаха и вкуса, очень плохо растворим в воде, плотность по воздуху 0,97, горюч, с воздухом образует взрывчатые смеси, значительно активнее кислорода в соединении с гемоглобином крови (более чем в 200 раз). Вытесняя кислород из крови, нарушает перенос кислорода от легких к тканям. При этом наступает кислородное голодание, удушье. Если концентрация CO мала, то появляются субъективные ощущения: голова становится «тяжелой», сильная боль во лбу, висках, в глазах — «туман», в висках — ощущение пульсации. В дальнейшем — головокружение, шум в ушах, чувство слабости, рвота, учащается пульс, равнодушие, сонливость и потеря сознания.

Воздействие СО зависит от ее концентрации в воздухе: при концентрации 0,01% при длительном пребывании наступает хроническое отравление; 0,05% – слабое отравление через 1 ч; 1 % — потеря сознания через несколько вдохов. Следует особое внимание уделять концентрации около 0,01%, характерной для работы водителей в помещениях с ограниченным воздухообменом.

Углеводороды C_nH_m . Многочисленная группа соединений, из которых наибольшую опасность представляют канцерогенные ПАУ (полициклические ароматические углеводороды), включая бенз(α)пирен (БП) $C_{20}H_{12}$. Ароматические углеводороды обладают сильными отравляющими свойствами, воздействуют на процессы кроветворения, деятельность центральной нервной и мышечной системы. Некоторые ПАУ относятся к так называемым канцерогенным веществам, они не выводятся из организма человека, а со временем накапливаются в нем, способствуя образованию злокачественных опухолей.

Альдегиды (формальдегид, акролеин) вредно действуют на нервную систему и органы дыхания человека. Сильное раздражение слизистых оболочек носа и глаз наступает при концентрации формальдегида 0,18%. Акролеин более ядовит и уже при концентрации 0,002% вызывает сильное раздражение слизистых оболочек.

Бенз(α)пирен — кристаллическое вещество, сходное с нафталином. Непосредственный контакт канцерогенных веществ с живой тканью при постепенном накоплении до критических концентраций приводят к образованию злокачественных опухолей.

Сажа (С). Сажа представляет, собой твердый продукт, состоящий в основном из углерода. Кроме углерода в саже содержится 1...3% (по массе) водорода.

Частицы сажи засоряют дыхательные пути, вызывают хронические заболевания носоглотки и легких. Относительно крупные частицы сажи размером более 10 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях и легко выводятся из организма, мелкие (0,1...10,0 мкм) задерживаются в легких и вызывают аллергию дыхательных путей. Но главные токсичные свойства сажи обусловлены не углеродом, а присутствием на ней адсорбированных канцерогенных ПАУ.

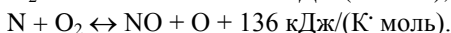
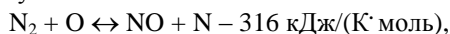
Установлено, что в кабинах автомобилей и тракторов концентрация вредных веществ может в несколько раз превышать предельно допустимые нормы и отрицательно сказываться на здоровье работающих. Загрязнения отрицательно сказываются на продуктивности животно-

водства, урожайности сельскохозяйственных культур, качестве продукции.

До недавнего времени считалось, что бензиновые двигатели более токсичны, чем дизельные, однако применение неэтилированных бензинов и микропроцессорной техники, регулирующей подачу топлива, позволило значительно снизить выброс токсичных веществ и повысить их экономичность.

Сгорание топлива в цилиндрах ДВС сопровождается образованием большого количества различных токсичных веществ, которые состоят из продуктов неполного сгорания и термического разложения углеводородов топлива, оксидов азота, соединений серы и свинца.

Оксиды азота. Если температура в цилиндре превышает 1500 К, то азот и кислород воздуха вступают в химическое взаимодействие по цепному механизму:



Определяющей является верхняя реакция, скорость которой зависит от концентрации атомарного кислорода. При сгорании в цилиндрах ДВС образуется главным образом оксид азота NO.

В двигателе с искровым зажиганием окисление азота и образование NO происходит за фронтом пламени в зоне продуктов сгорания, где в результате Махе-эффекта достигаются наивысшие температуры. *(Примечание: продукты сгорания первых порций смеси, расположенных вблизи свечи зажигания, подвергаются адиабатному сжатию в результате повышения давления при сгорании остальной массы смеси. Вследствие этого в начальной зоне горения имеют место повышенные значения температуры по сравнению с их значениями в остальной массе заряда. Это различие температур в камере сгорания двигателя с искровым зажиганием называется «Махе-Эффектом»).* Образование NO сильно увеличивается с ростом температуры газов и концентрации кислорода.

При сгорании в дизеле образование NO определяется локальным составом смеси и температурой. Наибольшее количество NO образуется в тех зонах заряда дизеля, которые сгорают первыми и имеют наибольшее время пребывания при температуре выше 2200 К.

С другой стороны, выход NO зависит от скорости охлаждения продуктов сгорания. Установлено, что при $\alpha > 1$ (α – коэффициент избытка воздуха) в процессе расширения, когда температура газов в цилиндре уменьшается, концентрация оксида азота не снижается до равно-

весной, а остается на уровне максимальной, т.е. имеет место так называемая "закалка". При работе двигателя с искровым зажиганием при $\alpha < 1$ "закалка" не наблюдается. Поэтому при работе на бедных смесях выход NO определяется максимальной температурой, т.е. кинетикой образования оксида азота. При $\alpha < 1$ образование NO практически перестает зависеть от максимальной температуры и определяется кинетикой разложения. Вне цилиндра двигателя (в выпускной системе и в атмосфере) NO окисляется до NO₂ (диоксид азота), токсичность которого значительно больше.

Оксид углерода. Оксид углерода образуется во время сгорания при недостатке кислорода, в ходе холоднопламенных реакций в дизелях или при диссоциации CO₂ (главным образом в двигателях с искровым зажиганием). Так как при нормальной эксплуатации концентрация CO в дизелях невелика (не более 0,1-0,2%), то более характерно образование и сгорание CO в карбюраторном двигателе.

В двигателях с искровым зажиганием основное влияние на образование CO оказывает состав смеси: чем она богаче, тем выше концентрация CO.

Значительное количество CO образуется в режимах холостого хода и максимальной мощности, когда коэффициент избытка воздуха находится в пределах 0,5...0,9.

Углеводороды. Углеводороды состоят из исходных или распавшихся молекул топлива, которые не принимали участия в сгорании. Углеводороды появляются в ОГ вследствие гашения пламени вблизи относительно холодных стенок камеры сгорания, в "защемленных" объемах, находящихся в вытеснителях и в зазоре между поршнем и цилиндром над верхним компрессионным кольцом.

В дизелях углеводороды образуются в переобогащенных зонах, где происходит пиролиз молекул топлива (распад молекул топлива под действием высоких температур при отсутствии химических реагентов). Если в процессе расширения в эти зоны не поступит достаточное количество кислорода, то C_nH_m окажется в составе ОГ. Углеводороды могут выбрасываться в атмосферу вследствие пропусков воспламенения, негерметичности выпускного клапана или системы вентиляции картера, а также из-за испарения бензина в топливном баке и карбюраторе.

В ряде работ утверждается, что значительная часть C_nH_m выбрасывается в результате того, что на тактах впуска и сжатия горючей смеси пары топлива поглощаются масляной пленкой на стенках цилиндра

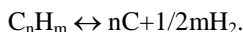
(абсорбция). На такте расширения парциальное давление паров топлива в заряде снижается практически до нуля и происходит их выделение из пленки (десорбция).

Аналогичный эффект вызывается также нагаром на поверхности камеры сгорания.

Количество различных индивидуальных углеводородов, входящих в эту группу токсичных веществ, превышает 200. В тех концентрациях, в которых C_nH_m содержится в воздухе даже в зонах с самым интенсивным движением автотранспорта, они не приносят значительного вреда здоровью человека, однако, могут вызывать реакции, которые ведут к образованию соединений, вредных даже при незначительной концентрации. Так, углеводороды под действием солнечных лучей могут взаимодействовать с оксидами азота, образуя биологически активные вещества, которые раздражающе действуют на органы дыхательных путей и вызывают появление так называемого смога.

Особое значение имеют выбросы бензола, толуола, ПАУ и в первую очередь бенз(α)пирена. Эта группа высокотоксичных веществ образуется в результате пиролиза (разложения) легких и средних фракций топлива при температуре 600...700 К. Такие условия возникают во время рабочего хода в цилиндре вблизи его холодных поверхностей при наличии там несгоревших углеводородов. Количество ПАУ в ОГ тем больше, чем выше концентрация в топливе бензола.

Сажа. Сажа образуется при температуре выше 1500 К в результате объемного процесса термического разложения (пиролиза) топлива при сильном недостатке кислорода. Формально реакция пиролиза выражается уравнением:



Начало образования сажи имеет место при α меньше 0,3...0,7 и зависит от температуры и давления газов, а также от вида топлива. При одинаковом количестве атомов углерода по степени увеличения склонности к образованию сажи углеводороды располагаются следующим образом: парафины, олефины, ароматики.

При сгорании в двигателях с искровым зажиганием, концентрационные пределы воспламенения смеси не совпадают с указанными пределами начала образования сажи. Поэтому содержание сажи в ОГ двигателей с искровым зажиганием незначительно.

В дизелях вследствие неоднородности состава смеси в цилиндрах преобладает так называемое диффузионное сгорание, при котором скорость горения в основном лимитируется не скоростью химических

реакций, а скоростью смешения (диффузии) паров топлива в воздух. В результате этого в цилиндре дизеля имеют место зоны с богатой, стехиометрической и бедной смесью.

При диффузионном сгорании в дизелях к зонам пламени ($\alpha = 1,0$) с высокой температурой примыкают зоны с богатой смесью, где при диффузионном догорании и малом доступе кислорода создаются благоприятные для пиролиза условия. Большая часть частиц сажи имеет размеры 0,4...5 мкм. Концентрация частиц сажи в ОГ зависит и от выгорания ее в процессе расширения, когда к частицам поступает кислород. Таким образом, выброс сажи из цилиндра дизеля зависит как от ее образования при диффузионном сгорании, так и от выгорания в процессе расширения. Наличие сажи в ОГ обуславливает черный дым на выпуске. Сажа представляет собой механический загрязнитель носоглотки и легких. Однако большая опасность связана со свойством сажи накапливать (адсорбировать) на поверхности своих частиц канцерогенные вещества и служить их переносчиком.

Сажа - не единственное твердое вещество, содержащееся в ОГ. Другие твердые вещества образуются из содержащейся в дизтопливе серы, а также в виде аэрозолей масла и несгоревшего топлива. Кроме того, в ОГ могут находиться продукты износа цилиндра. Все вещества, которые оседают на специальном фильтре при прохождении через него ОГ, получили общее название – «частицы».

Содержание в ОГ продуктов неполного сгорания (CO , C_nH_m и сажи) нежелательно не только из-за их токсичности, но и потому, что при неполном сгорании топлива не выделяется часть теплоты, что приводит к ухудшению экономических показателей двигателя.

Для контроля содержания в ОГ вредных компонентов выпускают анализаторы, основанные на оптических методах анализа.

Принцип их действия заключается в избирательном поглощении компонентами отработавших газов лучистой радиации в инфракрасной, ультрафиолетовой или видимой областях спектра. Концентрация компонента определяется пропорционально степени поглощения лучистой радиации.

Для определения содержания в ОГ оксидов азота, оксида углерода и углеводородов выпускаются газоанализаторы ГИАМ-27-02(04), ГАИ-1, ГЛ-1121, основанные на прямом поглощении инфракрасного (ИК) излучения пробой исследуемого газа. Трубка пробозаборника устанавливается в выхлопную трубу автомобиля с прогретым двигателем.

лем. Отработавшие газы просасываются через фильтры и поступают в рабочую кювету оптического блока.

Для непрерывного измерения концентрации CO , CO_2 , C_nH_m , NO_x в отработавших газах выпускаются газоаналитические системы АСГА-Т, «ENERAC-2000».

Разработано несколько методов определения дымности ОГ, которые основаны на степени поглощения светового потока столбом газа заданной длины (СИДА-107 «Атлас», «Хартридж», «Вольво») либо фильтрации определенного объема ОГ с последующим определением степени отражения света поверхностью фильтра, покрытого сажей (ИД-1, «Бош», «ENERAC-2000»).

Для определения частиц при сертификационных испытаниях применяется так называемый разбавительный туннель.

Отработавшие газы из дизеля направляются в туннель, одна сторона которого через воздушный фильтр связана с атмосферой, а другая подсоединена к пробоотборнику постоянного объема. Разбавление ОГ воздухом с температурой 20...30°C делается для того, чтобы избежать конденсации водяных паров, содержащихся в ОГ до отбора пробы, направляемой к фильтру. Из туннеля отобранная проба ОГ при постоянном расходе прокачивается через специальный стандартный фильтр, температура на входе в него должна быть не выше 52°C, чтобы смоделировать конденсацию. Фильтрующий элемент взвешивается с высокой точностью до и после отбора пробы. По разности показаний весов определяется содержание частиц в пробе. После учета соотношения расходов через туннель и фильтр определяется общий выброс частиц. Таким образом, частицами называются все вещества, улавливаемые стандартным фильтрующим элементом.

Уменьшение токсичности ОГ достигается в результате законодательного ограничения выброса вредных веществ. С этой целью разработаны стандарты и правила, устанавливающие предельно допустимые нормы выброса CO , CH и NO_x . Кроме того, для дизелей установлены нормы на допустимую дымность ОГ. В последнее время от нормирования дымности ОГ многие страны перешли к нормированию частиц. Нормы на допустимые токсичные выбросы с ОГ устанавливаются из условий обеспечения санитарных норм на предельно допустимые концентрации токсичных веществ в атмосфере на улицах городов с интенсивным движением автомобилей. С ростом автомобильного парка вводятся все более жесткие нормы. Для того, чтобы заводы могли свое-

временно разрабатывать мероприятия, требующиеся для выполнения законодательных норм, они публикуются заблаговременно.

Нормирование токсичности ОГ является главным стимулом к созданию тракторов и автомобилей с требуемыми экологическими показателями.

Впервые нормирование токсичности ОГ и картерных газов было введено в 1959 г. в штате Калифорния США. В 1968 г. в США был утвержден Государственный (федеральный) стандарт, основой которого явился Калифорнийский стандарт.

С 1970 г. Европейской Экономической комиссией ООН рекомендованы единые для государств Европы Правила оценки токсичности ОГ и картерных газов (Правила №15 и №49).

С 2000 г. в странах Европейского экономического сообщества должны выполняться Правила №83.03, Правила №49 и Правила №24

В нашей стране нормирование токсичности ОГ началось в 1970 г. (ГОСТ 16533-70).

В настоящее время существуют разные стандарты, разработанные для США, Европы и Японии, представляющих собой регионы с наиболее жестким нормированием выбросов. Эти стандарты постоянно совершенствуются, а нормы становятся все более жесткими. При этом сформировалась четкая тенденция приближения европейских стандартов к стандартам США, а наши стандарты уже сейчас во многом идентичны Правилам №83.03 ЕЭК ООН, предусматривающим пять типов испытаний.

В таблице 9.1 приведены европейские нормы на выбросы токсичных веществ и дымности ОГ согласно «Правил ЕЭК ООН» № 49 и "ESC/ELR" с перспективой до 2010 года. Для сравнения в таблице 4.2 указаны нормы согласно ОСТ 37.001.234–81 и фактические выбросы отечественных автомобилей КамАЗ и МАЗ согласно приведенных замеров.

Снижение токсичности ОГ до допустимых пределов представляет собой сложную научно-техническую задачу, при решении которой большое значение имеет стоимость тех или иных мероприятий, а также необходимость обеспечения сохранения высоких экономических, энергетических и других показателей двигателей.

Исторически снижение токсичности ОГ осуществлялось в **первую очередь** путем совершенствования традиционных процессов смесеобразования и сгорания при одновременной оптимизации управления двигателем (состав смеси и угол опережения зажигания). Практика

показала, что достичь при этом уровня токсичности ОГ, требуемого законодательством развитых стран, нельзя.

Таблица 4.2. Выброс загрязняющих веществ дизельными двигателями

Стандарт, программа	Уровень выбросов, г/кВт ч			
	CO	C _n H _m	NO _x	Твердые частицы
Фактические выбросы КамАЗ, МАЗ	3,5...9,0	2,0...4,0	13,0...18,0	0,5...1,0
ОСТ 37.001.234.-81	9,5	3,4	18,35	0,8
«Правило ЕЭК ООН» № 49				
С 01.07.92 Серийный	4,9	1,23	9,0	0,4
С 01.10.93 Новый тип	4,5	1,1	8,0	0,36
"EURO-2" с 95/96 гг.	4,0	1,1	7,0	0,15
«ESC/ELR»				
"EURO-3" с 2000г.	2,5	0,7	5,0	0,1
"EURO-4" с 2005г.	1,0	0,5	3,0	0,08
"EURO-5" с 2010г.	1,0	0,3	1,5	0,05

Поэтому получил широкое применение **второй путь** – нейтрализация ОГ в системе выпуска, при которой токсичные газы (CO, C_nH_m и NO_x), вышедшие из цилиндров двигателя, нейтрализуются в системе выпуска до выброса их в атмосферу.

Использование этих двух путей не позволяет устранить выбросы соединений свинца, SO₂ и ПАУ. Это вызывает необходимость использовать **третий путь** - ограничивать содержание в топливе свинца, серы и ароматических углеводородов. Например, по действующим в РФ стандартам в этилированных бензинах А-76 и АИ-92 содержание свинца не должно превышать 0,17 и 0,37 г/дм³ соответственно, а в неэтилированном бензине свинец практически отсутствует (менее 0,013 г/дм³). В дизтопливе допускается содержание серы по массе не более 0,20...0,05%. Уменьшение ароматики в бензинах обеспечивает снижение выбросов бензола и ПАУ. Разрешенное содержание свинца, серы и ароматических углеводородов в топливах для ДВС постоянно уменьшается.

Четвертый путь снижения вредных выбросов с ОГ связан с улучшением топливной экономичности двигателей (снижением расхода углеводородного топлива) или с переходом к альтернативным топливам, в том числе не содержащим углерода (например, водород).

Для снижения токсичности ОГ используется большое количество различных мероприятий, включая применение специальных антитоксичных устройств и целых систем. Выбор той или иной стратегии зависит уровня токсичности ОГ, который требуется обеспечить. Другими словами, все зависит от законодательных норм на допустимые выбросы токсичных веществ, которые необходимо выполнить.

Снижение токсичности ОГ двигателей с искровым зажиганием.

Совершенствование систем топливоподачи и зажигания.

Определяющее влияние на состав ОГ оказывает состав смеси (рис. 4.1).

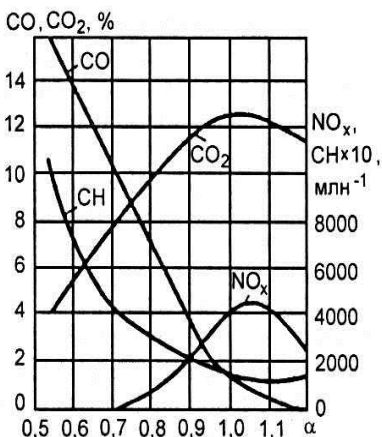


Рис. 4.1. Влияние коэффициента избытка воздуха (α) на состав ОГ

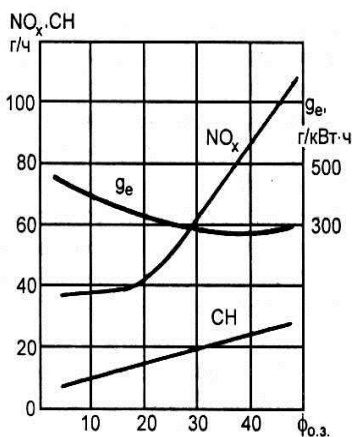


Рис. 4.2. Влияние угла опережения зажигания ($\phi_{0.3}$) на выброс NO_x и CH с ОГ

Возрастание концентрации в ОГ таких компонентов, как CO и C_nH_m по мере обогащения смеси объясняется увеличением дефицита кислорода. С другой стороны, на очень бедных смесях концентрация C_nH_m возрастает из-за появляющихся пропусков воспламенения от искры.

Концентрация NO_x по мере обогащения смеси до $\alpha \approx 1,05$ возрастает вследствие увеличения количества O₂ в ОГ и температуры в процес-

се сгорания. При дальнейшем обеднении смеси определяющее значение приобретает снижение температуры сгорания.

Большое влияние на выброс NO_x и C_nH_m оказывает угол опережения зажигания $\varphi_{0.3}$ (рис. 4.2). Это влияние связано с тем, что при увеличении $\varphi_{0.3}$ возрастает температура процесса сгорания, а вместе с ней и количество образующихся NO_x . С уменьшением $\varphi_{0.3}$ сгорание всё больше переносится на линию расширения, возрастает температура ОГ в конце процесса расширения и в системе выпуска, что обеспечивает более полное окисление C_nH_m .

Поэтому на начальном этапе борьбы за снижение токсичности ОГ использовался главным образом комплекс мероприятий, направленных на увеличение полноты сгорания топлива путем оптимизации дозирования горючей смеси и более надежного и стабильного ее поджигания. Это достигалось в результате некоторого обеднения горючей смеси, улучшения характеристик карбюратора (сужение поля допусков), включения подачи бензина на режимах принудительного холостого хода (экономайзер принудительного холостого хода). Большое внимание уделено системе холостого хода карбюратора: была несколько обеднена соответствующими регулировками смесь, введены ограничения на возможное изменение состава смеси при эксплуатационных подрегулировках с помощью соответствующих винтов. Все указанные мероприятия способствовали значительному уменьшению выбросов CO и C_nH_m . С этой же целью перешли к замкнутым системам вентиляции картера.

На некоторых режимах для уменьшения выбросов C_nH_m и NO_x угол опережения зажигания устанавливался меньше значения, обеспечивающего оптимальную экономичность.

Опыт показал, что указанные меры вполне достаточны для удовлетворения требованиям ГОСТ 17.2.2.03-87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями».

Определенный вклад в снижение токсичности ОГ двигателей с искровым зажиганием внесло увеличение использования сжатого и сжиженного газов. Перевод двигателей на питание сжатым природным газом дает заметный экологический эффект из-за значительного отличия элементного состава природного газа и бензина. Например, при испытаниях в среднем регистрируется выброс CO в 2 раза, C_nH_m на 15...40%, а NO_x 15% меньше норм по ОСТ 37.001.054-86. Одновремен-

но при работе на сжатом газе регистрируется меньший выброс CO_2 и отсутствие тяжелых углеводородов. Опыт показывает, что оптимизация состава смеси и угла опережения зажигания не дает возможность при работе на газе выполнить нормы «EURO-2».

Резервы снижения токсичности ОГ карбюраторных двигателей традиционной конструкции указанными выше способами к настоящему времени фактически исчерпаны, и это потребовало разработки и применения специальных мероприятий, без которых удовлетворение норм «EURO-2» (и тем более норм «EURO-3») оказалось невозможным.

Активного снижения вредных составляющих ОГ достигают применением специальных устройств, устанавливаемых в систему выпуска. К ним относятся: системы рециркуляции и добавления воды к воздуху и топливу; каталитические, термические и жидкостные нейтрализаторы.

Рециркуляция ОГ.

Рециркуляция осуществляется посредством перепуска отработавших газов из системы выпуска во впускную систему (рис. 4.3).

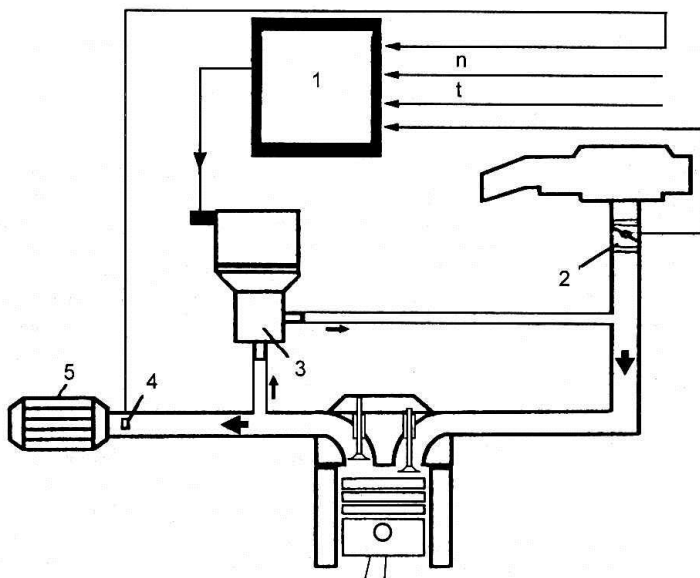


Рис. 4.3. Схема системы рециркуляции ОГ: 1 – электронный блок управления; 2 – датчик положения дросельной заслонки; 3 – клапан рециркуляции с электроприводом; 4 – λ -зонд (индикатор состава смеси); 5 – нейтрализатор

В двигателях с переменными фазами газораспределения при раннем закрытии выпускного клапана больше отработавших газов остаётся в цилиндре, благодаря чему обеспечивается так называемая «внутренняя рециркуляция». В основном рециркуляция ОГ используется для уменьшения выбросов NO_x .

При рециркуляции несколько уменьшаются насосные потери в процессе впуска, что создает предпосылки для улучшения топливной экономичности двигателя. Кроме того, при рециркуляции снижаются потери на диссоциацию, и теплоотдачу, а термический КПД цикла возрастает (из-за снижения удельной теплоемкости вследствие уменьшения температуры и соответствующего увеличения показателя адиабаты продуктов сгорания).

С другой стороны, по мере увеличения рециркуляции ОГ затягивается процесс тепловыделения, усиливается невозпроизводимость последовательных циклов и возрастает выброс C_nH_m .

Вследствие совместного действия перечисленных факторов с ростом рециркуляции ОГ экономичность двигателя сначала несколько улучшается, а затем ухудшается, что и ограничивает целесообразную степень рециркуляции.

Практика показала, что при рециркуляции 15...20% уменьшение выброса NO_x может достигать 60...80%. Ухудшение топливной экономичности наблюдается обычно при рециркуляции менее 10%. При этом в двигателях с быстрым сгоранием увеличение удельного расхода топлива g_e начинается при больших значениях степени рециркуляции. Чтобы избежать значительного увеличения g_e и выброса C_nH_m , обычно рециркуляция не превышает 20%.

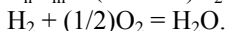
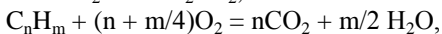
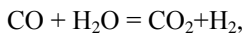
В зависимости от нагрузки двигателя оптимальную степень рециркуляции необходимо изменять: с увеличением нагрузки возрастает максимальная температура цикла и обедняется горючая смесь, поэтому рециркуляцию следует увеличивать. При полном открытии дроссельной заслонки рециркуляция ОГ не позволит получить максимальную мощность, поэтому целесообразно на этих режимах обеспечить рециркуляцию исключить.

Нейтрализация ОГ.

Для снижения выбросов токсичных веществ широко используется специальная обработка (нейтрализация) отработавших газов в выпускной системе двигателя. Устройства, предназначенные для обработки ОГ, называются нейтрализаторами. Сейчас используются

нейтрализаторы трех типов: каталитические, жидкостные и термические. В первых процессы нейтрализации интенсифицируются за счет применения катализаторов, в последних - за счет высокой температуры с добавлением к ОГ воздуха.

Окислительные каталитические нейтрализаторы. Эти нейтрализаторы предназначены для окисления CO и C_nH_m :



Чтобы эти реакции успели завершиться за короткое время, в течение которого ОГ проходят через нейтрализатор, в последнем необходимо создать окислительную среду и поддерживать температуру в пределах 250...800°C. При $t < 250^\circ C$ эффективность катализатора невелика, а при $t > 1000^\circ C$ наступает дезактивация нейтрализатора в результате спекания мелких кристаллов платины, что приводит к разрушению участков платиновой поверхности. Дезактивация катализатора особенно велика в течение первых 20 тыс. км. пробега, а далее до 80 тыс. км пробега она, как правило, мала. Особенно быстро дезактивация наступает при использовании этилированного бензина, поэтому работа на нем недопустима. При эксплуатации температура в нейтрализаторе находится в пределах 400...600°C, для чего его располагают вблизи выпускного коллектора. Катализаторы, используемые для ускорения окисления CO и C_nH_m , обычно содержат 1...2 г платины и палладия. Каталитическое превращение CO при $t > 400^\circ C$ может достигать 95...99%.

Углеводороды можно разделить на быстро и медленно сгорающие. К последним относятся предельные углеводороды малой молекулярной массы и, в первую очередь, метан. Если быстро сгорающие углеводороды окисляются примерно на 95%, то метановые углеводороды окисляются приблизительно на 10...70%. Окисление медленно сгорающих углеводородов достигается в основном вследствие действия платины. Что же касается палладия, то он особенно активен при окислении CO и быстро сгорающих углеводородов.

Если на выходе из нейтрализатора количество углеводородов велико, то можно уменьшить угол опережения зажигания, что увеличит температуру в нейтрализаторе и, соответственно, уменьшит выброс C_nH_m ; но при этом топливная экономичность двигателя, естественно, ухудшится.

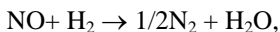
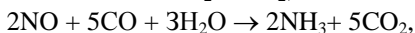
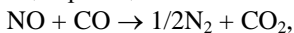
Блок-носитель каталитического нейтрализатора делают из керамики сотовой структуры, гофрированной фольги из нержавеющей стали толщиной 0,1...0,5 мм или в виде сферических гранул из оксида алюминия, которые укладываются в металлический цилиндр, закрытый по торцам сетками.

Применение каталитического окислительного нейтрализатора целесообразно, если каким-либо иным способом можно обеспечить выбросы оксидов азота ниже значений, разрешенных нормами. Поиски и разработки таких способов сейчас интенсивно ведутся многими фирмами. Практика же показала, что для современных автомобилей с традиционными двигателями с искровым зажиганием выполнение жестких норм на выброс NO_x (например, «EURO-2») путем использования рециркуляции и позднего зажигания невозможно, и поэтому требуется использование трехкомпонентного каталитического нейтрализатора.

В то же время оборудование отечественных автомобилей окислительными каталитическими нейтрализаторами (при условии использования неэтилированного бензина) позволит существенно уменьшить выбросы CO и C_nH_m .

Трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы (рис. 4.4). Для нейтрализации образующегося в процессе сгорания смеси оксида азота NO используются реакции его восстановления до азота N_2 и аммиака NH_3 . В качестве восстановителей используются находящиеся в ОГ CO , C_nH_m и H_2 . При работе двигателя на стехиометрической смеси основным продуктом восстановления NO является N_2 , а на богатых смесях больше образуется NH_3 .

Для того, чтобы после восстановления NO образовывалось больше N_2 и меньше NH_3 катализатор помимо платины должен содержать родий (Rh). Соотношение в катализаторах количества Pt и Rh близко к 5, а в некоторых случаях достигает 12. Ряд фирм для снижения стоимости нейтрализатора применяют триметаллический катализатор: платина, палладий, родий в соотношении 1:16:1 или 1:28:1. На один нейтрализатор расходуется от 1,5 до 3 г платины. Применение этилированного бензина при использовании системы с трехкомпонентным нейтрализатором недопустимо. При восстановлении NO возможны следующие реакции:



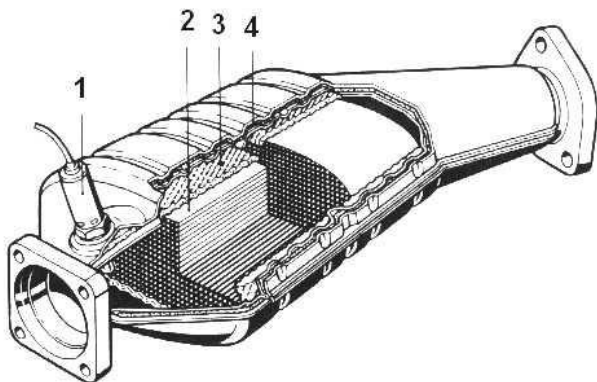
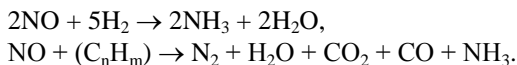


Рис. 4.4. Двухслойный трехкомпонентный каталитический нейтрализатор ОГ: 1 – λ -зонд для замкнутого контура управления; 2 – монолитный блок-носитель; 3 – монтажный элемент в виде проволочной сетки; 4 – двухоболочковая теплоизоляция



Таким образом при восстановлении NO одновременно происходит окисление CO и CH. Такой нейтрализатор называется трехкомпонентным или бифункциональным, т.е. восстановительным и окислительным

Многие фирмы большие надежды связывают с применением нового нейтрализатора адсорбционно-каталитического типа (DENOX). Этот нейтрализатор рассчитан на то, что двигатель будет работать как на бедных смесях, так и при $\alpha < 1$. Механизм действия этого нейтрализатора иллюстрирует рис. 4.5.

Носитель из оксида алюминия Al_2O_3 покрыт катализатором из платины Pt и специальным веществом R, выполняющим функцию адсорбера. При работе на бедных смесях платиновый катализатор способствует окислению NO до NO_2 , который на материале R адсорбируется в виде нитрата. Когда двигатель будет работать при $\alpha \leq 1$, то нитрат с участием C_nH_m , CO и H_2 восстанавливается на платиновом катализаторе.

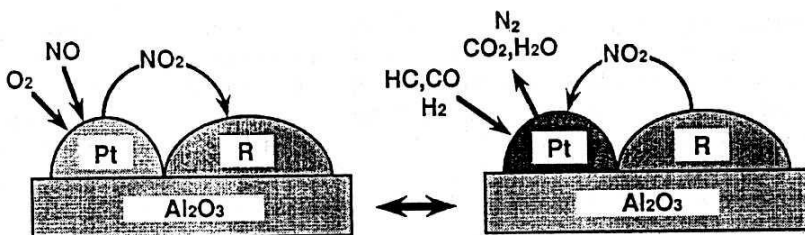


Рис. 4.5. Механизм снижения концентрации NO_x в адсорбционно-каталитическом нейтрализаторе

Термические нейтрализаторы. Термический нейтрализатор представляет собой реакционную камеру, в которой при высокой температуре (порядка 900°C) происходит окисление CO и C_nH_m (рис. 4.6). Если двигатель работает на обогащенной смеси, то требуется подача воздуха перед нейтрализатором с помощью довольно мощного компрессора. Топливная экономичность двигателя в этом случае будет невысокой.

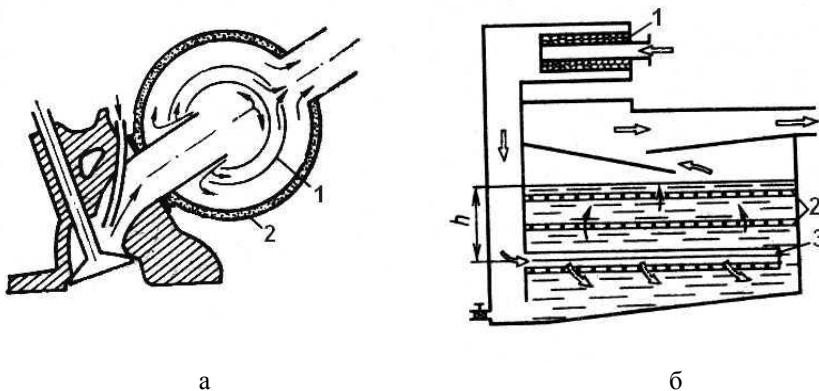


Рис. 4.6. а – схема термического нейтрализатора: 1 – экран; 2 – изоляция. б – схема жидкостного нейтрализатора: 1 – каталитический реактор; 2 – успокоительные решетки; 3 – газораспределитель

При использовании термического нейтрализатора для двигателя, работающего на обедненных смесях, не требуется применение воздушного компрессора. Однако в этом случае возникает проблема под-

держания достаточной температуры в реакторе. Если ОГ находятся в реакторе от 50 до 100 мс при $t = 700^{\circ}\text{C}$, то концентрация C_nH_m снижается вдвое. При $t = 750\text{...}800^{\circ}\text{C}$ можно достичь полного превращения C_nH_m . Для окисления СО требуется более высокая температура. Например, для получения пятидесятипроцентной очистки требуется температура около 850°C . При использовании этилированных бензинов реакции в термическом нейтрализаторе тормозятся свинцом.

Большим недостатком термических нейтрализаторов является отсутствие из-за недостаточной температуры положительного эффекта на режимах пуска и прогрева, когда выбросы C_nH_m и СО особенно велики. Термический нейтрализатор начинает работать при существенно более высокой температуре ($t = 600^{\circ}\text{C}$), чем каталитический.

Не удалось решить и проблему долговечности термического нейтрализатора из-за невозможности обеспечить достаточную прочность материалов для деталей нейтрализатора в условиях высоких эксплуатационных температур и коррозионной агрессивности ОГ, особенно при содержании в них свинца и фосфора.

По указанным причинам и повышенной пожароопасности термические нейтрализаторы не получили широкого распространения на автомобилях общего назначения.

Жидкостные нейтрализаторы (ЖН). Подавляющее количество разработанных и эксплуатируемых ЖН относится к типу барботажных с объемными скоростями $500\text{...}3700\text{ ч}^{-1}$. Применяются также ЖН поверхностные, пленочные, центробежного действия и др.

Принцип действия ЖН основан на пропуске ОГ через слой нейтрализующего раствора (рис. 9.6). Заполненные водным раствором ЖН интенсивно поглощают сажу, альдегиды, окислы азота и бенз(α)пирен, но не улавливают СО и C_nH_m .

При всей конструктивной простоте использование ЖН в условиях ограниченного воздухообмена нежелательно ввиду повышенного парообразования, возможности выброса капель химически активного раствора, необходимости утилизации отработанных растворов, обладающих кислотными свойствами.

Снижение токсичности и дымности ОГ дизельных двигателей.

Главные трудности, которые сильно осложняют улучшение экологических показателей дизелей путем улучшения процессов смесеобразования и сгорания, связаны с тем, что мероприятия, способствующие уменьшению NO_x , как правило, вызывают рост выброса частиц. С другой стороны, использование нейтрализаторов затруднено из-за наличия

большого количества частиц сажи и кислорода (нейтрализация NO_x) в ОГ, а также их относительно невысокой температуры.

1. Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания.

На первых этапах ограничения токсичности и дымности ОГ дизелей и, в частности, при введении норм «EURO-1» (см. табл. 9.1) достаточно было реализовать относительно простые мероприятия по организации смесеобразования и сгорания, а также немного уменьшить угол опережения впрыскивания.

Практика показала, что выполнение норм на токсичность и дымность ОГ достигается тем легче, чем больше диаметр цилиндра дизеля. В то же время небольшие дизели для легковых автомобилей имели, как правило, разделенную камеру сгорания, которая в смысле токсичности и дымности ОГ обладает определенными преимуществами перед неразделенной камерой. Это объясняется тем, что в предкамере или вихревой камере процесс сгорания происходит при пониженных температурах и α . Догорание заряда в основной камере также идет при относительно невысоких температурах. По этим причинам в дизелях с разделенными камерами сгорания образуется меньше NO_x , чем в дизелях с камерой сгорания в поршне. Догорание топлива в основной камере происходит при большом избытке воздуха, что способствует уменьшению выброса CO , C_nH_m и сажи.

Токсичность и дымность ОГ дизелей с неразделенной камерой сильно зависят от мелкости распыливания топлива, интенсивности вихревого движения заряда и согласования ее с параметрами факела и частотой вращения коленчатого вала.

В дизелях с пристеночным смесеобразованием, особенно на режимах пуска и прогрева, имеет место повышенный выброс C_nH_m и CO .

Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания заключается в поиске компромисса между выбросами NO_x , частиц и топливной экономичностью.

При этом следует иметь в виду, что уменьшение выброса CO , C_nH_m и сажи сопровождается улучшением топливной экономичности.

Повышение скорости сгорания вызывает рост выброса NO_x , хотя топливная экономичность при этом также улучшается.

Наконец, совершенствование процессов смесеобразования и сгорания существенно осложняется тем, что мероприятия, ведущие к уменьшению выброса частиц, как правило, вызывают рост выброса NO_x .

Например, распыливание топлива на более мелкие капли улучшает полноту сгорания и снижает тем самым выброс частиц, но возрастающие температуры цикла обуславливают увеличение образования NO_x .

Дизели грузовых автомобилей имеют, как правило, неразделенную камеру сгорания. Что же касается дизелей в существующем ныне парке легковых автомобилей, то примерно 80% из них имеют вихревую камеру или предкамеру. Современная тенденция развития дизелей для легковых автомобилей выражается в переходе от разделенных камер к неразделенным, что позволит улучшить топливную экономичность примерно на 15%. Для легковых автомобилей созданы дизели с неразделенной камерой сгорания, которые могут работать с минимальным удельным расходом топлива 200 г/кВтч.

Ниже главное внимание будет уделено токсичности и дымности ОГ автомобильных дизелей с неразделенной камерой.

Новые модели дизелей все чаще имеют по 4 клапана на каждый цилиндр. В этом случае и форсунка, и камера сгорания располагаются по оси цилиндра, что облегчает организацию смесеобразования и сгорания. Кроме того, появляется возможность управлять интенсивностью движения заряда и добиваться одновременно снижения выброса частиц и NO_x особенно на средних нагрузках.

При наддуве обычно увеличивают α по внешней скоростной характеристике, и это способствует снижению токсичности ОГ и выброса частиц. Это снижение увеличивается при использовании промежуточного охлаждения воздуха, так как при охлаждении воздуха возрастает концентрация кислорода в заряде. Например, дизели с турбонаддувом и промежуточным охлаждением воздуха позволяют по сравнению с безнаддувными дизелями снизить выброс NO_x и частиц примерно на 30%, а улучшение топливной экономичности при этом доходит до 8%.

Поэтому несмотря на то, что в производстве дизель с наддувом примерно на 20% дороже безнаддувного, он имеет бесспорные перспективы.

Характеристики впрыскивания и распыливания топлива оказывают очень большое влияние на смесеобразование и сгорание топлива, а следовательно, и на образование, и выброс токсических веществ.

Чтобы избежать повышенного выброса NO_x и снизить шум, подачу топлива в начале впрыскивания (примерно в течение периода задержки воспламенения) желательно уменьшить. Радикальным в этом смысле решением может быть так называемое ступенчатое впрыскивание. С другой стороны, увеличение длительности впрыскивания и растянутый

конец подачи вызывают повышенное сажеобразование и, как следствие этого, увеличение выброса частиц.

Повышение давления впрыскивания – основной способ улучшения мелкости распыливания. В связи с этим современные насосы с электронным управлением (насос-форсунка, встроенный односекционный, роторный распределительный или аккумуляторная система с электрогидравлической форсункой) уже обеспечивают для высокооборотных дизелей с наддувом давление впрыскивания порядка 130...180 МПа, а на ближайшее будущее предусматривается его увеличение до 200 МПа.

Угол опережения впрыскивания $\varphi_{впр}$ обуславливает значительное изменение длительности периода задержки воспламенения, и доли топлива, впрыснутого за этот период, что сказывается на продолжительности диффузионного сгорания. Например, если $\varphi_{впр}$ сокращается, то доля топлива, впрыснутого до начала быстрого сгорания становится меньше, а дымность ОГ соответственно возрастает.

При уменьшении $\varphi_{впр}$ в результате снижения температуры сгорания образование NO_x значительно замедляется, но при этом топливная экономичность несколько ухудшается. Несмотря на это, современные дизели на ряде режимов работают с началом впрыскивания в ВМТ или даже на $1...3^\circ$ после ВМТ.

2. Рециркуляция ОГ.

Как и в двигателях с искровым зажиганием, рециркуляция ОГ используется в дизелях с целью уменьшения выброса NO_x .

При увеличении степени рециркуляции возрастает длительность задержки самовоспламенения и уменьшается скорость тепловыделения. Эти эффекты усиливаются при охлаждении рециркулирующих газов. На полных нагрузках рециркуляция вызывает значительный рост выброса сажи, поэтому она особенно целесообразна на средних нагрузках.

При испытаниях по 13-ти режимным тестам до 8...10% выброса NO_x приходится на режим холостого хода. По этой причине, а также с целью снижения шума рециркуляция может иметь место и на холостом ходу, достигая значительной величины (до 50%).

Охлаждение рециркулирующих газов приводит к уменьшению выброса NO_x и частиц при сопоставимых степенях рециркуляции. Этот эффект более значим при больших степенях рециркуляции.

Для высокооборотного дизеля с наддувом, аккумуляторной системой впрыскивания и электрогидравлической форсункой опыты показали высокую эффективность охлаждения рециркулирующих газов (снижение

NO_x и дымности ОГ при неизменном расходе топлива), если обеспечить оптимальное управление степенью рециркуляции и охлаждением ОГ.

3. Нейтрализация ОГ.

В настоящее время применение для дизелей получили лишь каталитические окислительные нейтрализаторы. Они достаточно широко используются для быстроходных дизелей легковых автомобилей и небольших грузовиков. Этому способствует то, что температура ОГ этих дизелей достаточна для окисления C_nH_m , CO, растворимых органических составляющих частиц и альдегидов, а с другой стороны, она недостаточна для образования большого количества сульфатов. При высоких температурах в нейтрализаторе сначала выходящий из цилиндров SO_2 окисляется до SO_3 , а затем SO_3 реагирует с парами воды, органическими и неорганическими частицами, образуя сульфаты, которые существенно увеличивают количество частиц. Например, при испытании дизеля грузовика Mercedes OM 366 по 13-ти режимному Европейскому тесту получено, что доля сульфатов в общей массе частиц составила без нейтрализатора (выброс частиц 0,282 г/кВт·ч) - 30%, а с нейтрализатором (выброс частиц 0,658 г/кВт·ч) - 57%. По этой причине использование каталитических окислительных нейтрализаторов для дизелей грузовых автомобилей затруднено.

Так как дизель всегда работает на бедной смеси, дополнительной подачи воздуха в систему выпуска с окислительным нейтрализатором не требуется, но с другой стороны, наличие частиц в ОГ снижает долговечность нейтрализатора.

После обработки ОГ дизелей в каталитическом окислительном нейтрализаторе при температуре выше 300°C концентрация CO уменьшается на 85...90%, а C_nH_m – на 75...80%.

Использовать для дизелей обычный трехкомпонентный нейтрализатор для уменьшения выброса NO_x не представляется возможным, так как он эффективно функционирует только при $\alpha = 1$.

Используемые сейчас методы оптимизации процессов смесеобразования и сгорания, а также рециркуляция ОГ и окислительные нейтрализаторы не всегда обеспечивают выполнения дизелями норм "EURO-3" (Правила № 49) и тем более норм "EURO-4" (2005 г.). Поэтому ведутся интенсивные поиски новых способов снижения токсичности ОГ и выброса частиц дизелями.

Принципиально возможны два основных направления решения проблемы снижения выброса NO_x и частиц:

- уменьшение до нормативного значения количества NO_x на выходе из цилиндра и снижение выброса частиц путем улавливания их в системе выпуска;

- уменьшение до нормативного значения частиц на выходе из цилиндра и нейтрализация NO_x в системе выпуска.

Свойства дизтоплива оказывают заметное влияние на эмиссию токсичных веществ. Известно, что добавка к дизтопливу в количестве до 1 % антидымных присадок, например, на основе бария, марганца или тетраэтилсвинца позволяет в несколько раз понизить дымность ОГ и содержание в них альдегидов и бенз(α)пирена. Использование спиртов в качестве добавок к дизельному топливу сопровождается значительным снижением дымности ОГ при одновременном уменьшении выбросов NO_x и CO . Однако выбросы C_nH_m при этом сильно возрастают.

Разработка новых недорогих присадок к дизтопливу, которые способствовали бы существенному снижению выброса сажи из цилиндров или облегчали бы регенерацию фильтров (улавливателей) частиц, является очень актуальной задачей. Уже опробован ряд присадок на основе железа и меди, которые понижают температуру выгорания углеродосодержащих частиц до 300...400 °С и тем самым способствуют регенерации сажевых фильтров.

1. Фильтрация ОГ.

Очистить ОГ от частиц с помощью соответствующих фильтров (ловушек) можно сравнительно легко. Однако фильтры при этом быстро забиваются, а противодавление на выпуске сильно возрастает. Очистка самих фильтров представляет собой очень сложную проблему. Ее можно решать или путем замены фильтрующих элементов или путем их регенерации на борту автомобиля.

В качестве фильтрующих элементов сажевых фильтров широко применяется пористая керамика на базе магнево-алюминиевого силиката (кордирита) $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$. Этот материал обеспечивает требуемую химическую и термическую стойкость.

Принципиальная схема конструкции сажевого фильтра представлена на рис. 4.7.

Сажевые фильтры могут непрерывно работать, пока его сопротивление не достигнет 11 кПа. Затем сажевый фильтр следует регенерировать. Периодичность регенерации фильтрующего элемента зависит от его объема (сажеемкости) и режимов работы двигателя.

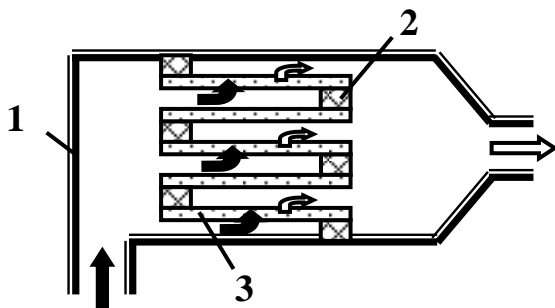


Рис. 4.7. Схема керамического сажевого фильтра: 1 – корпус фильтра; 2 – керамические пористые элементы; 3 – керамические заглушки

Удельный выброс частиц у дизелей составляет 0,2...10 г/кВт·ч, поэтому трудно обеспечить работу сажевого фильтра в расчете на полную рабочую смену. В связи с этим на транспортных средствах и тракторах устанавливают специальные пламенные выжигатели, работающие на дизельном или газовом топливе. В последнем случае используются специальные горелки, обеспечивающие автоматическое выжигание отложений на фильтре. Для снижения температуры выжигания с 650 до 450°C керамические элементы сажевого фильтра пропитывают катализатором на основе металлов платины или Cu-Fe. Пропитка катализатором снижает содержание в ОГ окислов углерода и углеводородов. Электрические выжигающие устройства применяются в тех случаях, когда есть возможность подключаться к электрической сети. Выжигание сажи проводят при неработающем двигателе. Нагревательный элемент – проволочная сетка или же сам фильтрующий элемент, его пористое каталитическое покрытие из окислов меди.

Разработано несколько вариантов очистки ОГ от сажи сепарирующими устройствами, циклонами, а так же электростатический способ очистки ОГ, при котором происходит зарядка частиц ионизированным газом с последующим их осаждением на осадительном электроде (рис. 4.8).

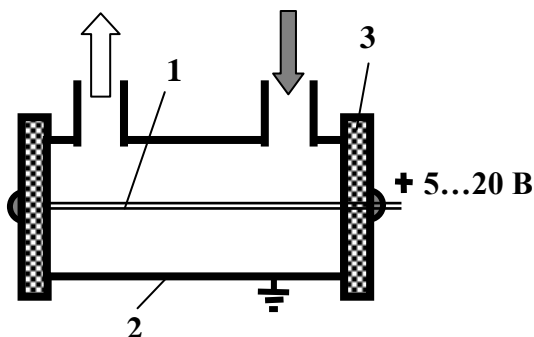


Рис. 4.8. Электрический сажевый фильтр: 1 – коронирующий электрод; 2 – осадительный электрод (корпус); 3 – высоковольтный изолятор

Делаются попытки создания специальных ловушек, в которых используются электрические поля в сочетании с центрифугированием.

На кафедре «Тракторы и автомобили» УО БГСХА проводятся исследования и созданы устройства снижающие дымность и токсичность ОГ. Среди них: сажевый электрофильтр-дожигатель, способный улавливать твердые частицы ОГ и выжигать их посредством межэлектродного дожига (а.с. № 1456617; а.с. №1703837; патент РФ №2059840; патент РБ по заявке №19980709); плазмохимический реактор осуществляющий эффективную очистку ОГ от CO , C_nH_m и NO_x (патент РБ №4327).

Создание эффективных, надежных и недорогих нейтрализаторов и фильтров является делом будущего. Пока они применяются лишь в тех случаях, когда трактор или автомобиль эксплуатируется в закрытых помещениях или на некоторых автобусах, работающих в центральной части города.

В перспективе нейтрализаторы и фильтры могут оказаться необходимыми для удовлетворения норм «EURO-5».

4.2. Приборы и оборудование, применяемые для анализа ОГ ДВС автотранспортных средств

Для анализа отработавших газов применяются различные анализаторы в зависимости от предъявляемых требований к чувствительности анализа, его точности и селективности.

На рис. 4.9 представлены схемы газоанализаторов, работающих на принципе анализа недисперсными инфракрасными лучами (NDIR), и ионизация пламенем водорода (FID).

Инфракрасное излучение от двух одинаковых источников света *1* (рис. 4.9 *а*) через обтюратор *2*, кювет-фильтры *3* попадает в две отделенные одна от другой кюветы *4* и *б*, из которых сравнительная *б* заполнена инертным газом (азотом), а измерительная *4* – отработавшими газами. Поглощение энергии излучения приводит к нагреву ОГ в камерах детектора *4*, а так как они герметичны, то в результате повышения давления в одной из них прогибается диафрагма. Величина прогиба диафрагмы регистрируется в камере *5* и прямо пропорциональна концентрации измеряемого вещества в ОГ.

Анализ по способу *FID* осуществляется автоматическим газовым хроматографом (рис. 4.9, *б*), в котором при введении водорода в поток ОГ с наличием C_nH_m в пламени водорода образуются пропорциональные количеству C_nH_m ионы, поступающие к положительному электроду, что и фиксируется показывающим прибором.

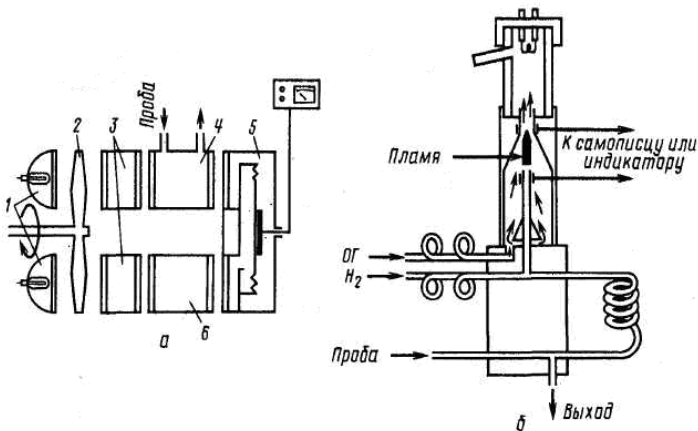


Рис. 4.9. Схемы газоанализаторов: *а* – недисперсный инфракрасный анализатор (NDIR); *б* – пламенно-ионизационный анализатор (FID).

Рассмотрим принцип работы более поздних конструкций газоанализаторов на примере «ИНФРАКАР М» производимого в России (рис. 4.10). В нём применяется оптико-абсорбционный метод измерения объёмной доли CO и CH. Анализируемый газ после очистки проходит через измерительную проточную кювету *2*, где определяемые компоненты,

взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах (3,4; 3,9; 4,25 и 4,7 мкм). Инфракрасное излучение аналитических областей спектра определяемых компонентов, подаваемого от излучателя 1, прерывается вращающимся диском обтюлятора 3. Поток излучения характерных областей спектра выделяется приемниками излучения интерференционными фильтрами 4 и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов.

Также в комплектацию прибора для измерения вредных веществ (СО и СН) входят:

- щуп для измерения температуры масла регулируемой длины;
- измеритель частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Частота вращения коленчатого вала двигателя может быть определено с помощью различных методов.

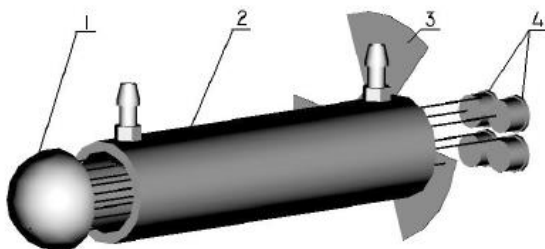


Рис. 4.10. Схема оптическая газоанализатора «ИНФРАКАР М» (Россия): 1 – излучатель; 2 – кювета; 3 – обтюратор; 4 – приемники излучения с интерференционными фильтрами.

Зажим триггера. Сигнал частоты вращения регистрируется на кабеле зажигания с помощью зажима триггера. Зажим триггера должен быть как можно ближе к свече зажигания и как можно дальше от соседнего кабеля зажигания. Зажим триггера индуктивно регистрирует сигнал высокого напряжения, который направляется от распределителя к любому цилиндру. Импульсы передаются от зажима триггера к анализатору и преобразуются здесь в сигнал количества оборотов.

Зажим пьезодатчика используется только с дизельными двигателями. Пьезодатчик состоит из пьезоэлемента, который распознает разности давления в линии и преобразует их в электрические импульсы. Важно, что в случае использования зажима пьезодатчика он подходит только для одного диаметра топливного трубопровода и может при-

крепляться только на прямой части топливной магистрали на любом цилиндре.

Световой барьер. Определение частоты вращения с помощью светового барьера используется, когда отсутствует возможность прямой регистрации сигнала частоты вращения на двигателе. Световой барьер должен располагаться таким образом, чтобы при использовании рефлектора, помещаемого на вентиляторе, клиновом ремне или карданном валу, частота вращения могла регистрироваться без помех (вибрации и т. п.). Передаточное отношение для частоты вращения двигателя должно быть 1:1, при этом передаточное отношение карданного вала должно вводиться в диапазоне от 0,5 до 2.

Зажим катушки зажигания. Сигнал частоты вращения снимается с кабеля катушки зажигания с помощью зажима катушки зажигания. Зажим катушки зажигания должен быть прикреплен как можно ближе к катушке зажигания. Зажим индуктивно снимает сигнал высокого напряжения, которое подводится к распределителю от катушки зажигания. Импульс передается дальше от зажима катушки зажигания к измерительной коробке и преобразуется здесь в сигнал частоты вращения.

Датчик TDC всегда используется для определенного автомобиля, т.е в зависимости от изготовителя автомобиля для регистрации сигнала частоты вращения используется соответствующая диагностическая вилка. Регистрация сигнала частоты вращения с использованием датчика TDC обеспечивает очень точное измерение количества оборотов. Для распознавания импульса количества оборотов его величина должна находиться между 30 мВ и 30 В.

Зажим W. Частота вращения генератора переменного тока снимается на зажиме W. Так как автомобили индивидуальных типов имеют различные передаточные отношения между коленчатым валом и генератором переменного тока, должно быть известно количество импульсов на оборот генератора (пропорциональное количеству оборотов коленчатого вала), или оно должно определяться путем сравнения количества оборотов с датчиком количества оборотов. Определение количества оборотов с помощью зажима W должно применяться только для дизельных автомобилей.

Для дизелей, находящихся в эксплуатации, нормируемым показателем является дымность отработавших газов. Дымность автотранспортных средств на станциях технического осмотра проверяют с помощью дымомера. Дымность отработавших газов указывается в нату-

ральном показателе ослабления светового потока k (m^{-1}) или в коэффициенте ослабления светового потока N (%).

Принцип измерения прибора для определения дымности ОГ основывается на том факте, что дымовой газ в зависимости от интенсивности пропускает меньше света, чем воздух. В вытянутой в длину камере аккумулируется отработавшие газы. По обоим концам камеры размещены источник и, соответственно, приемник света.

Источник представляет собой светоизлучающий диод, который испускает свет с длиной волны 567 нм. Длина световой волны адаптирована под абсорбционную характеристику дымового газа. На противоположной стороне камеры фотодиод принимает поступающий свет. Общая схема дымомера представлена на рис. 4.11.

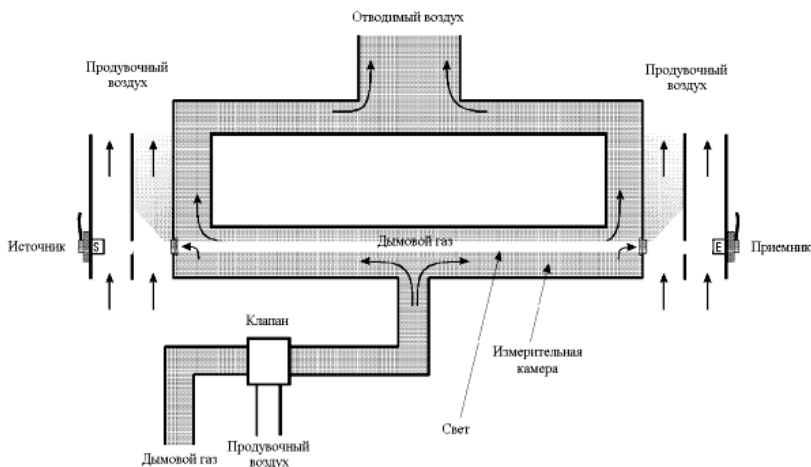


Рис. 4.11. Схема дымомера.

В зависимости от черноты дыма изменяется степень прохождения света, падающего на фотоэлемент. Для защиты стекол дымомера от осадков отработавших газов и удаления их после работы в дымомерах предусматривают продувку с помощью воздуха, который подается через специальный клапан.

Подобный принцип используется в дымомерах 3.010, 3.011 фирмы «Бош», «ДО-1», «ИД-1» (Беларусь), «ИНФРАКАР Д» (Россия) (рис. 4.12), «MDO2 LON» (Германия, фирма «МАНА») (рис. 4.13), «КИД-2», которые имеют широкое распространение на диагностических станциях, и в большинстве дымомеров других фирм.

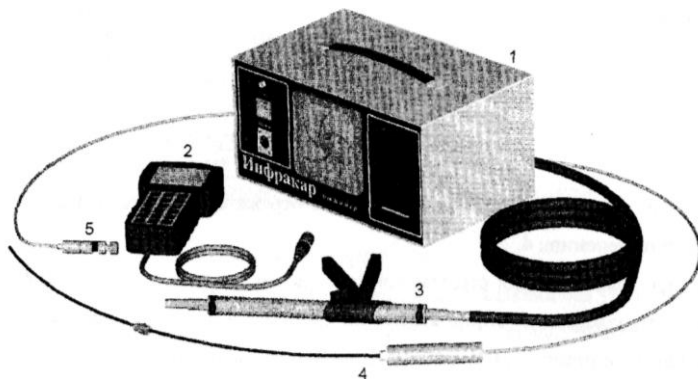


Рис. 4.12. Общий вид дымомера «ИНФРАКАР Д»: 1 – первичный преобразователь; 2 – пульт управления; 3 – газозаборный зонд с пробоотборным шлангом; 4 – датчик температуры масла; 5 – датчик частоты вращения коленчатого вала.

Также в комплектацию прибора для измерения дымности обычно входят:

- датчик температуры масла;
- датчик частоты вращения коленчатого вала.

Измеритель частоты вращения коленчатого вала может быть различных видов: пьезодатчики на топливные трубки различного диаметра, датчики светового сигнала с кронштейном; датчик W для генератора; датчик ВМТ; тахометрический микрофон «Roto-phon 1».

4.3. Методы испытания двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств

Сопоставление различных типов и марок ДВС и транспортных средств между собой по экологическим параметрам невозможно без принятия единых условий испытаний. Эту роль выполняют стандарты на методы испытаний и расчётов экологических показателей.

В Европе вопросами совершенствования автотранспортных средств занимаются транспортные организации Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), Европейский Союз (ЕС) и Международная Организация по Стандартизации (ISO).



Рис. 4.13. Общий вид дымомера «MDO2 LON»: А – последовательный интерфейс RS 232 для передачи данных, разъем для подключения клавиатуры, совместимой с MF2 (подключение осуществляется через адаптер); В – разъем для подсоединения датчиков частоты вращения (датчика ВМГ, пьезодатчика, датчика W, датчика светового сигнала, Roto-phon); С – разъем для подключения датчика температуры масла; D – плавкий предохранитель; Е – оптическая индикация состояния прибора ВКЛ/ВЫКЛ; F – разъем подключения зонда для отбора пробы; G – разъем для подключения соединительного кабеля базового прибора с ручным пультом; H – разъем для подключения кабеля электропитания от бортового напряжения сети автомобиля 12В/24В; I – выключатель питания; J – плавкий предохранитель; K – разъем для подключения кабеля электропитания 230В.

В 1970 г. Европейской Экономической комиссией ООН были рекомендованы единые для государств Европы Правила оценки токсичности ОГ и картерных газов (Правила №15 и №49). С 2000 г. в странах ЕЭС выполняются правила №24, №49 и №83.

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизельных ДВС контролируется на различных рабочих режимах, устанавливаемых согласно существующим испытательным циклам. В Европе действуют следующие основные испытательные циклы: ECE+EUDC – Европейский смешанный цикл (директива ЕЭС 90/C81/01); ESC (OICA) – Европейский постоянный цикл (директива ЕЭС 1999/96/EC) взамен R 49); ELR – Европейский нагрузочный цикл (директива ЕЭС 1999/96/EC)); ETC – Европейский переходной цикл (директива ЕЭС 1999/96/EC); ISO 8178 – Международный комплексный испытательный цикл.

Технические показатели экологического уровня ДВС и транспортных средств (ТС) регламентируются различными нормативно-техническими документами: ОСТ, ГОСТ, Директивами, Правилами и

т. д. Этот вид нормирования направлен на оценку экологического уровня конструкции ДВС и ТС. В указанных документах оговаривается предельное значение удельного (на единицу мощности двигателя любого типа) или пробегового (на единицу пробега транспорта) выброса с ОГ того или иного компонента. Для дизелей нормируют также уровень дымности ОГ.

При определении выбросов вредных веществ с отработавшими газами и дымности отработавших газов ДВС применяют два различных способа: а) испытание двигателя в составе автомобиля на беговых барабанах или специальной трассе; б) испытания ДВС на моторном стенде. При этом используются два принципиально различных метода испытания: а) испытания на установившихся режимах; б) испытания на переходных режимах.

При оценке экологических показателей дизельных двигателей при проведении государственного технического осмотра в Республике Беларусь руководствуются ГОСТ 21393–75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности». Согласно данному стандарту дымность проверяется в режиме свободного ускорения и максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Свободное ускорение – разгон двигателя от минимальной до максимальной частоты вращения на холостом ходу.

Максимальная частота вращения – это частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу при полностью нажатой педали подачи топлива, ограниченная регулятором.

При оценке экологических показателей бензиновых двигателей при проведении государственного технического осмотра руководствуются ГОСТ 17.2.2.03–87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями».

Согласно ГОСТ 17.2.2.03–87 содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей определяют при работе двигателя на холостом ходу для двух частот вращения коленчатого вала: минимальной (n_{\min}) и повышенной ($n_{\text{пов}}$). Повышенная частота установлена в диапазоне от 2000 мин^{-1} до $0,8 \cdot n_{\text{ном}}$, где $n_{\text{ном}}$ – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Показатели минимальной и номинальной частот вращения устанавливаются предприятием-изготовителем и указываются в инструкции по эксплуатации транспортного средства или двигателя.

4.4. Определение дымности прибором «ИНФРАКАР Д»

1. Установить дымомер так, чтобы прямые солнечные лучи не падали на его заднюю поверхность. В противном случае может возникнуть погрешность измерения из-за попадания света в оптическую систему дымомера.

Перед включением необходимо убедиться в наличии электрической розетки с заземлением. Сетевой выключатель должен находиться в положении «0».

2. Подключить сетевой кабель к разъему оптического блока. В зависимости от источника электрического питания к разъему на задней панели подключить кабель питания 220 В или кабель питания 12 В из комплекта принадлежностей.

2.1. Присоединить кабель связи к разъему оптического блока и пульта управления.

2.2. Соединить элементы газоотборной системы со штуцером оптического блока.

2.3. Подключить разъем датчика температуры к разъему оптического блока.

2.4. Подключить датчик частоты вращения коленчатого вала к разъему оптического блока.

3. Перевести сетевой выключатель в положение «вкл». На дисплее в верхней строке появится изображение текущего времени и дата. В нижней строке – температура рабочей камеры оптического блока и окружающего воздуха (рис. 4.14):

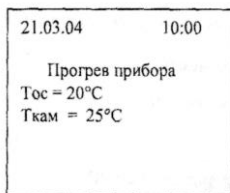


Рис. 4.14. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

4. После установления температуры рабочей камеры будет выполнена операция «Установка нуля» и прибор перейдет в режим измерения текущей дымности (рис. 4.15):

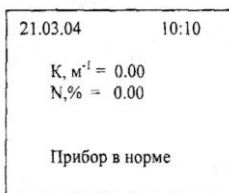


Рис. 4.15. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

5. Для выбора операции нажать кнопку [F1], на экране появится ГЛАВНОЕ МЕНЮ «Выбор работы» (рис. 4.16):

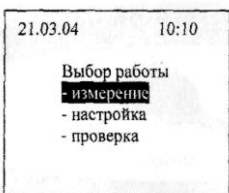


Рис. 4.16. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

Для выбора требуемой операции использовать кнопки [↑] [↓]. После этого нажать кнопку [Enter]. Выход из режима и возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ осуществляется кнопкой [←]. Возврат в текущее измерение дымности кнопкой [→].

6. Измерение.

6.1. Из ГЛАВНОГО МЕНЮ при положении курсора на строке «Измерение» нажать кнопку [Enter]. На экране дисплея появится меню режимов измерения (рис. 4.17):

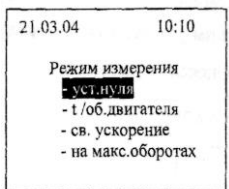


Рис. 4.17. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

Для выбора требуемой операции использовать кнопки [↑] [↓]. После этого нажать кнопку [Enter]. Возврат в текущее измерение дымности осуществляется кнопкой [←].

6.2. Режим измерения температуры двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Двигатель должен быть заглушён и установлен стояночный тормоз. Установить датчик температуры (до ограничителя) в двигатель на место масляного шупа.

Установить датчик частоты вращения коленчатого вала на топливной трубке 1-го цилиндра. Запустить двигатель и прогреть его, используя нагрузочные режимы или многократное повторение циклов свободного ускорения. Температура должна быть в пределах, установленных предприятием-изготовителем, но не ниже 60°C. Измеряют значения n_{\min} и n_{\max} , которые должны быть в пределах, установленных предприятием-изготовителем. Выход из режима осуществляется кнопкой [Enter].

На экране дисплея отобразятся текущие результаты измерения (рис. 4.18):

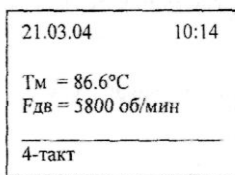


Рис. 4.18. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

Допускается использовать штатные средства транспортного средства для определения температуры масла двигателя – по индикатору температуры охлаждающей жидкости, а частоты оборотов коленчатого вала – по показаниям тахометра.

6.3. В режиме измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя нажатие на кнопку [1] приводит к понижению чувствительности схемы тахометра, на кнопку [3] – к повышению чувствительности. Нормальная чувствительность – 200 единиц, отображается на нижней строке дисплея.

6.4. Режим установки нуля.

Нажать кнопку [Enter]. Дымомер переходит в режим установки нуля, который длится 20 секунд. На экране дисплея отображается время процесса установки нуля:

Выход из режима установки нуля выполняется автоматически. Перед выполнением режима установки нуля необходимо убедиться в том, что пробоотборный зонд не установлен в выхлопную трубу автомобиля или двигатель не запущен (при отсутствии запорного клапана).

6.5. Подготовку к контролю дымности на неподвижно стоящем автомобиле необходимо проводить в приведённой ниже последовательности:

- заглушить двигатель (при его работе);
- установить стояночный тормоз;
- установить противооткатные упоры под колеса ведущих мостов (для автобусов категории М3 и грузовых автомобилей категорий N2, N3);
- установить зонд для отбора отработавших газов из выпускной трубы в дымомер;
- запустить двигатель;
- включить сцепление и установить рычаг переключения передач в нейтральное положение.

6.6. Режим измерения на свободном ускорении. На экране дисплея появится следующая информация:

- текущее значение коэффициента поглощения света $K, \text{м}^{-1}$;
- текущее значение коэффициента ослабления света $N, \%$;
- номер цикла измерения $N_{\text{с}}$;
- график Время-Дымность (K) с шагом $0,1 \text{ с}$ (длительность заполнения экрана – 12 с , затем его обновление) (рис. 4.19):

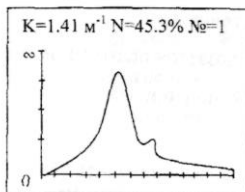


Рис. 4.19. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

Переместить равномерно педаль подачи топлива за $0,5\text{--}1 \text{ с}$ до упора. Держать педаль в этом положении $2\text{--}3 \text{ с}$. Отпустить педаль и через $8\text{--}9 \text{ с}$ приступить к повторному измерению. В нижней строке дисплея появится бегущая линия для выдержки времени цикла измерения. Циклы свободного ускорения повторятся автоматически не менее 6 раз. После первого цикла измерения произойдет автоматический переход к следующему циклу измерения и обновится экран. После шестого цикла на дисплее появится результат измерения:

6.7. В зависимости от полученных циклов измерения в строке Результат измерения появится надпись «действительный», если:

- число циклов измерения равно 6 ;

– максимальные значения четырех последних циклов не образуют убывающей последовательности в зоне шириной $0,25 \text{ м}^{-1}$.

Прервать измерение и возвратиться в режим измерения текущей дымности кнопкой [F1]. Запуск измерения в 1-м цикле происходит только при превышении установленного порога дымности (5%).

В предпоследней строке дисплея, если измерение действительное, появится среднее значение измеренной дымности. Если результат измерения недействительный, то повторить пункт 6.6 до получения действительного результата.

Выход из режима измерения и переход в ГЛАВНОЕ МЕНЮ после проведения измерения осуществляется кнопкой [Enter].

6.8. Режим измерения на максимальной частоте вращения двигателя. На экране дисплея появится следующая информация:

- текущее значение натурального показателя ослабления света $K, \text{ м}^{-1}$;
- текущее значение коэффициента ослабления света $N, \%$;
- номер цикла измерения №;
- график Время-Дымность (K) с шагом $0,1 \text{ с}$ (длительность заполнения экрана – 12 с). Запуск измерения происходит только при превышении установленного порога дымности (5%). Время измерения составляет 12 секунд с момента превышения порога. Необходимо нажать на педаль газа до упора и удерживать ее в этом положении пока экран не сменится на вывод результата.

4.5. Определение дымности прибором «MDO2 LON»

Подготовка прибора к работе

1. Установите базовый прибор в месте эксплуатации и подключите его к источнику напряжения питания. Для этого либо используется сетевой кабель на 230 В , либо дополнительный кабель для подсоединения к бортовой электрической сети транспортного средства (напряжение $12/24 \text{ В}$).

2. Вставьте зонд для забора ОГ в разъем подключения зонда прибора и закрепите зонд на выхлопной трубе транспортного средства.

3. Соедините ручной пульт и базовый прибор предусмотренным для этого соединительным кабелем.

4. Подсоедините к базовому прибору датчик частоты вращения и сенсор температуры масла.

5. Включите базовый прибор силовым выключателем, при этом загорается оптический индикатор.

6. На несколько секунд на дисплее ручного пульта появляются последовательно друг за другом стартовые сообщения.

7. Затем появляется приглашение к первой программе, программе ИЗМЕРЕНИЕ ДЫМНОСТИ ОГ.

8. С помощью клавиш [←] или [→] можно выбрать одну из следующих программ:

- ИЗМЕРЕНИЕ ДЫМНОСТИ;
- ДИАГНОСТИКА;
- ПЕЧАТЬ.

Клавишей [*] производят запуск выбранной программы.

Измерение дымности.

1. Клавишей [*] запустите пункт меню ИЗМ. ВЫХЛОП. ГАЗ.

2. Прежде чем может быть начато измерение дымности ОГ, на дисплее появляется запрос, достиг ли двигатель уже своей рабочей температуры. Если подключен сенсор температуры масла, то дополнительно появляется фактическая температура масла. Во избежание повреждений автотранспортного средства рекомендуется выполнять программу измерений лишь тогда, когда двигатель прогрет (в диапазоне между 60 и 80 °С).

3. Если двигатель достиг своей рабочей температуры, нажмите клавишу [*], чтобы запустить программу измерений.

4. Ввод заданных значений для транспортного средства.

4.1. На экране появляется запрос о выборе категории частоты вращения. После выбора категории соответствующие заданные значения для минимальной и максимальной частоты вращения при холостом ходе (коридор допустимых значений частоты вращения) берутся из настроек программы. Можно выбрать одну из следующих категорий:

- грузовик;
- легкой автомобиль;
- трактор.

Сделайте выбор клавишей [←] или [→].

Подтвердите выбор, указанный на дисплее, клавишей [*].

4.2. Выбор турборежима ДА/НЕТ.

В зависимости от выбора турборежима ДА/НЕТ будут использоваться соответствующие установки для оценки величин натурального показателя ослабления светового потока k . Кроме того, используется заданное значение дымности при измерении в режиме максимальной частоты вращения.

Для выбора Турбо НЕТ нажмите клавишу [*].

Для выбора Турбо ДА нажмите клавишу [#].

5. Определение средства тахометрического измерения.

5.1. Выбирается, производится ли подключение датчика оборотов к ручному пульту или базовому прибору.

Сделайте выбор клавишей [←] или [→].

Подтвердите выбор, указанный на дисплее, клавишей [*].

5.2. Выбор средства измерения (пьезодатчик, датчик ВМТ, световой барьер, датчик W, рото-фон [Roto-phon 1]).

Сделайте выбор клавишей [←] или [→].

Подтвердите выбор, указанный на дисплее, клавишей [*].

5.3. Измерение частоты вращения в режиме холостого хода.

Теперь на дисплее ручного пульта появляется текущая частота вращения в режиме холостого хода. Столбик на индикаторе показывает, попадает ли фактическое значение частоты вращения в окошко допустимых значений частоты вращения при холостом ходе.

Если частота вращения в порядке, прямоугольник находится внутри скобок и выдается показание «ОК». Чтобы подтвердить прием указанного на дисплее значения частоты вращения, нажмите клавишу [*].

Если частота вращения находится за пределами заданных значений, то прямоугольник находится за скобками. При нажатии клавиши [*] выдается сообщение об ошибке. После этого на дисплее вновь выдается фактическое значение частоты вращения и диаграмма.

Если на дисплее не появляется значение частоты вращения, то, возможно, при вводе было указано неправильное средство измерения. Если же необходимо провести повторную юстировку тахометрического сенсора, то меню частоты вращения может быть вновь вызвано клавишей [F1].

5.4. Нагрев и автоматическая калибровка измерительной камеры.

Этот процесс длится до 5 мин, при этом на экране мы будем видеть следующее (рис. 4.20):



Рис. 4.20. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

При калибровке автоматически измеряется 100% и 0% интенсивности света для расчета коэффициента ослабления светового потока или натурального показателя ослабления светового потока k.

5.5. Проведение измерений в режиме свободных ускорений.

5.5.1. Прогазовки.

Перед началом измерений должна быть выполнена серия из шести прогазовок. Прогазовки (продувочно-газовые импульсы) не участвуют в измерениях и служат только для очистки или продувки системы выпуска ОГ. При первом газовом импульсе измеряется частота вращения, ограничиваемая регулятором. Эта частота вращения, ограничиваемая регулятором, используется в дальнейшем для последующих измерительных импульсов с целью запуска цикла измерений и порогов срабатывания триггера при измерении t_B -временных интервалов.

Между отдельными прогазовками необходимо соблюдать интервал не менее семи секунд для успокоения двигателя.

Если до истечения периода успокоения снова подается газ, то выдается сообщение об ошибке и происходит возврат к 1-й прогазовке, цикл измерений должен быть начат вновь.

Как только на дисплее появится сообщение "Дайте полный газ", плавно, без толчков, нажмите на педаль управления подачей топлива и удерживайте ее в нажатом положении до тех пор, пока не услышите звуковой сигнал.

При нажатой педали подачи топлива в 1-й строке дисплея появляется текущее значение частоты вращения, а во 2-й строке – максимальное значение показателя k , полученное во время измерения, например.

Если прибор зарегистрировал максимальное k -значение, на дисплее появляется требование снова отпустить педаль подачи топлива, и раздается звуковой сигнал. Повторно отпустите педаль подачи топлива.

После отпускания педали на дисплее на несколько секунд появляются записанные результаты измерения. Однако эти значения не анализируются и не вводятся в память. В первой строке дисплея появляется максимальное k -значение, полученное во время измерения. Во второй строке дисплея от семи секунд ведется отсчет времени, оставшегося до следующего измерения. Частота вращения изображена в виде столбика (|). Если частота вращения не выходит за установленные пределы, то индикация частоты вращения находится внутри скобок $> <$. Если этого не происходит, снова осуществляется возврат к периоду ожидания – 7 секунд.

5.5.2. Измерительные импульсы.

Должна быть проведена серия из не менее чем четырёх измерительных импульсов. Измеряется пиковое значение натурального показателя ослабления светового потока, время достижения заданной ча-

стоты t_b , частота вращения, ограничиваемая регулятором, и частота вращения при холостом ходе. Результаты измерений автоматически вводятся в память. После каждого импульса анализируемого газа необходимо переждать период успокоения и только затем снова подавать газ.

Если до истечения периода успокоения снова подается газ, то выдается сообщение об ошибке и происходит возврат к 1-й прогазовке, цикл измерений должен быть начат вновь.

Как только на дисплее появится сообщение «Дайте полный газ!», дайте газ и при этом в течение 2–3 секунд удерживайте постоянную частоту вращения, ограничиваемую регулятором. Измеряется пиковое значение натурального показателя ослабления светового потока, время достижения заданной частоты t_b , частота вращения, ограничиваемая регулятором, и частота вращения при холостом ходе. Результаты измерения автоматически вводятся в память.

При нажатой педали подачи топлива в 1-й строке дисплея появляется текущее значение частоты вращения, а во 2-й строке дисплея – максимальное значение показателя k , полученное во время измерения, например (рис. 4.21):

Ч. об. = XXX мин ⁻¹
К = XXX м ⁻¹

Рис. 4.21. Показания ЖК экрана дымомера «ИНФРАКАР Д».

Если прибор зарегистрировал максимальное k -значение, на дисплее появляется требование снова отпустить педаль подачи топлива и раздается звуковой сигнал. Повторно отпустите педаль.

После отпускания педали на дисплее на несколько секунд появляются записанные результаты измерения. В первой строке дисплея появляется максимальное k -значение, полученное во время измерения. Во второй строке дисплея от семи секунд ведется отсчет времени, оставшегося до следующего измерения.

По истечении периода ожидания запускается следующий цикл измерений. Он и следующие замеры осуществляются аналогичным образом, как описано выше.

5.6. Измерение в режиме максимальной частоты вращения.

После измерений в режиме свободных ускорений проводится измерение в режиме максимальных оборотов. При этом стабилизация дымности проверяется по достижении частоты вращения, ограничиваемой регулятором, в

определенном временном интервале. Затем после стабилизации рассчитывается среднее значение дымности ОГ в этом временном интервале и сравнивается с предельным значением.

По истечении последнего периода успокоения оператор имеет в своем распоряжении 53 секунды, чтобы произвести запуск цикла измерений на «полном газу». Если в течение этого времени цикл измерения в режиме максимальных оборотов не запущен, то происходит возврат к 1-й прогазовке и измерения начинаются снова.

Как только на дисплее появится сообщение «Дайте полный газ», плавно и без толчков отожмите педаль управления подачей газа и при этом в течение 2–3 секунд удерживайте постоянную частоту вращения, ограничиваемую регулятором. Цикл измерения в режиме максимальной частоты вращения автоматически запускается по достижении частоты вращения, ограничиваемой регулятором.

При этом на дисплее выдается фактическая частота вращения и фактическое значение коэффициента ослабления светового потока N.




Если дымность стабилизировалась в пределах временного интервала (максимальное отклонение составляет не более 6%), на дисплее появляется требование отпустить педаль подачи топлива.








Рассчитывается среднее значение коэффициента ослабления светового потока в пределах временного интервала и сравнивается с предельным значением (15%). Если среднее значение дымности, полученное при измерении в режиме максимальной частоты вращения, находится в допустимых пределах, то результаты измерения дымности ОГ оцениваются как «в порядке», в противном случае результаты измерения дымности ОГ считаются неудовлетворительными.

Измерения дымности ОГ на этом заканчиваются, а процедуру продолжают вводом номерного знака.

5.7. Ввод идентификационных данных транспортного средства.

После окончания измерений дымности ОГ идет запрос параметров транспортного средства, которые появляются на распечатке результатов измерений. Параметры транспортного средства вводятся с помощью цифровых и буквенных клавиш:

Описание	Клавиша
Подтверждение текущего ввода. После этого начинают следующий ввод	
Аннулирование предшествующего символа или значения по умолчанию	
Возврат при цифровом вводе	

Возврат при алфавитно-цифровом вводе (двойное нажатие клавиши). При возврате повторяется предшествующий ввод		
Клавиши для цифрового ввода числовых значений		
Клавиша ввода десятичной запятой при вводе числовых значений.		
Клавиша смены регистра для перехода в написании больших/маленьких букв		
Отмена измерения дымности ОГ		

Введите данные через клавиатуру ручного пульта и подтверждайте каждую строку на дисплее после ввода клавишей [*]. Во время ввода значения могут корректироваться клавишей [#].

На дисплее последовательно появляются следующие запросы:

- алфавитно-цифровой ввод номерного знака длиной максимально 24 символа.
- алфавитно-цифровой ввод данных владельца транспортного средства длиной максимально 24 символа.
- алфавитно-цифровой ввод фамилии контролера длиной максимально 24 символа.

5.8. После проведения измерений и ввода идентификационных данных транспортного средства происходит автоматический запуск распечатки протокола испытаний. Количество распечаток может быть определено в конфигурации. Чтобы получить графическую распечатку или дополнительные копии протокола испытаний, в главном меню следует запустить меню устройства печати и выбрать нужную печать.

4.6. Определение токсичности отработавших газов прибором «ИНФРАКАР М»

Подготовка прибора к работе.

1. Установить прибор на горизонтальной поверхности. В зависимости от источника электрического питания к разъему на задней панели подключить кабель питания 220 В или кабель питания 12 В из комплекта принадлежностей.

К штуцеру «Слив» подсоединить трубку для сброса конденсата. К штуцеру «Вход» подсоединить через короткую трубку из ПВХ бензиновый фильтр, к нему подсоединить пробоотборный шланг с зондом газозаборным из комплекта принадлежностей.

2. К гнезду на задней панели подключить кабель с датчиком тахометра, датчик подсоединить к высоковольтному проводу 1-й свечи.

3. Порядок переключения протокола обмена с ПК.

3.1. Включить прибор в сеть.

3.2. Подождать выхода прибора в режим индикации или нажать кнопку [$>0<$] для принудительного обнуления показаний.

3.3. Одновременно нажать кнопки [НАСОС] и [ПЕЧАТЬ]. На индикаторе «λ» высветится YES для приборов с протоколом UPEX и NO для приборов со стандартным протоколом.

3.4. Для установки стандартного протокола обмена нажать [-].

3.5. Для установки протокола UPEX нажать кнопку [+].

3.6. Для сохранения изменений в долговременной памяти прибора нажать [ВВОД].

3.7. Для выхода без сохранения изменений в долговременной памяти нажать [ВЫХОД]. При этом текущие изменения сохранятся до включения прибора.

3.8. Нельзя производить изменения протокола обмена при работе программного обеспечения, так как это может привести к сбою в работе прибора и потере данных калибровки. Рекомендуется изменения протокола производить при неподключенном приборе к ПК.

Порядок работы.

1. Прибор обслуживается одним оператором.


2. Установить пробозаборник прибора в выхлопную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом.

3. Произвести настройку нулей всех каналов нажатием кнопки [$\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft$]. Должно быть обеспечено поступление чистого воздуха, не загрязненного выбросами CO_2 , CO и CH.

Нажатие и удержание кнопки 4/2 такта позволяет установить в тахометре тип двигателя, к которому подключен прибор (двух- четырехтактный). Короткое нажатие на кнопку 4/2 такта позволяет проконтролировать тип двигателя, установленный в тахометре (двух-четырёхтактный).

Для изменения уровня чувствительности тахометра необходимо одновременно нажать кнопки [Печать] и [4/2 такта]. При этом на индикаторе «λ» появится значение установленного уровня чувствительности. Нажатием на кнопки [+] и [-] можно установить требуемый уровень чувствительности тахометра. При завышении показаний тахометра и при его неустойчивой работе необходимо понизить чувствительность, при занижении показаний – повысить чувствительность тахометра.

Запоминание установленного уровня производится нажатием кнопки [▶0◀] (ввод), выход без запоминания – нажатием кнопки [Насос] (выход). При измерении частоты вращения коленчатого вала в двигателях с 2–искровой системой зажигания в тахометре устанавливается режим точно так же, как в 2–тактном двигателе. Включить насос нажатием кнопки. Газоанализатор готов к работе.

После окончания режима настройки нуля (чувствительности – по каналу O_2) газоанализатор переходит в режим измерения концентраций всех каналов, а также частоты вращения коленчатого вала двигателя, производится расчет коэффициента λ . Переключение режимов вычисления параметра λ для различных видов топлива осуществляется нажатием и удержанием более четырех секунд кнопки «». На индикаторе « λ » будут высвечиваться названия режимов в порядке «БЕНЗ», «ПРОП», «П.ГАЗ», «БЕНЗ» – для бензина, «ПРОП» – для смеси пропан-бутан, «П.ГАЗ» – для метана (природный газ).

Автоматическая подстройка нуля производится через 15 мин, время подстройки – 30 с. В процессе измерения (при нажатой кнопке [Насос]) автоподстройка не происходит.

4. Показания следует фиксировать через 40–60 с после начала измерения.

Нажатием кнопки [ПЕЧАТЬ] производится распечатка измеренных величин с указанием реального времени и информации о владельце прибора. Информация о владельце прибора вводится им в программу, входящую в комплект поставки, и передается в прибор через интерфейс RS 232. В распоряжении потребителя находятся 64 символа для ввода в печать названия фирмы – владельца прибора и другой текстовой информации.

5. По окончании работы с автомобилем или при перерыве в работе выключить побудитель расхода газа нажатием кнопки «НАСОС».

6. Вынуть пробозаборник из выхлопной трубы автомобиля, отсоединить тахометр.

7. По окончании смены необходимо выключить питание прибора.

4.7. Определение токсичности отработавших газов прибором «MGT 5»

Подготовка прибора к работе.

1. Включите анализатор выхлопных газов двигателя. На передней стороне устройства зажигается зеленая лампа.

2. Включите персональный компьютер (ПК) и экран. В ПК происходит первоначальная загрузка. Запускаются Windows и Eurosystem.

3. Подождите инициализации. Устанавливаются компоненты, которые перечисляются под заголовком «Подключённые приборы». Обратите внимание на строку сообщений. В зависимости от состава оборудования данный экран может требовать подтверждения с помощью нажатия [Enter]. После осуществления инициализации появляется главное меню Eurosystem. В строке заголовка появляется сообщение о готовности к проверке (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

4. Выберите [F11] для активации анализатора выхлопных газов двигателя «MGT 5» и подождите появления следующего экрана.

5. Проверка герметичности.

Проверка герметичности выполняется ежедневно, когда устройство включается первый раз. При этом процессе проверяется вся линия всасывания, включая зонд.

Когда устройство включается повторно, происходит только проверка температурного состояния измерительного модуля. Регулировка нуля происходит в фоновом режиме работы. В этом случае главное меню появляется сразу после включения(рис. 4.23) .

Вытяните дополнительный кусок шланга из рукоятки всасывающего зонда и наденьте его поверх всасывающего отверстия. Затем изображение изменяется, и система поднимает низкое давление. Подождите завершения процедуры. Отсчет остающегося времени ведется в нижнем левом углу экрана. После того как будет поднято низкое давление, производится контроль герметичности (рис. 4.24).



Рис. 4.23. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

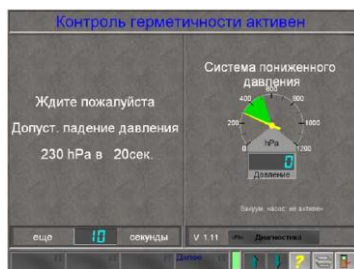


Рис. 4.24. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

Подождите завершения процедуры. Отсчет времени ведется в нижнем левом углу экрана. Во время процедуры проверки, продолжающейся примерно 20 с, спад давления не должен превышать 230 мбар. Дисплей показывает завершение, а также результаты проверки.

Удалите кусок шланга с всасывающего отверстия газового зонда и верните его в исходное положение в рукоятке.

Если на строке сообщений отображается информация об отрицательном результате, проверку можно повторить с помощью клавиши [F4]. Проверьте шланг, зонд, главный и специальный фильтр, а также корпус фильтра относительно утечки. Устраните повреждение и повторите проверку, используя клавишу [F4] или кнопку повтора.

6. Далее автоматически включается фаза прогрева.

7. После завершения фазы прогрева происходит автоматическая регулировка в окружающем воздухе (компенсация), которую можно определить как регулировку нуля.

Окружающий воздух очищается от остатка НС посредством фильтра с активированным углем, после чего устройство измерения регулируется.

8. Результаты измерения могут быть искажены остатком НС в циркуляционной системе измерения. Остаток НС не может превышать указанное предельное значение.

Подождите завершения проверки. Отсчет остающегося времени ведется в нижнем левом углу экрана.

Если на строке сообщений отображается информация об отрицательном результате, проверку можно повторить с помощью клавиши [F5]. При необходимости проверьте интервал замены фильтра в пункте меню «ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ». Причиной неудачных проверок могут быть также грязные шланги, зонды или главный фильтр.

9. После прохождения всех тестов прибора включается основное меню газоанализатора (рис. 4.25).

Основное меню газоанализатора подразделяется на следующие поля:

– Осмотр ОГ;



Рис. 4.25. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

– Диагностика АТС;

– Диагностика прибора.

10. Поместите зонд в выхлопную трубу автомобиля, подлежащего проверке, и прикрепите его к концу трубы с помощью металлического зажима.

11. Проверьте соединение зонда температуры масла с анализатором выхлопных газов MGT 5. Удалите щуп измерения уровня масла из двигателя. Подгоните длину зонда температуры масла к длине щупа измерения уровня масла путем перемещения конической пробки.

Неправильная регулировка длины зонда температуры масла может привести к повреждению двигателя.

Поместите зонд температуры масла вместо щупа измерения уровня масла в двигатель.

12. Соедините датчик RPM с двигателем.

Измерение.

1. Для начала измерения токсичности отработанных газов нажмите иконку с изображением газоанализатора в главном меню (рис. 4.26).

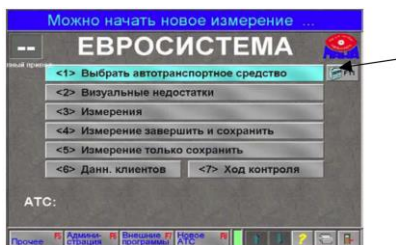


Рис. 4.26. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

2. Проверка может быть начата после завершения фазы прогрева оборудования и правильной подготовки автомобиля. Выберите пункт [Осмотр ОГ], чтобы начать проверку выхлопных газов (рис. 4.27). В этом пункте меню измерение проводится по методике, описанной в ГОСТ Р 52033–2003.



Рис. 4.27. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

3. После ввода всех необходимых данных для проведения измерения в соответствии с ГОСТ Р 52033–2003 программа выводит на экран страницу со всеми введенными данными для их проверки. Если введенные данные верны, необходимо их подтвердить.

Методика измерения по ГОСТ Р 52033–2003 требует обязательного измерения частоты вращения двигателя. При отсутствии или не подключении прилагаемых к газоанализатору устройств измерения частоты вращения двигателя официальный тест не будет произведен.

Программа переходит в режим проверки токсичности отработанных газов. Следуйте указаниям на экране монитора (верхняя информационная строка).

В случае несоблюдения команд информационной строки и заданных временных интервалов процесс измерения будет прерван.

4. Пункт [Диагностика АТС] следует выбирать в том случае, когда данные автомобиля и клиента уже известны, т.е., например, когда автомобиль проходит повторную проверку или при работе прибора в составе диагностической линии.

Процедура также применяется для диагностики автомобилей, когда нет необходимости сохранять и распечатывать полученные значения.

6. Экран общего представления измерений имеет вид (рис. 4.28):

По окончании процесса измерения результаты появятся на экране монитора с последующим сохранением необходимой по ГОСТ Р 52033–2003 информации в базе данных системы управления.

Согласно ГОСТ Р 52033–2003 режимы и методы измерения токсичности ОГ должны соответствовать следующим требованиям.



Рис. 4.28. Показания монитора ПК при работе дымомера «MGT 5».

Содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах определяют при работе двигателя в режиме холостого хода на минимальной (n_{\min}) и повышенной ($n_{\text{пов}}$) частотах вращения коленчатого вала двигателя, установленных предприятием – изготовителем автомобиля.

При отсутствии данных, установленных предприятием – изготовителем автомобиля:

- значение n_{\min} не должно превышать:
 - 1100 мин^{-1} для автомобилей категорий M1 и N1,
 - 900 мин^{-1} для автомобилей остальных категорий;
- значение $n_{\text{пов}}$ устанавливают в пределах:

- 2500 – 3500 мин⁻¹ для автомобилей категорий М1 и N1 не оборудованных системами нейтрализации,
- 2000 – 3500 мин⁻¹ для автомобилей категорий М1 и N1 оборудованных системами нейтрализации,
- 2000 – 2800 мин⁻¹ для автомобилей остальных категорий независимо от их комплектации.

Проведение измерений на автомобилях, не оснащенных системами нейтрализации отработавших газов:

1. Перед проведением измерений проверяют и устанавливают нулевые показания газоанализатора на шкалах измерения СО и С_nН_m.
2. Измерения проводят в следующем порядке:
 - запускают двигатель, нажимая на педаль управления дроссельной заслонкой, увеличивая частоту вращения коленчатого вала двигателя до $n_{пов}$ и работают в этом режиме не менее 15 с;
 - отпускают педаль управления дроссельной заслонкой, устанавливая минимальную частоту вращения вала двигателя, и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов;
 - устанавливают повышенную частоту вращения вала двигателя $n_{пов}$ и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов.

Проведение измерений на автомобилях, оснащенных системами нейтрализации отработавших газов:

1. Перед проведением измерений проверяют и устанавливают нулевые показания газоанализатора на шкалах измерения СО, С_nН_m и СО₂.
2. Измерения выполняют в следующем порядке:
 - запускают двигатель, нажимая на педаль управления дроссельной заслонкой, увеличивают частоту вращения вала двигателя до $n_{пов}$, поддерживают этот режим в течение 2...3 мин (при температуре окружающего воздуха ниже 0°С – 4...5 мин) и после стабилизации показаний измеряют содержание СО, С_nН_m и фиксируют значение коэффициента избытка воздуха α ;
 - устанавливают минимальную частоту вращения вала двигателя $n_{мин}$ и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов. Приступать к измерению на $n_{мин}$ следует не позднее чем через 30 с после проверки в режиме $n_{пов}$.
3. На автомобилях, оснащенных трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и встроенной системой диагностирования, перед измерением содержания СО и С_nН_m проверяют работо-

способность двигателя и системы нейтрализации по показаниям диагностического индикатора, расположенного на приборной панели:

- при включении зажигания перед пуском двигателя диагностический индикатор должен быть включен или включаться на короткий промежуток времени; при отсутствии соответствующего сигнала диагностического индикатора после включения зажигания дальнейшую процедуру проверки прекращают;

- после пуска двигателя диагностический индикатор должен выключиться; в случае, если диагностический индикатор при работе двигателя остается во включенном состоянии, дальнейшую процедуру проверки прекращают.

5. ПРОВЕРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДЫМНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Цель работы. 1. Изучить устройство и принцип работы оборудования для проверки дымности отработавших газов дизельного двигателя.

2. Изучить методику проверки дымности отработавших газов дизельного двигателя при прохождении государственного технического осмотра.

3. На основании результатов проверки сделать заключение о пригодности транспортного средства к дорожному движению.

Применяемое оборудование: дымомер «ИНФРАКАР Д», «MDO2 LON», щуп для измерения температуры масла, измеритель оборотов коленчатого вала.

5.1. Порядок проведения проверки

Условия измерения дымности.

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку отработавших газов и подсос воздуха.

2. Перед испытаниями двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля.

3. Устройство для пуска холодного двигателя должно быть отключено.

Порядок проведения измерения дымности дизельного двигателя.

1. Установить рычаг переключения передач (селектор) в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом и заглушить двигатель.

2. Подготовить дымомер к работе согласно руководству по его эксплуатации.

3. Подключить датчик тахометра дымомера к двигателю согласно руководству по эксплуатации дымомера.

4. Подключить датчик температуры двигателя путем помещения его через отверстие, предназначенное для масляного щупа, в поддон картера двигателя до погружения в находящееся там моторное масло.

5. Установить пробоотборное приспособление к выпускной трубе транспортного средства. Трубка пробоотборника должна быть обращена открытым концом навстречу потоку отработавших газов и располагаться (по возможности) в направлении оси выпускной трубы или удлинительного патрубка, где распределение отработавших газов является наиболее равномерным. Трубку рекомендуется заглублять в выпускную трубу на расстояние, равное не менее чем утроенному диаметру выпускной трубы. Соединительные патрубки между пробоотборным приспособлением и дымомером должны иметь длину $(2,5 \pm 0,5)$ м, устанавливаться (по возможности) с подъемом от места отбора пробы до дымомера и не иметь резких перегибов.

6. Установить на выпускаемую трубу транспортного средства устройство для отвода отработавших газов.

7. Запустить двигатель.

8. При работе двигателя в режиме холостого хода при минимальной частоте вращения быстрым (но не резким) нажатием до упора на педаль управления подачей топлива установить максимальную частоту вращения до включения регулятора. Затем отпустить педаль до установления минимальной частоты вращения. Этот процесс повторить не менее шести раз.

9. При каждом последующем свободном ускорении зафиксировать максимальную дымность до получения устойчивых значений. Измеренные значения считаются устойчивыми, если четыре последовательных значения располагаются в зоне $0,25 \text{ м}^{-1}$ и не образуют убывающей последовательности. Результатом измерения считается среднее арифметическое четырех значений.

10. Выдержать паузу не менее 60 с после проверки в режиме свободного ускорения, после чего провести проверку в режиме максимальной частоты вращения. Для этого нажать педаль до упора и зафиксировать ее в таком положении, установив максимальную частоту

вращения. Измерить дымность не ранее чем через 10 с после выпуска отработавших газов в прибор.

11. Заглушить двигатель, отсоединить устройство для отвода отработавших газов и пробоотборное приспособление от выпускной трубы глушителя, отключить датчик тахометра от двигателя, вынуть датчик температуры из поддона картера и вставить масляный щуп на место.

5.2. Оценка результатов измерений

Сравнить полученные значения дымности со значениями табл. 5.1.

Таблица 5.1. Нормативные значения дымности отработавших газов дизельного двигателя

Режим измерения дымности	Предельно допустимый натуральный показатель ослабления светового потока $K_{доп}$, м ¹ , не более	Предельно допустимый коэффициент ослабления светового потока $N_{доп}$, %, не более
Свободное ускорение для автомобилей:		
– без наддува	1,2	40
– с наддувом	1,6	50
Максимальная частота вращения	0,4	15

5.3. Отчет о выполненной работе

Кратко опишите содержание проверки. Заполните табл. 5.2.

Таблица 5.2. Результаты проверки

Марка транспортного средства				
Вид используемого топлива				
Температура масла, °С				
Значение дымности при свободном ускорении N , % (четыре значения)				
Значение дымности при максимальной частоте вращения N , %.				

На основании результатов проверки сделайте заключение о пригодности транспортного средства к дорожному движению.

5.4. Контрольные вопросы

1. Назовите вредные выбросы, которые присутствуют в отработавших газах дизельных двигателей внутреннего сгорания.
2. Какие из вредных выбросов, присутствующих в отработавших газах дизельного двигателя подлежат контролю на СТО.
3. Какие приборы применяются для оценки токсичности отработавших газов дизельного двигателя?
4. Опишите методику проверки автотранспортных средств на дымность отработавших газов.
5. Каковы нормативные значения токсичности отработавших газов дизельного двигателя по ГОСТ 21393–75.

6. ПРОВЕРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОГ

Цель работы. 1. Изучить устройство и принцип работы оборудования для проверки содержания вредных веществ (СО и СН) в отработавших газах бензинового двигателя.

2. Изучить методику проверки содержания вредных веществ (СО и СН) в отработавших газах бензинового двигателя при прохождении государственного технического осмотра.

3. На основании результатов проверки сделать заключение о пригодности транспортного средства к дорожному движению.

Применяемое оборудование: газоанализатор «ИНФРАКАР М» и «MGT-5», щуп для измерения температуры масла, измеритель оборотов коленчатого вала.

6.1. Порядок проведения проверки

Условия измерения СО и СН.

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку отработавших газов и подсос воздуха.

2. Перед испытаниями двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля.

3. Все обогатительные устройства двигателя должны быть отключены.

Порядок проведения измерения экологических показателей бензинового двигателя.

1. Установить рычаг переключения передач (селектор) в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом и заглушить двигатель.

2. Подготовить газоанализатор к работе согласно руководству по эксплуатации.

3. Подключить датчик тахометра газоанализатора к двигателю согласно руководству по эксплуатации газоанализатора.

4. Установить на выпускную трубу транспортного средства устройство для отвода отработавших газов.

5. Установить пробоотборный зонд газоанализатора в отверстие для введения зонда, расположенное в устройстве для отвода отработавших газов, на глубину не менее 300 мм от среза выхлопной трубы.

6. Запустить двигатель, установить частоту вращения коленчатого вала на уровне $n_{пов}$ и обеспечить его работу в этом режиме не менее 15 с.

7. Установить минимальную частоту вращения (n_{min}) вала двигателя и не ранее чем через 20 с измерить содержание оксида углерода и углеводородов.

8. Установить повышенную частоту вращения вала двигателя, равную $n_{пов}$, и не ранее чем через 30 с измерить содержание оксида углерода и углеводородов.

9. Извлечь пробоотборный зонд из отверстия для введения зонда, снять устройство для отвода отработавших газов с выпускной трубы глушителя, отсоединить датчик тахометра от двигателя.

6.2. Оценка результатов измерений

Сравнить полученные значения CO и CH со значениями табл. 6.1.

Таблица 6.1. **Нормативные значения токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей по ГОСТ Р 52033–2003**

Комплектация автомобиля	Частота вращения коленчатого вала	Оксид углерода, объемная доля, %	Углеводороды, объемная доля, млн ⁻¹
1	2	3	4
Автомобили категорий М1, М2, М3, N1, N2, N3, произведенные до 01.10.1986 г.	n_{min}	4,5	-

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4
Автомобили категорий М1 и N1, не оснащенные системами нейтрализации отработавших газов	n_{\min}	3,5	1200
	$n_{\text{нов}}$	2,0	600
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3 не оснащенные системами нейтрализации отработавших газов	n_{\min}	3,5	2500
	$n_{\text{нов}}$	2,0	1000
Автомобили категорий М1 и N1, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов	n_{\min}	1,0	400
	$n_{\text{нов}}$	0,6	200
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов	n_{\min}	1,0	600
	$n_{\text{нов}}$	0,6	300
Автомобили категорий М1 и N1 с трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и те же автомобили, оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	n_{\min}	0,5	100
	$n_{\text{нов}}$	0,3	100
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, с трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и те же автомобили, оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	n_{\min}	0,5	200
	$n_{\text{нов}}$	0,3	200

6.3. Отчет о выполненной работе

Кратко опишите содержание проверки. Заполните табл. 6.2.

Таблица 6.2. Результаты проверки

Параметр	Значение
1	2
Марка транспортного средства	

1	2
Вид используемого топлива	
Температура масла, °С	
Содержание СО при n_{min} , млн ⁻¹	
Содержание СН при n_{min} , млн ⁻¹	
Содержание СО при $n_{пов}$, млн ⁻¹	
Содержание СН при $n_{пов}$, млн ⁻¹	

На основании результатов опытов сделайте заключение о пригодности транспортного средства к дорожному движению.

6.4. Контрольные вопросы

1. Назовите вредные выбросы, которые присутствуют в отработавших газах бензиновых двигателей внутреннего сгорания.
2. Какие из вредных выбросов, присутствующих в отработавших газах бензиновых двигателей, подлежат контролю на СТО?
3. Какие приборы применяются для оценки токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей?
4. Опишите методику проверки автотранспортных средств на токсичность.
5. Каковы нормативные значения токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей по ГОСТ Р 52033–2003?

7. ПРОВЕРКА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

7.1. Общие сведения о тормозных системах автомобилей

Если отключить двигатель от ведущих колес, то автомобиль будет продолжать движение по инерции (накатом). Под действием сил сопротивления движению скорость автомобиля снижается и, наконец, он останавливается. Однако торможение при этом происходит на большом участке пути. Более эффективным является торможение под действием специально создаваемой внешней силы, называемой тормозной. Тормозная сила возникает в результате срабатывания тормозной системы. Тормозная система предназначена для снижения скорости движения машины вплоть до полной остановки и обеспечения ее не-

подвижности во время стоянки. В тракторах тормоза используют дополнительно для уменьшения радиуса поворота.

При торможении кинетическая энергия движения машины поглощается работой сил трения между фрикционными накладками и тормозным барабаном или диском, а также между шинами и дорогой и далее преобразуется в теплоту, которая рассеивается в атмосфере.

Современные тракторы имеют рабочую и стояночную тормозные системы, а автомобили и автопоезда как минимум рабочую, запасную и стояночную. Используются следующие типы тормозных систем.

Рабочая тормозная система обычно приводится в действие усилием ноги водителя, приложенным к педали. Эффективность действия рабочей тормозной системы оценивают по тормозному пути – расстоянию, проходимому автомобилем на горизонтальной сухой дороге с твердым покрытием при торможении от начальной скорости 40 км/ч до полной остановки. Этот критерий в соответствии с ГОСТом наряду с максимальным замедлением принят в нашей стране в качестве нормативного измерителя тормозных качеств транспортных средств.

Запасная тормозная система может быть менее эффективной, чем рабочая тормозная система. При отсутствии на автомобиле автономной запасной тормозной системы ее функции может выполнять исправная часть рабочей тормозной системы (например, контур тормозного привода передних или задних колесных тормозов) или стояночная тормозная система.

Стояночная тормозная система приводится в действие от рычага (рукоятки) рукой водителя. Она должна удерживать полностью груженный автомобиль на уклоне не менее 25%.

Вспомогательная тормозная система обязательна для автотранспортных средств полной массой свыше 12 т, а также автомобилей и автобусов, предназначенных для эксплуатации в горных районах. Вспомогательная тормозная система тормоз-замедлитель, ограничивающий скорость движения автомобиля на длительных спусках, выполняется независимой от других тормозных систем.

Любая тормозная система состоит из тормозных механизмов и тормозного привода. Тормозные механизмы препятствуют вращению колес, вследствие чего между колесами и дорогой возникает тормозная сила. Тормозные механизмы могут быть установлены непосредственно у колес (колесные тормоза) или на вращающихся деталях трансмиссии (трансмиссионные, центральные тормоза). С помощью привода осуществляют управление тормозными механизмами. В некоторых тор-

мозных системах установлены усилители, облегчающие управление, а также другие устройства, повышающие эффективность тормозных систем и устойчивость при торможении.

Удобство и легкость управления тормозной системой определяются усилием, прилагаемым к педали или рычагу управления, и ходом педали или рычага. Значения этих параметров указаны в таблице 7.1.

Таблица 7.1. **Максимальные значения усилий на тормозной педали или рычаги и величина их хода**

Управление	Тормозная система	Тип машины	Максимальное усилие на педали или рычаге, Н	Максимальный ход педали или рычага, мм
Ножное	Рабочая, запасная, стояночная	Легковые автомобили	500	150
		Грузовые автомобили, тракторы	700	180
Ручное	Запасная, стояночная	Легковые автомобили	400	160
		Грузовые автомобили, тракторы	600	220

Принципиальная схема тормозной системы приведена на рис. 7.1. Тормозная система включает тормозные механизмы передних и задних колес 4, гидравлический тормозной привод, приводимый в действие педалью 2.

Требования к тормозным системам, помимо общих требований предъявляемых к любым механизмам, следующие:

- минимальный тормозной путь или максимальное установившееся замедление в соответствии с требованиями ГОСТ, Директив ЕС и Правил ЕЭК ООН №13 и78;

- сохранение устойчивости при торможении (критериями устойчивости служат линейное отклонение, угловое отклонение, угол складывания автопоезда);

- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;

- минимальное время срабатывания тормозного привода;

- силовое следящее действие тормозного привода, т. е. пропорциональность между усилием на педали и приводным моментом;

- отсутствие органолептических явлений (слуховых, обонятельных);

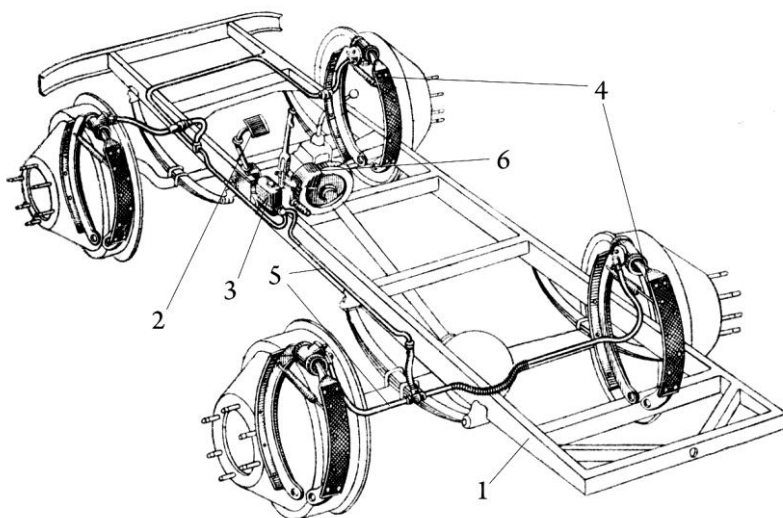


Рис. 7. 1. Схема тормозной системы: 1 – остов автомобиля; 2 – педаль тормоза; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – колесные тормозные механизмы; 5 – соединительные трубопроводы; 6 – стояночный (трансмиссионный тормоз)

- надежность всех элементов тормозных систем; основные элементы (тормозная педаль и ее крепление, главный тормозной цилиндр, тормозной кран и др.) должны иметь гарантированную прочность, не должны выходить из строя на протяжении гарантированного ресурса; должна быть также предусмотрена сигнализация, оповещающая водителя о неисправности тормозной системы.

При работе с прицепом тормоза прицепа должны начинать торможение чуть раньше, чем тормоза тягача. В тормозных системах универсальных тракторов должно быть дополнительно раздельное управление тормозами левого и правого бортов.

Тормозные свойства машин в значительной степени определяют безопасность движения на дорогах. Поэтому большое внимание уделяется эффективности и надежности тормозных систем.

Как указывалось ранее, тормозная сила возникает между колесом и дорогой в результате того, что тормозной механизм препятствует его вращению. Направление тормозной силы противоположно направле-

нию движения автомобиля. Тормозная сила тем больше, чем сильнее тормозной механизм препятствует вращению колеса. Ее максимальное значение зависит от сцепления колеса с дорогой и вертикальной реакции R_z , действующей от дороги на колесо: $P_{Tmax} = \varphi R_z$ (где φ – коэффициент сцепления колеса с дорогой).

Чем больше коэффициент сцепления φ , тем больше может быть тормозная сила. Так, на асфальтовой сухой дороге ($\varphi = 0,8$) торможение более эффективно, чем на той же дороге во время дождя ($\varphi = 0,5$). Лучшее сцепление колеса с дорогой происходит при его качении. Тормозная сила умноженная на радиус колеса образует тормозной момент. Если тормозной момент больше момента по сцеплению, то колеса блокируются – перестают вращаться (100%-ное скольжение). Такой режим называют торможением юзом. Когда колесо блокируется и скользит по дороге, коэффициент сцепления уменьшается на 20...30%. При этом режиме резко снижается коэффициент сцепления колеса с дорогой как в продольном, так и в поперечном направлении – колесо не может воспринимать боковые силы. В данном случае тормозной путь увеличивается, а машину может заносить. Особенно опасна неодновременная блокировка колес. При торможении колесо надо удерживать на грани блокировки, не допуская юза.

Для получения максимального значения P_{Tmax} следует делать все колеса тормозящимися, т. е. использовать вертикальные реакции, действующие на все колеса автомобиля. Вертикальные реакции на передних и задних колесах автомобиля меняются вследствие изменения нагрузки, особенно у грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов. Кроме того, при торможении по мере увеличения замедления вертикальные реакции на передних колесах возрастают, а на задних колесах уменьшаются. Для повышения эффективности торможения тормозные силы должны меняться в соответствии с изменением вертикальных реакций на передних и задних колесах.

Эффективность рабочей и запасной тормозных систем оценивают по длине тормозного пути и установившемуся замедлению, а стояночной и вспомогательной – по суммарной тормозной силе, развиваемой этими системами.

Различают аварийное (экстренное) и служебное торможение. Аварийное торможение производится обычно до полной остановки машины с максимальной для данных условий интенсивностью. Обычно число аварийных торможений составляет 5...10 % общего числа торможений. Служебное торможение применяют для плавного уменьше-

ния скорости автомобиля или его остановки в заданном месте. Его выполняют с небольшой интенсивностью: замедление составляет $1...1,5 \text{ м/с}^2$. Служебное торможение может осуществляться двигателем. При этом водитель уменьшает или прекращает подачу топлива в цилиндры двигателя. Тормозная сила создается за счет трения в двигателе и агрегатах трансмиссии. Наиболее часто используемый способ служебного торможения – торможение двигателем и тормозами одновременно.

Процесс торможения можно условно разделить на несколько этапов, каждый из которых характеризуется временем соответственно реакции водителя t_p (рис. 7.2), срабатывания тормозного привода t_n , движения автомобиля с заданным замедлением t_t и оттормаживания t_0 .

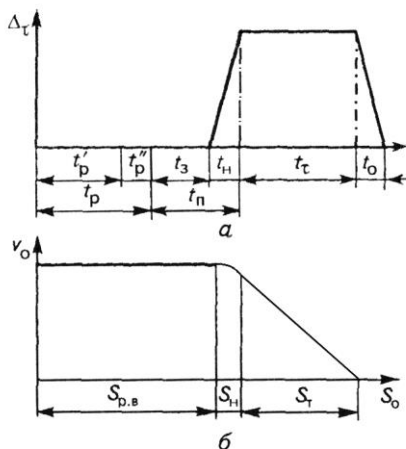


Рис. 7. 2. Диаграмма торможения автомобиля:
 а – изменение ускорения (замедления) во времени; б – изменение скорости машины

Время реакции водителя включает в себя время психической реакции t_p' (оценка обстановки и принятие решения) и время физической реакции t_p'' (перенос ноги с педали подачи топлива на тормозную педаль и выбор свободного хода педали тормоза). Диапазон этого времени $0,2...1,5 \text{ с}$ (и более) во многом определяется психофизическим состоянием водителя.

Время срабатывания тормозного привода ($0,2...0,4 \text{ с}$ при гидравлическом и $0,4...0,6 \text{ с}$ при пневматическом приводе) зависит от времени

запаздывания t_3 и времени нарастания замедления $t_{\text{н}}$. Время оттормаживания привода составляет 0,2...0,5 с.

В соответствии с этими этапами остановочный путь S_0 складывается из пути, проходимого машиной в течение времени реакции водителя и времени срабатывания тормозного привода $S_{\text{р.в}}$, и тормозного пути $S_{\text{т}}$, т. е.

Тормозной путь – это расстояние, проходимое автомобилем за время действия на него тормозных сил. Он определяется кинетической энергией, которой обладала машина до начала торможения.

По данным статистики, дорожно-транспортные происшествия, обусловленные неисправностями тормозной системы автомобиля, составляют 40...45 % всех аварий, происходящих по техническим причинам. Ниже приведены основные неисправности тормозной системы и их причины.

Увеличенный рабочий ход педали тормоза. Основные причины: утечка тормозной жидкости из колесных цилиндров, через уплотнительные кольца толкателя регулятора давления; наличие воздуха в тормозной системе; повреждение резиновых уплотнителей в главном тормозном цилиндре, повреждение резиновых шлангов гидропривода тормозов; повышенное торцевое биение тормозного диска (более 0,15 мм).

Недостаточная эффективность торможения. Основные причины: замасливание накладок колодок тормозных механизмов; заклинивание поршней в колесных цилиндрах; полный износ накладок тормозных колодок; перегрев тормозных механизмов; применение колодок с несоответствующими накладками; неправильная регулировка привода регулятора давления; потеря герметичности одного из контуров (сопровождается частичным провалом педали тормоза).

Неполное растормаживание всех колес. Основные причины: отсутствие свободного хода педали тормоза; увеличенное выступание регулировочного болта штока вакуумного усилителя относительно плоскости крепления главного цилиндра; разбухание резиновых уплотнителей главного цилиндра вследствие попадания в жидкость бензина, минеральных масел и т. п.; заклинивание поршня главного цилиндра.

Притормаживание одного из колес при отпущенной педали. Основные причины: поломка или ослабление стяжной пружины колодок заднего тормоза; заедание поршня в колесном цилиндре вследствие коррозии; разбухание уплотнительных колец колесного цилиндра из-за попадания в жидкость горюче-смазочных материалов; нарушение по-

ложения суппорта относительно тормозного диска при ослаблении болтов крепления направляющей колодки к поворотному кулаку; неправильная регулировка стояночного тормоза.

Занос или увод автомобиля в сторону при торможении. Основные причины: заклинивание поршня колесного цилиндра; закупоривание какой-либо стальной трубки вследствие вмятины или засорения; загрязнение или замасливание дисков, барабанов и накладок; неисправность регулятора давления; нарушение угла установки колес; разное давление в шинах; не работает один из контуров тормозной системы (сопровождается ухудшением эффективности торможения).

Увеличенное усилие на педали при торможении. Основные причины: неисправность вакуумного усилителя; повреждение шланга, соединяющего вакуумный усилитель и впускную трубу двигателя, или ослабление его крепления на штуцерах; разбухание уплотнителей цилиндров из-за попадания в жидкость горюче-смазочных материалов.

Писк или вибрация тормозов. Основные причины: ослабление стяжной пружины тормозных колодок заднего тормоза; чрезмерная овальность тормозных барабанов; замасливание фрикционных накладок; износ накладок или включение в них инородных тел; чрезмерное (более 0,15 мм) биение тормозного диска или его неравномерный износ (ощущается по вибрации тормозной педали).

7.2. Виды стендов и методы испытания тормозных систем

Согласно действующим стандартам применяют два основных метода диагностирования тормозных систем – дорожный и стендовый. Для них установлены следующие контролируемые параметры:

при проведении дорожных испытаний – тормозной путь; установившееся замедление; устойчивость при торможении; время срабатывания тормозной системы; уклон дороги, на котором должно неподвижно удерживаться транспортное средство;

при проведении стендовых испытаний – общая удельная тормозная сила; коэффициент неравномерности (относительная неравномерность) тормозных сил колес оси; время срабатывания тормозной системы, а для автопоезда еще дополнительно коэффициент совместимости звеньев автопоезда и асинхронность времени срабатывания тормозного привода.

Существует несколько видов стендов и приборов, использующих различные методы и способы измерения тормозных качеств: статиче-

ские силовые, инерционные платформенные, инерционные роликовые, силовые роликовые стенды, а также приборы для измерения замедления автомобиля при дорожных испытаниях.

Статические силовые стенды для диагностирования тормозов автомобиля представляют собой роликовые или платформенные устройства, предназначенные для проворачивания «срыва» заторможенного колеса и измерения прикладываемой при этом силы. Такие стенды могут иметь гидравлический, пневматический или механический привод. Измерение тормозной силы возможно при вывешенном колесе или при его опоре на гладкие беговые барабаны. Недостатком статического способа диагностирования тормозов является неточность результатов, вследствие чего не воспроизводятся условия реального динамического процесса торможения.

Принцип действия инерционного платформенного стенда основан на измерении сил инерции (от поступательно и вращательно движущихся масс), возникающих при торможении автомобиля и приложенных в местах контакта колес с динамометрическими платформами. Такие стенды иногда используются на предприятиях автотехобслуживания для входного контроля тормозных систем или экспресс-диагностирования транспортных средств.

Инерционные роликовые стенды состоят из роликов, которые могут иметь привод от электродвигателя или от двигателя автомобиля. В последнем случае ведущие колеса автомобиля приводят во вращение ролики стенда, а от них с помощью механической передачи – и передние (ведомые) колеса.

После установки автомобиля на инерционный стенд окружную скорость колес доводят до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобцая все каретки стенда путем выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами (лентами) стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое время вращение барабанов стенда и колес автомобиля прекращается. Пути, пройденные каждым колесом автомобиля за это время (или угловое замедление барабана), будут эквивалентны тормозным путям и тормозным силам.

Тормозной путь определяют по частоте вращения роликов стенда, фиксируемой счетчиком, или по продолжительности их вращения, измеряемой секундомером, а замедление – угловым деселерометром.

Метод, реализуемый инерционным роликовым стендом, создает условия торможения автомобиля, максимально приближенные к ре-

альным. Но в силу дороговизны стенда, недостаточной безопасности, трудоемкости и больших затрат времени, необходимого для диагностирования, стенды такого типа нерационально использовать при проведении диагностирования на автопредприятиях и при гостехосмотре.

Силовые роликовые стенды с использованием сил сцепления колеса с роликом позволяют измерять тормозные силы в процессе его вращения со скоростью 2...10 км/ч. Такая скорость выбрана вследствие того, что повышение скорости более 10 км/ч дает незначительное приращение информации о работоспособности тормозной системы. Тормозную силу каждого колеса измеряют, затормаживая его. Вращение колес осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по реактивному моменту, возникающему на старте мотор-редуктора стенда при торможении колес.

Роликовые тормозные стенды позволяют получать достаточно точные результаты проверки тормозных систем. При каждом повторении испытания они способны создать условия (прежде всего скорость вращения колес), абсолютно одинаковые с предыдущими, что обеспечивается точным заданием начальной скорости торможения внешним приводом. Кроме того, при испытании на силовых роликовых тормозных стендах предусмотрено измерение так называемой «овальности» – оценка неравномерности тормозных сил за один оборот колеса, т.е., исследуется вся поверхность торможения.

При испытании на роликовых тормозных стендах, когда усилие передается извне, от тормозного стенда, физическая картина торможения не нарушается. Тормозная система должна поглотить поступающую извне энергию даже несмотря на то, что автомобиль не обладает кинетической энергией.

Есть еще одно важное условие – безопасность испытаний. Самые безопасные испытания – на силовых роликовых тормозных стендах, поскольку кинетическая энергия испытуемого автомобиля на стенде равна нулю. В случае отказа тормозной системы при дорожных испытаниях или на площадочных тормозных стендах вероятность аварийной ситуации очень высока. Кроме того, стандарты на проверку тормозных систем ограничивают усилие на педали привода рабочего тормоза и органа управления стояночным тормозом. Эта величина с точки зрения теории торможения определяет усилия в исполнительных механизмах тормозной системы, необходимые для гашения кинетической энергии замедляющегося автомобиля.

Следует отметить, что по совокупности своих свойств именно силовые роликовые стенды являются наиболее оптимальным решением как для диагностических линий станций техобслуживания, так и для диагностических станций, проводящих гостехосмотр.

7.3. Устройство роликового тормозного стенда «МАНА IW2 Euro-Profi» для проверки эффективности рабочей и стояночной тормозной систем автомобилей

Основными компонентами стенда являются два взаимонезависимых комплекта роликов, размещенных в опорно-воспринимающем устройстве, соответственно для левой и правой сторон автомобиля, силовой шкаф, стойка, пульт дистанционного управления и силоизмерительное устройство давления на тормозную педаль. Автотранспортное средство устанавливается на испытательный стенд так, чтобы колеса проверяемой оси располагались на роликах.

Опорно-воспринимающее устройство предназначено для размещения опорных роликов и принудительного вращения колес диагностируемой оси автомобиля, а также для формирования (с помощью датчиков тормозной силы и веса) электрических сигналов, пропорциональных соответственно тормозной силе и части веса автомобиля, поступающего на каждое колесо диагностируемой оси.

Опорно-воспринимающее устройство (рис.7.3) состоит из рамы 1 коробчатого сечения, в которой на сферических самоустанавливающихся подшипниках расположены две пары опорных роликов 2, 3 и 4, 5, связанные (попарно каждая) между собой приводной цепью.

Ролики 2 и 5 связаны посредством «глухих» муфт-звездочек с соответственно расположенными мотор-редукторами 6 и 7. Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ним жестким валом электродвигателя мощностью 3 кВт.

Электрический двигатель мотор-редуктора влагозащитного исполнения приводит ролики в движение и затем поддерживает постоянную скорость вращения. Приводные двигатели приводятся в действие с помощью дистанционного управления, благодаря которому команды на измерение можно подавать из автомобиля, или с помощью интегрального автоматического двухпозиционного переключателя.

В тормозном стенде используются планетарные редукторы, имеющие высокие передаточные отношения (32...34), что позволяет получать меньшую скорость вращения роликов. Электродвигатель пере-

менного тока приводит в движение ведущий ролик посредством зубчатой передачи. Задние концы мотор-редукторов установлены в сферических подшипниках, при этом мотор-редукторы оказываются балансирно подвешенными. Корпуса мотор-редукторов связаны с тензометрическими датчиками 8 и 9.

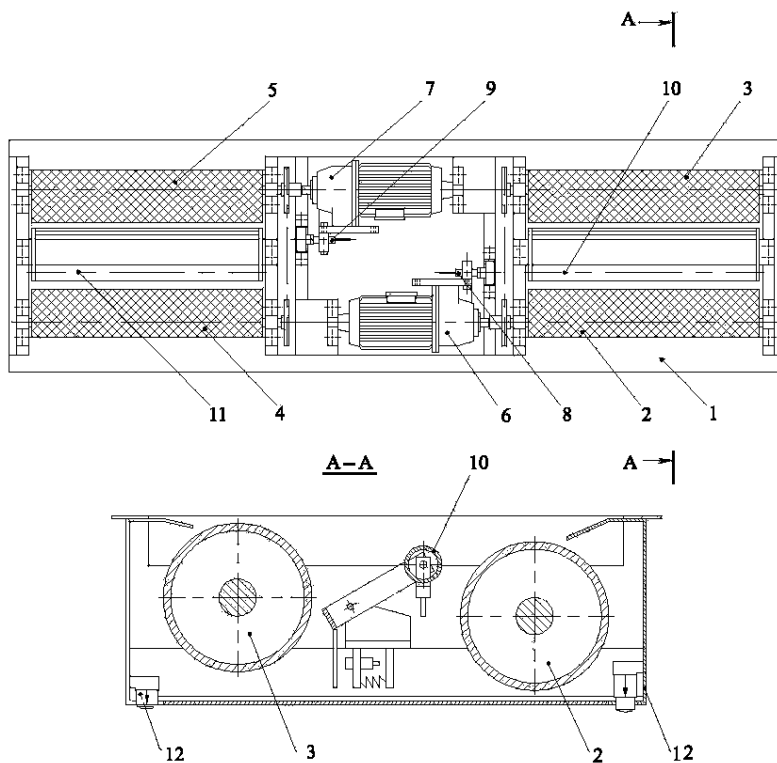


Рис. 7.3. Опорно-воспринимающее устройство:
 1 – рама; 2, 3, 4, 5 – ролики; 6, 7 – мотор-редукторы; 8, 9 – тензометрические датчики; 10, 11 – следящие ролики; 12 – датчики веса.

Между опорными роликами установлены свободно вращающиеся подпружиненные следящие ролики 10 и 11, имеющие по два датчика: датчик наличия автомобиля на опорных роликах, который при опускании следящего ролика выдает соответствующий сигнал, и датчик сле-

жения вращения колеса, выдающий соответствующие сигналы при вращении колеса диагностируемого транспортного средства.

На раме внизу под опорными роликами размещены четыре датчика веса 12, имеющие на концах упоры для установки и фиксации опорного устройства на раме.

Раму опорно-воспринимающего устройства укладывают на резиновые подкладки, чтобы погасить вибрацию. Поверхности роликов силовых стендов делают рифлеными со стальной наваркой, обеспечивающей постоянный коэффициент сцепления по мере износа роликов, или же покрывают базальтом, бетоном и другими материалами, обеспечивающими хорошее сцепление шин. Для лучшего сцепления роликов с шинами колес оба ролика делают ведущими, а расстояние между ними – таким, чтобы обеспечить невозможность съезда автомобиля со стенда при торможении. Выезд автомобиля со стенда после проверки тормозов ведущей оси обеспечивается реактивным моментом мотор-редукторов или подъемниками, расположенными между роликами. Для этой цели один из роликов (со стороны выезда) снабжают устройством, допускающим вращение только в одну сторону.

Тормозные стенды оборудованы специальными устройствами, предотвращающими пуск роликовых агрегатов в случае, когда одно или оба колеса заблокированы. Таким образом, автомобиль и шины защищены от повреждения роликами. Запуск блокируется также в случае нажатия педали тормоза раньше времени, слишком высокого сопротивления вращению роликов одного или обоих колес, зажатия тормозных колодок и т.п.

Силовой роликовый стенд для проверки тормозных систем могут определять ряд параметров:

- по общим параметрам транспортного средства и состоянию тормозной системы – сопротивление вращению незаторможенных колес; неравномерность тормозной силы за один оборот колеса; массу, приходящуюся на колесо; массу, приходящуюся на ось (макс. до 3500 кг);

- силу сопротивления вращению незаторможенных колес;

- по рабочей тормозной системе – наибольшую тормозную силу (до 6 кН); время срабатывания тормозной системы; коэффициент неравномерности (относительную неравномерность) тормозных сил колес оси; удельную тормозную силу; усилие на орган управления;

- по стояночной тормозной системе – наибольшую тормозную силу; удельную тормозную силу; усилие на орган управления.

Данные контроля выводятся на дисплей в виде цифровой или графической информации (рис. 7.4). Результаты диагностирования могут выводиться на печать и храниться в памяти компьютера как база данных диагностируемых автомобилей.



Рис. 7.4. Данные контроля тормозной системы автомобиля:
 1 – проверяемая ось; 2 – кнопки переключения между осями транспортного средства; *ПО* – рабочий тормоз передней оси; *СТ* – стояночная тормозная система; *30* – рабочий тормоз задней оси.

Результаты проверки тормозных систем могут выводиться также на приборную стойку (рис. 7.5).

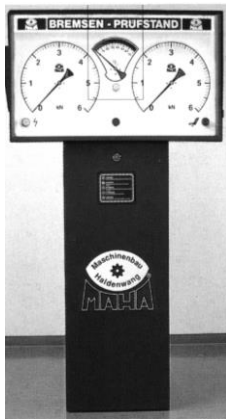


Рис. 7.5. Приборная стойка тормозного стенда.

Динамику процесса торможения можно наблюдать в графической интерпретации (рис. 7.6).

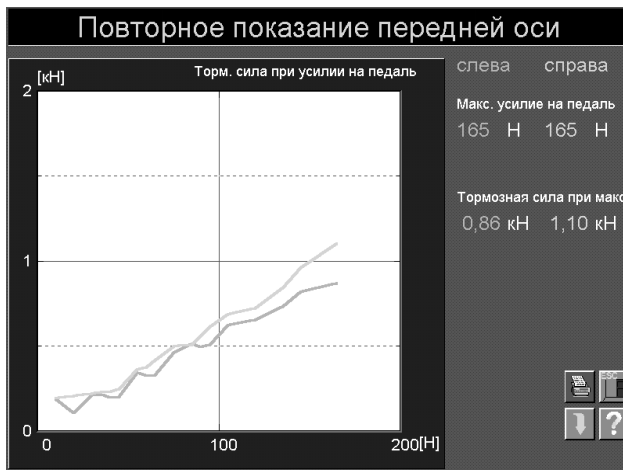


Рис. 7.6. Графическое отображение динамики процесса торможения.

График показывает тормозные силы (по вертикали) относительно усилия на педали тормоза (по горизонтали). На нем отражены зависимости тормозных сил от усилия нажатия на педаль тормоза как для левого колеса (верхняя кривая), так и для правого (нижняя кривая).

С помощью графической информации можно наблюдать также разницу в тормозных силах левого и правого колес (рис. 7.7).

На графике по вертикали показано изменение разности тормозных сил при торможении левого и правого колес. Кривая торможения не должна выходить за границы коридора, которые могут быть изменены в зависимости от конкретных нормативных требований. Наблюдая характер изменения графика, оператор-диагност может сделать заключение о конкретной неисправности тормозной системы.



Рис. 7.7. Значения тормозных сил левого и правого колес.

7.4. Принцип действия стэнда для проверки тормозной системы

При въезде автомобиля на тормозной стэнд производится измерение веса. Следящие ролики нажимаются вниз и передают стэнду сигнал о приведение стэнда в действие. Для включения тормозного стэнда должны быть нажаты оба ролика. В дальнейшем следящие ролики служат для определения проскальзывания шины относительно беговых роликов и дают сигнал на отключение приводных мотор-редукторов при проскальзывании.

Принцип действия стэндов основан на преобразовании тензорезисторными датчиками реактивных моментов тормозных сил, возника-

ющих при торможении колес автомобиля, а также силы тяжести и автомобиля, действующей на роликовые агрегаты, в аналоговые электрические сигналы. Во время торможения в зависимости от величины тормозной силы на балансирно подвешенном мотор-редукторе возникает реактивный момент. Корпус мотор-редуктора при этом поворачивается на угол, пропорциональный тормозной силе. Реактивный момент, возникающий при вращении мотор-редуктора, воспринимается тензометрическими датчиками 8 и 9 (см. рис. 7.1), один конец которых закреплен на лапах мотор-редукторов 6 и 7, а второй – на раме 1. Сигналы с тензометрических датчиков в зависимости от реактивных моментов тормозных сил, возникающих при торможении колес автомобиля, а также силы тяжести оси автомобиля, действующей на роликовые установки, преобразуются в аналоговые электрические сигналы.

Скорость вращения роликов тормозного стенда сравнивается со скоростью вращения следящих роликов. Разность скоростей вращения следящих роликов и роликов тормозного стенда определяет величину проскальзывания. При таком проскальзывании стенды автоматически отключают привод роликов тормозного стенда, что предохраняет шины от повреждений. При проверке обычно тормозят до тех пор, пока, по меньшей мере, один следящий ролик не отметит превышение нормативной величины проскальзывания и таким образом не отключит приводные двигатели. При достижении одним колесом установленной границы проскальзывания оба ролика отключаются. Максимальное измеренное значение записывается как максимальная тормозная сила.

Проскальзывание колеса зависит от состояния роликов и их влажности. Коэффициент трения стальных роликов составляет: сухих – около 0,9; мокрых – 0,7; базальтовых сухих – 0,9; базальтовых мокрых – 0,8. Однако максимальное значение тормозной силы может фиксироваться как при проскальзывании колеса, так и без проскальзывания. Если проскальзывание не будет достигнуто, то тормозная сила, полученная при нормативном усилии нажатия на педаль, принимается за максимальную тормозную силу.

Для получения в каждый момент времени значений соотношений давления в тормозном приводе (пневматическом или гидравлическом) к автомобилю могут быть присоединены дистанционные датчики давления.

На мониторе или приборной стойке отображается усилие на прокручивание незаторможенного колеса. Этот параметр характеризует

состояние подшипников ступиц колес, зазоров между колодками и барабаном (диском), сопротивление в трансмиссии.

В процессе диагностирования можно измерять овальность тормозных барабанов (неравномерность толщины тормозных дисков). Этот параметр определяется как разность между максимальным и минимальным тормозными усилиями за один оборот колеса при постоянном положении педали тормоза. Этот параметр не является контролируемым при гостехосмотре, однако он может использоваться в качестве диагностического при поиске неисправностей. С помощью этого измерения можно, например, определить отклонения тормозного барабана от окружности или биение тормозного диска.

7.5. Нормативные требования к тормозным системам, проверяемые стендовым методом

Эффективность торможения и устойчивость ТС при торможении проверяют на стендах и в дорожных условиях.

Средства измерений, применяемые при проверке, должны быть работоспособны и поверены по СТБ 8003.

Нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами при стендовых испытаниях, соответствующие СТБ 1641–2006, приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2. Нормативы эффективности торможения транспортных средств рабочей и аварийной тормозных систем при проверках на стендах, применяемые в Республике Беларусь

Тип транспортного средства	Категория транспортного средства	Усилие на органе управления, Н, не более	Удельная тормозная сила γ_m , не менее	
			рабочей тормозной системы	аварийной тормозной системы
1	2	3	4	5
Автомобили пассажирские и грузопассажирские	M ₁	500 400 ^{**}	0,50	0,25
	M ₂ , M ₃	700 600 ^{***}	0,50 0,48 [*]	0,25 0,24 [*]
Автомобили грузовые	N ₁	700 600 ^{***}	0,45 0,5 ^{**}	0,20 0,22 ^{**}
	N ₂ , N ₃	700 600 ^{***}	0,43 0,45 ^{**}	0,19 0,20 ^{**}

1	2	3	4	5
Прицепы и полуприцепы	О ₂ (кроме оборудованных рабочими тормозами инерционного типа), О ₃ , О ₄	—	0,40 0,43**	0,20 0,21**

* Не оборудованные АБС либо получившие официальное утверждение типа до 01.10.1991 г.

** Получившие официальное утверждение типа после 1988 г.

*** Для транспортных средств с ручным управлением аварийной тормозной системой.

Удельную тормозную силу γ_m рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах транспортного средства отдельно для автомобиля и прицепа (полуприцепа) по формуле

$$\gamma_m = \frac{\sum P_T}{M \cdot g}, \quad (7.1)$$

где $\sum P_T$ – сумма тормозных сил P_T на колесах транспортного средства, Н;

M – масса транспортного средства, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с².

При проверках на стендах эффективности торможения рабочей и аварийной тормозных систем допускается относительная разность F тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 30 %. При этом относительную разность рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах транспортного средства по формуле

$$F = \left| \frac{P_{T_{np}} - P_{T_{лев}}}{P_{T_{max}}} \right| \times 100, \quad (7.2)$$

где $P_{T_{np}}$, $P_{T_{лев}}$ – максимальные тормозные силы соответственно на правом и левом колесе проверяемой оси транспортного средства, Н;

$P_{T_{max}}$ – наибольшая из указанных тормозных сил, Н.

Стояночная тормозная система для транспортных средств технически допустимой максимальной массы должна обеспечивать удельную тормозную силу γ_m не менее 0,16; комбинированных транспортных

средств – не менее 0,12. При этом усилие, прикладываемое к органу управления стояночной тормозной системы для приведения ее в действие, должно быть не более 500 Н для транспортных средств категории М1 и 700 Н – для остальных категорий. Для транспортных средств с ручным управлением стояночной тормозной системой указанные значения должны составлять не более 400 и 600 Н соответственно.

Для стояночной тормозной системы допускается относительная разность тормозных сил колес оси не более 50%.

Определение соответствия тормозных систем транспортных средств с влажными шинами на стендах разрешается только по показателям блокирования колес на стенде; при этом шины, расположенные по обоим бортам транспортного средства, должны быть равномерно влажными по всей поверхности. Блокирование стенда должно происходить при достижении не менее 10% разности линейных скоростей беговых поверхностей шины и роликов стенда в месте их непосредственного контакта. При блокировании колес оси на стенде за максимальные тормозные силы принимаются их значения, достигнутые в момент блокирования.

Шины проверяемых на стенде ТС должны быть чистыми, сухими, а давление в них должно соответствовать нормативному, установленному изготовителем ТС или шин в эксплуатационной документации. Давление проверяют в полностью остывших шинах с использованием манометров (ГОСТ 9921–81).

Допускается определение соответствия тормозных систем транспортных средств на стендах с влажными шинами только по показателям блокирования колес на стенде, при этом шины должны быть равномерно влажными по всей поверхности по обоим бортам транспортного средства. Блокирование стенда должно происходить при достижении не менее 10 % разности линейных скоростей беговых поверхностей шины и роликов стенда в месте их непосредственного контакта. При блокировании колес оси на стенде за максимальные тормозные силы принимаются их значения, достигнутые в момент блокировки.

Проверки на стендах и в дорожных условиях проводят при работающем и отсоединенном от трансмиссии двигателе, а также отключенных приводах дополнительных ведущих мостов и разблокированных межосевых дифференциалах (при наличии указанных агрегатов в конструкции ТС).

Транспортные средства, имеющие жесткую межосевую связь или самоблокирующий неотключаемый дифференциал, проверяют только в дорожных условиях.

Нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами при проверках в дорожных условиях представлены в табл. 7.3 и 7.4.

Таблица 7.3. Нормативы эффективности торможения рабочей тормозной системой при проверках в дорожных условиях

ТС	Категория ТС	Усилие на органе управления P_n Н, не более	Тормозной путь ТС S_T , м, не более	Установившееся замедление $J_{уст}$, м/с ² , не менее	Время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$, с, не более
Автомобили пассажирские и грузопассажирские	M ₁	500	14,7	5,8	0,6
	M ₂ , M ₃	700	18,3	5,0	0,6
Легковые автомобили с прицепом	M ₁	500	15,4	5,4	0,6
Грузовые автомобили	N ₁ , N ₂ , N ₃	700	18,3	5,0	0,6
Грузовые автомобили с прицепом (полуприцепом)	N ₁ , N ₂ , N ₃	700	19,5	5,0	0,8

Примечание. Время полного приведения в действие органа управления тормозной системой не должно превышать 0,2 с.

Таблица 7.4. Нормативы эффективности торможения аварийной тормозной системой при проверках в дорожных условиях

ТС	Категория ТС	Усилие на органе управления P_n Н, не более	Тормозной путь ТС S_T , м, не более	Установившееся замедление $J_{уст}$, м/с ² , не менее	Время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$, с, не более
1	2	3	4	5	6
Автомобили пассажирские и грузопассажирские	M ₁	500 (400)	25,3	2,9	0,6
	M ₂ , M ₃	700 (600)	30,6	2,5	0,6
Легковые автомобили с прицепом	M ₁	500 (400)	26,8	2,7	0,6
Грузовые автомобили	N ₁ , N ₂ , N ₃	700 (600)	33,8	2,2	0,6

Грузовые автомобили с прицепом (полуприцепом)	N ₁ , N ₂ , N ₃	700 (600)	35,0	2,2	0,8
---	--	-----------	------	-----	-----

Примечание. Значения в скобках приведены для транспортных средств с ручным управлением аварийной тормозной системой.

Тормозные трубопроводы тормозной системы ТС должны быть герметичными, без повреждений, следов коррозии, надежно закреплены и не иметь не предусмотренных конструкцией контактов с элементами трансмиссии и системы выпуска отработавших газов.

Расположение и длина гибких шлангов тормозной системы должны обеспечивать герметичность соединений и исключать их повреждения с учетом максимальных деформаций подвески, углов поворота колес ТС и взаимных перемещений тягача и прицепа (полуприцепа). Набухание шлангов под давлением, повреждения наружного слоя шлангов, имеющие глубину, достигающую слоя армирования, не допускаются.

Узлы и приборы тормозной системы ТС должны быть в исправном состоянии, не иметь повреждений, следов коррозии и быть надежно закреплены.

Педаля тормоза должна иметь противоскользкую поверхность, свободно возвращаться в исходное положение и при нажатии не должна иметь бокового смещения. Свободный ход педали тормоза должен быть отрегулирован в соответствии с руководством по эксплуатации ТС.

Рычаг стояночной тормозной системы не должен быть деформирован или перекошен, он должен обеспечивать установку в предусмотренные конструкцией фиксированные положения. Устройство фиксации органа управления стояночной тормозной системой должно быть исправным.

Тяги механического тормозного привода стояночной тормозной системы не должны иметь повреждений, деформаций, а на тросах управления привода не должно быть узлов, потертостей и поврежденной оплетки.

В гидравлических тормозных приводах не допускается подтекание тормозной жидкости в элементах тормозной системы и их соединениях, а также снижение ее уровня в бачке для тормозной жидкости ниже установленного минимального значения, в том числе и при максимальном нажатии на тормозную педаль.

Рабочие поверхности тормозных барабанов и дисков должны быть чистые, без трещин и повреждений и иметь равномерный характер износа. Не допускается износ тормозных барабанов (дисков) и накладок тормозных колодок, превышающих предельные значения, установленные изготовителем в эксплуатационной документации.

7.6. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить методику и современные технические средства проверки тормозной системы автомобиля.

Задание.

1. Изучить методику проверки тормозной системы автомобилей.
2. Изучить порядок подготовки к работе и технические параметры тормозного стенда.
3. Выполнить проверку тормозной системы автомобиля.
4. Дать заключение о годности тормозной системы транспортного средства.

Приборы и оборудование: роликовый тормозной стенд «МАНА IW2 Euro-Profi»

Перед проверкой технического состояния тормозных систем транспортного средства на тормозном стенде необходимо выполнить ряд подготовительных операций в указанной ниже последовательности.

Проверить давление воздуха в шинах транспортного средства и при необходимости довести до нормы.

Проверить шины транспортного средства на отсутствие повреждений и отслоения протектора, которые могут привести к разрушению шины при торможении на стенде.

Осмотреть колеса транспортного средства и убедиться в надежности их крепления и отсутствии инородных предметов между сведенными колесами.

При необходимости загрузить транспортное средство так, чтобы обеспечить весовые показатели его осей не менее 90% от максимально допустимых. Показатели максимально допустимой массы, приходящейся на оси транспортного средства, можно определить с помощью инструкции по эксплуатации или специальной таблички, установленной на транспортном средстве. При нагружении осей транспортного средства категории M_1 можно использовать специально подготовленный балласт тарированной массы. Поскольку нагружение требуется, как правило, только для задних осей транспортных средств (за исклю-

чением категории О), оно может быть произведено после проверки тормозов передней оси.

Для транспортного средства категории М₁ балласт можно разместить в задней части пассажирского салона на сиденьях или на полу, а при наличии багажного отсека балласт можно разместить в нем.

Оценить степень нагрева элементов тормозных механизмов проверяемой оси органолептическим методом. Температура элементов тормозных механизмов должна быть не более 100°С. Оптимальными для проверки можно считать такие условия, при которых нагрев тормозных барабанов (дисков) позволяет удерживать незащищенную руку человека в непосредственном контакте с данным элементом в течение продолжительного времени. Проводить такую оценку следует, соблюдая меры предосторожности во избежание ожога.

Установить на тормозную педаль устройство (датчик усилия нажатия) для контроля параметров тормозных систем при достижении заданного усилия приведения в действие органа управления.

После выполнения подготовительных операций следует выбрать проверяемое транспортное средство в соответствующем меню программы управления тормозным стендом и вывести его на экран монитора в качестве текущего измерения, при этом необходимо проконтролировать правильность внесения в исходные данные количества транспортного средства осей, его типа, категории и года выпуска.

После выполнения подготовительных операций необходимо измерить параметры тормозных систем в указанном ниже порядке.

1. Въехать на роликовые агрегаты проверяемой осью, после чего перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение. На транспортных средствах, имеющих приводы более чем на одну ось, проследить, чтобы межосевые приводы были разблокированы. При наличии принудительной блокировки межколесного дифференциала проследить, чтобы она была отключена.

2. Включить привод роликов стенда. При этом на мониторе будет отображаться текущее значение сопротивления вращающихся колес в незаторможенном состоянии.

3. Произвести торможение рабочей тормозной системой путем плавного нажатия на педаль тормоза до упора. При остановке роликов стенда прекратить торможение. В случае, если остановка роликов не происходит, нажать на педаль до упора и после выдержки в течение 3...5 с отпустить педаль. При измерении управляемой оси необходимо

следить за ее боковым уводом и в процессе торможения компенсировать этот увод соответствующим поворотом рулевого колеса.

4. Произвести регистрацию результатов измерения.

5. Выполнить повторное измерение. Если результат измерения отличается от предыдущего незначительно, можно не регистрировать его, а если значительно, то записать и повторить измерение еще раз. Прекратить измерения при достижении стабильности полученных результатов. В этом случае произвести запись последнего из них.

6. Выключить привод роликовых агрегатов (если это не произошло автоматически в процессе измерения).

7. Измерить параметры стояночной и рабочей тормозной систем. Записать полученный результат в табл. 7.5.

Таблица 7.5. Таблица регистрации результатов измерений

Марка ТС	Категория ТС	Усилие на органе управления, Н	Тормозная сила, Н						Вес оси, кг	
			Рабочая тормозная				Стояночная система			
			передняя ось		задняя ось		левого колеса	правого колеса	передней	задней
			левого колеса	правого колеса	левого колеса	правого колеса				

Показатели удельной тормозной силы и устойчивости при торможении рассчитываются по тормозным силам, измеренным в момент автоматического отключения стенда или в момент достижения предельно допустимого усилия на органе управления тормозной системы.

Для предупреждения внезапного отказа тормозной системы тщательно проверяют состояние всех трубопроводов. Металлические трубопроводы не должны иметь забоин, царапин, натиров, активных очагов коррозии и должны быть расположены на небольшом расстоянии от деталей, которые могут их повредить. Тормозные шланги не должны иметь видимых невооруженным глазом трещин на наружной оболочке и следов перетираания, не должны соприкасаться с минеральными маслами и смазочными материалами, растворяющими резину. Тор-

мозные шланги проверяют сильным нажатием на педаль тормоза, появление вздутия свидетельствует об их неисправности.

7.7. Отчёт о выполненной работе

1. Вычертить схему и описать принцип работы тормозного стенда.
2. Записать данные диагностирования в табл. 7.5.
3. По формулам 7.1 и 7.2 произвести вычисления и заполнить табл. 7.6.
4. Сделать вывод о техническом состоянии проверяемого транспортного средства.
5. Дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

Таблица 7.6. Расчетная таблица

Марка ТС	Общая удельная тормозная сила, %			Разность тормозных сил колес оси, %			Заключение о годности транспортного средства
	Передняя ось	Задняя ось	Стояночная система	Передняя ось	Задняя ось	Стояночная система	

7.8. Контрольные вопросы

1. Для чего применяется тормозная система?
2. Какие требования предъявляют к тормозным системам?
3. Почему для проверки тормозной системы в основном используются роликовые силовые стенды?
4. Расскажите о порядке проверки тормозной системы на стенде «МАНА IW2 Euro-Profi».
5. Как проверить тормозную систему автомобиля с неотключаемым полным приводом на все колеса?
6. Какие нормативные требования предъявляются к тормозным системам?

8. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

8.1. Общие сведения о подвеске автомобиля

Подвеска предназначена для смягчения и гашения колебаний, передаваемых от неровностей дороги на кузов автомобиля. Её работа основывается на преобразовании энергии удара при наезде на неровность в перемещение упругого элемента подвески, вследствие чего сила удара, что передаётся на кузов, уменьшается и плавность хода возрастает. Подвеска автомобиля обеспечивает упругую связь рамы или кузова с мостами и колёсами, плавность хода, устойчивость и проходимость автомобиля.

Подвеска автомобиля включает в себя:

- упругие элементы;
- направляющие устройства;
- гасители колебаний;
- стабилизаторы поперечной устойчивости.

В качестве упругих элементов подвески используются металлические листовые рессоры, спиральные пружины, торсионы. Также на автомобилях могут применяться неметаллические упругие элементы, обеспечивающие пружинные свойства подвески за счет упругости резины, сжатого воздуха или жидкости. Иногда в подвесках используются комбинированные упругие элементы, которые состоят из металлических и неметаллических элементов.

Направляющее устройство подвески определяет характер движения колёс, передаёт толкающие, тормозные и боковые усилия на раму или корпус автомобиля. В случае пружинной подвески направляющим устройством служат рычаги и штанги подвески. В рессорной подвеске сама листовая рессора передает продольные и боковые усилия, благодаря чему конструкция подвески упрощается.

Гасители колебаний служат для гашения колебаний упругого элемента. При движении автомобиля в результате наезда колёс на неровности дороги возникают колебания кузова и колёс, которые гасятся с помощью амортизатора.

Одним из способов уменьшения крена кузова и улучшения показателей управляемости автомобиля является применение упругих дополнительных элементов, называемых стабилизаторами поперечной устойчивости. Применяются они в подвесках легковых автомобилей и автобусах.

Подвески обычно классифицируются по их кинематике и по упругому элементу. Кинематические подвески разделяются на два основных типа: зависимые и независимые. По упругому элементу – пружинные, где в качестве упругого элемента используются витая пружина, рессорные, торсионные и даже гидравлические и пневматические.

Рассмотрим особенности конструкции некоторых типов подвесок.

Независимая пружинная подвеска управляемой оси. Такая подвеска имеет две основные разновидности: на двойных поперечных рычагах и в виде амортизационной стойки (подвеска «МакФерсон», рис. 8.1, *а*).

Подвеска на двойных поперечных рычагах применяется на некоторых видах легковых автомобилей и грузовиков. В качестве направляющих элементов в такой подвеске служит пара поперечных рычагов, расположенных в двух уровнях по вертикали, а также поворотная цапфа, имеющая либо шкворневой шарнир, либо пару шаровых опор.

Один из вариантов подвески с шаровыми опорами приведён на рис. 8.1, *б*. Перемещение рычагов в угловом направлении относительно кузова происходит в резинометаллических шарнирах, а поворот цапфы относительно рычагов – в шаровых опорах.

Зависимая рессорная подвеска. Для двухосных транспортных средств такая подвеска, как правило, выполнена для каждого колеса в отдельности (рис. 8.2, *а*). Для трёхосных грузовых автомобилей задняя подвеска может быть выполнена в виде единой тележки с общими элементами подвески по каждому из бортов (рис. 8.2, *б*).

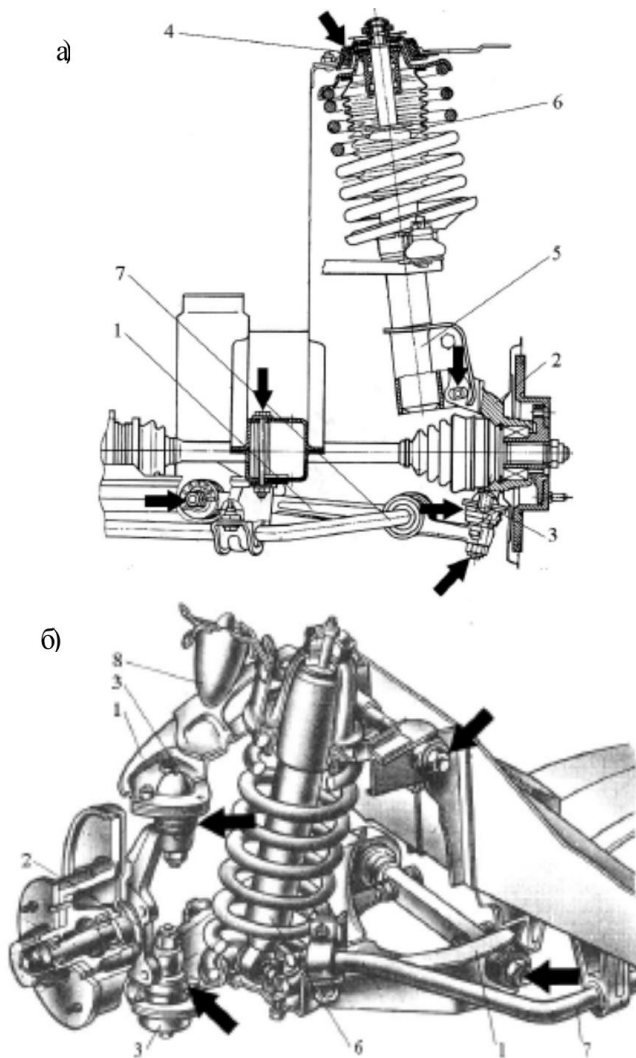


Рис. 8.1. Подвеска управляемых колёс автомобилей и их основные места контроля: *а* – типа «МакФерсон»; *б* – на двойных поперечных рычагах; 1 – рычаги подвески; 2 – поворотная цапфа; 3 – шаровые опоры; 4 – верхняя опора амортизатора; 5 – амортизаторная стойка; 6 – амортизатор; 7 – стабилизатор.

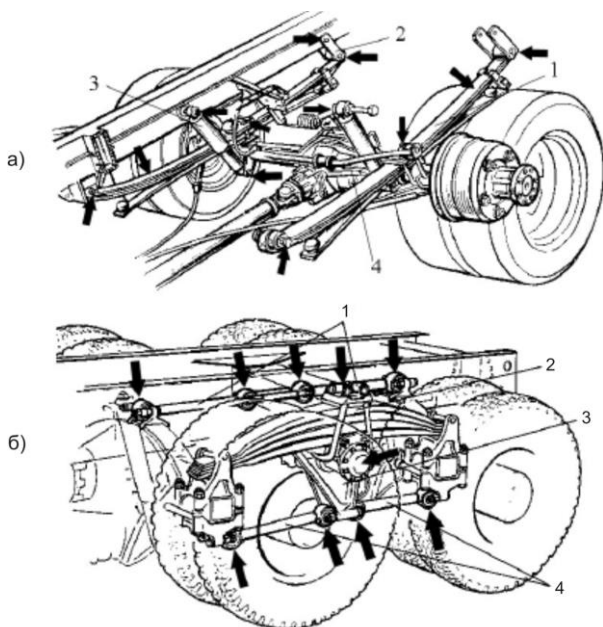


Рис. 8.2. Зависимые рессорные подвески и основные места их контроля:
а – подвеска одиночной оси (1 – рессора; 2 – серьга; 3 – амортизатор; 4 – стабилизатор);
б – баланси́рная тележка (1 – верхние реактивные тяги; 2 – рессора; 3 – баланси́рное устройство; 4 – нижние реактивные тяги).

Направляющими элементами в таких подвесках являются поворотные цапфы, листовые рессоры и штанги баланси́рного устройства. Поворотная цапфа (рис. 8.3) является элементом подвесок управляемых осей и включает шкворневой шарнир, обеспечивающий возможность поворота управляемых колёс. Этот шарнир имеет, как правило, радиальный подшипник скольжения, выполненный в виде бронзовых или металлополимерных втулок, а также упорный подшипник качения или скольжения, расположенный в нижней части шарнира.

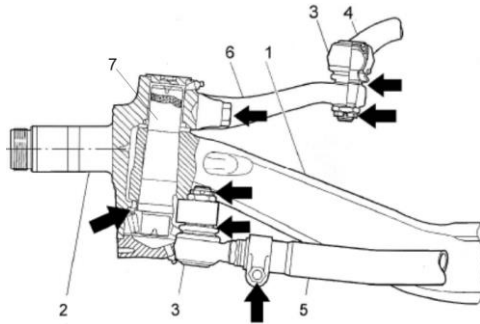


Рис. 8.3. Элементы шкворневой подвески управляемой оси и основные места её контроля: 1 – балка управляемой оси; 2 – поворотная цапфа; 3 – шаровые шарниры рулевых тяг; 4 – продольная рулевая тяга; 5 – поперечная рулевая тяга; 6 – поворотный рычаг; 7 – шкворень.

Зависимая пневматическая подвеска. Для каждого колеса транспортного средства она может выполняться по схеме с одной или двумя пневморессорами. Направляющими элементами в таких подвесках служат полурессоры, реактивные тяги, кронштейны рамы и балки для крепления пневмоэлементов. Упругими элементами являются пневморессоры, которые позволяют не только сглаживать колебания кузова ТС, но и регулировать его положение по высоте в определённых пределах.

На задних осях грузовых автомобилей, а также на осях полуприцепов широкое распространение получила подвеска с одной пневморессорой на колесо (рис. 8.4, а). Угловые перемещения полурессоры в кронштейне происходят посредством упругой деформации сайлент-блока.

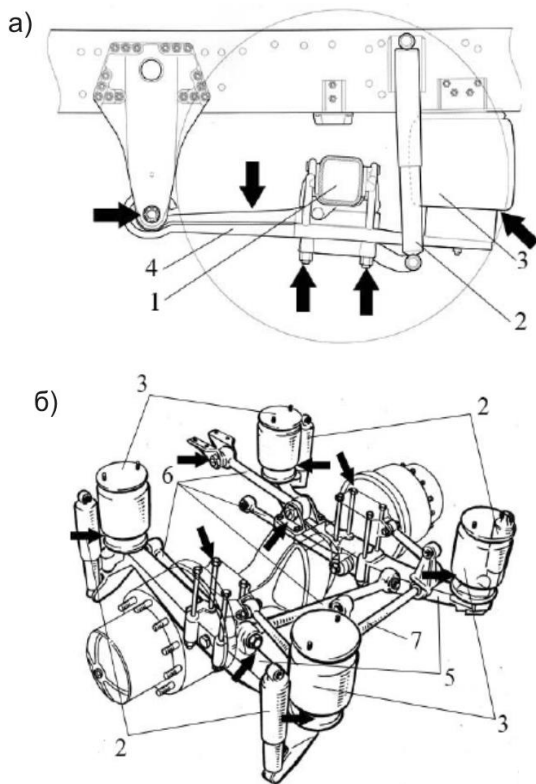


Рис. 8.4. Варианты исполнения пневмоподвесок неуправляемых осей и основные места их контроля: *а* – с одной пневморессорой на колесо; *б* – с двумя пневморессорами на колесо; 1 – пневморессора; 2 – амортизатор; 3 – балка оси; 4 – полурессора; 5 – реактивные тяги; 6 – стабилизатор; 7 – опорные кронштейны.

Задние подвески автобусов, а также передние и задние подвески грузовых автомобилей нередко выполняются по схеме с двумя пневморессорами на колесо (рис. 8.4, б).

Независимая пневматическая подвеска характерна прежде всего для управляемых осей автобусов повышенной комфортности. Один из вариантов исполнения такой подвески показан на рис. 8.5.

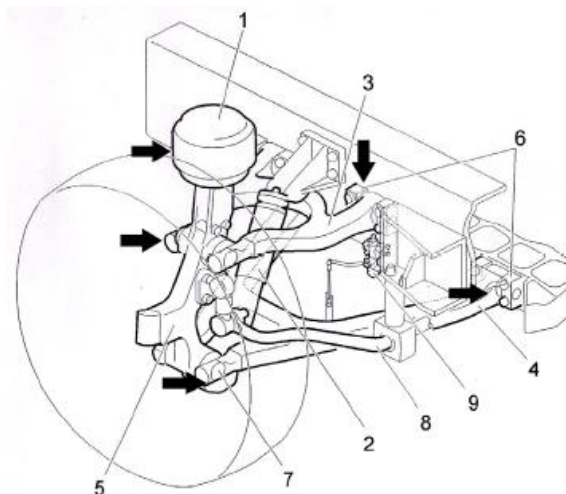


Рис. 8.5. Пневмоподвеска управляемой оси автобуса и основные места её контроля: 1 – пневморессора; 2 – амортизатор; 3 – верхний рычаг; 4 – нижний рычаг; 5 – опорная стойка; 6, 7 – резинометаллические втулки; 8 – стабилизатор поперечной устойчивости; 9 – кран управления подвески.

В качестве направляющих элементов такой подвески служит пара поперечных рычагов, расположенных в двух уровнях по вертикали, и шкворневая цапфа, имеющая в верхней части площадку для установки пневморессоры. Перемещения рычагов происходят, как правило, в резинометаллических шарнирах.

8.2. Детектор люфтов в подвеске автомобиля AST 2.0 фирмы МАНА (Германия)

Электрогидравлический стенд AST 2.0 предназначен для обнаружения дефектов крепления и зазоров в шарнирных соединениях, сайлентблоках, кронштейнах амортизаторов ходовой части легковых автомобилей, в подвеске двигателя, рулевом приводе, подшипниках ступиц колёс, а также выявления мест возникновения различных посторонних стуков и скрипов. Технические характеристики стенда приведены в табл. 8.1.

Таблица 81. Технические характеристики AST 2.0

Допустимая нагрузка, макс., т	2
Движение пластин в стороны, мм	+/- 25
Размеры рабочей площадки (Д x Ш x В), мм	600 x 500x 70
Вес рабочей площадки, кг	51
Электродвигатель, кВт	1,1
Гидравлическое давление, бар	80
Давление поршня, кН	22
Гидравлическое масло, заправочный объем, л	15

Стенд представляет собой одну стационарно установленную платформу, состоящую из неподвижных плит с антифрикционными накладками и подвижных площадок, которые лежат на антифрикционных накладках и могут перемещаться под действием штоков гидроцилиндров, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 8.6).



Рис. 8.6. Изображение рабочих пластин стенда AST 2.0.

Принцип работы детектора заключается в принудительном перемещении колеса подвески автомобиля знакопеременными силами и визуальном определении соответствующих люфтов.

После заезда автомобиля на рабочую площадку стенда проверочные

пластины могут двигаться в соответствии с описанными в табл. 8.2 функциями кнопок ручного пульта управления (рис. 8.7).

Таблица 8.2. **Функции кнопок ручного пульта управления**

Переключатель <i>встречное движение / син- хронное движение</i>	Кнопки направления движения <i>влево / вправо</i>	Движение пластин
		
		
		
		



Рис. 8.7. Ручной пульт управления.

8.3. Нормативные требования к проверке подвески транспортного средства

Балки осей ТС должны быть надёжно закреплены и не иметь трещин, деформаций и значительных коррозионных повреждений. Ремонт балок осей с помощью сварки, выполненный с нарушением рекомендаций изготовителей, не допускается.

Подшипники ступиц колёс должны быть отрегулированы в соответствии с требованиями эксплуатационной документации изготовителя. Ступицы колёс должны свободно и равномерно вращаться в обо-

их направлениях, причём осевой люфт должен соответствовать требованиям изготовителей.

Ослабление затяжки болтовых соединений и люфт карданной передачи ТС не допускаются.

Рессоры должны быть надёжно закреплены и не должны иметь деформаций, повреждений (коррозий, трещин, обломов и смещения листов) и чрезмерного износа накладок.

Листы рессор должны быть надёжно стянуты, а ушко рессоры – надёжно закреплено.

Детали пневматической подвески должны быть надёжно закреплены, не иметь повреждений и находиться в работоспособном состоянии.

Деформация пневмоподушек, а также утечки воздуха из узлов пневмоподвески не допускаются.

Регулятор уровня пола (кузова) ТС должен быть в работоспособном состоянии.

Упругие элементы подвесок не должны иметь повреждений.

В шарнирах и сочленениях элементов подвесок (шаровых опорах, шкворневых шарнирах, резинометаллических и резиновых втулках и сайлентблоках) должны отсутствовать значительные зазоры.

8.4. Порядок проверки технического состояния подвески с помощью прибора AST 2.0

Для проведения проверки технического состояния подвески на электрогидравлическом стенде AST 2.0 необходимо выполнить ряд операций в указанной ниже последовательности.

1. Расположить транспортное средство на стенд проверяемой осью, заглушить двигатель и подложить противооткатные упоры под колёса оси, не установленной на стенде.

2. Включить стенд в различных режимах движения подвижных площадок.

3. Подсвечивая основные места проверки, определить наличие люфта, выраженного видимым существенным взаимным перемещением сопряжённых деталей, а также других неисправностей.

Продольные реактивные тяги и шарниры, действующие в продольном направлении, проверяются в режиме продольного перемещения подвижных площадок стенда.

8.5. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить методику и современные технические средства проверки технического состояния подвески автомобиля.

Приборы и оборудование: автомобиль, детектор люфтов в подвеске автомобиля AST 2.0.

Задание.

1. Изучить основные типы и места контроля технического состояния подвесок.
2. Изучить нормативные требования к элементам подвески транспортного средства (ТС).
3. Изучить средства и методы диагностирования подвески.
4. Изучить устройство и принцип работы детектора люфтов в подвеске AST 2.0.
5. Усвоить порядок проверки технического состояния элементов подвески ТС.
6. Провести проверку технического состояния подвески автомобиля.

8.6. Отчёт о выполненной работе

1. Выполнить краткое описание существующих типов подвесок и мест их контроля.
2. Выполнить краткое описание конструкции и принципа работы детектора люфтов в подвеске AST 2.0.
3. Записать данные диагностирования в табл. 8.3.

Таблица 8.3. **Результаты проверки технического состояния подвески**

Марка транспортного средства	Тип подвески	Проверяемые элементы	Результаты проверки

4. Сделать вывод о техническом состоянии подвески.
5. Дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

8.7. Контрольные вопросы

1. Какие типы подвесок вы знаете?
2. Перечислите основные места проверки различных типов подвесок.
3. Какие нормативные требования предъявляются к элементам подвесок ТС?
4. Изложите порядок работы с детектором люфтов в подвеске AST 2.0.

9. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ

9.1. Общие сведения об амортизаторах

Амортизаторы служат для безопасности и комфортабельности движения, обеспечивают надежный контакт шин с дорогой и препятствуют кренам автомобиля при маневрировании.

Автомобильные амортизаторы создают сопротивление вертикальному перемещению колес относительно кузова. Применяемые на автомобилях амортизаторы делятся на телескопические (двухтрубные и однотрубные) и рычажные. Телескопические амортизаторы легче, чем рычажные, имеют развитую поверхность охлаждения, вследствие большого хода поршня при одинаковой энергоёмкости работают при сравнительно невысоких давлениях рабочей жидкости (2,5...5 МПа), поэтому менее чувствительны к изнашиванию, утечкам, технологичны в производстве и хорошо komponуются на автомобиле.

Двухтрубный телескопический амортизатор. Сопротивление колебаниям в нём создаётся в результате перекачивания жидкости через калиброванные отверстия в его клапанах. При увеличении скорости относительных перемещений моста и несущей конструкции автомобиля резко возрастает сопротивление амортизатора. Амортизаторы заполняют специальной жидкостью, вязкость которой зависит от температуры окружающей среды. Колебания несущей конструкции состоят из хода сжатия, когда несущая конструкция и мост сближаются, и хода отдачи, когда несущая конструкция и мост расходятся. Сопротивление амортизатора имеет двухстороннее действие. Ходы сжатия и отдачи неодинаковы. Так, сопротивление при ходе сжатия составляет 20...25% сопротивления хода отдачи, так как необходимо, чтобы

амортизатор гасил в основном свободные колебания подвески при ходе отдачи и не увеличивал жёсткость упругого элемента при ходе сжатия.

Рабочий цилиндр амортизатора (рис. 9.1 и 9.2) и часть окружающего его корпуса резервуара заполнены жидкостью. Внутри цилиндра помещён поршень со штоком, к концу которого приварена проушина крепления с балкой моста или рычагами колеса. Сверху рабочий цилиндр закрыт направляющей штока, а снизу днищем, являющимся одновременно корпусом клапана сжатия. В поршне по окружностям разного диаметра равномерно расположены два ряда отверстий.

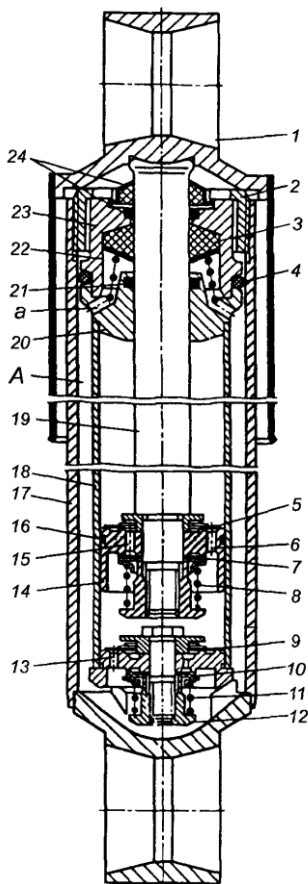


Рис. 9.1. Телескопический амортизатор: 1 – проушина; 2 – гайка резервуара; 3 – уплотнительная манжета штока; 4 – уплотнительная манжета обоймы; 5 – перепускной клапан отдачи; 6 – отверстие наружного ряда; 7 – клапан отдачи; 8, 11 и 22 – пружины; 9 – перепускной клапан сжатия; 10 – клапан сжатия; 12 – гайка; 13 – отверстие перепускного клапана; 14 – поршень; 15 – отверстие внутреннего ряда; 16 – поршневое кольцо; 17 – корпус резервуара; 18 – рабочий цилиндр; 19 – шток поршня; 20 – направляющая штока; 21 – уплотнительная манжета; 23 – обойма уплотнительной манжеты; 24 – войлочные уплотнительные манжеты штока; а – отверстие для слива жидкости в резервуар; А – полость резервуара.

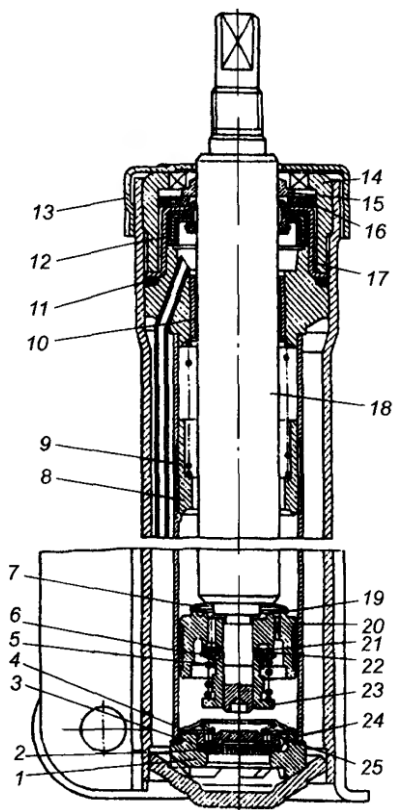


Рис. 9.2. Телескопическая стойка:
 1 – корпус клапана сжатия; 2 – диски клапана сжатия; 3 – дроссельный диск клапана сжатия; 4 – тарелка клапана сжатия; 5 – пружина; 6 – тарелка клапана отдачи; 7 – пружина перепускного клапана; 8 – плунжер; 9 – пружина плунжера; 10 – направляющая втулка штока со сливной трубкой; 11 – уплотнительное кольцо; 12 – уплотнительная манжета; 13 – опора буфера сжатия; 14 – гайка корпуса; 15 – защитное кольцо корпуса; 16 – уплотнительное кольцо резервуара; 17 – обойма уплотнительной манжеты; 18 – шток; 19 – тарелка перепускного клапана; 20 – поршень с кольцом; 21 – дроссельный диск клапана отдачи; 22 – диски клапана отдачи; 23 – гайка клапана отдачи; 24 – обойма клапана сжатия; 25 – пружина.

Отверстия на большом диаметре закрыты сверху перепускным клапаном отдачи. Отверстия на малом диаметре закрыты снизу дисками клапана отдачи, поджатого пружиной.

В нижней части цилиндра запрессован корпус клапана сжатия, состоящий из перепускного клапана сжатия, дисков клапана и пружины. В корпусе клапана сжатия, аналогично клапану отдачи, имеются два ряда отверстий, расположенных по окружностям большого и малого диаметра. Отверстия на большом диаметре закрыты сверху перепускным клапаном, а отверстия на малом диаметре закрыты снизу дисками клапана сжатия.

Во время плавного хода сжатия подвески шток и поршень, опускаясь вниз, вытесняют основную часть жидкости из подпоршневого про-

странства в надпоршневое через перепускной клапан отдачи, имеющий слабую пружину и незначительное сопротивление. При этом жидкость, равная объёму штока, вводимого в рабочий цилиндр через отверстия клапана сжатия, перетекает в полость резервуара.

При резком ходе сжатия и большой скорости движения поршня от большого давления жидкости клапан сжатия открывается на большую величину, преодолевая сопротивление пружины, вследствие чего уменьшается сопротивление протеканию жидкости.

Во время хода отдачи поршень движется вверх и сжимает жидкость, находящуюся под поршнем. Перепускной клапан отдачи закрывается, и жидкость через внутренний ряд отверстий и клапан отдачи перетекает в пространство под поршнем. Необходимое сопротивление амортизатора создаётся жёсткостью пружины дискового клапана отдачи. При этом часть жидкости, равная объёму штока, выводимого из цилиндра, через отверстия наружного ряда и перепускной клапан сжатия из резервуара перетекает в рабочий цилиндр.

При резком ходе отдачи жидкость открывает клапан отдачи на большую величину, преодолевая сопротивление своей пружины. Сопротивление амортизатора определяется размерами отверстий в корпусах клапанов отдачи и сжатия и усилиями их пружин.

Однотрубный амортизатор. В отличие от двухтрубного однотрубный амортизатор не имеет отдельного цилиндрического корпуса, его функции выполняет рабочий цилиндр. Поскольку шток, перемещающий поршень, вдвигаясь в цилиндр при ходе сжатия и выдвигаясь из него при отбое, изменяет объём пространства, предназначенный для жидкости, для компенсации изменения этого объёма в однотрубном амортизаторе имеется специальная камера, заполненная сжатым газом (давление до 3 МПа), расположенная в глухом конце рабочего цилиндра. Данные амортизаторы также называют газонаполненными. Для того чтобы газ не смешивался с жидкостью, его изолируют от жидкости поршнем либо мембраной (реже).

При конструкции, когда вся используемая жидкость постоянно находится в рабочем цилиндре и не сообщается с внешним резервуаром, как в двухтрубных амортизаторах, все отверстия и клапаны, через которые происходит прокачивание жидкости, выполняются в основном поршне амортизатора. В поршне имеется два ряда сквозных косо расположенных отверстий. Внутренние отверстия закрыты сверху клапаном сжатия, а снизу клапаном отбоя. Клапаны имеют одинаковые конструкции, но могут отличаться характеристиками открытия. Они

состоят из нескольких стальных дисков одинаковой толщины, собранных в пакет, и прижаты к торцам поршня с помощью гайки на конце штока под поршнем. В прилегающих к поршню дисках в местах выхода отверстий выполнены калиброванные просечки, благодаря которым между торцом поршня и вторым цельным диском клапана образуются калиброванные щели, через которые прокачивается жидкость в дроссельном режиме работы амортизатора. По мере увеличения скорости протекания жидкости через отверстия в поршне, которая пропорциональна скорости перемещения штока амортизатора, давление жидкости на клапан увеличивается, диски клапана плавно изгибаются, постепенно увеличивая проходные сечения отверстий. В однотрубных амортизаторах весь объём жидкости, перетекающий из одной рабочей полости в другую, подвергается дросселированию.

Основной неисправностью амортизатора является изменение его характеристики, приводящее к ухудшению гашения колебаний. Наиболее частые причины — нарушение герметичности (попадание воздуха в цилиндр), износ или механические повреждения деталей.

При неисправных амортизаторах ухудшается сцепление колес с поверхностью дороги, и автомобиль приобретает плохую маневренность, отклоняясь от заданной траектории движения. Например, при движении в повороте по неровной дороге автомобиль самопроизвольно смещается "наружу", распрямляя траекторию. Увеличиваются крены кузова при прохождении поворотов и интенсивном торможении. При проезде значительных неровностей даже на небольшой скорости возможны пробои подвески (полностью выбирается ход подвески, при этом амортизатор не успевает погасить колебание колеса), сопровождаемые сильным ударом в области колеса с неисправным амортизатором. Кроме того, при изношенных амортизаторах:

- увеличивается тормозной путь автомобиля;
- избыточные колебания кузова снижают курсовую устойчивость автомобиля;
- возможен увод в сторону при торможении на средних и высоких скоростях;
- уменьшается реальная грузоподъемность автомобиля (пробои подвески возникают при меньшей загруженности);
- снижается комфорт и повышается утомляемость водителя.

Частично или полностью заклинившие амортизаторы делают автомобиль более жестким, приводя к сильной тряске на неровностях.

Неисправные амортизаторы ускоряют износ многих деталей и узлов ходовой части: подшипников ступиц, шин (характерный "пятнистый" износ), пружин или рессор, опор стоек подвески, резинометаллических шарниров (сайлент-блоков), шаровых шарниров, узлов рулевого управления, шарниров равных угловых скоростей (ШРУСов) и т. д.

9.2. Методы определения технического состояния амортизаторов

Существует несколько методов определения состояния амортизаторов:

- визуальный осмотр;
- раскачивание автомобиля;
- проверка степени нагрева;
- оценка поведения автомобиля в движении;
- стендовая диагностика.

Визуальный осмотр. Прежде всего данный метод предусматривает выявление на поверхности корпуса амортизатора подтеков масла – неопровержимого доказательства потери герметичности и частичного или полного выхода его из строя. Следует помнить, что масляный туман на поверхности корпуса не всегда является признаком неисправности. Из-за слоя грязи найти истинную причину появления масла на корпусе иногда сложно, поэтому амортизатор следует очистить и повторно осмотреть через несколько дней эксплуатации. Возникшие повторно потеки масла говорят о неисправности амортизатора. С помощью данного метода невозможно точно установить причины повреждений и разрушений внутренних частей амортизатора. Важно знать, что одним из наиболее часто встречающихся дефектов внутренних частей амортизатора является их естественный износ.

Визуальному осмотру подвергаются и шины, так как равномерность износа их протектора — важнейший показатель работоспособности амортизаторов. Если протектор, особенно по краям, имеет явно выраженные пятна износа, значит процесс его качения сопровождается скачками, что происходит при неработающих амортизаторах.

Раскачивание автомобиля. Данный метод заключается в раскачивании кузова стоящего автомобиля и оценке состояния амортизаторов по количеству колебательных движений кузова до момента полной остановки.

Существует два способа проведения этого теста. В одном случае после одноразового надавливания на автомобиль наблюдают за характером перемещения кузова. Если он поднимается медленно, значит амортизаторы работают, если же он «выстреливает» вверх без каких-либо задержек — не работают. Другой вариант этого теста предусматривает интенсивную раскачку автомобиля в несколько приемов. Если амортизаторы рабочие, после прекращения раскачки кузов становится неподвижным уже на первом или втором (в зависимости от интенсивности раскачки) «свободном» качке. Чем хуже амортизатор, тем медленнее затухают колебания. Данный метод позволяет определить только два «крайних» состояния амортизатора: либо амортизатор полностью вышел из строя (сломана проушина или шток, износился клапанный узел, отсутствует амортизаторная жидкость в рабочей камере), либо амортизатор «подклинивает» или «заклинило» полностью. Попытки определить степень износа амортизатора в этом случае не имеют смысла, так как усилие, развиваемое амортизатором, зависит от скорости движения штока. Кроме того, в различных автомобилях конструктивно заложены разные параметры жесткости подвески. У некоторых моделей автомобилей подвеска изначально достаточно «мягкая». При движении автомобиля скорость движения штока амортизатора значительно выше, чем та, которую удастся достичь при раскачивании автомобиля вручную. Поэтому и определить степень износа амортизатора в данном случае невозможно.

Проверка раскачиванием кузова также малоэффективна из-за того, что шарниры подвески после длительной эксплуатации могут перемещаться с большим сопротивлением, которого будет достаточно для быстрого гашения раскачивания. И наоборот, амортизаторы с прогрессивной характеристикой по причине малого сопротивления на небольших скоростях перемещения кузова будут медленно гасить колебания даже в исправном состоянии.

Следует помнить, что существуют амортизаторы с регрессивной и прогрессивной характеристиками гашения колебаний. Регрессивные хорошо гасят боковые (при прохождении поворотов) и продольные (при торможении) крены и плохо поглощают мелкие дорожные неровности. Прогрессивные хорошо гасят мелкие неровности, но плохо себя чувствуют в поворотах и при торможении. Замена амортизаторов с регрессивной на амортизаторы с прогрессивной характеристикой может привести к повреждению элементов подвески автомобиля.

Проверка степени нагрева. Работоспособность амортизаторов по

степени нагрева проверяют очень редко. Объясняется это неудобством проведения такой проверки, так как амортизаторы, как правило, находятся в труднодоступных местах. Принцип действия гидравлических амортизаторов основан на преобразовании энергии колебаний в тепловую. Из этого следует, что чем теплее амортизатор, тем эффективнее он выполняет свою функцию.

Для получения точных результатов при таком способе диагностирования необходимо соблюдать одно важное требование. Непосредственно перед проверкой амортизаторы нужно «разогреть», поездив на автомобиле по неровной дороге или по трассе с высокой скоростью. При проверке степени нагрева амортизаторов, что более удобно делать на эстакаде или осмотровой канаве, температура каждого не должна существенно отличаться друг от друга. Более низкая температура того или иного амортизатора по сравнению с другими — доказательство снижения эффективности его работы. Если на общем фоне сильно нагревается только один амортизатор, значит остальные полностью или частично потеряли способность гасить колебания.

Оценка поведения автомобиля в движении. Оценить степень исправности амортизаторов по поведению автомобиля в движении под силу только опытным водителям. При неисправных амортизаторах уже на скорости 80–90 км/ч автомобиль начинает приобретать плохую управляемость на дороге, особенно неровной, появляется продольная и поперечная раскачка, снижается курсовая устойчивость. Раскачка имеет слабо затухающий характер и при очередных неровностях ее амплитуда увеличивается. При движении по кривой автомобиль может плохо или с большим опозданием реагировать на поворот руля. Также увеличивается остановочный путь при торможении.

По уровню комфорта определить неисправность амортизаторов удается не всегда. Только когда автомобиль оснащен спортивными газовыми амортизаторами, поломка заметна благодаря исчезновению характерной жесткости.

Стендовая диагностика. Это самый точный способ определения состояния амортизаторов. Существует два метода данной проверки: на автомобиле, установив его колеса на рабочие площадки вибрационного стенда, а также сняв амортизатор и проверив величину демпфирующего усилия на специальном измерительном стенде. Второй метод дает более точные результаты, однако из-за неудобств и сложностей, вызванных необходимостью снимать амортизаторы, он не нашел ши-

рокого применения, тогда как первый метод достаточно распространен.

Одним из объективных методов стендовой диагностики является Шок-тест (shock-test). Он проводится на стенде, состоящем из небольшого пневматического подъемника и устройства с подпружиненными рычагами, отслеживающего вертикальные перемещения кузова. Колеса испытуемой оси приподнимаются на высоту 10 см, а затем резко опускаются, вызывая колебания кузова. По результатам измерения колебаний компьютер стенда вычисляет коэффициент затухания колебаний для каждого амортизатора испытуемой оси и сравнивает с предельно допустимой разницей. Однако этот метод не дает информацию о реальном состоянии амортизаторов, поэтому он не получил широкого распространения.

Наиболее распространены два основных метода стендовой диагностики амортизаторов – метод EUSAMA (анализирует вибрационные колебания измерительной пластины с заданной частотой) и резонансный метод измерения амплитуды колебаний BOGE/MAHA.

Метод стендовой диагностики EUSAMA заключается в использовании вибрационных колебаний измерительной пластины с заданной частотой (рис. 9.3).

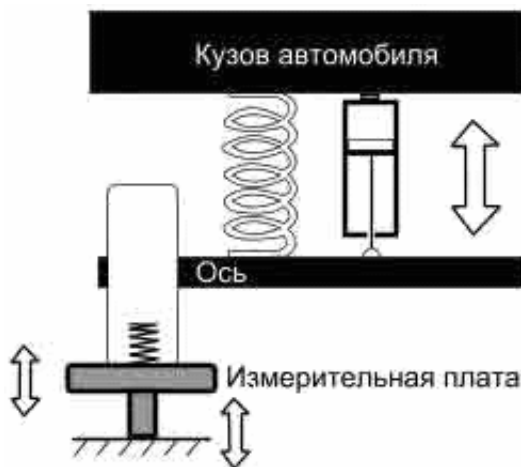


Рис. 9.3. Метод измерения сцепления с дорогой (EUSAMA).

Диагностика по данному методу проводится в приведённой ниже последовательности.

1. Измеряется статический вес колеса (в состоянии покоя).

2. Осуществляется периодическое возбуждение колебаний с частотой 25 Гц, где измерительная плата перемещается как жесткое звено. Получившийся в результате динамический вес колеса (вес на плате при частоте колебаний 25 Гц) сравнивается со статическим весом.

3. Рассчитывается сцепление с дорогой относительно веса колеса (в %).

Например:

статический вес колеса при 0 Гц = 500 кг.

динамический вес при 25 Гц = 250 кг.

Сцепление с дорогой = динамический вес / статический вес = 50 %.

Однако данный метод имеет ряд недостатков:

– данные измерений зависят от давления воздуха в шине диагностируемого автомобиля;

– приложение постоянных внешних сил, боковых сил (напряжение) оказывает влияние на боковое перемещение автомобиля, что сказывается на результатах тестирования;

– при диагностировании обязательно расположение колеса точно посередине площадки амортизаторного стенда.

В результате тестируется вся подвеска целиком, а стенд показывает алгоритмически вычисленный коэффициент сцепления с дорогой колес автомобиля. Данный метод в своих стендах используют такие фирмы, как BOSCH, HOFMANN, Muller Bem, SUN.

Более корректным методом стендовой диагностики является резонансный метод измерения амплитуды колебаний BOGE/МАНА, заключающийся в том, что на каждой оси автомобиля поочередно производится возбуждение колебаний измерительной платы с частотой 16 Гц (рис. 9.4). Частота колебаний увеличивается до достижения резонанса подвески, при котором достигается максимальный ход амортизаторов. Затем принудительное возбуждение колебаний прекращается, и производится анализ картины затухающих колебаний.

В клапанном режиме, когда в амортизаторе максимальная скорость поршня более 0,3 м/с, клапаны отбоя и сжатия открываются, причём тем больше, чем больше скорость поршня.

Данный метод позволяет определить степень износа амортизаторов относительно эталона.

Достоинства данного метода заключаются в следующем:

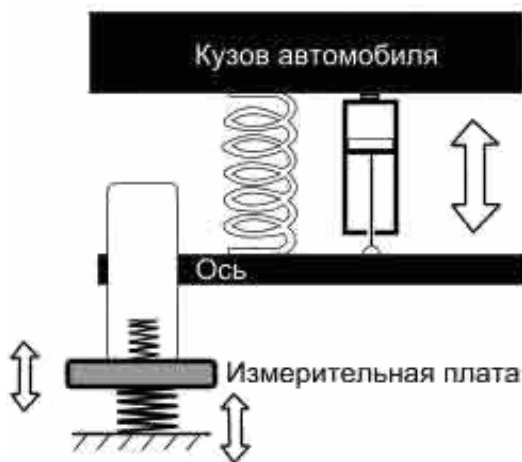


Рис. 9.4. Метод измерения амплитуды BOGE/МАНА.

Рабочие характеристики амортизатора определяются в «дрессельном» и «клапанном» режимах. В дроссельном режиме, когда максимальная скорость поршня не более 0,3 м/с, клапаны отбоя и сжатия в амортизаторе не открываются.

- колебания после прохождения точки резонанса практически свободны от внешних сил;
- резонансный метод измерений наиболее близко имитирует поведение амортизатора в дорожных условиях.

Такой метод диагностики амортизаторов рекомендован к применения ведущими автопроизводителями (например, "Даймлер-Крайслер", БМВ и др.)

9.3. Стенд проверки амортизаторов фирмы МАНА

Стенд проверки амортизаторов фирмы МАНА состоит из напольного блока SA 2 / FWT 1 Euro и управляющего модуля.

Технические характеристики стенда приведены в табл. 9.1.

Результаты измерений поступают с оси, которая в текущий момент проверяется на стенде проверки амортизаторов. Измерения автоматически активизируются за счёт изменения веса на платах при заезде на стенд. На мониторе компьютера появится экран, показанный на рис. 9.5, а.

Таблица 9.1. Технические характеристики

Параметры	SA 2 / FWT 1	FWT 1 Euro
Диапазон измерений	Макс. 16 Гц, макс. ход 100 мм	
Точность дисплея	1 % от крайнего значения диапазона измерений	
Размеры напольного узла	(ДхШхВ) 2320 x 800 x 280 мм	
Ширина колеи, макс.	2200 мм	
Ширина колеи, мин.	800 мм	
Ход возбуждения	9 мм	7,5 мм
Частота возбуждения	Примерно 16 Гц	
Осевая нагрузка нормальная / усиленная	1100 кг / 2000 кг	
Общий вес	Примерно 500 кг	
Напряжение питания / предохранитель	400 В, 3 фазы, 50 Гц / 16 А	
Мощность мотора	2 x 1,3 кВт	2 x 1,1 кВт



Рис. 9.5. Экран «Проверка»: а – передней оси, б – задней оси.

В верхнем правом углу «ПО» означает, что измерения проводятся для передней оси.

Вес оси определяется и показывается в середине экрана в килограммах.

Проверка начинается тогда, когда левая плата стенда начнёт колебаться. Измеряемые значения будут рисоваться на графике кривой красного цвета. Измеренные значения в Махаметер и процентах появятся на экране.

Затем начинает колебаться правая плата стенда. Измеряемые значения правого амортизатора появятся в виде кривой синего цвета на графике. Значения появятся на экране.

Измерение задних амортизаторов выполняется, когда задняя ось автомобиля проехала через стенд проверки бокового увода колеса на платы стенда амортизаторов (рис. 9.5, б).

В верхнем правом углу «З0» означает, что измерения проводятся для задней оси. Одновременно значок задней оси на схеме автомобиля загорится красным светом.

Вмешательство в автоматическую процедуру проверки возможно повторным заездом на площадки стенда проверки амортизаторов. Необходимо убедиться, что на экране указана нужная ось и при необходимости следует переключить систему при помощи соответствующих клавиш на нужную ось. Измерения будут автоматически повторены.

9.4. Нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов автомобилей

Амортизаторы должны быть работоспособными и надёжно закреплёнными.

При испытании амортизаторов дефектом считается появление жидкости на штоке и у верхней кромки манжеты стойки или сальника амортизатора при условии, что жидкость появляется вновь после притирки места течи. Дефектом считается наличие стуков, скрипов и других шумов, за исключением звуков, которые связаны с перетеканием жидкости через клапанную систему, а также наличие избыточного количества жидкости – «подпор», эмульсирование жидкости, недостаточное количество жидкости («провал»).

При проверке амортизаторов методом измерения сцепления с дорогой (EUSAMA) их состояние характеризуется следующими соотношениями: хорошее – не менее 70 % (для спортивной подвески – не менее 90 %); слабое – от 40 до 70 (от 70 до 90); дефектное – менее 40% (от 40 до 70%).

Результаты оценки состояния амортизаторов не должны отличаться более чем на 25 % друг от друга по бортам транспортного средства.

При проверке амортизаторов по методу измерения амплитуды, применяемой на оборудовании фирмы МАНА, их состояние характеризуется следующими соотношениями: хорошее – 11...85 мм (для задней оси массой до 400 кг – 11...75 мм); плохое – менее 11; изношенное – более 85 мм (для задней оси массой до 400 кг – более 75 мм). Разница хода колёс не должна превышать 15 мм.

Дефектом считается и отклонение формы кривых диаграмм от эталонной (рис. 9.6).

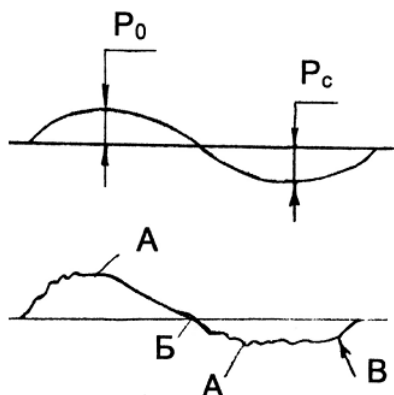


Рис. 9.6. Диаграммы работы исправного и дефектного амортизаторов: А, Б – участки, свидетельствующие о наличии соответственно эмульсирования жидкости, «провала» и подпора; P_0 , P_c – силы сопротивления при ходе отбоя и ходе сжатия.

9.5. Порядок проверки технического состояния амортизаторов с помощью стенда SA2/FWT фирмы МАНА

Для проведения проверки технического состояния амортизаторов на стенде SA2/FWT необходимо выполнить ряд последовательных операций.

1. Установить автомобиль диагностируемой осью на площадке стенда.
2. Выбрать проверяемую ось в программе стенда с помощью функциональных клавиш.
3. Провести измерения.
4. При необходимости вывести измеренные данные на печать.

9.6. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить методику и современные технические средства проверки технического состояния амортизаторов автомобилей.

Приборы и оборудование: стенд для проверки амортизаторов SA2/FWT.

Задание.

1. Изучить конструкцию амортизаторов и методы их проверки.
2. Изучить существующие методы определения состояния амортизаторов.
3. Изучить нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов.
4. Изучить конструкцию и технические характеристики стенда для проверки амортизаторов SA2/FWT.
5. Ознакомиться с нормативными требованиями по проверке технического состояния амортизаторов.
6. Изучить методику проверки технического состояния амортизаторов.
7. Провести проверку технического состояния амортизаторов в установленном порядке.

9.7. Отчёт о выполненной работе

1. Выполнить краткое описание существующих способов проверки технического состояния амортизаторов.
2. Выполнить краткое описание конструкции и принципа работы диагностического стенда SA2/FWT.
3. Записать данные диагностирования в табл. 9.2.

Таблица 9.2. **Результаты проверки технического состояния амортизаторов**

Марка автомобиля	Проверяемая ось	Измеренные значения	Результаты проверки

4. Сделать вывод о техническом состоянии амортизаторов.
5. Дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

9.8. Контрольные вопросы

1. Какие существуют типы амортизаторов? Приведите их отличительные особенности.
2. Какие существуют способы проверки амортизаторов? В чём их сущность?

3. Перечислите основные неисправности амортизаторов и их возможные причины.

4. Расскажите принцип проверки амортизаторов методом измерения сцепления с дорогой.

5. Расскажите принцип проверки амортизаторов методом измерения амплитуды.

6. Какие нормативные требования предъявляются к автомобильным амортизаторам?

10. ПРОВЕРКА СУММАРНОГО ЛЮФТА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

10.1. Общие сведения о рулевом управлении

Рулевое управление предназначено для обеспечения движения автомобиля в заданном водителем направлении.

Рулевое управление современного автомобиля имеет следующее устройство:

- рулевое колесо с рулевой колонкой;
- рулевой механизм;
- рулевой привод.

Рулевое колесо воспринимает от водителя усилия, необходимые для изменения направления движения, и передает их через рулевую колонку рулевому механизму. Диаметр рулевого колеса легковых автомобилей находится в пределах 380...425 мм, грузовых автомобилей – 440...550 мм. Рулевое колесо спортивных автомобилей имеет меньший диаметр.

Рулевая колонка обеспечивает соединение рулевого колеса с рулевым механизмом. Рулевая колонка представлена рулевым валом, имеющим несколько шарнирных соединений. На современных автомобилях предусмотрено механическое или электрическое регулирование положения рулевой колонки. Регулировка может производиться по вертикали, по длине или в обоих направлениях. В целях защиты от угона осуществляется механическая или электрическая блокировка рулевой колонки.

Рулевой механизм предназначен для увеличения, приложенного к рулевому колесу усилия, и передачи его рулевому приводу. В качестве рулевого механизма используются два типа рулевых механизмов: речный и с шариковой гайкой (рис. 10.1).

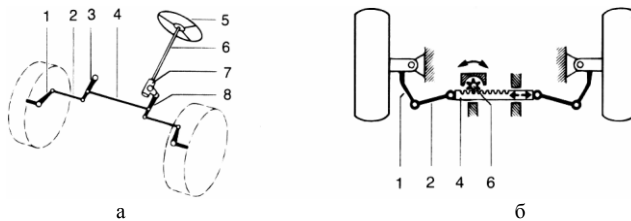


Рис. 10.1. Схема рулевого управления: *а* – с шариковой гайкой; *б* – реечное рулевое управление; 1 – рычаг поворотного кулака; 2 – боковая рулевая тяга; 3 – маятниковый рычаг; 4 – поперечная рулевая тяга или зубчатая рейка; 5 – рулевое колесо; 6 – рулевой вал; 7 – картер рулевого механизма; 8 – рулевая сошка.

Реечный рулевой механизм (рис. 10.2) включает шестерню 1, установленную на валу рулевого колеса и связанную с зубчатой рейкой 2. При вращении рулевого колеса рейка перемещается в одну или другую сторону и через рулевые тяги поворачивает колеса.

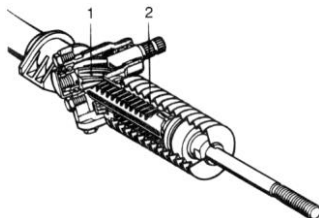


Рис. 10.2. Реечный рулевой механизм: 1 – шестерня; 2 – зубчатая рейка.

Рулевой механизм с шариковой гайкой можно встретить на многих грузовиках и внедорожниках. Эта система несколько отличается от системы реечного рулевого механизма. В рулевом механизме с шариковой гайкой есть так называемый червяк (рис. 10.3).

Мысленно можно разделить червяк на две части. Первая часть представляет собой металлический блок с резьбой (зубьями) 3, который приводит во вращение рулевую сошку 8 (см. рис. 10.1). Рулевое колесо соединено с резьбовым стержнем, похожим на винт, прикрепленный к блоку. Когда рулевое колесо вращается, винт поворачивается вместе с ним. Вместо того, чтобы закручиваться в блок, как обычные винты, этот винт закреплен так, что, когда он вращается, он движет блок, который в свою очередь движет червяк.

Винт не соприкасается резьбой с блоком, поскольку она заполнена шарикоподшипниками, циркулирующими по механизму и уменьшающими трение, износ и замусоривание. Если в рулевом механизме не будет шариков, на какое-то время зубья не будут соприкасаться друг с другом и вы почувствуете, что руль потерял жесткость.

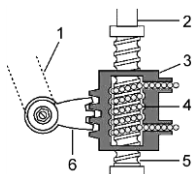


Рис. 10.3. Рулевой механизм с шариковой гайкой: 1 – сошка; 2 – вал рулевого колеса; 3 – гайка рулевого механизма с рейкой; 4 – рециркулирующие шарики; 5 – винт рулевого механизма; 6 – зубчатый сектор.

Рулевой привод предназначен для передачи усилия, необходимого для поворота, от рулевого механизма к колесам. Он обеспечивает оптимальное соотношение углов поворота управляемых колес, а также препятствует их повороту при работе подвески.

Наибольшее распространение получил механический рулевой привод, состоящий из рулевых тяг и рулевых шарниров. Рулевой шарнир выполняется шаровым. Шаровый шарнир состоит из корпуса, вкладышей, шарового пальца и защитного чехла. Для удобства эксплуатации шаровый шарнир выполнен в виде съемного наконечника рулевой тяги.

10.2. Прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М

Прибор ИСЛ-401М предназначен для измерения суммарного люфта рулевого управления (РУ) автотранспортных средств, в том числе легковых, грузовых автомобилей, автобусов и др. методом прямого измерения угла поворота рулевого колеса относительно начала поворота управляемых колес в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001.

Прибор предназначен для работы в закрытых помещениях и на открытом воздухе при температуре окружающей среды от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и влажности до 95% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$.

В исполнении ИСЛ-401М обеспечивается вывод данных на компьютер через порт RS-232 в соответствии с протоколом обмена данными ЛТК Новгородского завода ГАРО.

Основные технические характеристики прибора ИСЛ-401М приведены в табл. 1.

Таблица 10.1. Технические характеристики ИСЛ-401М

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон измерения угла суммарного люфта рулевого управления, °	0...30
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения угла суммарного люфта рулевого управления, °	±0,5
Угол регистрации начала поворота управляемого колеса, °	0,06 ± 0,01
Габаритные размеры, мм, не более: - основного блока (ОБ) - датчика начала поворота управляемого колеса (ДНП)	400x115x110 445x150x310

В состав прибора входят два функциональных блока, а также дополнительные изделия, обеспечивающие их работу:

1) Основной блок (ОБ) (рис. 10.4)

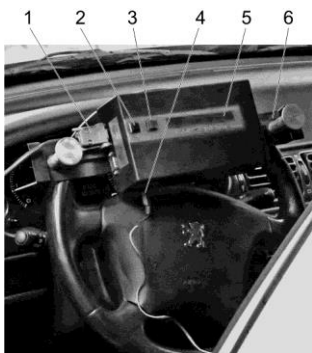


Рис. 10.4. Основной блок: 1 – сигнальный разъём; 2 – кнопка «Вкл»; 3 – кнопка «Сброс»; 4 – разъём питания; 5 – индикатор; 6 – захват.

2) Измерительный блок (ИБ) (рис. 10.5).

3) Датчик начала поворота управляемого колеса (ДНП) поз. 3 (Рис. 10.6).

4) Упоры поз. 4 и 6 (рис. 10.5) и длинные упоры, устанавливаемые, когда выступающая ось колеса не позволяет установить ДНП с упорами на диск колеса.

5) Зарядное устройство для аккумулятора, для зарядки встроенного аккумулятора от сети 220 В. Зарядное устройство подключается к гнезду ДНП поз. 5 (Рис. 10.5).

6) Кабель питания от гнезда прикуривателя, для подачи питания к прибору от прикуривателя автомобиля или другого источника питания 12 В, который подключается к гнезду ОБ поз. 4 (Рис. 10.4).

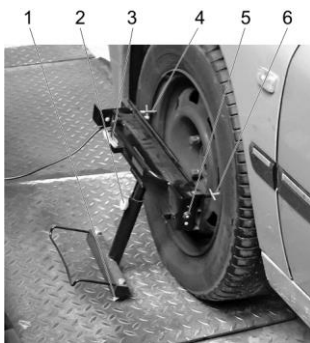


Рис. 10.5. Измерительный блок: 1 - опора; 2 - винт; 3 - флажок; 4, 6 - упоры; 5 - гнездо ДНП.

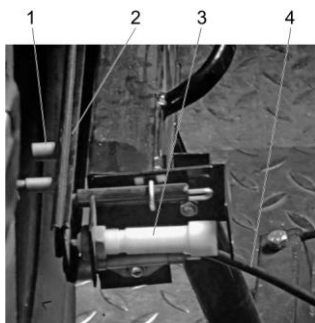


Рис. 10.6. Сенсорная часть измерительного блока: 1 - втулка; 2 - опорная планка; 3 - датчик начала поворота управляемого колеса; 4 - кабель питания.

ОБ прибора устанавливается и фиксируется захватом поз. б (рис. 4) за обод рулевого колеса проверяемого автотранспортного средства. ДНП устанавливается у колеса (рис. 4), опираясь упорами на внешнюю вертикальную плоскость диска колеса и подключается к ОБ кабелем через разъем поз. 1 (рис. 4).

При вращении инженером-диагностом рулевого колеса влево, с закреплённым на нём ОБ, ДНП даёт команду микропроцессору ОБ на начало отсчёта угловой величины люфта при достижении управляемым колесом заданного угла начала поворота. Инженер-диагност, по звуковому сигналу и указанию на индикаторе, изменяет направление вращения рулевого колеса. При перемещении управляемого колеса в другую сторону, от исходного положения, ДНП даёт команду микропроцессору на завершение отсчёта, а инженер-диагност слышит звуко-

вой сигнал для прекращения измерений. На индикаторе высвечивается результат измерения.

10.3. Нормативные требования к проверке суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств

Основные эксплуатационные требования к элементам рулевого управления в Республике Беларусь установлены государственным стандартом СТБ 1641–2006.

Проверка технического состояния рулевого управления проводится в соответствии с ниже перечисленными требованиями.

Изменение усилия во всём диапазоне поворота рулевого колеса должно быть плавным.

Не допускается самопроизвольный поворот рулевого колеса на ТС с усилием рулевого управления при работающем двигателе.

Суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных значений, указанных изготовителями в эксплуатационной документации, или, если такие значения не указаны, следующих предельных допустимых значений:

- автомобили пассажирские и грузопассажирские, созданные на базе легковых автомобилей.....10°
- автобусы.....20°
- грузовые автомобили.....25°

Рулевое колесо должно быть надёжно закреплено, не иметь повреждений и люфта в соединении с валом рулевой колонки.

Не допускается подвижность рулевой колонки в плоскостях, проходящих через её ось. рулевая колонка должна надёжно соединяться с сопрягаемыми деталями и не иметь повреждений. Устройство фиксации положения рулевой колонки с регулируемым положением рулевого колеса, а также устройство против несанкционированного использования ТС должны быть в работоспособном состоянии.

Рулевой механизм должен быть отрегулирован и надёжно закреплён.

Не допускается применение деталей со следами остаточной деформации, с трещинами и другими дефектами.

Усилитель рулевого управления, предусмотренный изготовителем, должен быть закреплён и работоспособен.

Не допускается повреждение его деталей, в том числе трубопроводов и гибких шлангов, а также подтекание рабочей жидкости в гидравлической системе усилителя.

Напряжение ремня привода насоса усилителя рулевого управления и уровень рабочей жидкости в его бачке должны соответствовать требованиям, установленным изготовителем ТС в эксплуатационной документации.

Максимальный поворот рулевого колеса должен ограничиваться только устройствами, предусмотренными конструкцией ТС.

Рулевые тяги и рычаги поворотных цапф должны быть надёжно затянуты и зафиксированы от отворачивания.

Не допускается люфт в соединениях рычагов поворотных цапф и шарнирах рулевых тяг. Пылезащитные устройства должны быть без повреждений.

10.4. Порядок измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств с помощью прибора ИСЛ-401М

Для проведения измерения суммарного люфта рулевого управления автомобиля с помощью прибора ИСЛ-401М необходимо выполнить ряд операций в указанной ниже последовательности.

1. Управляемые колёса транспортного средства (ТС) должны быть приведены в положение, примерно соответствующее прямолинейному движению, а двигатель ТС, оборудованного усилителем рулевого управления, должен работать. Колёса должны находиться на сухой, твёрдой и ровной поверхности. ТС должно быть заторможено.

2. Установить ОБ на рулевом колесе автотранспортного средства.

3. Вкрутить в ДНП упоры поз. 4 и 6 (рис. 10.5) и установить его к управляемому колесу (УК) в следующем порядке:

3.1.1. Удерживая корпус ДНП в горизонтальном положении приставить упор поз. 6 (рис. 10.5) к плоскому участку поверхности диска УК, нажимая на втулку 1 (рис. 10.6) подвинуть упор 4 (рис. 10.5) до касания аналогичного участка диска УК с другой стороны относительно оси поворота УК, при этом нижние концы опор ИБ поз. 1 должны опираться в пол без скольжения. Если не удаётся произвести правильную установку упоров, необходимо отрегулировать высоту ДНП. Ослабив винт поз. 2, установить высоту прибора, при которой есть возможность правильной установки упоров.

ВНИМАНИЕ:

1. Не допускается опирать при замере люфта упоры в покрывку УК, т.к. это приводит к ошибочным результатам замера.

2. В местах касания упоров диск колеса должен быть чистым.

3. Допускается опирать упоры на декоративный колпак при условии, что он закреплён на диск колеса без люфтов.

4. Если выступающая ось колеса не позволяет установить упоры на диск колеса – заменить их упоры на длинные.

3.1.2. Отмотать необходимую для подключения к ОБ длину кабеля поз. 4 (рис. 10.6), закреплённого на ИБ. Подключить ИБ к ОБ с помощью разъёма поз. 1 (рис. 10.4).

3.2. После включения прибора, нажатием до фиксации кнопки «Вкл» поз. 2 (рис. 10.4), звучит короткий сигнал, а на индикаторе 5 появляется сообщение «ИСЛ-401М».

3.3. После этого на индикаторе высвечивается сообщение «ВРАЩАЕМ РУЛЬ ↑». Инженер-диагност плавно и медленно вращает рулевое колесо в направлении, указанном на индикаторе (против часовой стрелки), до подачи прибором звукового сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Прибор имеет систему энергосбережения и при отсутствии действий оператора по проведению замера в течение 3,5 мин. автоматически отключается. Для повторного включения необходимо через 6 секунд нажатием на кнопку «Вкл» выключить прибор, а затем включить его нажатием до фиксации кнопки «Вкл».

3.4. После подачи прибором звукового сигнала, на индикаторе изменится направление стрелки, указывающей сторону вращения («ВРАЩАЕМ РУЛЬ ↓»).

Вращать руль необходимо плавно, без рывков в направлении, указанном на индикаторе (по часовой стрелке) до подачи прибором звукового сигнала, сообщающего об окончании измерения. С этого момента измерение угла не производится и необходимо вернуть рулевое колесо в исходное положение.

3.5. На индикаторе высвечивается результат измерения: «Сум. люфт = XX° XX'», после которого можно нажать кнопку «Сброс» поз. 3 (рис. 4), для повторного замера, и продолжить работу по п. 3.3, или выключить питание прибора, нажав кнопку «Вкл» поз. 2.

После выключения прибора на ДНП зафиксировать опорную планку поз. 2 (рис. 10.6) поворотом флажка поз. 3 (рис. 10.5) в положение «ЗАКРЫТО» (вертикальное положение флажка).

3.6. Для продолжения проверки РУ от другого УК данного автотранспортного средства необходимо повторить п.п. 3.1.2 – 3.5.

3.7. При загорании надписи «Заряди аккумулятор» можно продолжать замеры, запитав ОБ от бортовой сети автомобиля через специальное гнездо поз. 4 (рис. 10.4) с помощью вложенного в тару кабеля питания от гнезда прикуривателя.

3.8. После проведения всех измерений оператор отсоединяет разъём кабеля поз. 1 (рис. 10.4), соединяющего ОБ с ДНП, снимает прибор за ручки захвата с рулевого колеса и производит зарядку аккумулятора.

10.5. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить методику и современные технические средства измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств.

Приборы и оборудование: автомобиль, прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

Задание.

1. Ознакомиться с нормативными требованиями по измерению суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств.
2. Изучить устройство и принцип работы прибора ИСЛ-401М.
3. Провести измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортного средства. Данные свести в табл. 10.2.

Таблица 10.2. Результаты измерения суммарного люфта рулевого управления автомобиля

Марка транспортного средства	Тип рулевого управления	Значение люфта рулевого колеса	Замечания

10.6. Отчёт о выполненной работе

1. Выполнить краткое описание существующих конструкций рулевого управления автомобилей.

2. Выполнить краткое описание конструкции и принципа работы прибора для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

3. Записать данные диагностирования в табл. 10.2.

4. Сделать вывод о пригодности проверяемого рулевого управления нормативным требованиям.

5. Дать рекомендации по устранению имеющихся замечаний.

10.7. Контрольные вопросы

1. Какие существуют конструкции рулевого управления автомобилей?

2. Какие нормативные требования предъявляются при диагностировании рулевого управления автотранспортных средств?

3. Расскажите о конструкции и принципе работы прибора для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

4. Изложите порядок работы с прибором для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

11. ПРОВЕРКА СВЕТА ФАР АВТОМОБИЛЯ

11.1. Техническое обслуживание систем освещения

В состав технического обслуживания системы освещения входит: проверка состояния осветительных ламп и проводки; замена неисправных ламп; устранение повреждения изоляции проводов; осмотр соединительных клемм и их креплений; проверка целостности резиновых втулок в местах, где проходят провода через отверстия металлических деталей кузова; очистка от пыли и грязи отражателей и рассеивателей фар и фонарей, проверка их действия; периодическая регулировка установки фар. Автомобили с фарами, не обеспечивающими освещение дороги на расстоянии 30 м при ближнем свете и 100 м при дальнем, не допускаются к эксплуатации.

Установку фар проверяют и регулируют на отдельном посту или на линии технического обслуживания при помощи настенного или переносного экрана (рис. 11.1), или специальных оптических приборов.

На белом экране размером 2,5 на 1,5 м черной краской наносят горизонтальную линию Д-Д на высоте h от плоскости площадки на кото-

рой установлен автомобиль, и две вертикальные линии Л-Л и П-П, отстоящие от вертикальной осевой линии экрана О-О на расстоянии d , равном половине расстояния между центрами рассеивателей фар.

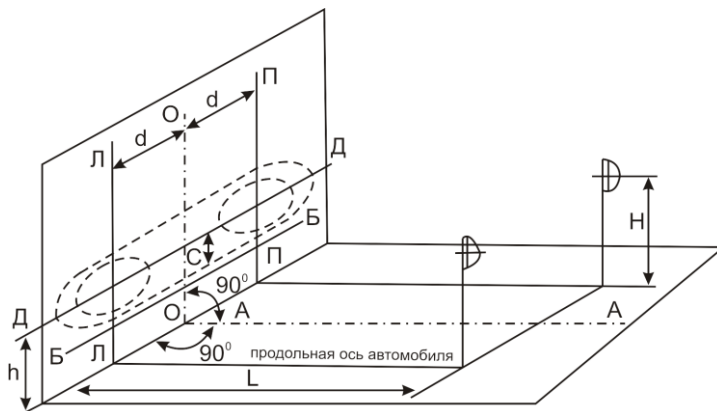


Рис. 11.1. Экран для регулирования фар автомобилей.

Величину h определяют по формуле, которая учитывает снижение угла наклона светового потока фар при регулировке их на ненагруженном автомобиле

$$h = H - \frac{14 \cdot L \cdot H}{10^3}, \text{ м}, \quad (11.1)$$

где H – высота центров рассеивателей фар над площадкой, на которой установлен автомобиль, м;

L – расстояние от рассеивателей фар до плоскости экрана, м;

10^3 и 14 – постоянные коэффициенты.

Рассчитанное по формуле (1) значение h обеспечивает освещенность не менее 2 лк на расстоянии 100 м.

Расстояние L выбирают в пределах 10–12 м.

Ниже линии Д-Д на расстоянии C наносят горизонтальную линию Б-Б, которая служит для проверки ближнего света фар.

Расстояние между линиями Д-Д и Б-Б устанавливается в зависимости от расстояния L . Для $L=10$ или 12 м расстояние C должно соответственно составлять 0,495 и 0,525 м.

Для регулировки фар ненагруженный автомобиль (в легковых автомобилях водитель должен находиться за рулем) с нормальным давлением в шинах устанавливают на ровной горизонтальной площадке

пола перпендикулярно плоскости экрана. При этом продольная ось автомобиля и линия А-А должны располагаться в одной вертикальной плоскости.

При регулировке снимают у обеих фар ободки, включают свет и, действуя переключателем, убеждаются в исправности соединений и одновременности загорания в лампочках нитей ближнего и дальнего света. Затем правую фару закрывают светонепроницаемым материалом и включают дальний свет. Центр светового пятна овальной формы, отбрасываемый на экран левой фарой, при правильной установке должен совпадать с точкой пересечения вертикальной линии Л-Л и горизонтальной Д-Д. При отклонении светового пятна от указанного положения регулируют установку фары в зависимости от ее конструкции. После проверяют таким же способом и правую фару автомобиля.

Далее проверяют расположение светового пятна ближнего света.

Центр светового пятна должен располагаться на пересечении линий Б-Б и Л-Л (для левой фары) и Б-Б и П-П (для правой фары). В случае неправильного расположения светового пятна ближнего света производят замену лампы или всего оптического элемента.

При использовании экрана для регулировки фар требуется относительно большая площадь, поэтому целесообразней применять малогабаритные оптические приборы.

Принцип действия оптических приборов заключается в преломлении падающего на линзу оптической камеры прибора (рис. 11.2) света фары с передачей данного светового пятна на встроенный экран.

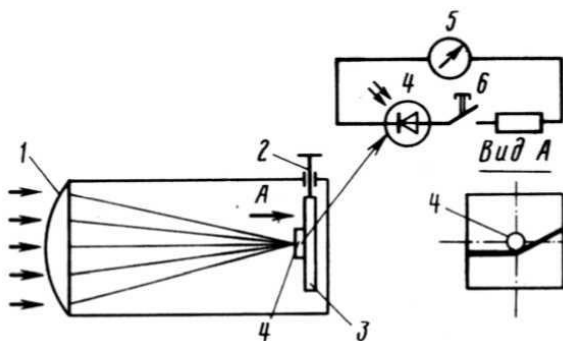


Рис. 11.2. Схема оптической камеры прибора для проверки и регулировки света фар: 1 – линза Френеля; 2 – стойка; 3 – экран; 4 – фотоэлемент; 5 – измерительное устройство; 6 – выключатель.

Камера состоит из линзы Френеля 1, фокусирующей свет фар на расположенный от нее на расстоянии 100–500 мм экран 3. Экран снабжен устройством 2 для перемещения в вертикальной плоскости (стойки), а на его поверхности нанесена разметка. В фокусе линзы установлен фотоэлемент 4, который через выключатель 6 подключается к показывающему прибору 5.

Применение линзы Френеля обусловлено тем, что в случае перпендикулярности входящего светового потока к плоскости линзы изображение на измерительном экране при смещении геометрического центра фары относительно центра линзы в пределах ± 30 мм во всех направлениях не изменяется. Это значительно ускоряет процесс проверки, так как отпадает необходимость четкого совмещения центров линзы и проверяемой фары.

Сила света фонарей (сигналов торможения, габаритных огней, указателей поворотов и аварийной сигнализации и др.) измеряется с помощью пары фотоэлемент – микроамперметр или люксетрами. Располагать фотоэлемент целесообразно на расстоянии 2,5–3,0 м от проверяемого фонаря.

Контроль временных параметров проблесков (времени до первого зажигания, частоты следования проблесков, скважности фонарей указателей поворотов) обеспечивается синхронным включением измерительного блока и цепи фонаря при индикации светового сигнала от источника света указателей поворотов. Временные интервалы, как правило, измеряются с помощью секундомера. Некоторые модели приборов для проверки света фар оснащены устройством для автоматического измерения частоты следования проблесков.

11.2. Прибор для проверки и регулировки света фар фирмы МАНА

В отличие от оптико-механических приборов для проверки и регулировки света фар прибор серии ЛТЕ 3 оснащен цифровой видеокамерой и микропроцессором.

Встроенная в корпус камера сканирует изображение луча света фары. Установку фар проверяют и регулируют с помощью оптического экрана. Измеренные значения могут быть переданы через специальный разъем на внешний компьютер с соответствующим программным обеспечением. Общий вид прибора показан на рис. 11.3.

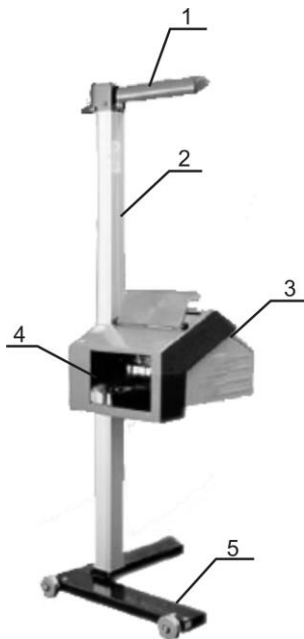


Рис. 11.3. Прибор LITE 3:
1 — вращающееся направляющее зеркало;
2 — стойка; 3 — панель управления;
4 — оптическая камера; 5 — основание
стойки.

Прибор состоит из стойки 2, которая представляет собой прецизионный профиль с направляющими. Внутри стойки находится противовес, с помощью которого корпус автоматическим стопорением может быть установлен на требуемой высоте. Стойка может вращаться относительно передвижной опоры, что позволяет легко сориентировать прибор по отношению к автомобилю.

Расстояние от оптической камеры 4 до фары должно составлять от 10 до 30 см. После установки линзы прибора выставляется оптическая ось прибора параллельно продольной оси автомобиля. Это может быть выполнено как при помощи традиционного вращающегося направляющего зеркала 1, так и при помощи лазера (при наличии), установленного на его тыльной стороне. Для ориентации приспособления используют симметричные относительно средней продольной плоскости элементы автомобиля. Свет фары, прошедший через линзу, попадает в видеокамеру, которая оцифровывает картину светораспределения и направляет полученные данные в электронный процессор прибора.

Оптическая камера 4 устанавливается на стойке 2 с передвижным штативом, по которому она может перемещаться вверх-вниз, что обес-

печивает возможность совмещения оптической оси линзы с осью отсчета фар по высоте.

С помощью специального разъема результаты измерений могут быть переданы на компьютер с соответствующим программным обеспечением.

Штатив закреплен на подвижном основании 5, благодаря чему прибор является передвижным.

Результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее 10 (рис. 11.4) панели управления.

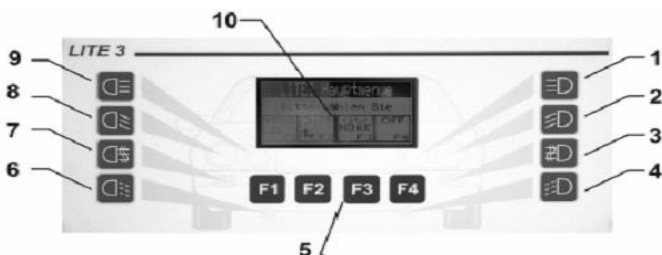


Рис. 11.4. Панель управления прибора LITE 3: 1 – клавиша измерения дальнего света справа; 2 – клавиша измерения ближнего света справа; 3 – клавиша измерения противотуманной фары; 4 – клавиша измерения габаритных огней справа; 5 – функциональные кнопки ЖК-дисплея; 6 – клавиша габаритных огней слева; 7 – клавиша противотуманной фары слева; 8 – клавиша ближнего света слева; 9 – клавиша дальнего света слева; 10 – ЖК-дисплей.

Для измерения доступны следующие параметры: углы отклонения и поворота светового пучка, освещенность, положение самой яркой точки светового пучка. Положение светотеневой границы на дисплее показывается графически.

При включении на экране прибора появляется информация о его версии (рис. 11.5).



Рис. 11.5. Информация о версии прибора.

Через несколько секунд после включения появляется главное меню, в котором необходимо выбрать необходимый режим работы прибора (рис. 11.6).

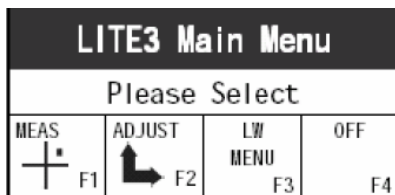


Рис. 11. 6. Рабочее окно главного меню.

В следующем появившемся рабочем окне (рис. 11.7) с помощью кнопок F1 и F2 необходимо выбрать граничные значения.

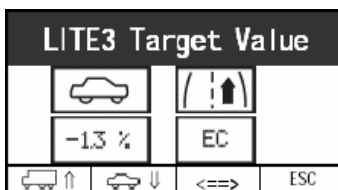


Рис. 11.7. Рабочее окно граничных значений.

Переключение режима измерения (ближний или дальний свет, противотуманные фары, габаритные огни) осуществляется кнопками на передней панели.

Прибор оцифровывает картину светораспределения и выводит её на ЖК-дисплей в цифровом (рис. 11.8) или графическом (рис. 11.9) виде.

Прибор оснащен автономным питанием от встроенных аккумуляторов и может работать до 14 часов без подзарядки.

В приборе предусмотрен оригинальный режим акустической настройки фар. Работает он следующим образом: по мере того как реальная картина светораспределения отдаляется от заданной, сигнал звучит все реже. По мере приближения реальной картины светораспределения к заданной сигнал начинает звучать все чаще. При достижении оптимального положения фары сигнал начинает звучать постоянно.

Fog right		LV: -1.3%	
4	Pitch angle:	2.0 %	
3	Roll angle:	1.0 °	
2	Intensity:	24.0 lx	
1	Glare:	1.0 lx	
		GRAF	SEND
			ESC

Рис. 11.8. Результат измерения в цифровом виде: 1 – освещённость наиболее яркой точки; 2 – освещённость; 3 – угол вращения; 4 – угол наклона светового пучка.

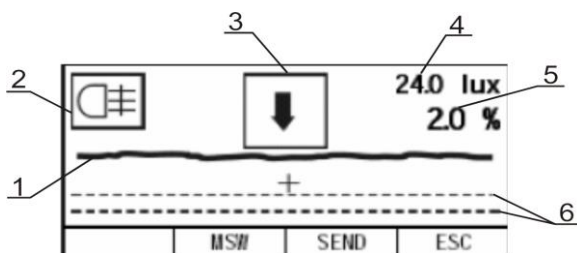


Рис. 11.9. Результат измерения в графическом виде: 1 – действительное положение светового пучка; 2 – тип проверяемой фары; 3 – направление регулировки; 4 – значение освещённости; 5 – угол наклона светового пучка; 6 – заданный коридор расположения светового пучка.

Конструкция LITE 3 позволяет подсоединять прибор к компьютеру. Результаты измерений могут быть переданы через проводной интерфейс RS 232/USB или беспроводной Bluetooth (аппаратные средства для этого поставляются опционально). Для оценки измерений применяется специальное программное обеспечение Eurosystem, поставляемое фирмой МАНА. Полученные данные отображаются на мониторе и могут быть сохранены в базе.

11.3. Порядок проверки технического состояния световых приборов с помощью прибора LITE 3

Для проведения проверки технического состояния передних фар транспортного средства с помощью соответствующего прибора следует выполнить ряд операций в указанной ниже последовательности.

1. Проверка света фар автомобиля должна производиться на специальной рабочей площадке, причём транспортное средство должно находиться на ней всеми колёсами так, чтобы до передней границы площадки оставалось расстояние не менее 1 м, а до боковых границ – не менее 0,5 м. Под рабочей площадкой понимается ровная горизонтальная площадка с твердым покрытием, имеющая отклонение от горизонтального положения не более 3 мм на 1 м и метрологически поверенная по этому показателю.

2. Расположить прибор так, чтобы расстояние от передней кромки прибора до фары было наименьшим (примерно от 10 до 30 см).

3. Разместить измерительную камеру по высоте таким образом, чтобы середина фары по высоте находилась на одном уровне с серединой по высоте положения линзы.

4. Сориентировать измерительную камеру прибора так, чтобы продольная ось камеры располагалась в одной плоскости с исходной осью фары (рис. 11.10).

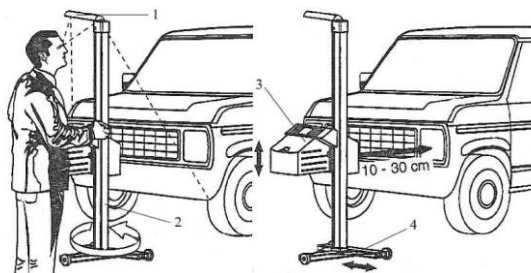


Рис. 11.10. Установка прибора для проверки света фар: 1 – ориентирующее приспособление; 2 – поворотный штатив; 3 – измерительная камера; 4 – основание стойки.

5. Включить проверяемый тип света фары.
6. Включить прибор.
7. В главном меню (см. рис. 11.6) выбрать необходимый режим работы прибора.
8. Определить первоначальный наклон светотеневой границы ближнего света фар по обозначению завода-изготовителя.
9. Установить граничные значения проводимого измерения с помощью кнопок F1 и F2.
10. Определить тип фар по обозначениям, нанесенным на их рассеиватели. Типы и маркировка фар приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1. Типы и маркировка фар ближнего и дальнего света

Тип фары по назначению	Маркировка фары в зависимости от типа и применяемого источника света		
	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Газоразрядная лампа
Ближнего света	C	HC	DC
Дальнего света	R	HR	DR
Ближнего и дальнего света	CR	HCR	DCR

11. Нажать нужную тестовую кнопку на рабочей панели прибора, соответствующей типу диагностируемого света фар. Прибор оцифрует картину светораспределения и выведет на ЖК-дисплей.

С помощью кнопки F2 возможно переключение между графической и цифровой оценкой.

При проверке может возникнуть необходимость перевода единиц освещенности в единицы силы света. Такой перевод можно осуществить, пользуясь табл. 11.2.

Таблица 11.2. Примерное соотношение единиц освещенности и силы света

Освещенность, лк	Сила света, кд	Освещенность, лк	Сила света, кд
1,00	650	1,60	1000
1,20	750	2,50	1600

11.4. Нормативные требования к освещению

1. Фары типов C (HC) и CR (HCR) должны быть отрегулированы так, чтобы плоскость, содержащая левую (от продольной по направлению движения оси ТС) часть светотеневой границы пучка ближнего света, была расположена так, как это задано показателями, указанными на рис. 11.11 и в табл. 11.3.

При этом точка пересечения левого горизонтального и правого наклонного участков светотеневой границы пучка ближнего света должна находиться в вертикальной плоскости, проходящей через исходную ось.

Если фары ТС снабжены корректирующим устройством, то при загрузке ТС оно должно устанавливаться в соответствующее загрузке положение.

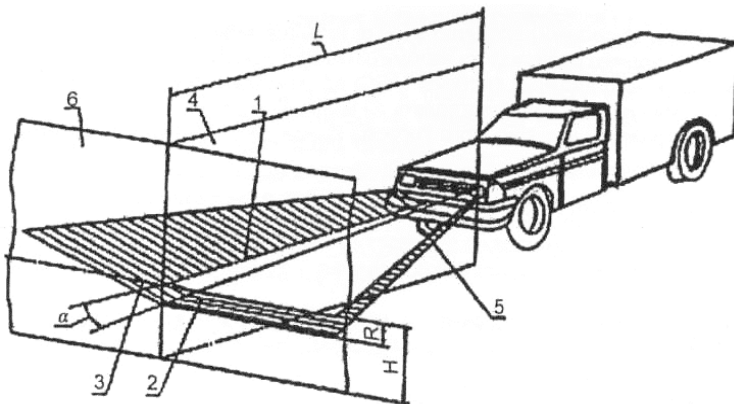


Рис. 11.11. Схема расположения ТС на рабочей площадке и положение светотеневой границы пучка ближнего света фары:

1 – исходная ось; 2 – левая часть светотеневой границы; 3 – правая часть светотеневой границы; 4 – вертикальная плоскость, проходящая через исходную ось; 5 – плоскость, параллельная плоскости рабочей площадки, на которой установлены ДТС; 6 – плоскость матового экрана; α – угол наклона светового пучка к горизонтальной плоскости;

L – расстояние от исходного центра фары до экрана; R – расстояние по экрану от проекции исходного центра фары до световой границы пучка света; H – высота установки фары по центру рассеивателя (высота исходного центра фары) над плоскостью рабочей площадки.

Наклон светового пучка α может быть рассчитан по формуле

$$\alpha = \frac{R}{L} \cdot 100, \quad (11.1)$$

где α – наклон светового пучка к горизонтальной плоскости, %;

R – расстояние по экрану от проекции исходного центра фары до световой границы пучка света, мм;

L – расстояние от экрана до исходного центра фары, мм.

2. Сила света каждой из фар типов С (НС) и CR (HCR) в режиме «ближний свет», измеренная в вертикальной плоскости, проходящей через исходную ось, должна быть не более 750 кд в направлении 34' (1,0 %) вверх от положения левой части светотеневой границы и не менее 1600 кд в направлении 52' (1,5 %) вниз от положения левой части светотеневой границы.

Таблица 11.3. Расположение светотеневой границы пучка ближнего света фар на экране

Высота установки фары (по центру рассеивателя) Н, мм	Угол наклона светотеневой границы фары ближнего света α	Расстояние R от проекции исходного центра фары вниз до светотеневой границы пучка света по экрану, мм		Первоначальная направленность светотеневой границы фары ближнего света α_0^* , %
		L = 5 м	L = 10 м	
До 600	34'	50	100	От – 1,0 до – 1,5
От 600 до 700	45'	65	130	
От 700 до 800	52'	75	150	
От 800 до 900	1°	88	176	От – 1,0 до – 1,5 или же по усмотрению изготовителя
От 900 до 1000	1°09'	100	200	
От 1000 до 1200	1°15'	110	220	От – 1,0 до – 2,0
Свыше 1200 (для ТС категорий N ₃ G)	1°40'	145'	290	

* Устанавливается изготовителем. Отрицательные значения величин означают наклон луча вниз.

3. Фары типа R (HR) должны быть отрегулированы так, чтобы область максимальной освещенности была сконцентрирована вокруг точки пересечения на экране вертикальной и горизонтальной плоскостей, проходящих через исходную ось фары.

4. Сила света фар типа CR (HCR) в режиме «дальний свет» должна измеряться в направлении 34' (1,0 %) вверх от положения левой части светотеневой границы режима «ближний свет» в вертикальной плоскости, проходящей через исходную ось.

5. Сила света фар типа R (HR) должна измеряться в центре наиболее яркой части светового пучка.

6. Сила света всех фар типов R (HR) и CR (HCR), расположенных на одной стороне ТС, в режиме «дальний свет» должна быть не менее 10 000 кд, а суммарная сила света всех головных фар указанных типов не должна быть более 225 000 кд.

7. Противотуманные фары должны быть отрегулированы так, чтобы плоскость, содержащая верхнюю светотеневую границу пучка света, была расположена, как это указано в табл. 11.4. При этом светоте-

невая граница пучка света должна быть параллельна плоскости рабочей площадки, на которой установлено ТС.

Таблица 11.4. Геометрические показатели расположения светотеневой границы пучка света противотуманной фары на экране

Высота установки фар Н, мм	Угол наклона плоскости, содержащий верхнюю светотеневую границу пучка α	Расстояние R от проекции центра отсчёта фары до верхней светотеневой границы светового пучка по экрану, мм, удалённому на L, мм	
		5	10
От 250 до 500	34'	50	100
От 500 до 750	58'	100	200
От 750 до 1000	2°20'	200	400

8. Сила света противотуманных фар, измеренная в вертикальной плоскости, проходящей через исходную ось, должна быть не более 625 кд в направлении 3° вверх от положения верхней светотеневой границы и не менее 1000 кд в направлении 3° вниз от положения верхней светотеневой границы.

11.5. Порядок выполнения лабораторной работы

Цель работы: изучить методику и современные технические средства проверки автомобильных фар.

Приборы и оборудование: прибор для проверки света фар LITE 3, рулетка.

Задание.

1. Изучить методику проверки правильности установки и силы света фар.
2. Изучить порядок подготовки к работе и технические параметры оптических приборов для проверки силы света.
3. Выполнить проверку света фар оптическим прибором LITE 3.
4. Изучить способ проверки света фар при помощи настенного или переносного экрана.
5. Изучить конструкцию и принцип работы прибора для проверки света фар LITE 3.
6. Ознакомиться с нормативными требованиями по проверке света фар.
7. Провести проверку технического состояния световых приборов в установленном порядке на лабораторной установке (рис. 11.12).

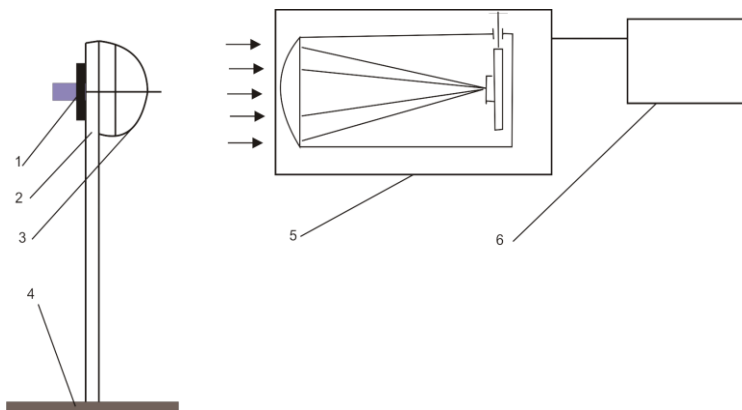


Рис. 11.12. Схема лабораторной установки: 1 – кронштейн; 2 – стойка; 3 – автомобильная фара; 4 – подставка; 5 – оптическая камера прибора; 6 – жидкокристаллический дисплей.

11.6. Отчёт о выполненной работе

1. Выполнить краткое описание способа контроля света фар при помощи настенного или переносного экрана.
2. Выполнить краткое описание конструкции и принципа работы прибора для проверки света фар.
3. Записать данные диагностирования в табл. 11.5.

Таблица 11.5. Результаты проверки света фар

Марка автомобиля	Тип фары по назначению	Маркировка фары	Сила света, кд

4. Сделать вывод о техническом состоянии проверяемой фары
5. Дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

11.7. Контрольные вопросы

1. Что входит в состав технического обслуживания системы освещения автомобиля?
2. Изложите порядок установки и регулировки фар с помощью настенного или переносного экрана.

3. Приведите изображение маркировки фары в зависимости от типа и применяемого источника света.
4. Изложите порядок проверки фар прибором LITE 3.
5. Какие нормативные требования предъявляются к автомобильным фарам?

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация исследований и диагностики машин: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сибирское отделение, Научно-исследовательский конструкторско-технологический ин-т физико-технических проблем; Отв. за выпуск В. В. Альт. Новосибирск, 1989. 108 с.
2. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности: ГОСТ 21393–75. М.: ИПК Издательство стандартов, 1975. 7 с.
3. Автомобильный справочник BOSCH. Пер. с англ. 2-е русское изд. М.: За рулем, 2004. 992 с.
4. Анализатор выхлопных газов двигателя «MGT-5». Инструкция по эксплуатации. МАНА GmbH & Co. KG. Германия, 37 с.
5. Анализатор отработавших газов дизельного двигателя «MDO2 LON». Руководство по обслуживанию. МАНА GmbH & Co. KG Германия, 92 с.
6. Бельских, В. И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов. М.: Росагропромиздат, 1997.
7. Богатырев, А. В. Тракторы и автомобили / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер. М.: КолосС, 2007. 400 с.
8. Болбас, М. М. Основы технической эксплуатации автомобилей: учеб. / М.М. Болбас. Мн.: Амалфея, 2001. 352 с.
9. Бортовое диагностирование тормозных систем автомобилей монография /Ю Д Карпиевич – Мн.: УП «Технопринт», 2005. 220 с.
10. Газоанализатор «ИНФРАКАР М». Паспорт. Утверждён ВЕКМ.413311.004 ПС-ЛУ. Москва, 2006.
11. Диагностика амортизаторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.pitstopservice.net](http://pitstopservice.net). Дата доступа: 04.12.2009.
12. Диагностика амортизаторов легковых автомобилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.amortizator.in.ua. Дата доступа: 04.12.2009.
13. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства: учеб. пособие /А. В. Новиков, И. Н. Шило, В. Н. Кецо [и др.], под ред. А. В. Новикова - Минск: БГАТУ, 2010. 404 с.
14. Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. /А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов [и др.]. – М.: Академия, 2008.
15. Диагностирование тракторов: учеб. пособие / В. И. Присс [и др.]; под ред. В. И. Присса. Минск: Ураджай, 1993. 240 с.
16. Дымомер «ИНФРАКАР Д». Паспорт. Утверждён ВЕКМ.415311.007 ПС. Москва, 2005.
17. Инструкция по эксплуатации mega macs 55.
18. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию детектора люфтов AST 2.0.
19. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию диагностической линии Eurosystem/Profi-Eurosystem для легковых и грузовых автомобилей фирмы МАНА.
20. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию прибора проверки автомобильных фар LITE 3.

21. Коншин, В.М. Методы и средства диагностирования в системе сервиса строительных и дорожных машин.: учеб. пособие / В.М. Коншин. М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2004. 118 с.
22. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и транспортных дизелей / А.Р. Кульчицкий. М.: Академический проект, 2004. 400 с.
23. Ленский А. В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка. М.: Росагропромиздат, 1989.
24. Лиханов, В. А. Снижение токсичности автотракторных дизелей / В.А. Лиханов, А.М. Сайкин. М.: Агропромиздат, 1991. 208 с.
25. Максименко, А. Н. Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учеб. пособие / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 302 с.
26. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.
27. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями: ГОСТ 17.2.2.03–87. М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. 6 с.
28. Передерий, В. П. Устройство автомобиля: учеб. пособие / В.П. Передерий. М.: ИД «ФОРУМ»; ИНФА-М, 2008. 288 с.
29. Присс В. И. и др. Диагностирование тракторов. Мн.: Ураджай, 1993.
30. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001.
31. Савич, Е. Л. Инструментальный контроль автотранспортных средств / Е.Л. Савич, А.С. Кручек. Мн.: Вышэйш. шк., 2006. 406.
32. Сайт: <http://www.gutmann-messtechnik.com>.
33. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В. А. Аллилуев и [др.]. М.: Агропромиздат, 1991.
34. Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин (с нормативными материалами). М.: ГОСНИТИ, 1993.
35. Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств монография /В П Тарасик, С А Рынкевич – Могилев: Беларус-Рос ун-т, 2007 - 280 с.
36. Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки: СТБ 1641–2006. Введ. 28.04.2006. Минск, 2006. 32 с.
37. Транспорт и окружающая среда: учебник / М.М. Болбас [др.]. Минск: Технопринт, 2003. 262 с.: ил.
38. Улитовский, Б. А. Диагностирование сельскохозяйственной техники / Б. А. Улитовский. Москва: Агропромиздат, 1985. 64 с.
39. Шадюль, Р. Методология диагностирования машин на всех этапах их существования: монография / Р. Шадюль, М. Воропай, А. Карташевич. – Быдгощ, 2003. 325 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о техническом диагностировании машин	5
1.1. Основные термины и понятия в области диагностирования машин	8
1.2. Роль и место диагностирования машин при их технической эксплуатации	12
1.3. Методы диагностирования	19
1.4. Классификация средств диагностирования	22
1.5. Управление техническим состоянием машин по результатам диагностирования	25
1.6. Прогнозирование остаточного ресурса	29
2. Компьютерная диагностика автомобиля	32
2.1. Общие сведения о компьютерной диагностике автомобилей	33
2.2. Стандарты в автомобильной диагностике	35
2.3. Методика проведения компьютерной диагностики	37
2.4. Режимы компьютерной диагностики	40
3. Компьютерная диагностика автомобилей мультимарочным сканером Gutmann mega macs 55	45
3.1. Общее устройство и возможности прибора	45
3.2. Работа со сканером Gutmann mega macs 55	50
3.3. Порядок выполнения лабораторной работы	57
3.4. Оценка результатов измерений и отчет о выполненной работе.	57
3.5. Контрольные вопросы	57
4. Проверка дымности и токсичности отработавших газов двигателей	58
4.1. Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания	58
4.2. Приборы и оборудование, применяемые для анализа ОГ ДВС автотранспортных средств	84
4.3. Методы испытания двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств	89
4.4. Определение дымности прибором «ИНФРАКАР Д»	92
4.5. Определение дымности прибором «MDO2 LON»	96
4.6. Определение токсичности отработавших газов прибором «ИНФРАКАР М»	102
4.7. Определение токсичности отработавших газов прибором «MGT 5»	104
5. Проверка автотранспортных средств на дымность отработавших газов	111
5.1. Порядок проведения проверки	111
5.2. Оценка результатов измерений	113
5.3. Отчет о выполненной работе	113
5.4. Контрольные вопросы	114
6. Проверка автотранспортных средств на токсичность ОГ	114
6.1. Порядок проведения проверки	114
6.2. Оценка результатов измерений	115
6.3. Отчет о выполненной работе	116
6.4. Контрольные вопросы	117
7. Проверка тормозной системы автомобиля	117
7.1. Общие сведения о тормозных системах автомобилей	117
7.2. Виды стендов и методы испытания тормозных систем	124

7.3. Устройство роликового тормозного стенда «МАНА IW2 Euro-Profi» для проверки эффективности рабочей и стояночной тормозной систем автомобилей	127
7.4. Принцип действия стенда для проверки тормозной системы	132
7.5. Нормативные требования к тормозным системам, проверяемые стендовым методом	134
7.6. Порядок выполнения лабораторной работы	139
7.7. Отчёт о выполненной работе	142
7.8. Контрольные вопросы	142
8. Проверка технического состояния элементов подвески автомобиля	143
8.1. Общие сведения о подвеске автомобиля	143
8.2. Детектор люфтов в подвеске автомобиля AST 2.0 фирмы МАНА (Германия)	149
8.3. Нормативные требования к проверке подвески транспортного средства	151
8.4. Порядок проверки технического состояния подвески с помощью прибора AST 2.0	152
8.5. Порядок выполнения лабораторной работы	153
8.6. Отчёт о выполненной работе	153
8.7. Контрольные вопросы	154
9. Проверка технического состояния амортизаторов	154
9.1. Общие сведения об амортизаторах	154
9.2. Методы определения технического состояния амортизаторов	159
9.3. Стенд проверки амортизаторов фирмы МАНА	164
9.4. Нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов автомобилей	166
9.5. Порядок проверки технического состояния амортизаторов с помощью стенда SA2/FWT фирмы МАНА	167
9.6. Порядок выполнения лабораторной работы	167
9.7. Отчёт о выполненной работе	168
9.8. Контрольные вопросы	168
10. Проверка суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств	169
10.1. Общие сведения о рулевом управлении	169
10.2. Прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М	171
10.3. Нормативные требования к проверке суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств	174
10.4. Порядок измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств с помощью прибора ИСЛ-401М	175
10.5. Порядок выполнения лабораторной работы	177
10.6. Отчёт о выполненной работе	177
10.7. Контрольные вопросы	178
11. Проверка света фар автомобиля	178
11.1. Техническое обслуживание систем освещения	178
11.2. Прибор для проверки и регулировки света фар фирмы МАНА	181
11.3. Порядок проверки технического состояния световых приборов с помощью прибора LITE 3	185
11.4. Нормативные требования к освещению	187

11.5. Порядок выполнения лабораторной работы	190
11.6. Отчёт о выполненной работе	191
11.7. Контрольные вопросы	191
ЛИТЕРАТУРА	193