

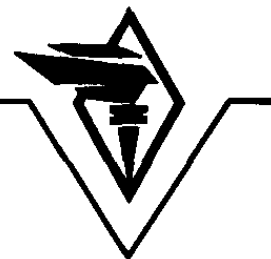
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ПРАКТИКУМ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Отредактировал и опубликовал на сайте : PRESSI (HERSON)



ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Практикум

Под редакцией А.Н. Карташевича

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений
по специальностям «Техническое обеспечение
процессов сельскохозяйственного производства»,
«Ремонтно-обслуживающее производство
в сельском хозяйстве», «Автосервис»,
«Техническое обслуживание автомобилей»*

Минск
«Новое знание»

Москва
«ИНФРА-М»

УДК 629.3.08(076.5)(075.8)

ББК 39.33-08я73

Д44

Авторы:

А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов, А.А. Рудашко, А.В. Нопикон

Рецензенты:

кафедра «Тракторы» Белорусского национального технического университета (зав. кафедрой — доктор технических наук, профессор *В.П. Бойков*); кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» *Н.А. Коваленко*

Д44 **Диагностирование автомобилей. Практикум : учеб. пособие /**
А.Н. Карташевич [и др.]; под ред. А.Н. Карташевича. — Минск :
Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. — 208 с. : ил. — (Высшее
образование).

ISBN 978-985-475-450-5 (Новое знание)

ISBN 978-5-16-004864-2 (ИНФРА-М)

Изложен
билей: ме
диагно
ван
л
сновы технического сервиса автомо-
тирования автомобилей, методики
описано применяемое оборудо-
лабораторной работой, позво-
че навыки работы с данным

ское обеспечение про-
Ремонтно-обслужи-
сервис» и «Техни-
чно инженерно-

5)(075.8)

08я73

Оглавление

Предисловие	7
1. Общие сведения о техническом диагностировании машин	10
1.1. Понятие технического диагностирования	10
1.2. Основные термины и понятия в области диагностирования машин	12
1.3. Роль и место диагностирования машин при их технической эксплуатации	16
1.4. Методы диагностирования	23
1.5. Классификация средств диагностирования	26
1.6. Управление техническим состоянием машин по результатам диагностирования	28
1.7. Прогнозирование остаточного ресурса	32
2. Компьютерная диагностика автомобиля	36
2.1. Общие сведения о компьютерной диагностике автомобилей	36
2.2. Стандарты в автомобильной диагностике	38
2.3. Методика проведения компьютерной диагностики ...	40
2.4. Режимы компьютерной диагностики	43
2.5. Общее устройство и возможности мультимарочного сканера Gutmann mega macs 55	49
2.6. Работа со сканером Gutmann mega macs 55	54
<i>Лабораторная работа № 1</i>	<i>61</i>
Порядок выполнения работы	61
Отчет о выполненной работе	62
Контрольные вопросы	62
3. Проверка токсичности и дымности отработавших газов двигателей	63
3.1. Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания	63

3.2. Снижение токсичности ОГ двигателей с искровым зажиганием	75
3.3. Снижение токсичности и дымности ОГ дизельных двигателей	84
3.4. Методы испытания двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств	92
3.5. Приборы и оборудование, применяемые для анализа ОГ ДВС автотранспортных средств	94
3.6. Определение дымности прибором «ИНФРАКАР Д»	99
3.7. Определение дымности прибором «MDO2 LON»	104
3.8. Определение токсичности ОГ прибором «ИНФРАКАР М»	110
3.9. Определение токсичности отработавших газов прибором MGT 5	112
<i>Лабораторная работа № 2</i>	119
Порядок выполнения работы	120
Отчет о выполненной работе	121
Контрольные вопросы и задания	122
<i>Лабораторная работа № 3</i>	122
Порядок выполнения работы	123
Отчет о выполненной работе	124
Контрольные вопросы и задания	125
4. Проверка тормозной системы автомобиля	126
4.1. Общие сведения о тормозных системах автомобилей	126
4.2. Виды стендов и методы испытания тормозных систем	134
4.3. Устройство роликового тормозного стенда МАНА IW2 Euro-Profi	137
4.4. Принцип действия стенда для проверки тормозной системы	142
4.5. Нормативные требования к тормозным системам, проверяемым стендовым методом	144

<i>Лабораторная работа № 4</i>	149
Порядок выполнения работы	149
Отчет о выполненной работе	151
Контрольные вопросы и задания	152
5. Проверка технического состояния элементов подвески автомобиля	153
5.1. Общие сведения о подвеске автомобиля	153
5.2. Детектор люфтов в подвеске автомобиля AST 2.0 ...	159
5.3. Нормативные требования к проверке подвески транспортного средства	161
<i>Лабораторная работа № 5</i>	161
Порядок проведения работы	162
Отчет о выполненной работе	162
Контрольные вопросы и задания	162
6. Проверка технического состояния амортизаторов	163
6.1. Общие сведения об амортизаторах	163
6.2. Методы определения технического состояния амортизаторов	169
6.3. Стенд для проверки амортизаторов фирмы МАНА	174
6.4. Нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов автомобилей	177
<i>Лабораторная работа № 6</i>	178
Порядок выполнения работы	178
Отчет о выполненной работе	178
Контрольные вопросы и задания	179
7. Проверка суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств	180
7.1. Общие сведения о рулевом управлении	180
7.2. Прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М	183

7.3. Нормативные требования к проверке суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств	186
7.4. Порядок измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств с помощью прибора ИСЛ-401М	187
<i>Лабораторная работа № 7</i>	189
Порядок выполнения работы	189
Отчет о выполненной работе	190
Контрольные вопросы и задания	190
8. Проверка света фар автомобиля	191
8.1. Общие сведения о системах освещения автомобиля	191
8.2. Техническое обслуживание систем освещения	191
8.3. Прибор LITE 3 для проверки и регулировки света фар фирмы МАНА	195
8.4. Порядок проверки технического состояния световых приборов с помощью прибора LITE 3	199
8.5. Нормативные требования к освещению	201
<i>Лабораторная работа № 8</i>	204
Порядок выполнения работы	204
Отчет о выполненной работе	204
Контрольные вопросы и задания	205
Литература	206

Предисловие

Среди всех видов транспорта наиболее опасным является автомобильный. Данные статистики показывают, что опасность при использовании автомобилей в 1,9 раза выше, чем при использовании 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. Технические неисправности автомобилей, как правило, обусловлены низким качеством и неполным объемом технического обслуживания и ремонта подвижного состава, а также недостаточным и несистематическим контролем 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, прочие — 10...14 %. Из-за несовершенства контрольных работ, на которые приходится около 30 % технического обслуживания, автомобили часто эксплуатируются с невыявленными, а следовательно, и неустраненными неисправностями.

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 варьируются 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 пони-

мают определение технического состояния данного механизма или данной системы без их разборки и формирование заключения о потребности в ремонте (профилактике), способном 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 %, топлива — на 2...5 % и повышение коэффициента технической готовности на 3...5 %.

К положительным особенностям диагностики относятся: 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.

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.

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 — 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 профилирую-

щих 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.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ МАШИН

1.1. Понятие технического диагностирования

В повышении эффективности использования автомобильной техники большое значение имеет совершенствование планирования и управления ее техническим обслуживанием и ремонтом на базе современных технических средств. Это обеспечивается применением 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. Благодаря раннему обнаружению дефектов и неисправностей техническая диагностика позволяет устранить подобные отказы в процессе технического обслуживания, что повышает надежность и эффективность эксплуатации, а также дает возможность эксплуатировать технические системы 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. Такая эксплуатация может принести выгоду, эквивалентную 30 % стоимости общего парка машин.

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

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

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

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

При *ежедневном 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 — определить место, причины и вид дефекта (неисправности), который необходимо устранить в результате внепланового текущего ремонта.

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

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

Для выявления необходимости проведения капитального или текущего ремонта проверяют состояние кривошипно-шатунного

механизма и цилиндропоршневой группы двигателя, трансмиссии, гидросистемы и 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 эти средства используются неудовлетворительно и не обеспечивают решения возлагаемых на них задач. Это объясняется недостаточной приспособленностью техники к диагностированию, низкой осведомленностью специалистов в вопросах диагностирования, искусственным отделением диагностирования от плановых работ 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 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.

Основные термины и понятия в области 1.2. диагностирования машин

В процессе диагностики (от греч. *diagnōsis* — распознавание, определение) устанавливается диагноз, т.е. определяется состояние больного (медицинская диагностика) или технической системы (техническая диагностика).

Техническая диагностика — отрасль науки, которая изучает и устанавливает признаки неисправностей машин, механизмов

и узлов; разрабатывает методы и средства для получения заключения (диагноза) 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 машины безразборными методами для получения заключения (диагноза).

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

Техническое состояние — совокупность свойств объекта, подверженных изменению в процессе эксплуатации. Они характеризуют его пригодность к использованию по назначению и определяются 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. Таким образом, объект может быть работоспособен, но неисправен (например, помятое крыло у автомобиля не мешает ему выполнять транспортные и другие работы).

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

Структурный параметр — физическая величина, непосредственно характеризующая техническое состояние (работоспособность) машины (например, размеры сопряженных деталей и зазоры между ними); ее определяют прямыми замерами.

Диагностический параметр — физическая величина, косвенно характеризующая состояние машины (например, количество прорывающихся в картер газов, мощность двигателя, угар масла, стуки и т.д.); ее контролируют при помощи средств диагностики. Диагностические параметры отражают изменение структурных.

Между структурными и соответствующими им диагностическими параметрами существует определенная количественная связь. Например, величина зазоров в сопряжениях цилиндропоршневых групп (ЦПГ) диагностируется по количеству газов, прорывающихся в картер, и угару картерного масла; величина зазоров в подшипниках коленчатого вала — по давлению в масляной магистрали; степень разреженности аккумуляторной батареи — по плотности электролита.

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

Номинальное значение параметра — значение, определяемое функциональным значением параметра и служащее началом отсчета отклонений. Номинальное значение наблюдается у новых и капитально отремонтированных составных частей.

Допустимое значение (отклонение) параметра — граничное его значение, при котором составную часть машины после контроля допускают к эксплуатации без операций технического обслуживания или ремонта. Это значение приводят в технической документации на обслуживание и ремонт машин. При допустимом значении параметра составная часть машины надежно работает до следующего планового контроля.

Предельное значение параметра — 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 из-за резкого увеличения интенсивности изнашивания сопряжений, чрезмерного снижения экономичности машины или нарушения требований безопасности.

Текущее значение параметра — значение параметра в каждый конкретный момент времени.

Предельные значения параметров состояния в зависимости от того, на основании каких критериев (признаков) они устанавливаются, делятся на три группы:

- технические;
- технико-экономические;
- технологические (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 приведет 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, при предельном износе ЦПГ угар картерного масла увеличивается более чем на 3,5 %, что указывает на нецелесообразность работы 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 — такой параметр, 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. Восстановить работоспособность в этом случае возможно регулировкой механизмов и систем при ТО или другими воздействиями.

Диагностические параметры бывают обобщенные и локальные.

Обобщенный (комплексный) диагностический параметр характеризует состояние нескольких составных частей машины или машину в целом.

Локальный (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;
- при отказах или заявках водителя о неудовлетворительной работе машины — заявочное;
- предшествующее текущему или капитальному ремонту — ресурсное.

Для автомобилей установлено два основных вида диагностирования: общее и поэлементное. Общее диагностирование Д-1 выполняется с периодичностью ТО-1, поэлементное (углубленное) диагностирование Д-2 — с периодичностью ТО-2.

Роль и место диагностирования машин

1.3. при их технической эксплуатации

Основной движущей силой интенсификации народного хозяйства является кардинальное ускорение научно-технического прогресса на базе перехода к принципиально новым технологическим процессам и к технике новых поколений, позволяющей достичь высшего уровня производительности труда и максимальной эффективности за счет комплексной механизации производственных процессов.

Состояние новой техники зависит от качества изготовления, сборки, приработки, условий хранения и транспортирования. Эти факторы способствуют увеличению первоначальных различий у формально одинаковых, сошедших с одного конвейера машин. Различия, присущие каждому экземпляру, при эксплуатации только усиливаются.

Основными группами причин изменения технического состояния элементов (рис. 1.1) являются конструктивные, технологические и эксплуатационные. Исходная неравномерность рабочих процессов, обусловленная конструктивными и технологическими факторами, усиливается эксплуатационными факторами. Низкая температура пуска, низкое качество топлива и масла, плохая очистка воздуха, низкое качество регулировочных операций — все эти факторы усугубляют нарушение технического состояния двигателя внутреннего сгорания (ДВС).



Рис. 1.1. Причины изменения технического состояния элементов

Состояние отремонтированной техники характеризуется теми же факторами. Однако они проявляются в большей степени, так как в процессе ремонта используются детали с уже накопленными различиями.

Из этого следует, что для машин с различным исходным состоянием требуется разное восстановительно-профилактическое вмешательство через неодинаковое время. Оптимальным (в теории) будет 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 использовании ресурсов всех эксплуатационных материалов, деталей и регулировок.

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: 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 ни по содержанию, ни по уровню не удовлетворяют условиям в каждом из хозяйств и их возможности в значительной степени не используются. Происходит это потому, что к диагностической части схемы 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 может быть реализован только при полной взаимосвязи всех элементов системы машина — человек — оборудование — хозяйство — среда с конкретными условиями.

Рассмотрим изменение состояния машины при ее эксплуатации на примере кривой износа, характерной для подвижного со-

пряжения (изменение зазора вал — подшипник), как функции 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 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

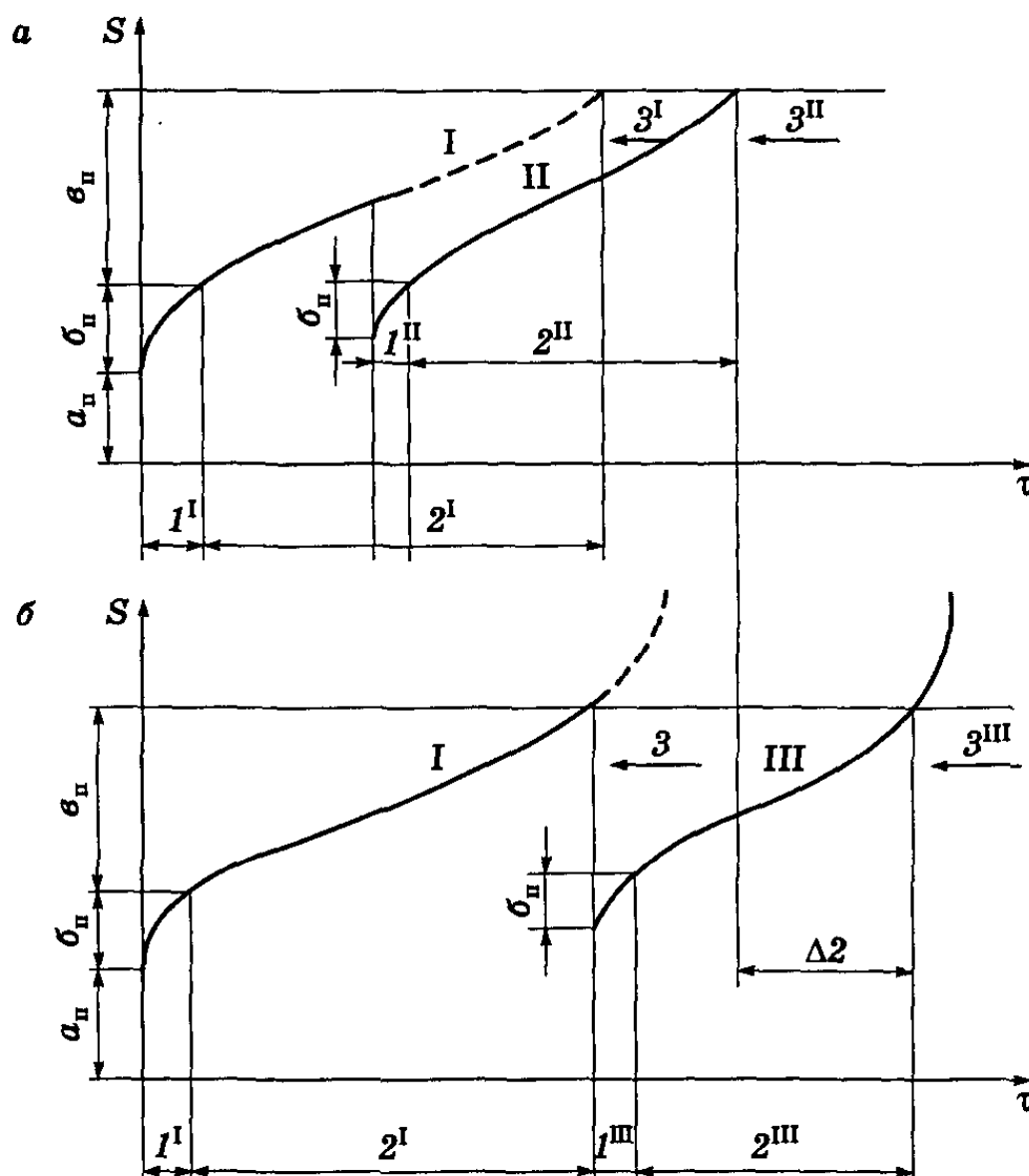


Рис. 1.2. Изменение показателя состояния машины в процессе ее эксплуатации:

a — при преждевременном (кривая II) техническом вмешательстве; $б$ — при своевременном (кривая III) вмешательстве; $1^I, 1^II, 1^III$ — приработка; $2^I, 2^II, 2^III$ — нормальная эксплуатация; $3^I, 3^II, 3^III$ — аварийный период; a_n — исходное состояние показателя; δ_n и ϵ_n — изменение показателя за периоды приработки и нормальной эксплуатации

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 ($\Delta 2$ на рис. 1.2).

Аварийный период начинается, как правило, при определенном значении показателя независимо от времени эксплуатации. 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, удастся далеко не всегда.

На основе графика (рис. 1.3) можно сделать вывод, что ресурс машины, в особенности с коротким периодом эксплуатации, может быть исчерпан при незначительном времени ее эксплуатации в результате неправильных обслуживания, хранения, транспортирования, приработки.

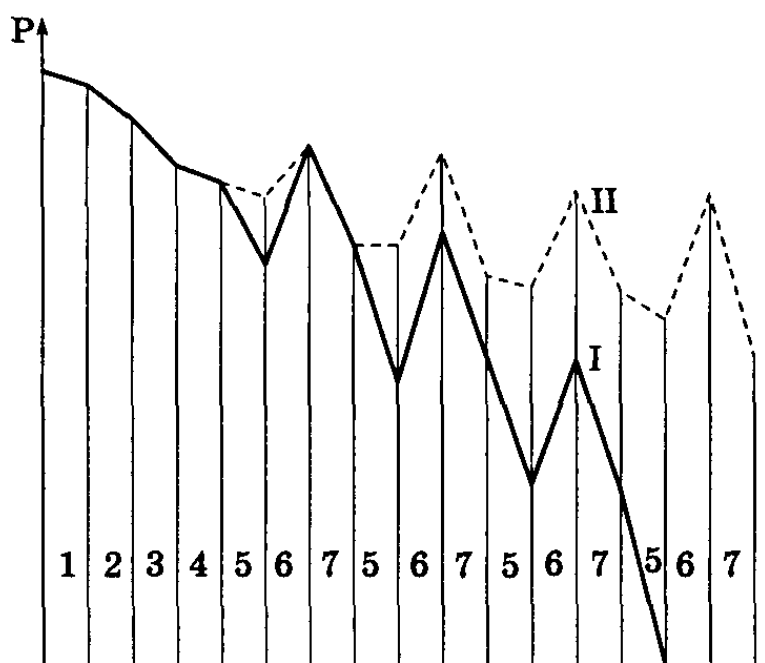


Рис. 1.3. Изменение состояния техники от изготовления до списания: 1 — хранение на площадке завода-изготовителя; 2 — транспортирование до базы торгующей организации; 3 — хранение на базе; 4 — транспортирование на предприятие; 5 — хранение на предприятии; 6 — восстановительно-регулирующие мероприятия перед введением машины в работу; 7 — эксплуатационный износ; I — неправильное обслуживание и хранение; II — правильное обслуживание и хранение; Р — ресурс

При анализе рис. 1.2 и 1.3 становится очевидно, что в систему обслуживания необходимо включать операции, позволяющие определять состояние машины и его отдельные показатели оперативно и без разборки, т.е. диагностирование.

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, т.е. фактически управлять их техническим состоянием, назначая соответствующие предупредительные работы и выполняя их в процессе технического обслуживания и ремонта. Это снижает время простоя машины, а также 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 на 5...10 % улучшает топливно-экономические показатели, повышает безопасность эксплуатации.

Диагностирование машин и оборудования применяется практически при всех видах ТО и ремонта техники. Кроме традиционных работ (периодическое ТО, текущий, капитальный ремонт, 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 (рис. 1.4). В связи с повышением конструктивной сложности машин область применения диагностирования также значительно расширилась за счет контроля при технологическом регулировании (настройке), а также при автоматизации различных технологических процессов, в том числе сельскохозяйственных.

Основными задачами технического диагностирования являются:

- установление вида и объема работ по ТО машины после выполнения ею определенной наработки;
- определение остаточного ресурса машины и степени ее готовности к выполнению механизированных работ;



Рис. 1.4. Место диагностирования в техническом сервисе

□ осуществление контроля качества профилактических операций при проведении ТО;

□ выявление причин и характера неисправностей, возникающих в процессе использования машины.

Внедрение технической диагностики позволяет:

□ сохранить оптимальные рабочие характеристики машины в течение всего срока службы;

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

□ ликвидировать преждевременные разборки агрегатов и узлов и тем самым уменьшить интенсивность изнашивания деталей, сопряжений;

□ полностью использовать межремонтный ресурс машин, их узлов и агрегатов, что обеспечит резкое сокращение расхода запасных частей;

- определить качество ТО и ремонта машины без ее разборки;
- уменьшить расход топлива и средств на содержание техники.

Бесспорным импульсом для роста потребностей в методах и средствах технической диагностики стало начало оживления хозяйства в стране, когда 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 области микроэлектроники, компьютерной техники, нейронных сетей и искусственного интеллекта, эффективно облегчающих возможности технической диагностики.

1.4. Методы диагностирования

Методы диагностирования классифицируют в зависимости от характера и физической сущности распознаваемых признаков и измеряемых параметров технического состояния объектов (рис. 1.5).

Методы диагностирования подразделяют на две группы: органолептические (субъективные) и инструментальные (объективные).

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 прорывающегося воздуха) и т.п. *Осмотром* устанавливают места подтекания воды, масла, топлива, цвет отработавших газов, дымление из сапуна, биение вращающихся частей, натяжение цепных передач и т.п. *Осязанием* определяют места и степень ненормального нагрева, биения, вибрации деталей, вязкость, липкость жидкости и т.п. *Обонянием* (по характерному запаху) выявляют отказ муфты сцепления, 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

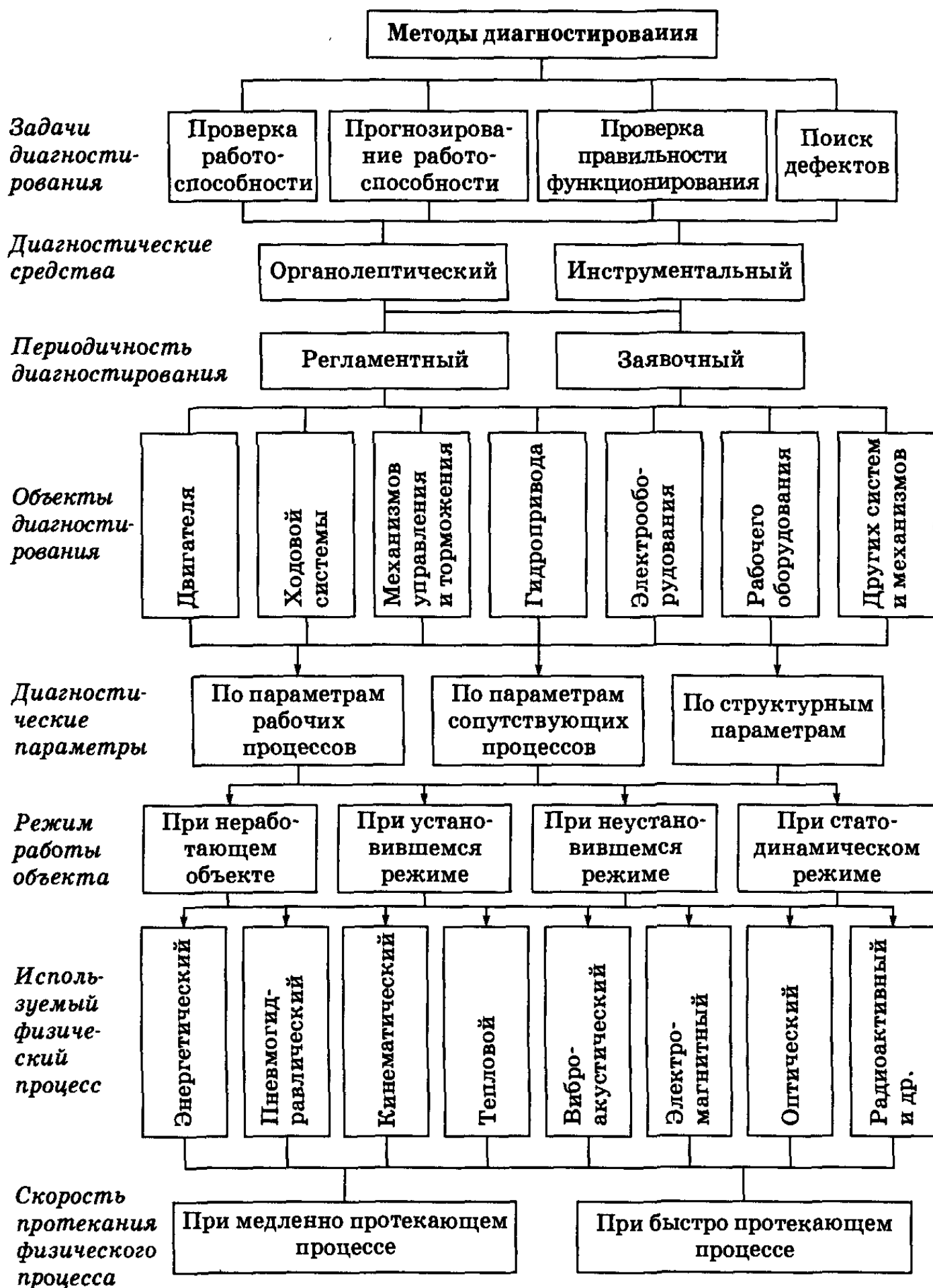


Рис. 1.5. Классификация методов диагностирования

состояния, характеризующих функциональные свойства составных частей и агрегатов, и ресурсные, предназначенные для определения остаточного ресурса диагностируемых узлов и агрегатов машины.

По *физическому принципу* выделяют следующие методы диагностирования: энергетический, пневмогидравлический, тепловой, виброакустический, спектрографический, магнитоэлектрический, оптический и некоторые другие. Каждый метод предназначен для контроля физического процесса и основан на применении определенного явления. Физический процесс характеризуется изменением физической величины во времени. В основе *энергетического* принципа (процесса) лежит сила (мощность); *пневмогидравлического* — давление; *теплого* — температура; *виброакустического* — амплитуда колебаний на определенных частотах и т.д.

По *характеру измерения* параметров методы диагностирования машин подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые методы основаны на непосредственном измерении структурных параметров технического состояния: зазоров в подшипниках, прогиба цепных и ременных передач, размеров деталей и т.д. Прямые методы широко применяются 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.). Для измерения параметров устройств, находящихся внутри агрегатов (ЦПГ, подшипниковые узлы коленчатого вала двигателя) и требующих их разборки, прямые методы не применяются.

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. К косвенным параметрам относятся физические величины, характеризующие техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давление (перепад давления) и температура (перепад температуры) рабочего

тела в системе, расход газа, топлива, масла, вибрация составных частей машин, ускорение при разгоне двигателя и др. Многие методы требуют преобразования механических величин в электрические для дальнейшего применения электронных диагностических приборов и установок.

Классификация средств

1.5. диагностирования

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

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

- 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 позволяет значительно снизить вероятность пропуска отказов и повысить достоверность информации.

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

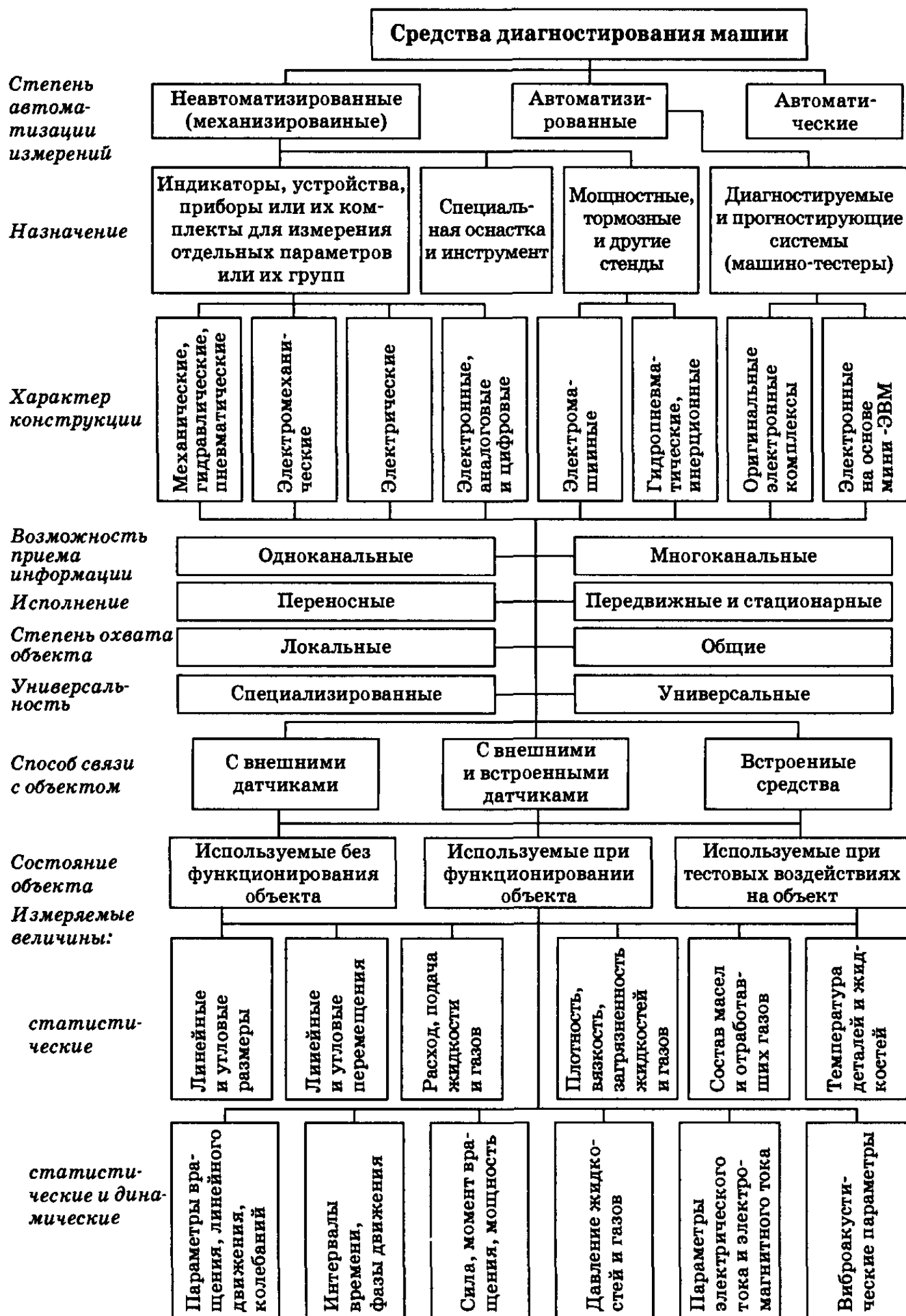


Рис. 1.6. Классификация средств диагностирования



Рис. 1.7. Классификация средств встроенного диагностирования

отказаться от их услуг, снизить трудоемкость операций диагностирования, улучшить форму представления результатов диагноза и повысить достоверность его постановки.

Управление техническим состоянием

1.6. машин по результатам диагностирования

Уровень безотказности во время работы машины, а после хранения, транспортирования — уровень ее сохраняемости определяются вероятностью нарушения работоспособности или частотой отказов при эксплуатации. 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).

Цель управления техническим состоянием — обеспечение высокого или оптимального уровня работоспособности и исправности машины при изготовлении, восстановлении, ремонте и техническом обслуживании, а также создание условий, позволяющих уменьшить частоту отказов при сокращении материальных и денежных издержек.

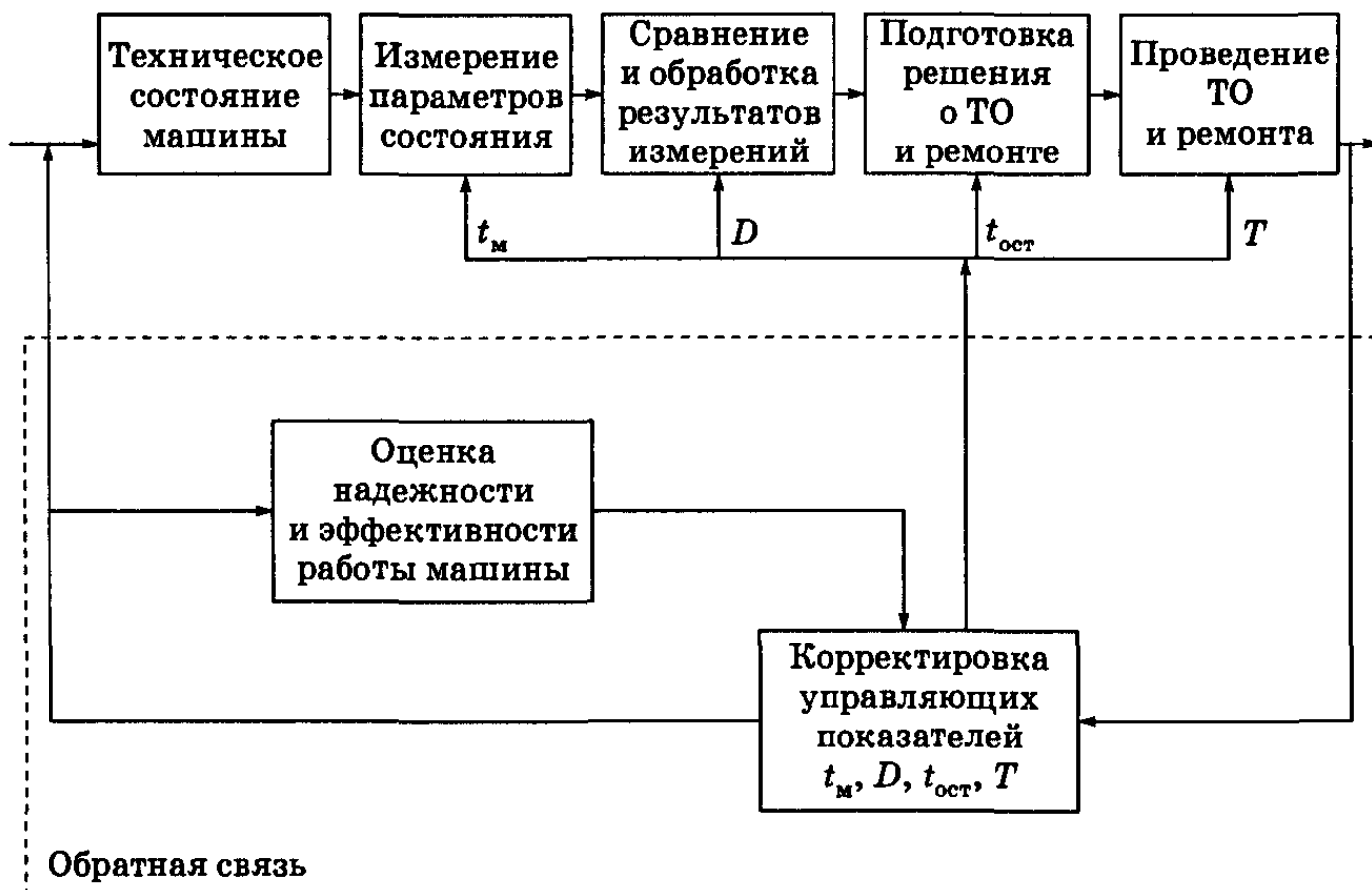


Рис. 1.8. Схема управления техническим состоянием машин (управляющие показатели: t_m — межконтрольная наработка; D — допускаемое отклонение параметра; $t_{ост}$ — остаточный ресурс; T — средний ресурс составной части)

Управление техническим состоянием и надежностью можно осуществлять различными путями. Наиболее прогрессивный путь — улучшение физико-механических свойств материалов элементов машины и их конструкций. Эти возможности реализуют на этапе проектирования, разработки конструкции машины или ее составной части. Применение износостойких материалов, создание условий для сохранения энергии, расходуемой на трение и износ составных частей, использование улучшенных уплотнений и фильтрующих элементов способствует снижению скорости изнашивания и изменению параметров состояния, увеличению среднего ресурса 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. Путем назначения оптимальных допускаемых отклонений структурных параметров технического состояния, изменения межконтрольной наработки, повышения степени восстановления исходных характеристик при техническом обслуживании и ремонте, предупредительной замены недолговечных составных частей, имеющих более высокие скорости изнашивания, можно увеличить наработку между отказами, уменьшить среднюю скорость изменения параметров состояния машины. Эти мероприятия проводят при эксплуатации.

Управление техническим состоянием машин путем улучшения параметров распределения ресурсов или наработки до отказа и параметров потока отказов элементов можно представить как следствие реализации двух путей управления (рис. 1.9).

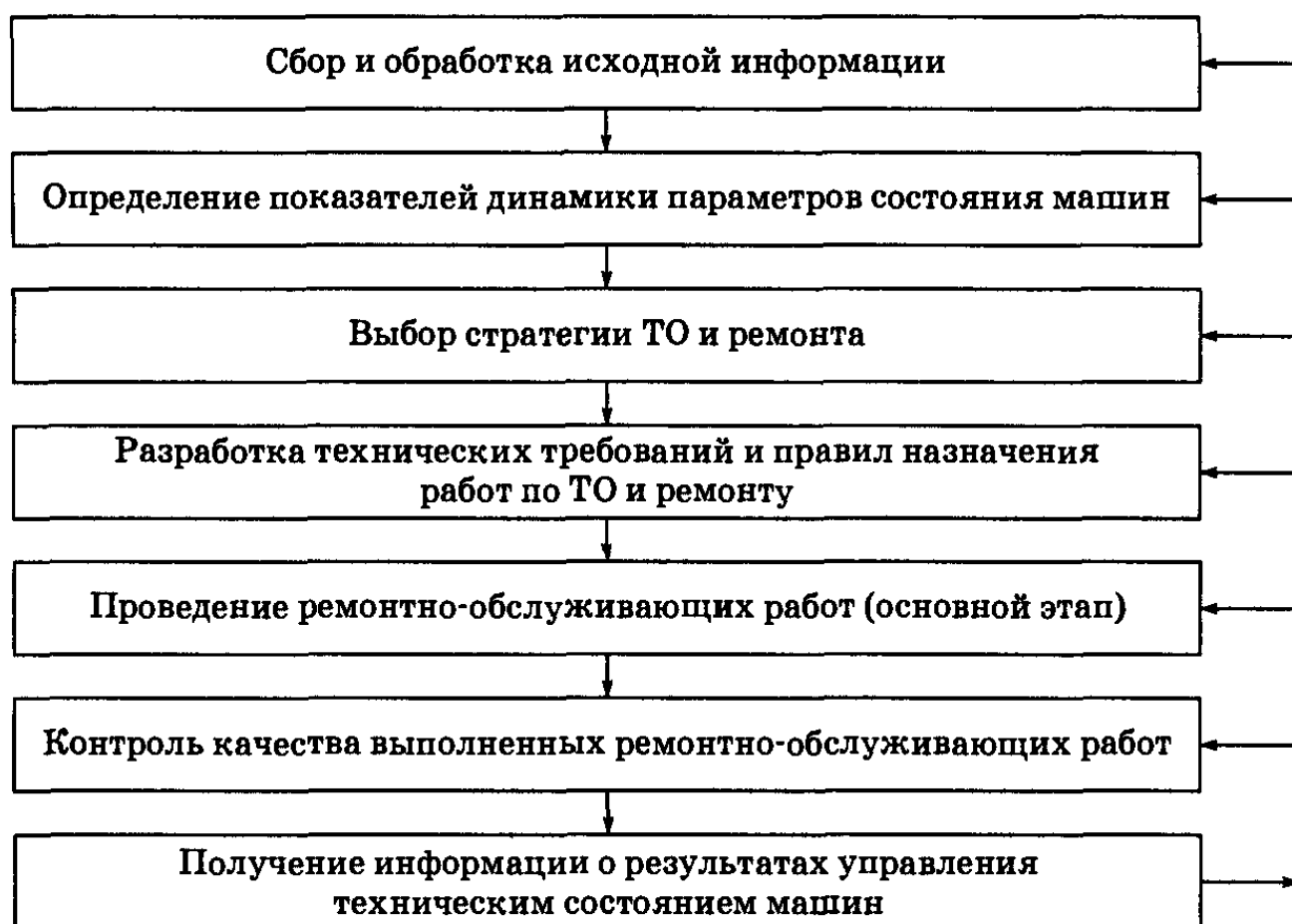


Рис. 1.9. Этапы управления техническим состоянием машин

По мере наработки техника стареет, увеличивается 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.

Для поддержания и восстановления высокого или оптимального уровня работоспособности используется комплекс управляющих показателей, влияющих на техническое состояние и надежность объекта:

- допускаемые и предельные отклонения параметров;
- межконтрольная наработка;
- ресурс (средняя наработка на отказ);
- назначенный остаточный ресурс до ремонта;
- срок службы машины до списания;
- суммарные издержки на техническое обслуживание и ремонт и др.

Ресурс (наработка на отказ) $T_{\text{ср}}$ 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 устраняющих их последствия. В результате проведения соответствующих технических мероприятий ресурсные и функциональные параметры машин восстанавливают 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, в управлении техническим состоянием машины 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 служит для получения информации о фактических показателях

надежности, эффективности, экологичности работы машины после управления, проверки результатов управления сравнением ожидаемых оптимальных значений показателей машин с фактическими показателями, корректировки управляющих показателей.

1.7. 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. 1.1 и на рис. 1.10.

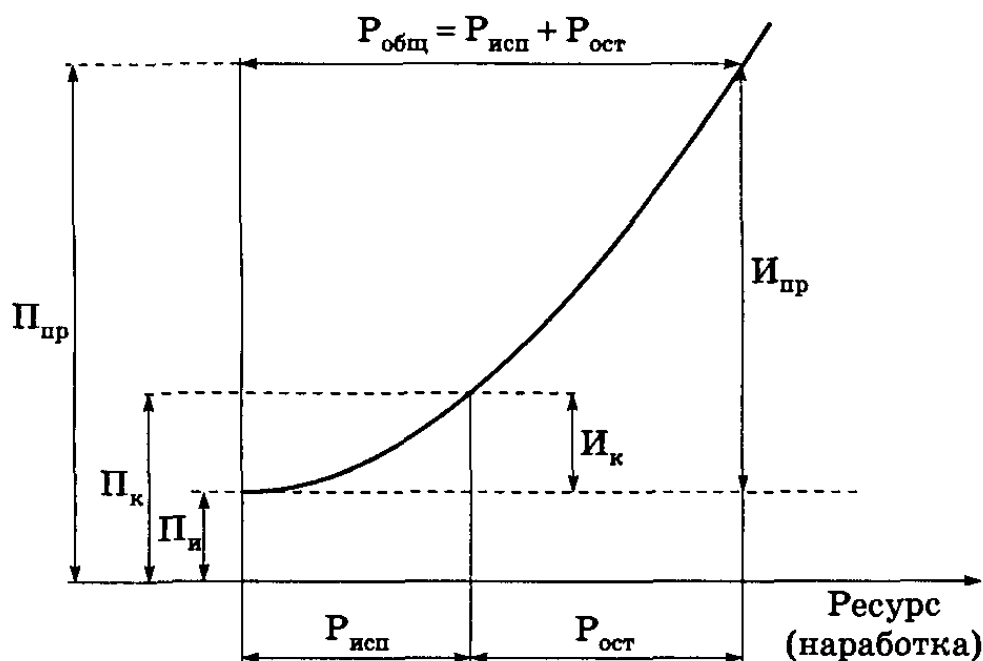


Рис. 1.10. Схема определения остаточного моторесурса:

$R_{исп}$ — использованный ресурс к моменту контроля; $I_k = \Pi_k - \Pi_n$ — изменение значения параметра к моменту контроля (диагностирования); $I_{пр} = \Pi_{пр} - \Pi_n$ — предельное изменение значения параметра; $R_{ост}$ — остаточный ресурс. Закономерность изменения контролируемого параметра представлена кривой

Имея все эти данные, $R_{ост}$ определяют по формуле

$$R_{ост} = R_{исп} \left[\left(\frac{I_{пр}}{I_k} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right]. \quad (1.1)$$

Таблица 1.1

**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	$P_{нсп}$	Техническая документация (формуляр)
5	Значение параметра, замеренное в момент контроля	Π_k	Показание средства измерения

При $\alpha \neq 1$ 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 линейная, а выражение (1.1) примет вид

$$P_{ост} = P_{нсп} \left(\frac{\Pi_{пр}}{\Pi_k} \right) - 1. \quad (1.2)$$

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

При определении $P_{ост}$ используют значения $\Pi_{пр}$, Π_n , α , которые рассчитывают заранее и заносят в технологическую карту диагностики технического состояния машин.

Таким образом, для определения остаточного ресурса какого-либо сопряжения по формуле (1.1) необходимо замерить значе-

ние соответствующего параметра и знать наработку к моменту замера. Значения остальных показателей берут из таблиц.

Определение остаточного ресурса машин и установление на этой основе времени их 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 могут отсутствовать. В подобных случаях остаточный ресурс определяют по значениям параметров состояния, установленным при двукратном диагностировании и наработке между первым и вторым измерениями (рис. 1.11).

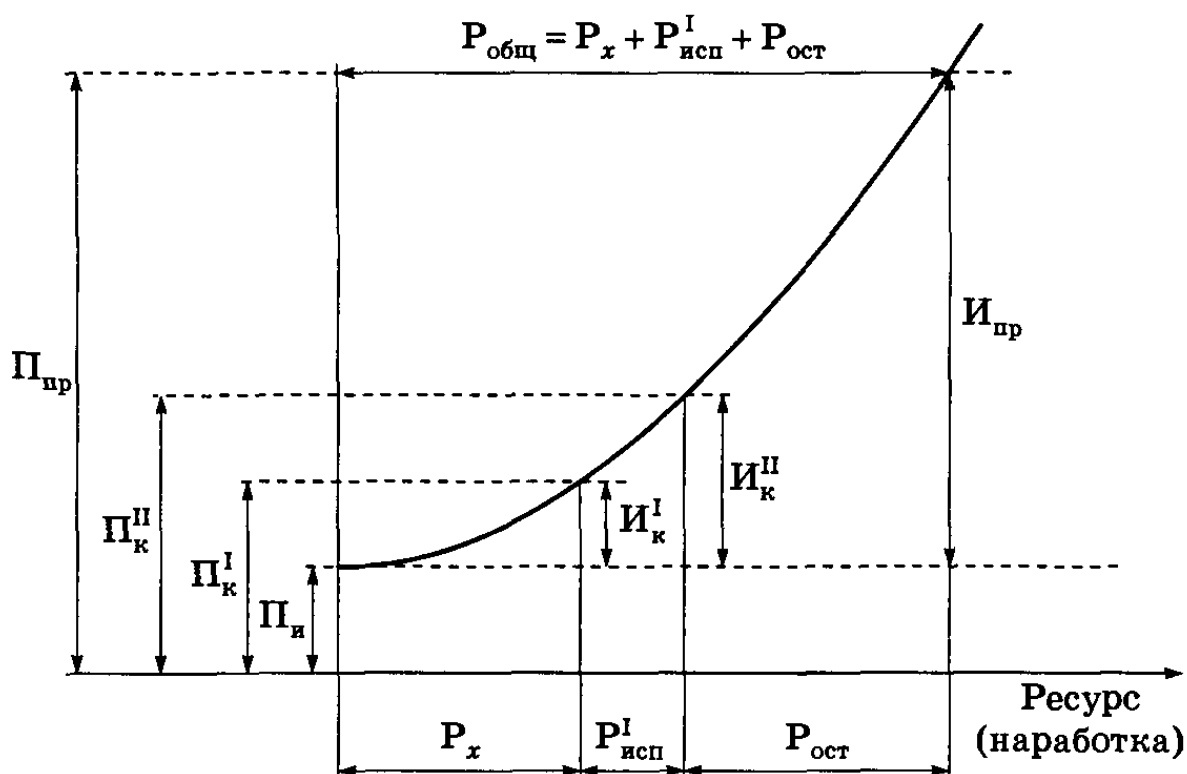


Рис. 1.11. Схема прогнозирования остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации:

Π_k^I — значение параметра при первой проверке; Π_k^{II} — значение параметра при повторной проверке; $I_k^I = \Pi_k^I - \Pi_n$ — изменение значения параметра от начала эксплуатации до первой проверки; $I_k^{II} = \Pi_k^{II} - \Pi_n$ — изменение значения параметра от начала эксплуатации до повторной проверки; $I_{пр} = \Pi_{пр} - \Pi_n$ — предельное изменение значения параметра; R_x — использованный ресурс (неизвестная величина); $R_{исп}^I$ — ресурс, использованный за время работы между первой и второй проверкой

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.

Общие сведения о компьютерной 2.1. диагностике автомобилей

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 техническому состоянию.

В процессе диагностики измеряются различные характеристики, которые непосредственно влияют на работу автомобиля. Компьютерная диагностика автомобиля является непростой задачей и должна проводиться высококвалифицированными специалистами с использованием новейшего диагностического оборудования. Следовательно, для установления точного диагноза требуется специалист с высокой инженерной квалификацией и довольно много времени.

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 могли выполнять 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, то индикатор не погаснет. При возникновении некоторых неисправностей во время движения индикатор также загорается; при однократной мелкой неисправности он может погаснуть, сохранив ошибку в памяти для последующего считывания, но если он продолжает гореть,

то необходима немедленная остановка, более глубокая диагностика и ремонт.

Компьютерная диагностика включает в себя последовательную проверку большинства систем управления: двигателем, автоматической трансмиссией, АБС, подушками безопасности, круиз-контролем, пневмоподвеской, иммобилайзером и т.д. В свою очередь диагностика каждой системы многоступенчата (например, при диагностике двигателя проводится проверка системы, управляющей двигателем; топливной системы; 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» (т.е. 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 выявляться две ошибки: отсутствие сигнала либо выход за предельные параметры.

Устройство управления может состоять из нескольких блоков:

- для двигателя — ECU (Engine Control Unit) или ECM (Engine Control Module);
- антиблокировочной системы тормозов — ABS;

□ подушек безопасности — SRS (Air Bag Supplemental Restraint System);

□ автоматической коробки передач — A/T (Electronic Automatic Transaxles) и т.д.

Но при получении сигнала об ошибке современная система диагностики обязана ответить унифицированно:

1) классифицировать неисправность по номеру (коду ошибки) и запомнить этот код в долговременной памяти;

2) 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, что же в действительности сломалось. После чтения кода ошибки нужно выполнить дополнительные проверочные операции, чтобы убедиться в правильной интерпретации кода. Так, например, очень часто коды неисправностей возникают из-за того, что в ходе тех или иных ремонтных операций на автомобиле просто забыли подсоединить разъем или повредили электропроводку.

2.2. Стандарты в автомобильной диагностике

До 1994 г. 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 паузами 1,8...2 с. Коды диагностики OBD-I были двужначными (их также называют «короткими» — в отличие от «длинных» пятизначных кодов расширенной диагностики более поздних систем). Для считывания данных в этой системе применялись специальные дилерские сканеры или неудобная процедура активизации модуля, уникальная для каждой марки.

Вместе с расширением экологического движения с 1996 г. 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) в США были повсеместно внедрены единые стандарты самодиагностики, протоколов обмена данными, унифицированы требования к диагностическим средствам и структуре кодов — OBD-II.

Изначальная «экологическая направленность» OBD-II, с одной стороны, ограничила возможности по его использованию в диагностике всего спектра неисправностей, с другой стороны, предопределила его широкое распространение как в США, так и в других странах. 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 также начали применяться в 1996 г. (на небольшом количестве марок/моделей), но особенно широко — 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 (pre-OBD автомобили).

Признаком системы OBD-II 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.

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.

Методика проведения компьютерной

2.3. диагностики

Последовательность этапов компьютерной диагностики автомобилей следующая:

- 1) контроль текущих параметров всех систем;
- 2) чтение и обнуление кодов неполадок;
- 3) проверка работоспособности механизмов;

- 4) обнуление сервисных периодов;
- 5) кодирование блоков управления;
- 6) синхронизация иммобилайзера и электронного блока управления (ЭБУ) двигателя;
- 7) отладка пневматической подвески;
- 8) выставление рабочих оборотов и др.

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 дополнительно подвергаются электрической (аналоговой) проверке. 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, т.е. разрешил просмотр данных в режиме реального времени. Данная функция (она обычно называется Data Stream — отображение потока данных) 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, 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, т.е. получения графиков зависимости параметров не только от времени, но и от других параметров, а также исследования влияния изменения определенного параметра на тот, что выбран для анализа. И еще больше 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 также 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 (40 и более параметров) 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. В это время может наблюдаться некоторое ухудшение «поведения» автомобиля: резкое или нечеткое переключение передач, низкие или нестабильные обороты холостого хода; перебои в работе двигателя, связанные с переобогащением или, напротив, с переобеднением горючей смеси, а также возрастание расхода топлива. Однако эти симптомы должны быстро исчезнуть после запоминания компьютером ряда циклов вождения (т.е. примерно через 30...40 км).

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

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, разрежения во впускном коллекторе и др. Естественно, такие системы очень дороги;

2) специализированные дилерские сканеры (так называемые универсальные дилерские приборы) — многофункциональные цифровые 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 диагностируемого автомобиля;

3) компьютерные тестовые системы — представляют собой обычный персональный компьютер, ноутбук или карманный

компьютер произвольной конфигурации с соответствующим программным обеспечением и диагностическим интерфейсом, являющимся «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 невозможно.

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, т.е. в виде текстового описания возможных неисправностей, таблиц, а также 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.

Режимы компьютерной

2.4. 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 считываются следующие основные параметры:

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

- 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 два-три параметра. Однако иногда требуется одновременно просматривать большее их 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 информа-

цией с блоком управления двигателем автомобиля (скорость зависит от поддерживаемого протокола). К сожалению, наиболее распространенный протокол ISO 9141 является и самым медленным — при работе с ним невозможно просматривать с приемлемой частотой дискретизации более двух-четырех 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, проводимых непрерывно, 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). В этом режиме проверяются VIN-код и калибровочные данные автомобиля.

Режим ручного ввода команды запроса диагностической информации.

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

В рамках OBD-II используются пять протоколов обмена данными: ISO 9141, ISO 14230 (также именуется KWP2000), PWM, VPW и CAN. Каждый из протоколов имеет несколько разновидностей, различающихся, например, скоростью обмена информацией. В Интернете встречаются так называемые «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 так же протоколы могут различаться и по моделям двигателей, и по годам выпуска. Таким образом, отсутствие автомобиля в списках не означает, что он не поддерживает OBD-II, так же как его 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 трапецевидной формы (DLC-Diagnostic Link Connector) (рис. 2.1). На подавляющем большинстве OBD-II-совместимых автомобилей он находится под приборной панелью со стороны водителя; разъем может быть открыт или закрыт легко снимаемой крышкой с надписью «OBD-II», «Diagnose» и т.п. Тем не менее, это условие не является достаточным. 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 при диагностике конкретного автомобиля необходимо определить, какой из OBD-II-протоколов используется на конкретном автомобиле. Для этого можно произвести следующие действия:

1. Посмотреть в технической документации непосредственно к данному автомобилю (но не в общем руководстве по данной марке/модели!). Также полезно осмотреть все идентификацион-

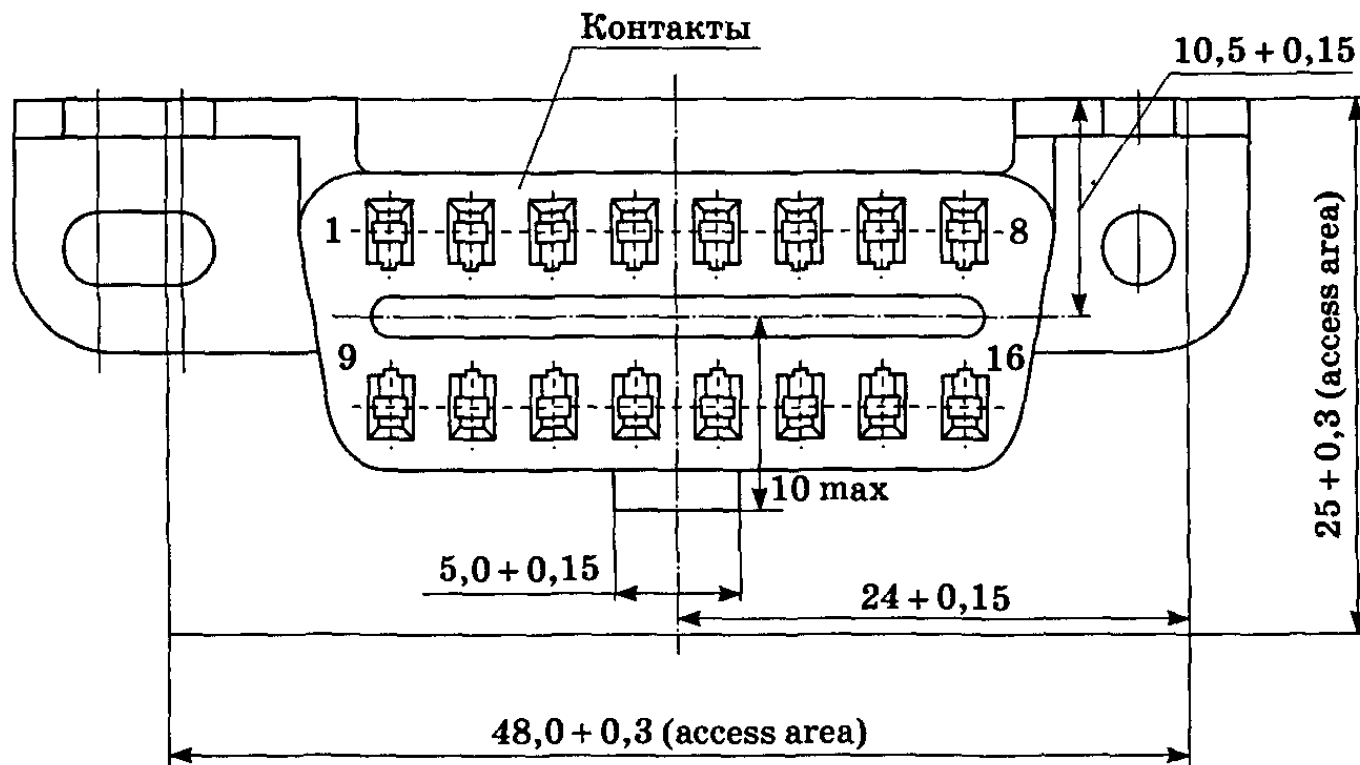


Рис. 2.1. 16-контактный диагностический разъем OBD-II (назначение контактов (стандарт J1962): 2 — J1850 Bus+; 4 — Chassis Ground; 5 — Signal Ground; 6 — CAN High (ISO 15765); 7 — ISO 9141-2 K-Line; 10 — J1850 Bus-; 14 — CAN Low (ISO 15765); 15 — ISO 9141-2 L-Line; 16 — Battery Power (напряжение АКБ))

ные таблички на автомобиле (рис. 2.2) — возможно наличие таблички «OBD-II compliant» (поддерживает OBD-II) или «OBD-II certified» (сертифицировано на поддержку OBD-II).

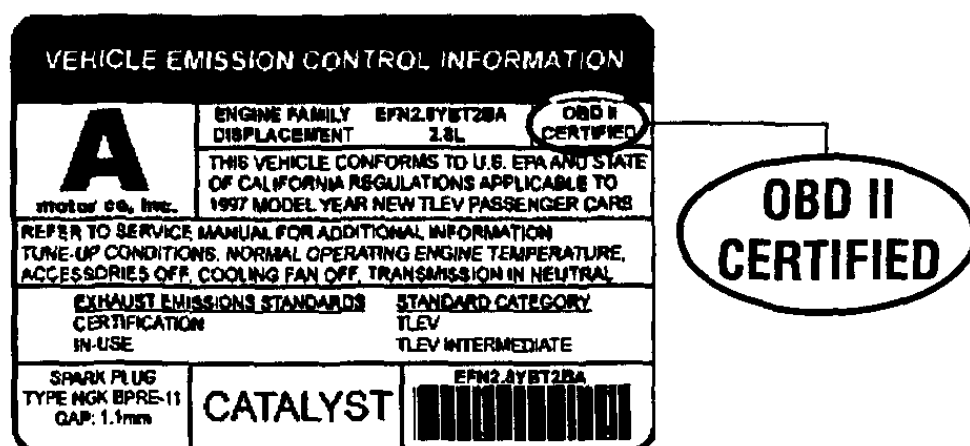


Рис. 2.2. Идентификационная табличка

2. Посмотреть в информационной базе данных (например, Mitchell-on-Demand). Однако это также не абсолютный способ, так как база может содержать неточности, включать информацию по автомобилям, выпущенным для другого рынка и т.п. Естест-

венно, использование специализированных дилерских баз по отдельной марке повышает степень достоверности информации.

3. Использовать сканер, позволяющий определить, какой из OBD-II-протоколов используется на машине. Протокол можно попробовать определить 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 информационной базе данных).

4. Осмотреть диагностический разъем и определить наличие выводов. Как правило, в разъеме присутствует только часть задействованных выводов, а каждый протокол использует свои выводы разъема. Назначение выводов («распиновка») 16-контактного диагностического разъема OBD-II (стандарт J1962) приведено на рис. 2.1.

Пропущенные выводы могут использоваться конкретным производителем для своих нужд.

Таким образом, используются следующие протоколы:

- ISO 9141-2 — идентифицируется наличием контакта 7 (K-line) и отсутствием 2 и/или 10 контактов; 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. Однако большая часть легковых автомобилей и легких грузовиков концерна GM используют протокол SAE J1850 VPW, а большая часть автомобилей Ford — протокол J1850 PWM.

Общее устройство и возможности мультимарочного сканера Gutmann mega macs 55

Сканеры Mega macs — это аппаратные мультимарочные сканеры для диагностики автомобилей европейских и азиатских марок, а также 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 (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Общий вид комплекса Gutmann mega macs 55

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

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

Приборы и кабели к ним высокого качества изготовления, программное обеспечение корректное, производитель гарантирует

поддержку в виде периодических обновлений (один-два раза в год).

Программное обеспечение прибора частично русифицировано (в области программных оболочек) и содержит большую базу данных (около 40 000 моделей машин) по регулировочным данным и эталонным сигналам. Результаты диагностики можно сохранить в памяти прибора и распечатать в виде отчетов для клиента.

В программное обеспечение добавлена ремонтная информация по многим европейским и азиатским маркам (ремонтная база Auto Data):

□ 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 сканера по поиску 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).

Список автомобилей, которые можно диагностировать с помощью данного сканера, приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Автомобили, диагностируемые сканером Gutmann mega macs 55

Марка автомобиля	Модель
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
Citroën	Jumper, Xantia, Evasion, Xsara, ZX, XM, Saxo, AX, BX, Synergie

Продолжение табл. 2.1

Марка автомобиля	Модель
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, Tempra, 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

Окончание табл. 2.1

Марка автомобиля	Модель
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, Celica, 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, California, Beetle, Caravelle, Caddy, Krankenwagen, Polo

Сканер может диагностировать также все автомобили, поддерживающие диагностику по протоколам OBD-II/EOBD, включая CAN.

Сканер диагностирует следующие 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 графическом 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 по оси X 1...500 с, по оси Y для тока 0...5000 А, напряжения 0...50 В, сопротивления 0...100 кОм;
- ☐ осциллограф цифровой с разверткой по оси X от 100 мкс до 500 с, по оси Y от -10 до 200 В, при работе в разделе «диагностика – зажигание» от -6 до 94 кВ;

□ режим памяти с возможностью масштабирования, измерения амплитуды и длительности сигнала при помощи специальных курсоров;

□ алгоритмы для диагностики АКБ, генератора, стартера, измерения относительной компрессии, зажигания, датчиков нагрузки, дроссельной заслонки и др., дизельных систем;

□ классические тесты для проверки датчиков с нормативными и практическими данными, оценкой результатов их работоспособности, выводом результатов в виде графиков и рекомендациями для дальнейших действий (как подключиться, куда и какой должен быть сигнал).

Дополнительная опция — диагностическая станция, которая представляет собой передвижную стойку 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 других принадлежностей, дополнительным большим выдвижным ящиком для папок, документации и т.д., автоматическим устройством сматывания сетевого кабеля, блоком питания 220 В.

На рис. 2.4 показан вид задней панели прибора и расположение гнезд/разъемов.

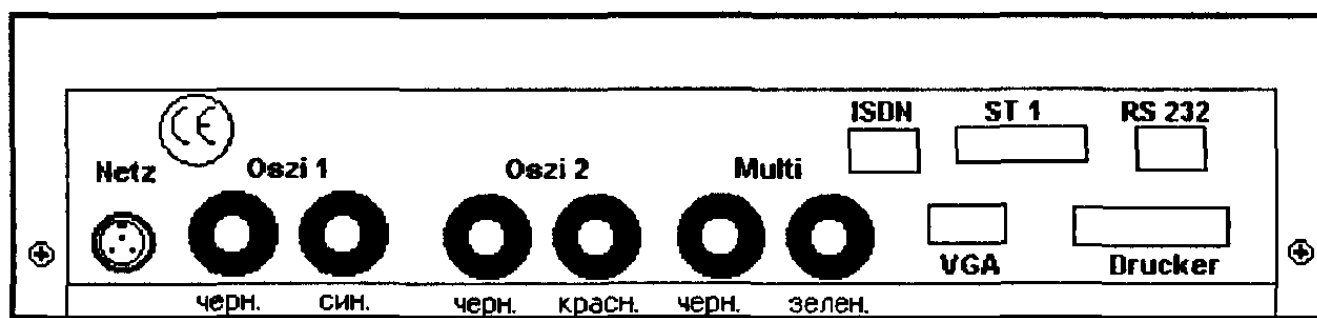


Рис. 2.4. Вид задней панели прибора:

Netz (питание) — 12 В 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); ISDN — гнездо для подключения к розетке ISDN (для передачи данных); ST 1 — соединение с диагностическим разъемом — токовой цангой; RS 232 — разъем для подключения модема; VGA — разъем для дополнительного монитора; Drucker — разъем для подключения матричного принтера

Для подключения питания (стационарное подключение) штексель сетевого шнура, поставляемого в комплекте блока питания 220 В, включается в розетку сетевого напряжения. Трехполюсный штекер вставляется в гнездо Netz. Для использования прибора в движении он должен запитываться от аккумуляторной батареи автомобиля с помощью входящего в комплект кабеля 12 В (при подключении через OBD-разъем — напряжение питания через этот штекер).

Работа со сканером

2.6. Gutmann mega macs 55

После того как было подключено питание и все остальные провода дополнительных приборов, для запуска системы следует нажать клавишу EIN/AUS (Вкл./Выкл.). Примерно через 15 с на экране сканера появится главное меню (рис. 2.5).

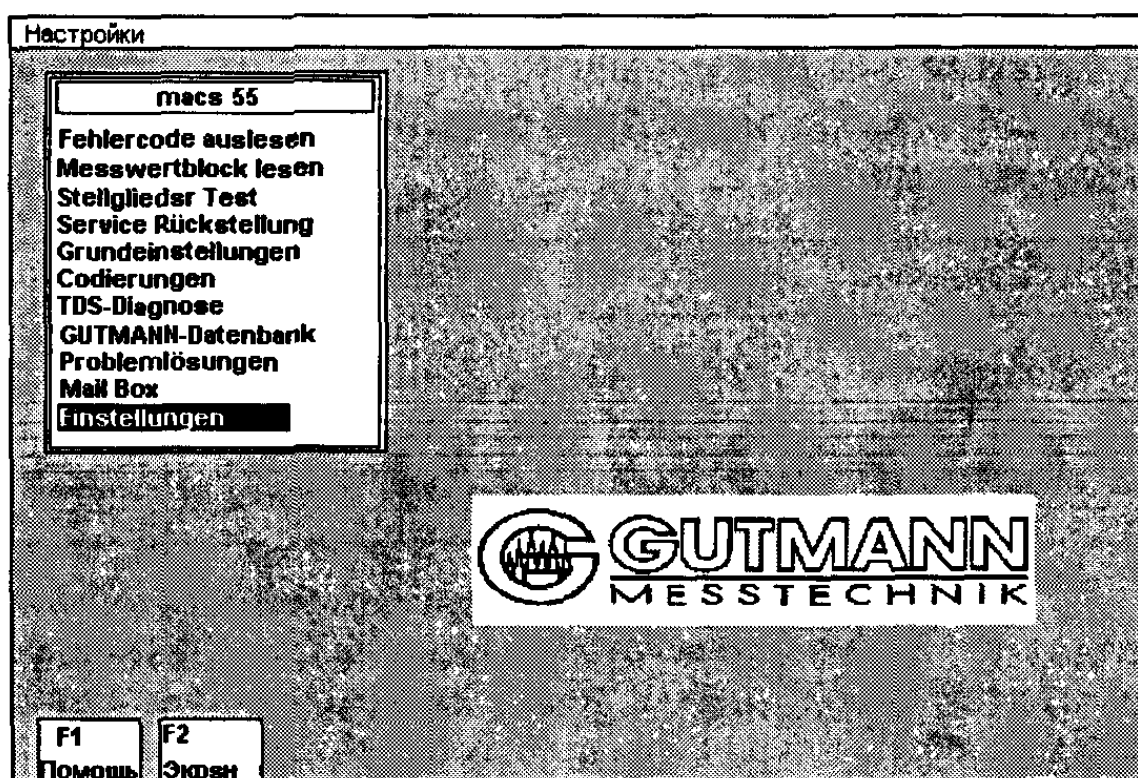


Рис. 2.5. Главное меню сканера Gutmann mega macs 55

Необходимый пункт меню можно выбрать, перемещая курсор вверх и вниз с помощью клавиш [↑] и [↓]. Вверху, в рамке дается краткое пояснение к выбранному пункту меню, который

распознается по инвертированному шрифту (светлые буквы на темном фоне блок-курсора). При нажатии клавиши [F1] (Помощь) появляются разъяснения к каждому пункту меню (какие возможности он предоставляет).

После нажатия клавиши [F2] (Экран) появляется возможность настроить яркость/контрастность изображения, напрямую выйти в Mailbox.

Для перехода в подменю необходимо после выбора нужного пункта нажать клавишу [ENTER]. Возврат в предыдущее меню возможен нажатием клавиш [ESC] или [Отмена]. В каждом меню в нижней части экрана высвечивается панель функциональных клавиш (рис. 2.6).

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

Рис. 2.6. 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 пунктах меню, данные которых зависят от специфики автомобиля («Коды неисправностей», «Параметры», «Исполнительные узлы», «Технические данные», «Расположение узлов», «Дооснащение КАТ»), открывается окно со списком марок автомобилей (рис. 2.7). Выбор марки автомобиля производится с помощью клавиш [↑], [↓] или посредством ввода начальных букв названия (например, «F» для Ford). После выбора марки автомобиля и нажатия клавиши [ENTER] появляется подменю для выбора модели автомобиля (рис. 2.8).

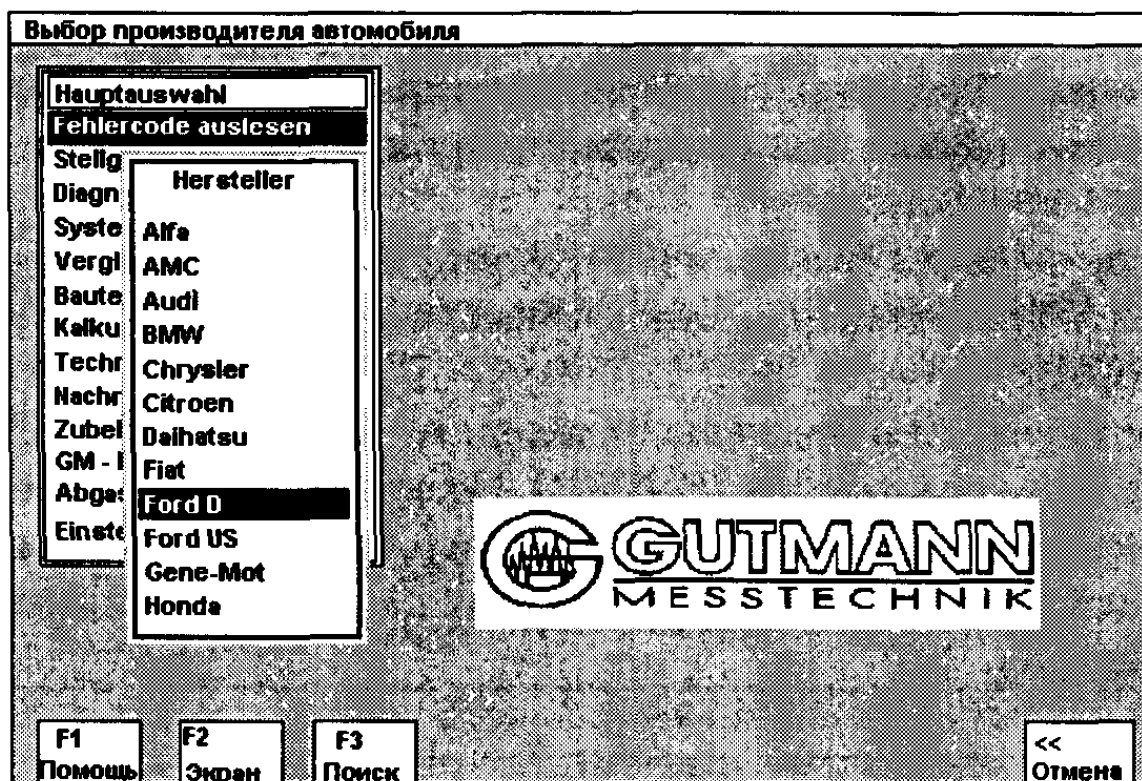


Рис. 2.7. Меню выбора марки автомобиля

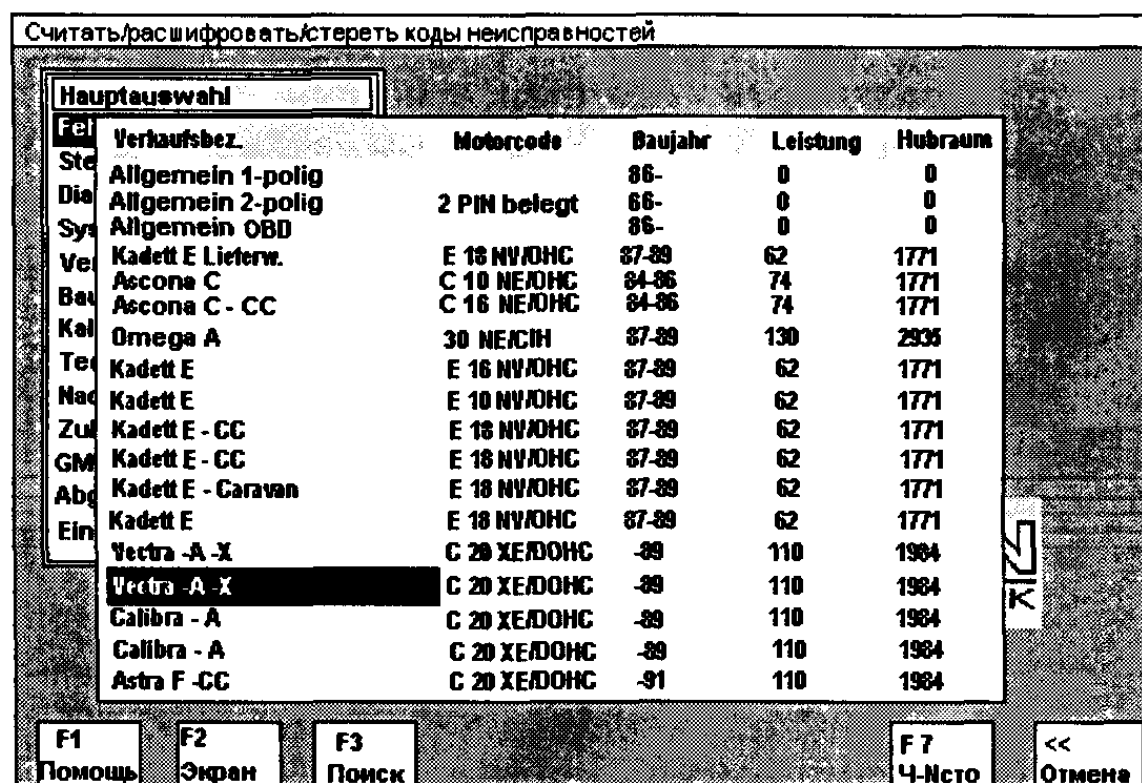


Рис. 2.8. Меню выбора модели автомобиля

Выбор модели автомобиля можно также осуществить с помощью клавиши [F3] (Поиск). При ее нажатии открывается окно поиска, в которое вписывается название автомобиля. Можно искать также по коду, мощности или объему двигателя. Для этого

с помощью клавиш [←], [→] (влево / вправо) наводят курсор на соответствующую колонку и затем, после подтверждения выбора клавишей [F3], вводят, например, код двигателя. С помощью клавиши [F7] можно открыть окно, в котором сохраняется список протестированных автомобилей с возникавшими у них неисправностями. После выбора номерного знака или идентификационного кода можно прочитать историю автомобиля.

Далее следует открыть подменю для выбора тестируемой системы (рис. 2.9). Выбор осуществляется клавишами [↑], [↓].

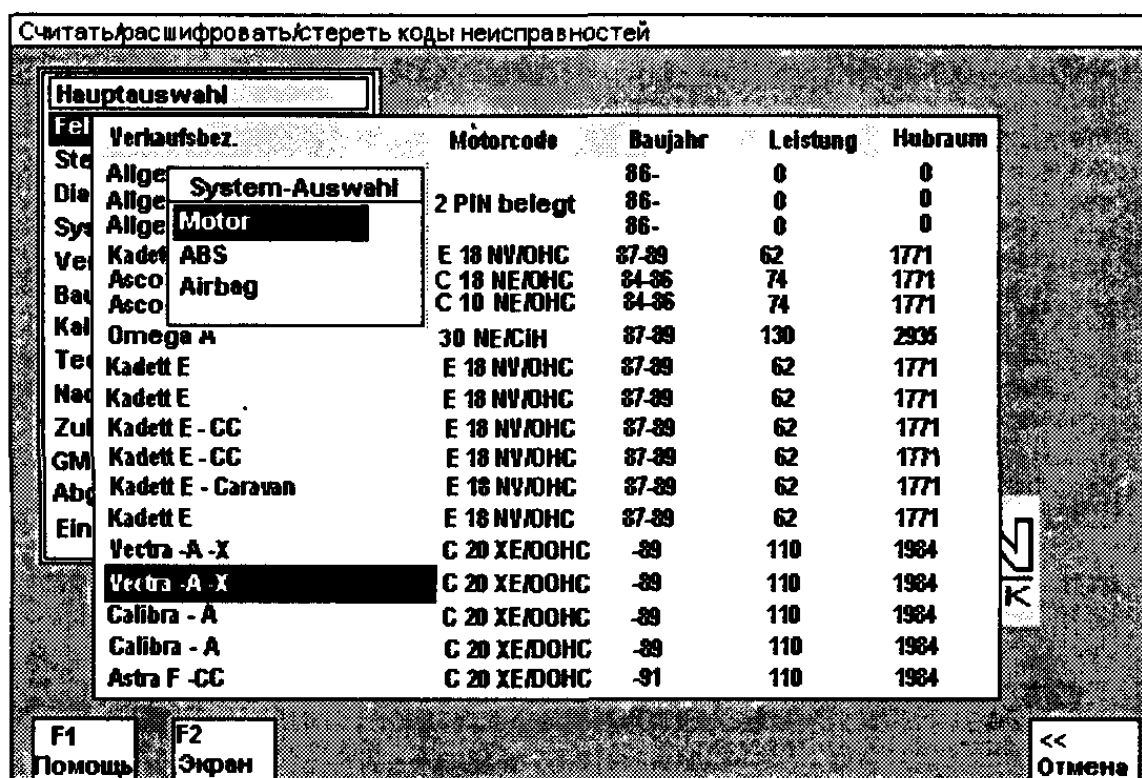


Рис. 2.9. Подменю выбора системы автомобиля

Если в диагностируемом автомобиле устанавливаются ЭБУ различных типов, то появляется окно для выбора соответствующей системы (рис. 2.10), выбор осуществляется аналогично. После подтверждения выбора нажатием клавиши [Enter] на экране появляется изображение моторного отсека выбранного автомобиля.

После выбора системы автомобиля производится ее диагностика с определением кодов неисправностей.

Теперь, если прибор подключен правильно, в левом верхнем углу экрана появится сообщение о сохранившихся в памяти кодах неисправностей. Для их расшифровки курсор A (рис. 2.11) пере-

водится с помощью клавиши [←] в поле выданной информации о неисправностях. Клавишами [↑], [↓] курсор наводится на желаемый код; после нажатия клавиши [Enter] появляется текст (расшифровка) с возможными пояснениями и рекомендациями

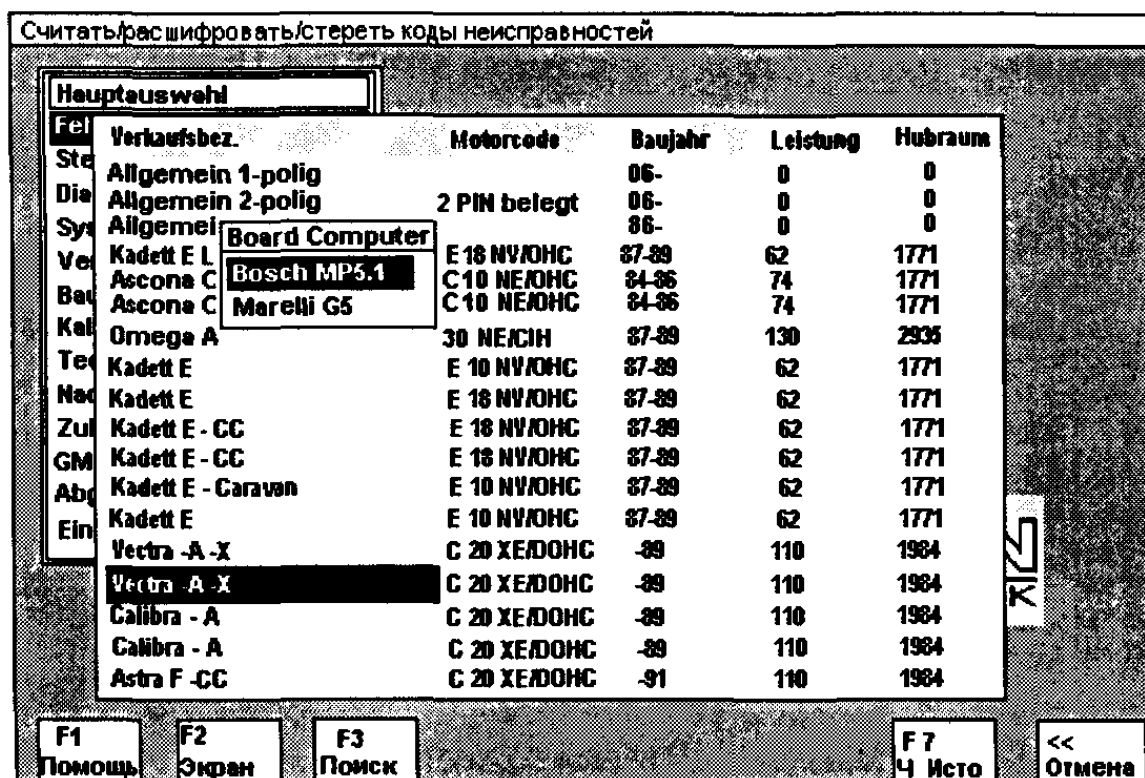


Рис. 2.10. Подменю выбора системы автомобиля с ЭБУ

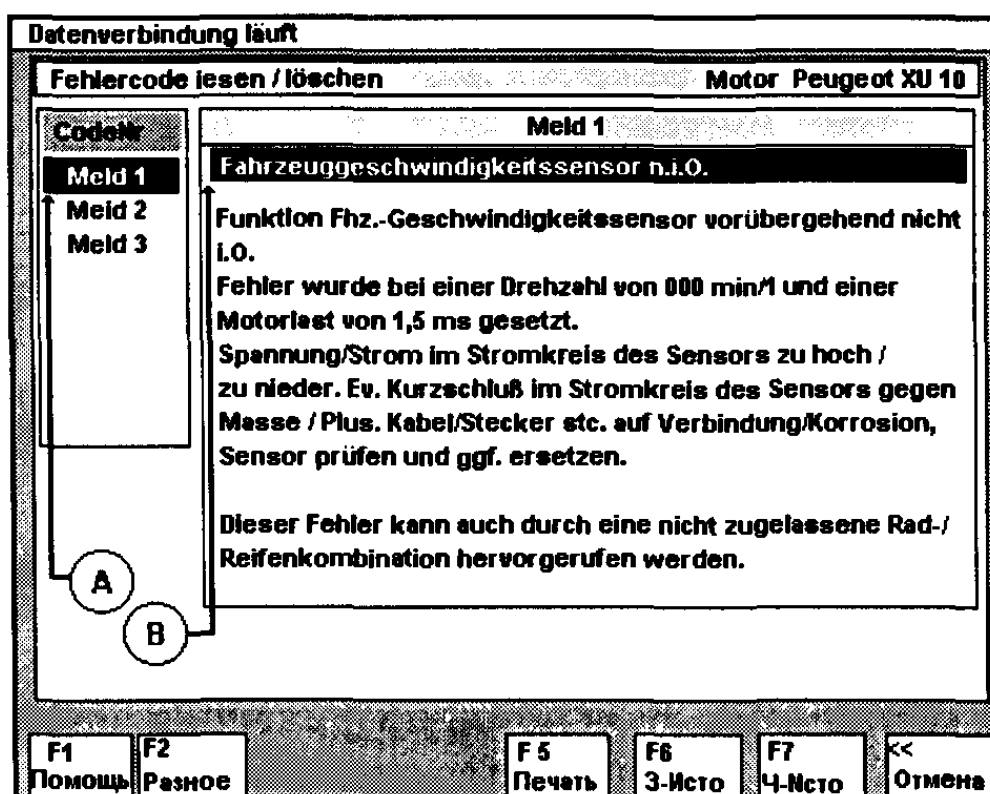


Рис. 2.11. Расшифровка кодов неисправностей

по ремонту. Перемещая курсор В с помощью клавиш [↑], [↓], можно просматривать весь текст. Чтобы расшифровать следующий код, необходимо перевести курсор в поле с кодами неисправностей при помощи клавиши [←] и нажать [Enter].

Тексты с пояснениями для кодов неисправностей имеют следующую структуру:

- 1) кодовый номер и название неисправности;
- 2) основная причина неисправности;
- 3) более подробное описание нарушения (например: достигнута граница регулирования, обрыв, короткое замыкание и т.д.);
- 4) информация о том, при каких условиях возникло нарушение (дополнение или уточнение к пункту 3). Эта информация, в зависимости от системы, определяется и выдается блоком управления;
- 5) пояснения относительно функции или задачи, которую должен выполнять тот или иной компонент;
- 6) информация и подсказки к коду неисправности;
- 7) важная информация, которую необходимо принять к сведению;
- 8) общая информация для диагностики. Эта информация касается любых автомобилей. При этом каждый отдельный пункт следует рассматривать, учитывая специфику конкретного автомобиля:

- указания на последствия или симптомы, которые могут быть вызваны данным нарушением (сбоем);

- помощь в поиске неисправности (возможные причины ее возникновения);

- переход в режим измерений;

- сокращенные обозначения к рекомендованной диагностике;

- изображение вышедшего из строя компонента(-ов);

- текст к изображению;

После считывания кодов неисправностей следует сразу же считать параметры из ЭБУ. Они 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 разбиты на группы (блоки), указывающие на основную функцию, возможную проблему в системе или компонент. Количество параметров и их групп зависит от конкретного автомобиля и его оснащения.

Порядок действий для считывания параметров следующий:

- 1) запустить считывание параметров (клавиша [F8]);
- 2) открыть окно выбора группы параметров (клавиша [F6]);
- 3) выбрать группу параметров (клавиши [$\uparrow$], [$\downarrow$], [$\leftarrow$]);
- 4) выбрать параметры.

Одновременно можно выбрать до восьми параметров.

Активируемые клавишей [Enter] параметры отмечаются значком $\checkmark$. Клавишей [F7] можно удалить все метки сразу. Количество свободных каналов (мест) для вывода параметров указывается рядом с названием группы параметров (например, цифра 4 означает, что можно выбрать еще четыре параметра). Параметры, отмеченные значком #, не поддерживаются ЭБУ.

После выбора параметров следует выйти из этого окна, нажав клавишу [$\ll$]. После установления связи с ЭБУ начнется 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 рис. 2.12 показан пример представления параметров работы двигателя автомобиля Peugeot.

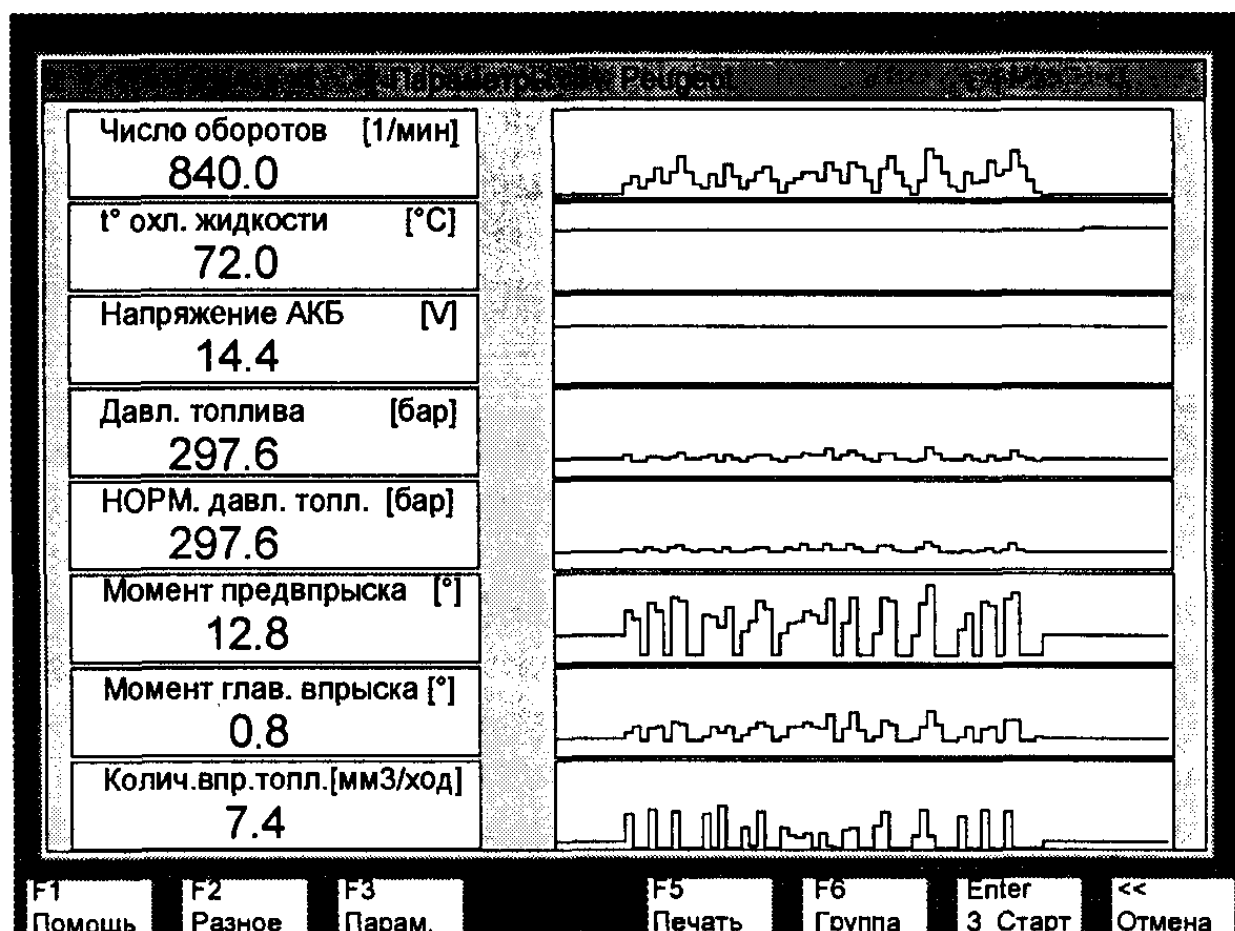


Рис. 2.12. Параметры работы двигателя

Иногда случается так, что из-за пересечения каналов некоторые параметры показываются неверно. В этом случае следует выбирать параметры с одинаковым номером блока. Также может оказаться, что параметры, имеющиеся в списке, не поддерживаются автомобилем. Обычно в таком случае после установления связи появляется окно с соответствующим указанием.

Распределение (отнесение) параметров по отдельным группам было осуществлено на основе практического опыта и теоретических знаний. Если один из поддерживаемых автомобилем параметров не относится 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 ней.

Лабораторная работа № 1

Тема: Компьютерная диагностика автомобилей на базе мультимарочного сканера Gutmann mega macs 55

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

Оборудование: мультимарочный сканер Gutmann mega macs 55.

Порядок выполнения работы

1. Подключить прибор к диагностическому разъему автомобиля.
2. Идентифицировать автомобиль.
3. Считать коды неисправностей.
4. Расшифровать и проанализировать неисправности.
5. Принять решение о методах их устранения.

Отчет о выполненной работе

По результатам проведенной диагностики заполнить табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты проверки автомобиля

№ п/п	Марка, модель и год выпуска машины	Диагностируе- мый компонент или система	Результаты диагностирования		Причина неисправности и возможные методы устранения
			Код неисправ- ности	Расшифровка кода неис- правности	
1					
2					
3					

Контрольные вопросы

1. Какие стандарты применяются в компьютерной диагностике автомобилей?
2. Какие системы автомобиля можно проверить с помощью компьютерной диагностики?
3. Какие устройства применяются в компьютерной диагностике автомобилей?
4. Назовите основные режимы компьютерной диагностики.
5. Изложите порядок диагностики на мультимарочном сканере Gutmann mega macs 55.

ПРОВЕРКА ТОКСИЧНОСТИ И ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Состав отработавших газов двигателей 3.1. внутреннего сгорания

Особенности организации процессов горения топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) обуславливают образование вредных веществ, которые выбрасываются вместе с отработавшими газами (ОГ) в окружающую среду и оказывают вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей.

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 компоненты или их группы, составляющие основную часть ОГ (табл. 3.1).

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. 3.1, 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 бóльшим коэффициентом избытка воздуха и лучшим распыливанием топлива в дизельных ДВС.

Таблица 3.1

**Ориентировочный состав отработавших газов карбюраторных
и дизельных двигателей**

Компонент	Концентрация по объему, %		Примечание
	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель	
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
RCHO	0...0,2	0,001...0,015	Токсичный
SO _x , мг/м ³	0...0,003	0...0,015	Токсичный
Соединения 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, твердых частиц. Белый дым соответствует холодному пуску и малым нагрузкам двигателя. Он содержит в основном углеводороды и водяные пары. Черный дым наблюдается при больших нагрузках двигателя и содержит твердые 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.

В состав ОГ входят вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота), продукты неполного сгорания топлива (несгоревшие углеводороды, окись углерода, спирты, кетоны, кислоты, пере-

киси, сернистый ангидрид, частицы сажи, продукты конденсации и полимеризации), а также продукты сгорания смазочного масла, вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу, и твердые частицы, в частности из материала конструкции двигателя (Fe, Ni, Cu, Sn, 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.

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.

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.

Характеристика отдельных компонентов ОГ и их воздействие на организм человека описаны в табл. 3.2.

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 животноводства, урожайности сельскохозяйственных культур, качестве продукции.

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

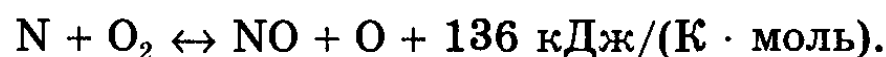
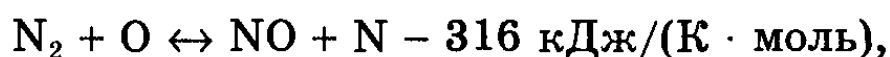


Таблица 3.2

Воздействие отдельных компонентов ОГ на человека

Компонент	Характеристика компонента	Воздействие на организм человека
Оксиды азота (NO_x)	NO (95...98 % всего объема) — бесцветный газ, очень плохо растворяющийся в воде; NO_2 (2...5 % всего объема) — газ красновато-бурого цвета с характерным запахом (плотность по воздуху 1,58)	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. 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, равнодушные, сонливость и потеря сознания. Воздействие CO зависит от ее концентрации в воздухе: 0,01 % — хроническое отравление при длительном пребывании, 0,05 % — слабое отравление через 1 ч, 1 % — потеря сознания через несколько вдохов. Концентрация около 0,01 % характерна для работы водителей в помещениях с ограниченным воздухообменом

Углеводороды (C_nH_m)	Ароматические углеводороды, обладают сильными отравляющими свойствами, воздействуют на процессы кроветворения, деятельность центральной нервной и мышечной системы	Наибольшую опасность представляют канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), включая бенз(α)пирен ($BП, C_{20}H_{12}$). Они не выводятся из организма человека, а со временем накапливаются в нем, способствуя образованию злокачественных опухолей
Альдегиды (формальдегид, акролеин)	Органические соединения, содержащие альдегидную группу CHO . Как правило, это бесцветная жидкость или газ с резким неприятным запахом	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
Сажа (C)	Твердый продукт, содержащий в основном углерод, а также 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. Токсичные свойства сажи обусловлены присутствием на ней адсорбированных канцерогенных ПАУ

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. 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.

Выход NO зависит и 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 равновесной, 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). При нормальной эксплуатации концентрация CO в дизелях невелика (не более 0,1...0,2 %).

* 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.

В двигателях с искровым зажиганием основное влияние на образование СО оказывает состав смеси: чем она богаче, тем выше концентрация СО. Значительное количество СО 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. Они 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 углеводороды окажутся в составе ОГ. Углеводороды могут выбрасываться в атмосферу также вследствие пропусков воспламенения, негерметичности выпускного клапана или системы вентиляции картера, а также из-за испарения бензина в топливном баке и карбюраторе.

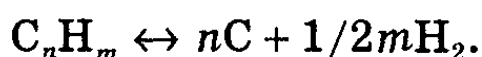
В ряде работ (например: *Кульчицкий А.Р.* Токсичность автомобильных и транспортных дизелей / *А.Р. Кульчицкий*. М.: Академический проект, 2004) утверждается, что значительная часть C_nH_m выбрасывается в результате того, что на тактах впуска и сжатия горючей смеси пары топлива поглощаются масляной пленкой 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 углеводородов, входящих в 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 их концентрации. Так, углеводороды под действием солнечных лучей могут взаимодействовать с оксидами азота, образуя

биологически активные вещества, которые вызывают появление смога и раздражающе действуют на органы дыхательных путей.

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



Сажа начинает образовываться при $\alpha < 0,3...0,7$, ее количество 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, ароматические углеводороды.

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 воздухе. В результате этого в цилиндре дизеля имеют место зоны с богатой, стехиометрической и бедной смесью. В зонах с богатой смесью 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. Наличие сажи в ОГ обуславливает черный дым на выпуске.

Сажа — не единственное твердое вещество, содержащееся в ОГ. Другие твердые вещества образуются из содержащейся в дизельном топливе серы, а также 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».

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.

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 выпускаются анализаторы, основанные на оптических методах анализа. Принцип их действия заключается в избирательном поглощении компонентами ОГ 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 газоанализатора устанавливается в выхлопную трубу автомобиля с прогретым двигателем. 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 после-

дующим определением степени отражения света поверхностью фильтра, покрытого сажей (ИД-1, «Бош», ENERAC-2000).

Для определения содержания частиц ОГ 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. Отработавшие газы разбавляются теплым воздухом (20...30 °С) для того, чтобы избежать конденсации водяных паров, содержащихся в ОГ до отбора пробы. Отобранная проба при постоянном расходе прокачивается через специальный стандартный фильтр; температура на входе в него должна быть не выше 52 °С, 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.

В настоящее время 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 содержания в них частиц.

Нормы на допустимые токсичные выбросы с ОГ устанавливаются исходя 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.

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. на его основе утвержден Государственный (федеральный) 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, № 49 и № 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 табл. 3.3 приведены европейские нормы на выбросы токсичных веществ и дымности ОГ согласно Правилам ЕЭК ООН № 49 и ESC/ELR, ОСТ 37.001.234–81, а также (справочно) фактические выбросы автомобилей КамАЗ и МАЗ согласно приведенным замерам.

Таблица 3.3

Выброс загрязняющих веществ дизельными двигателями

Стандарт, программа	Уровень выбросов, г/кВт · ч			
	CO	C _n H _m	NO _x	Твердые частицы
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 1995/96 г.)	4,0	1,1	7,0	0,15
ESC/ELR				
EURO-3 (с 2000 г.)	2,5	0,7	5,0	0,1
EURO-4 (с 2005 г.)	1,0	0,5	3,0	0,08
EURO-5 (с 2010 г.)	1,0	0,3	1,5	0,05
ОСТ 37.001.234–81	9,5	3,4	18,35	0,8
Фактические выбросы КамАЗ, МАЗ	3,5...9,0	2,0...4,0	13,0...18,0	0,5...1,0

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 (регулировались состав смеси и угол опережения зажигания). Практика показала, что достичь при этом уровня токсичности ОГ, требуемого законодательством развитых стран, нельзя.

Поэтому широкое применение получил второй путь — нейтрализация ОГ (CO , C_nH_m , NO_x) в системе выпуска до выброса их в атмосферу.

Использование этих двух путей не позволяет устранить выбросы соединений свинца, SO_2 и ПАУ. Это вызывает необходимость использовать третий путь — ограничение содержания в топливе свинца, серы и ароматических углеводородов. Например, по действующим в нашей стране стандартам в этилированных бензинах И-80 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 содержания в бензинах ароматических углеводородов 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 на альтернативные виды топлива, в том числе не содержащие углерод (например, водород).

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 %, NO_x — на 15 % меньше норм по ОСТ 37.001.054-86. Одновременно при работе на сжатом газе регистрируется меньший выброс CO_2 и отсутствие тяжелых углеводородов. Опыт показы-

вает, что оптимизация состава смеси и угла опережения зажигания не дает возможности при работе на газе выполнить нормы EURO-2.

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

Снижение токсичности ОГ двигателей

3.2. с искровым зажиганием

Совершенствование систем топливоподачи и зажигания. Определяющее влияние на состав ОГ оказывает состав топливозвдушной смеси (рис. 3.1). Возрастание концентрации 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

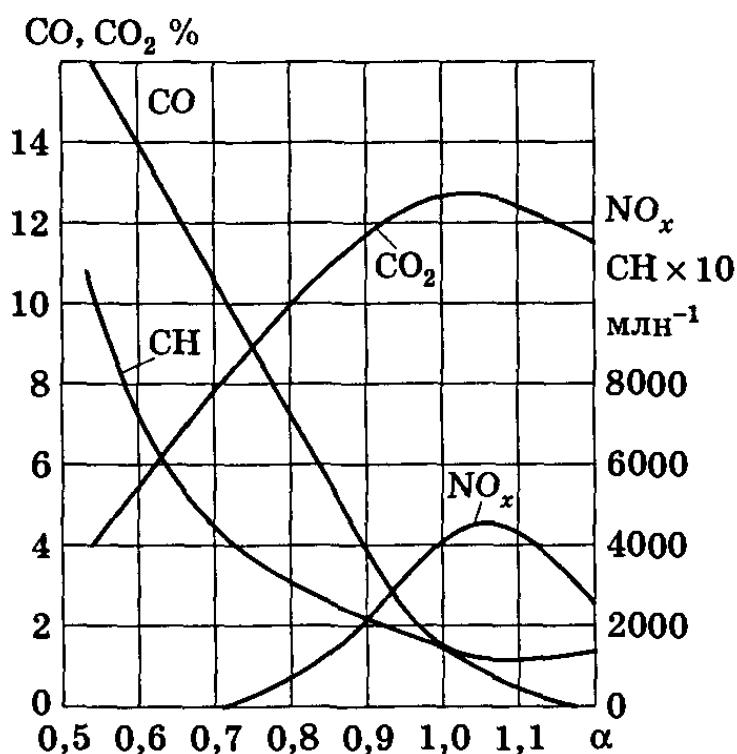


Рис. 3.1. Влияние коэффициента избытка воздуха (α) на состав ОГ

по мере обогащения смеси до $\alpha \approx 1,05$ возрастает вследствие увеличения количества O_2 в составе ОГ и температуры в процессе 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 $\phi_{o.z}$ (рис. 3.2). Это связано с тем, что при увеличении $\phi_{o.z}$ возрастает температура процесса сгорания, а вместе с ней и количество образующихся NO_x . С уменьшением $\phi_{o.z}$ сгорание все больше переносится на линию расширения, возрастает температура ОГ в конце процесса расширения и в системе выпуска, что обеспечивает более полное окисление C_nH_m .

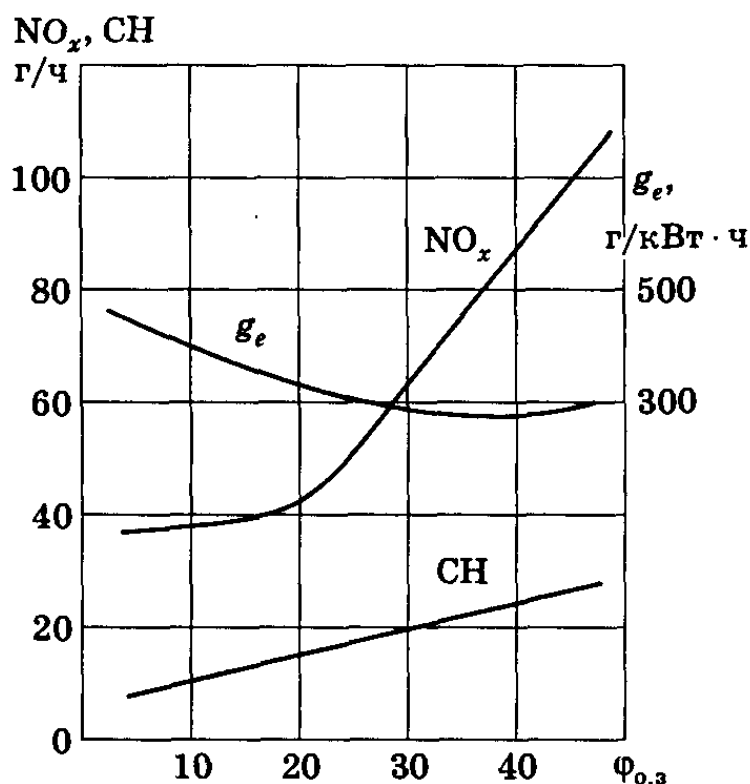


Рис. 3.2. Влияние угла опережения зажигания ($\phi_{o.z}$) на состав ОГ

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 некоторым обеднением горючей смеси, улучшением характеристик карбюратора (сужением поля допусков), выключением подачи бензина на режимах принудительного холостого хода (экономайзер принудительного холостого хода). Большое внимание уделялось системе холостого хода карбюратора: соответствующими регулировками

была несколько обеднена смесь, введены ограничения на возможное изменение состава смеси при эксплуатационных подрегулировках с помощью соответствующих винтов. Все указанные мероприятия способствовали значительному уменьшению выбросов СО 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 требований 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».

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 установкой в систему выпуска специальных устройств: систем рециркуляции и добавления воды к воздуху и топливу; каталитических, термических и жидкостных нейтрализаторов.

Рециркуляция ОГ. Рециркуляция осуществляется посредством перепуска отработавших газов из системы выпуска во впускную систему (рис. 3.3).

В двигателях с переменными фазами газораспределения при раннем закрытии выпускного клапана в цилиндре остается больше отработавших газов, 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 в результате уменьшения температуры и соответствующего увеличения показателя адиабаты продуктов сгорания).

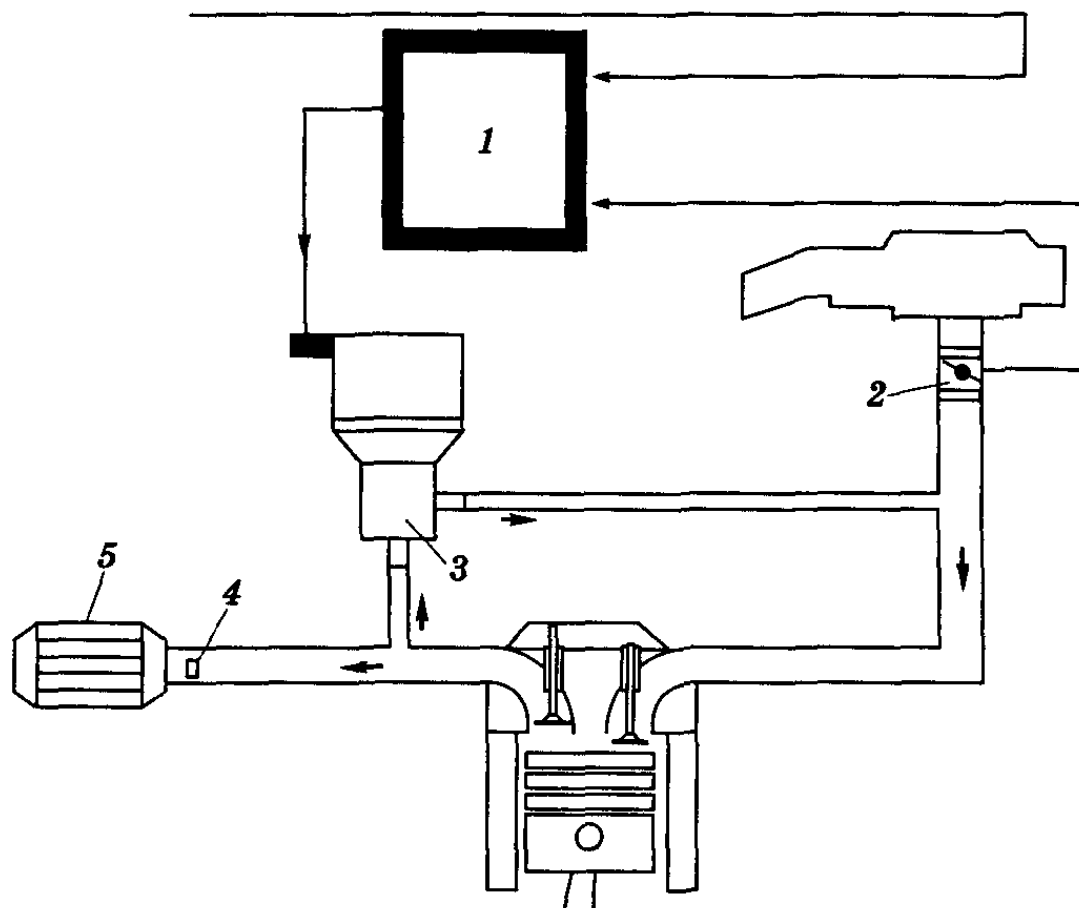


Рис. 3.3. Схема системы рециркуляции ОГ:

1 — электронный блок управления; 2 — датчик положения дросельной заслонки; 3 — клапан рециркуляции с электроприводом; 4 — λ -зонд (индикатор состава смеси); 5 — нейтрализатор

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

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

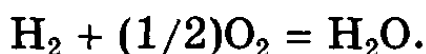
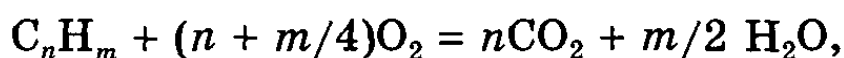
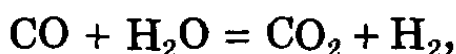
Практика показала, что при рециркуляции 15...20 % уменьшение выброса NO_x может достигать 60...80 %. Ухудшение топливной экономичности наблюдается обычно при рециркуляции менее 10 %. При этом в двигателях с быстрым сгоранием увеличение удельного расхода топлива g_e начинается при больших значениях степени 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 на этих режимах рециркуляцию целесообразно исключить.

Нейтрализация ОГ. Для снижения выбросов токсичных веществ широко используется специальная обработка (нейтрализация) ОГ 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 предназначены для окисления CO и C_nH_m по реакциям



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 °С. При температуре ниже 250 °С эффективность катализатора невелика, выше 1000 °С 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 (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 °С, 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 температуре выше 400 °С может достигать 95...99 %.

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

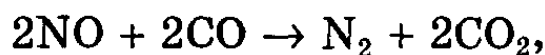
Если на выходе из нейтрализатора количество углеводородов велико, то можно уменьшить угол опережения зажигания, что увеличит температуру в нейтрализаторе и, соответственно, уменьшит выброс C_nH_m . Но при этом топливная экономичность двигателя, естественно, ухудшится.

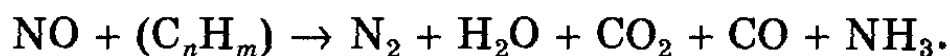
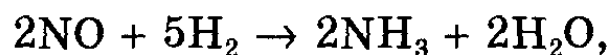
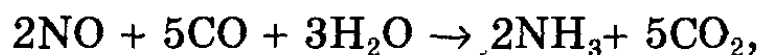
Блок — носитель каталитического нейтрализатора делают из керамики сотовой структуры, гофрированной фольги из нержавеющей стали толщиной 0,1...0,5 мм или сферических гранул оксида алюминия, которые укладываются в металлический цилиндр, закрытый по торцам сетками.

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 использовать трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы.

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

Трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы (рис. 3.4) применяются для нейтрализации образующегося в процессе сгорания смеси оксида азота NO по реакции его восстановления до азота N_2 и аммиака NH_3 ; в качестве восстановителей используются находящиеся в ОГ СО, C_nH_m и H_2 :





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

При работе двигателя на стехиометрической смеси основным продуктом восстановления NO является N_2 , на богатых смесях — NH_3 .

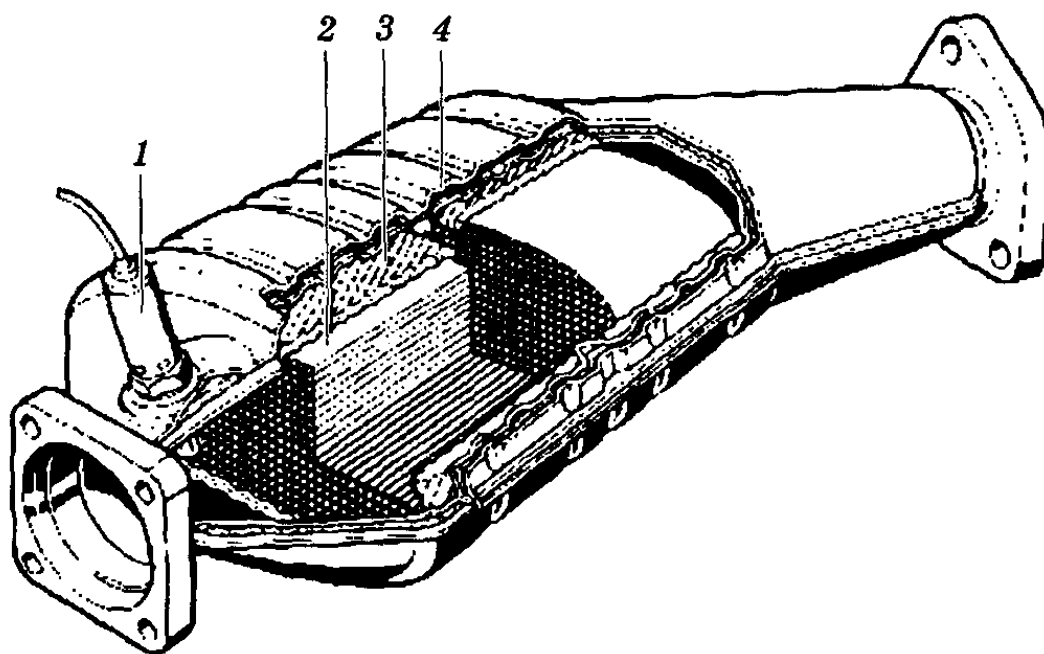


Рис. 3.4. Двухслойный трехкомпонентный каталитический нейтрализатор ОГ:

1 — λ -зонд для замкнутого контура управления; 2 — монолитный блок-носитель; 3 — монтажный элемент в виде проволочной сетки; 4 — двухоболочковая теплоизоляция

Для того чтобы после восстановления NO образовывалось больше N_2 и меньше NH_3 , катализатор, помимо платины, должен содержать родий. Соотношение в катализаторах количества платины и родия близко к 5, а в некоторых случаях достигает 12. Ряд фирм для снижения стоимости нейтрализатора применяют триметаллический катализатор: платина, палладий

и 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.

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 показан на рис. 3.5. 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 работает при $\alpha \leq 1$, нитрат с участием C_nH_m , CO и H_2 восстанавливается на платиновом катализаторе.

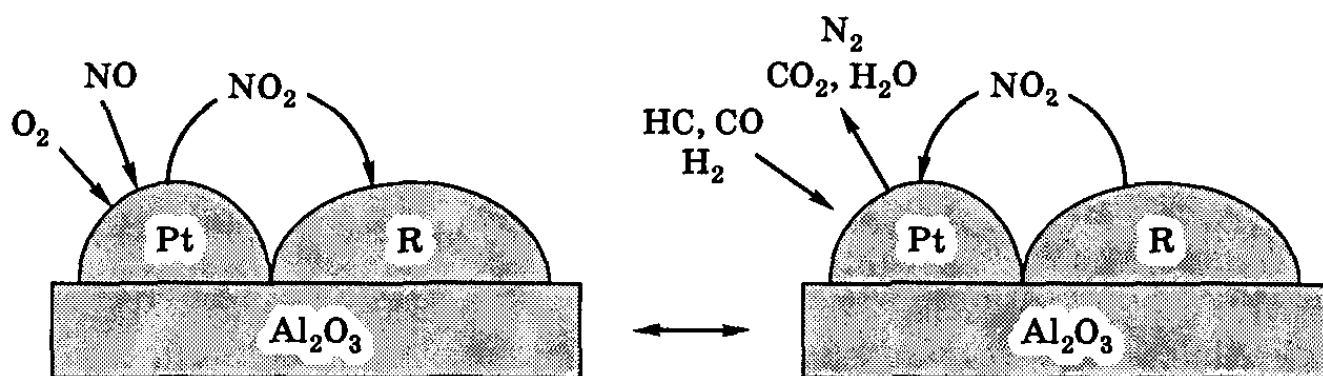


Рис. 3.5. Механизм снижения концентрации NO_x в адсорбционно-каталитическом нейтрализаторе

Термический нейтрализатор представляет собой реакционную камеру (рис. 3.6), в которой при высокой температуре (порядка $900^\circ C$) происходит окисление CO и C_nH_m .

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.

При использовании термического нейтрализатора для двигателя, работающего на обедненных смесях, не требуется применение воздушного компрессора. Однако в этом случае возникает проблема поддержания достаточной температуры в реакторе.

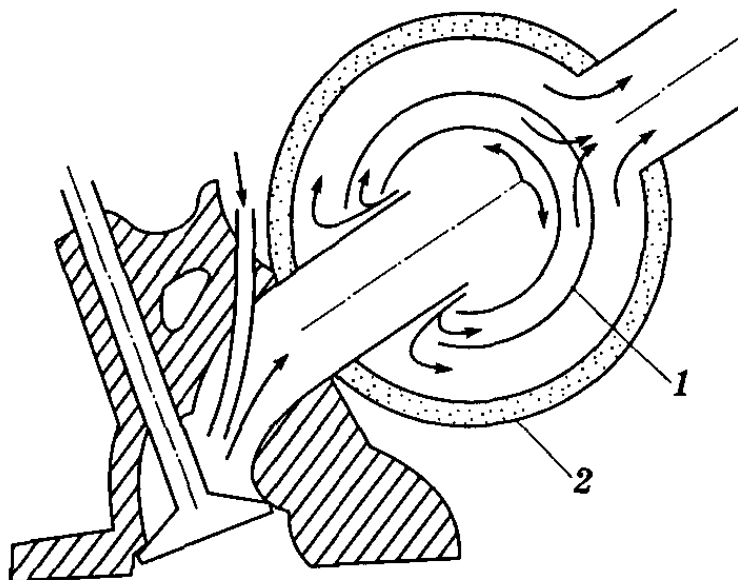


Рис. 3.6. Схема термического нейтрализатора:
1 — экран; 2 — изоляция

Если ОГ находятся в реакторе от 50 до 100 мс при температуре 700 °С, то концентрация C_nH_m снижается вдвое. При температуре 750...800 °С можно достичь полного превращения C_nH_m . Для окисления СО требуется более высокая температура. Например, для получения 50%-ной очистки требуется температура около 850 °С. 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 (600 °С), чем каталитический.

Не удалось решить и проблему долговечности термического нейтрализатора. Невозможно 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.

Подавляющее количество разработанных и эксплуатируемых **жидкостных нейтрализаторов** относится к типу барботажных с объемными скоростями 500...3700 ч⁻¹; применяются

также поверхностные, пленочные нейтрализаторы, нейтрализаторы центробежного действия и др.

Принцип действия жидкостного нейтрализатора основан на пропускании ОГ через слой нейтрализующего раствора (рис. 3.7). Заполненные водным раствором нейтрализаторы интенсивно поглощают сажу, альдегиды, окислы азота и бенз(α)пирен, но не улавливают CO и C_nH_m .

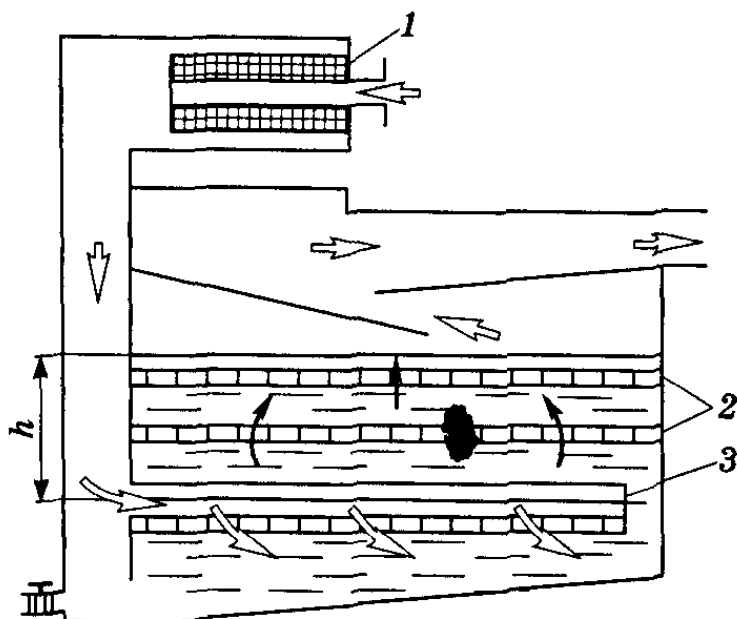


Рис. 3.7. Схема жидкостного нейтрализатора:

1 — каталитический реактор; 2 — успокоительные решетки;
3 — газораспределитель

При всей конструктивной простоте использование жидкостных нейтрализаторов 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

3.3. дизельных двигателей

Главные трудности, которые сильно осложняют улучшение экологических показателей дизельных двигателей путем улучшения процессов смесеобразования и сгорания, связаны с тем,

что мероприятия, способствующие уменьшению количества NO_x , как правило, вызывают рост выброса частиц. С другой стороны, использование нейтрализаторов затруднено из-за большого количества частиц сажи и кислорода в ОГ, а также их относительно невысокой температуры.

Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания. На первых этапах ограничения токсичности и дымности ОГ дизелей и, в частности, при введении норм EURO-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 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 также 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, параметров факела и частоты 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 тем самым снижает 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 к неразделенным камерам, 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/кВт · ч. Далее главное внимание будет уделено токсичности и дымности ОГ автомобильных дизелей с неразделенной камерой.

Новые модели дизелей все чаще имеют по четыре 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 этом возрастает концентрация кислорода в заряде. Например, дизели с турбонаддувом и промежуточным охлаждением воздуха позволяют снизить выброс NO_x и частиц примерно на 30 %, а улучшение топливной экономичности при этом доходит до 8 %.

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

Рециркуляция ОГ. Как и в двигателях с искровым зажиганием, в дизелях рециркуляция ОГ используется 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 ее следует применять на средних нагрузках.

При испытаниях до 8...10 % выброса NO_x приходится на режим холостого хода. По этой причине, а также с целью снижения шума рециркуляцию можно применять и на холостом ходу (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.

Нейтрализация ОГ. В настоящее время применение получили лишь каталитические окислительные нейтрализаторы. Они широко используются для быстроходных дизелей легковых автомобилей и небольших грузовиков. Этому способствует то, что температура ОГ этих дизелей достаточна для окисления C_nH_m , СО, растворимых органических составляющих частиц и альдегидов, а с другой стороны, она недостаточна для образования большого количества сульфатов. При высоких температурах в нейтрализаторе 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 Европейскому тесту доля сульфатов в общей массе частиц составила без нейтрализатора 30 % (общий выброс частиц 0,282 г/кВт · ч), а с нейтрализатором — 57 % (выброс частиц 0,658 г/кВт · ч). 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.

После обработки ОГ в каталитическом окислительном нейтрализаторе при температуре выше 300 °С концентрация СО 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 выполнение дилежями 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 дилежями.

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 дизельного топлива оказывают заметное влияние на эмиссию токсичных веществ. Известно, что добавка 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 дизельному топливу, 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 °C и тем самым способствуют регенерации сажевых фильтров.

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 (рис. 3.8) 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.

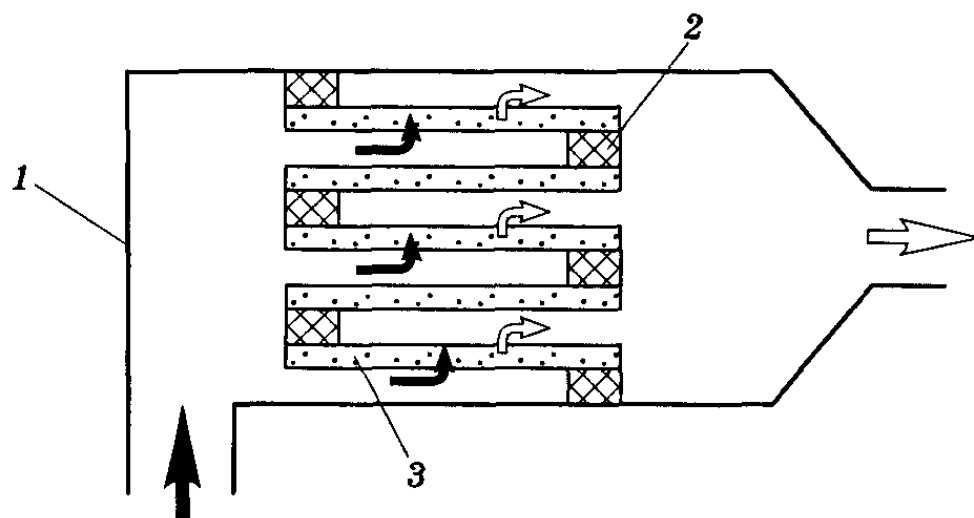


Рис. 3.8. Схема керамического сажевого фильтра:

1 — корпус фильтра; 2 — керамические пористые элементы;
3 — керамические заглушки

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

Удельный выброс частиц у дизелей составляет $0,2 \dots 10$ г/кВт · ч, поэтому трудно обеспечить работу сажевого фильтра в течение полной рабочей смены. 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 °С керамические элементы сажевого фильтра пропитывают катализатором на основе металлов платиновой группы или сплава меди и железа. 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 — проволоочная сетка

или пористое каталитическое покрытие фильтрующего элемента из окислов меди.

Разработано несколько вариантов очистки ОГ от сажи сепарирующими устройствами, циклонами, а также электростатический способ очистки ОГ, при котором происходит зарядка частиц ионизированным газом с последующим их осаждением на осадительном электроде (рис. 3.9).

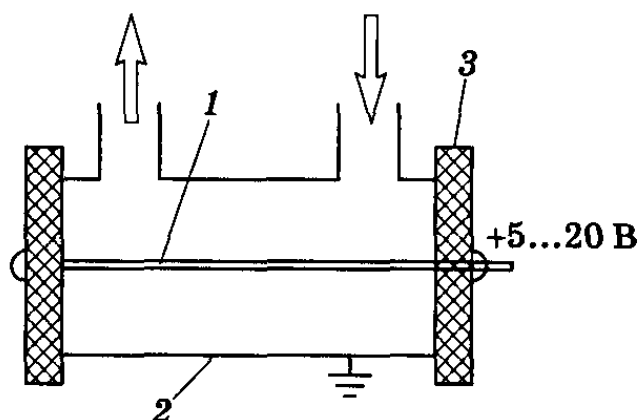


Рис. 3.9. Электрический сажевый фильтр:

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.

Методы испытания двигателей внутреннего сгорания

3.4. 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 расчетов 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).

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 регламентируются различными нормативно-техническими документами: ОСТ, ГОСТ, Директивами, Правилами и т.д. Этот вид нормирования направлен на оценку экологиче-

ского уровня конструкции ДВС и транспортных средств. 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 и дымности ОГ 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: испытания на установившихся режимах; испытания на переходных режимах.

При оценке экологических показателей дизельных двигателей при проведении государственного технического осмотра 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* — 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 ему 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.

Приборы и оборудование, применяемые для анализа ОГ ДВС автотранспортных средств

3.5.

Для анализа ОГ применяются различные анализаторы в зависимости от предъявляемых требований к чувствительности анализа, его точности и селективности (рис. 3.10).

При анализе по способу NDIR инфракрасное излучение от двух одинаковых источников света 1 (рис. 3.10, а) через обтюратор 2 и кюветы-фильтры 3 попадает в две кюветы, из которых сравнительная 6 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; она прямо пропорциональна концентрации измеряемого вещества в ОГ.

Анализ по способу FID осуществляется автоматическим пламенно-ионизационным анализатором (рис. 3.10, б), в котором при введении водорода в поток ОГ с наличием C_nH_m в пламени водорода образуются ионы, количество которых пропорционально количеству C_nH_m . Эти ионы далее поступают к положительному электроду, что и фиксируется показывающим прибором.

Рассмотрим принцип работы более поздних конструкций газоанализаторов на примере газоанализатора «ИНФРАКАР М» (Россия) (рис. 3.11). В нем применяется оптико-абсорбционный метод измерения объемной доли CO и CH. Анализируемый газ после очистки проходит через измерительную проточную кювету 2, где определяемые компоненты поглощают ИК-излучение в соответствующих спектральных диапазонах (3,4; 3,9; 4,25 и 4,7 мкм). В дальнейшем поток излучения прерывается вращающимся диском обтюратора 3. Поток излучения характерных областей спектра выделяется приемниками излучения — интерференционными фильтрами 4 и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов.

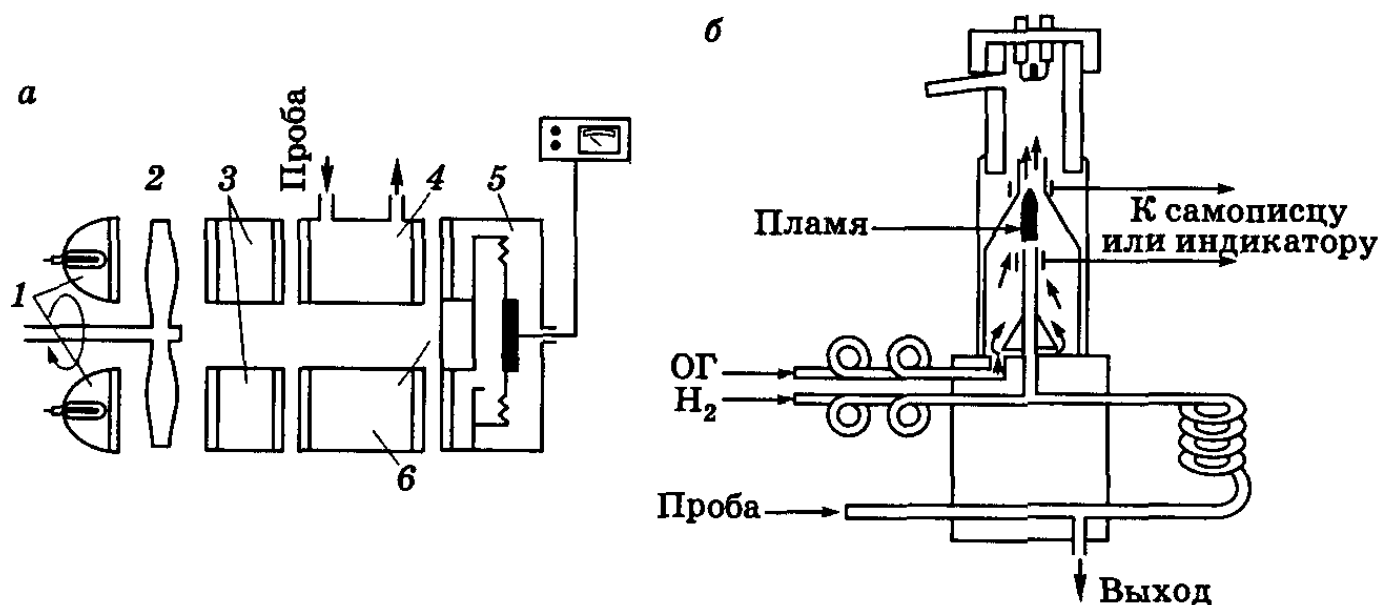


Рис. 3.10. Схемы газоанализаторов:
 а — недисперсного инфракрасного (NDIR);
 б — пламенно-ионизационного (FID)

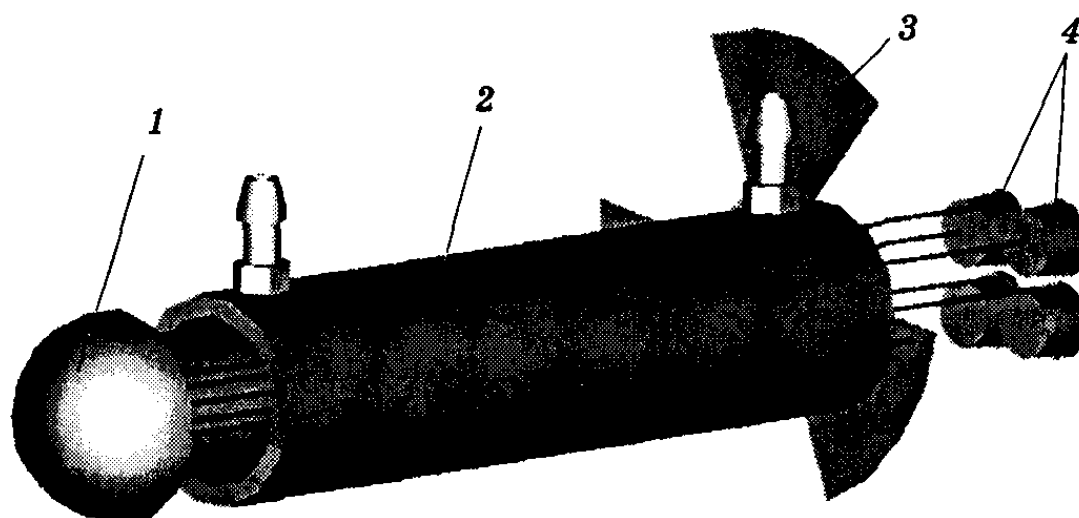


Рис. 3.11. Схема оптического газоанализатора «ИНФРАКАР М»:
 1 — излучатель; 2 — кювета; 3 — обтюратор; 4 — приемники излучения
 с интерференционными фильтрами

В комплектацию прибора для измерения вредных веществ (СО и СН) также входят щуп для измерения температуры масла регулируемой длины и измеритель частоты вращения коленчатого вала двигателя.

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

1. Сигнал частоты вращения регистрируется на кабеле зажигания с помощью зажима триггера, который должен быть как можно ближе к свече зажигания и как можно дальше от сосед-

него 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 в сигнал количества оборотов.

2. *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 зажим пьезодатчика подходит только для одного диаметра топливного трубопровода и может прикрепляться только на прямой части топливной магистрали на любом цилиндре.

3. 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.

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

5. 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. Датчик TDC всегда используется для определенного автомобиля, т.е. в зависимости от изготовителя автомобиля для регистрации сигнала частоты вращения используется соответствующая диагностическая вилка.

6. Частота вращения генератора переменного тока снимается на *зажиме W*. Так как каждая модель автомобиля имеет свое

передаточное отношение между коленчатым валом и генератором переменного тока, количество импульсов на оборот генератора (пропорционально количеству оборотов коленчатого вала), должно быть известно или определяться путем сравнения фактического количества оборотов со значением датчика количества оборотов. Определение количества оборотов с помощью зажима W может применяться только для дизельных автомобилей.

Для дизелей, находящихся в эксплуатации, нормируемым показателем является дымность отработавших газов, определяемая натуральным показателем ослабления светового потока k (м^{-1}) или коэффициентом ослабления светового потока N (%). Дымность автотранспортных средств на станциях технического осмотра проверяют с помощью дымомера.

Принцип работы прибора для определения дымности ОГ основывается на том факте, что ОГ в зависимости от интенсивности пропускает меньше света, чем воздух. В вытянутой в длину камере аккумулируются отработавшие газы. По обоим концам камеры размещены источник и, соответственно, приемник света. Источник представляет собой светоизлучающий диод, который испускает свет длиной волны 567 нм. Длина световой волны адаптирована под абсорбционную характеристику дымового газа. На противоположной стороне камеры фотодиод принимает поступающий свет (рис. 3.12).

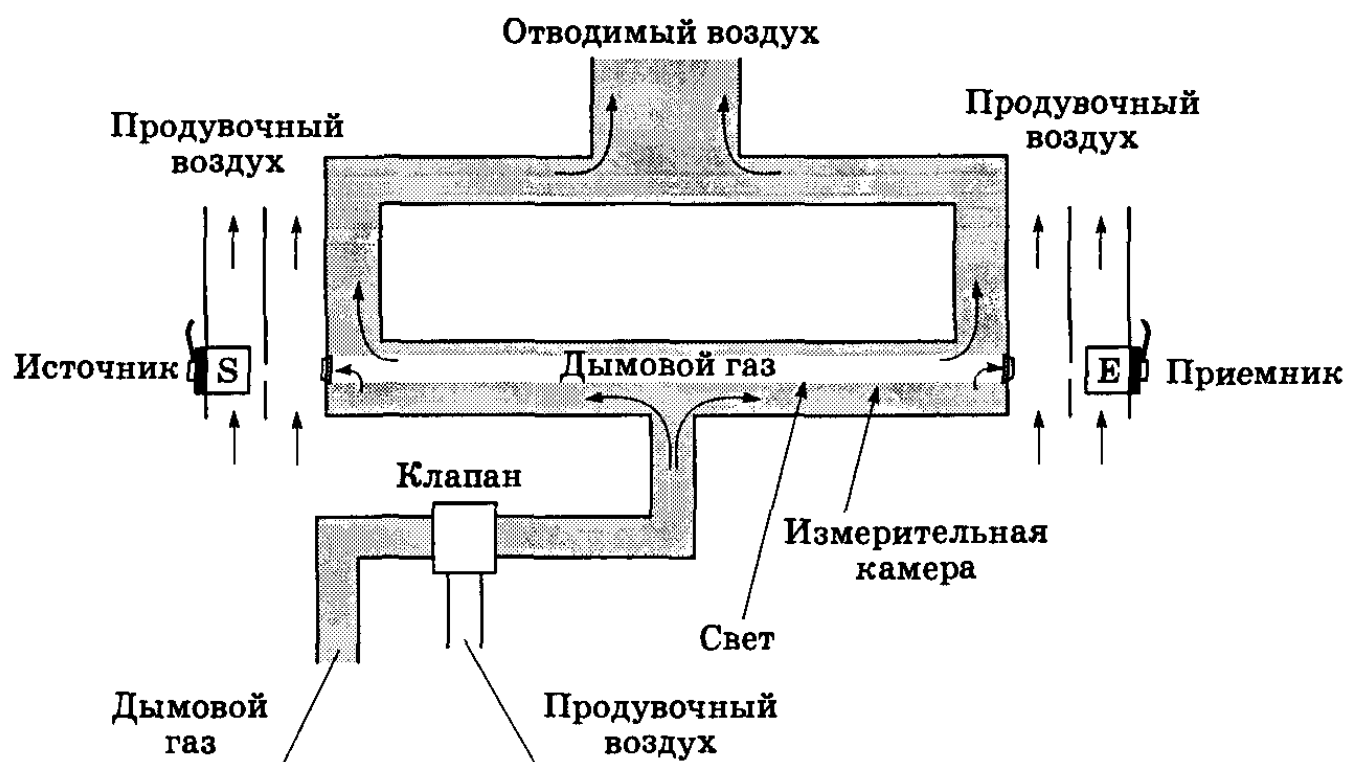


Рис. 3.12. Схема дымомера

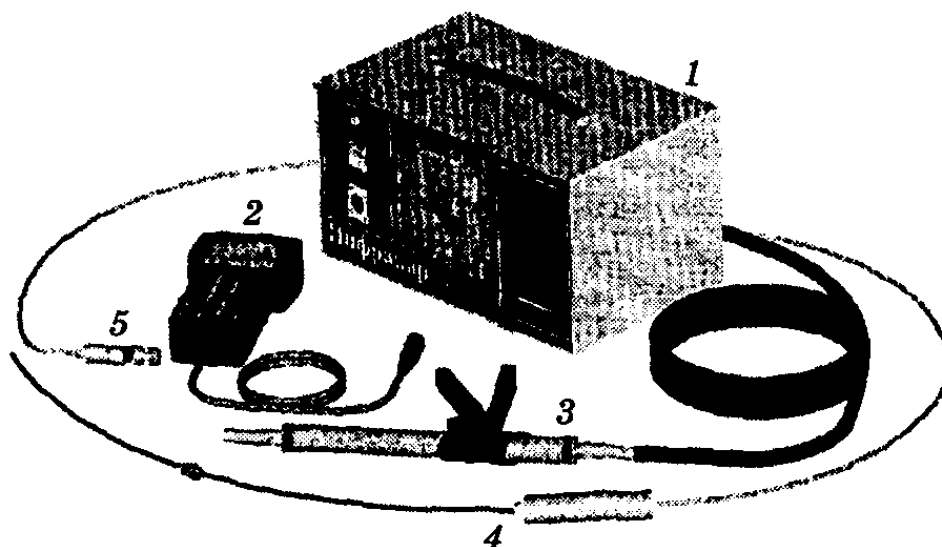


Рис. 3.13. Общий вид дымомера «ИНФРАКАР Д»:

1 — первичный преобразователь; 2 — пульт управления; 3 — газозаборный зонд с пробоотборным шлангом; 4 — датчик температуры масла; 5 — датчик частоты вращения коленчатого вала

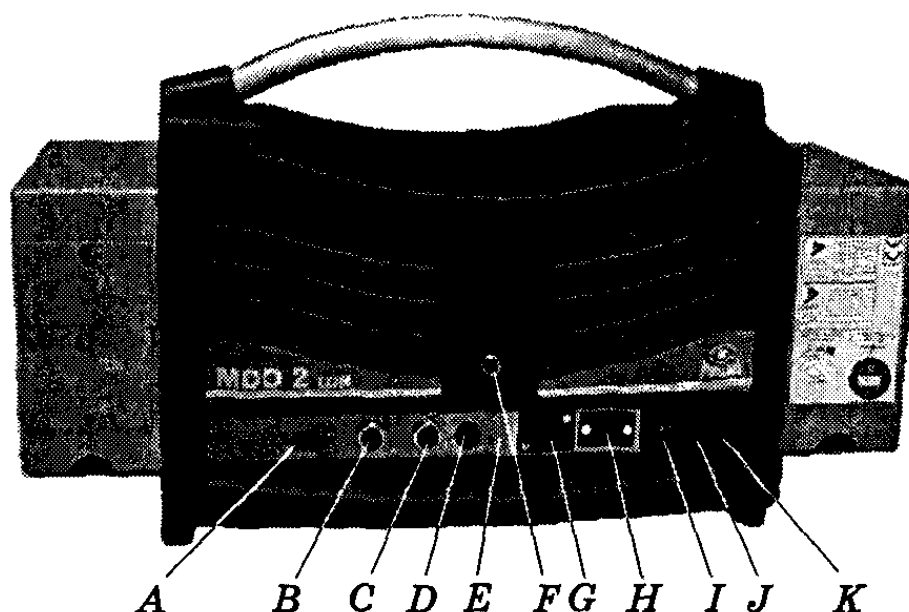


Рис. 3.14. Общий вид дымомера MDO2 LON:

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 ВМТ, пьезодатчика, датчика W, датчика светового сигнала, Roto-phon); С — разъем для подключения датчика температуры масла; D — плавкий предохранитель; E — 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 зависимости от черноты дыма изменяется степень прохождения света, падающего на фотоэлемент. Для защиты стекол дымомера от осадков отработавших газов и их удаления после работы в дымомерах предусматривают продувку с помощью воздуха, подаваемого через специальный клапан.

Подобный принцип используется в дымомерах 3.010, 3.011 фирмы Bosch, ДО-1, ИД-1 (Беларусь), ИНФРАКАР Д (Россия) (рис. 3.13), MDO2 LON (фирма МАНА, Германия) (рис. 3.14), КИД-2, широко распространенных на диагностических станциях, и в большинстве дымомеров других фирм.

В комплектацию прибора для измерения дымности обычно также входят датчик температуры масла и датчик частоты вращения коленчатого вала.

В качестве измерителя частоты вращения коленчатого вала могут быть использованы: пьезодатчики на топливные трубки различного диаметра, датчики светового сигнала с кронштейном, датчик W для генератора, датчик ВМТ, тахометрический микрофон «Roto-phon 1».

Определение дымности прибором

3.6. «ИНФРАКАР Д»

Подготовку к контролю дымности на неподвижно стоящем автомобиле необходимо проводить в такой последовательности:

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

Определение дымности прибором «ИНФРАКАР Д» проводят в следующей последовательности.

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 из комплекта принадлежностей к разъему оптического блока (на 220 В или 12 В) в зависимости от источника электрического питания:

□ присоединить кабель связи к разъему оптического блока и пульта управления;

□ соединить элементы газоотборной системы со штуцером оптического блока;

□ подключить разъем датчика температуры к разъему оптического блока;

□ подключить датчик частоты вращения коленчатого вала к разъему оптического блока.

3. Перевести сетевой выключатель в положение «Вкл». На дисплее в верхней строке появится дата и изображение текущего времени, в нижней строке — температура рабочей камеры оптического блока и окружающего воздуха (рис. 3.15).

4. После установления температуры рабочей камеры будет выполнена операция «Установка нуля» и прибор перейдет в режим измерения текущей дымности (рис. 3.16).

5. Для выбора операции нажать клавишу [F1], на экране появится главное меню «Выбор работы» (рис. 3.17). Для выбора тре-

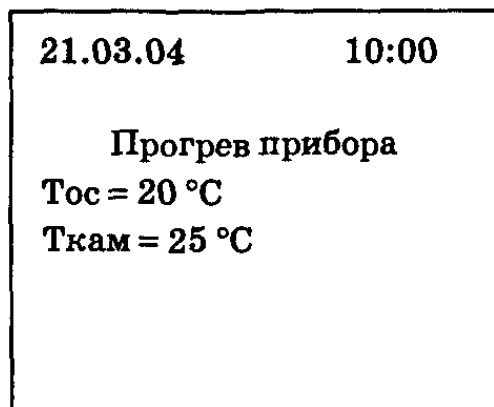


Рис. 3.15. Вид экрана в момент включения

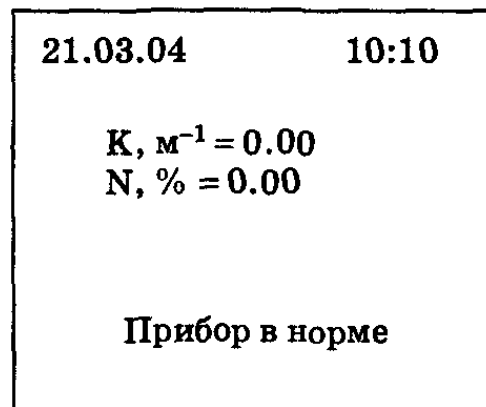


Рис. 3.16. Вид экрана в режиме измерения текущей дымности

буемой операции следует использовать клавиши [$\uparrow$], [$\downarrow$], после чего нажать клавишу [Enter]. Выход из режима и возврат в главное меню осуществляется клавишей [$\leftarrow$], возврат в текущее измерение дымности — клавишей [$\rightarrow$].

6. Для входа в режим измерения следует в главном меню при положении курсора на строке «Измерение» нажать клавишу [Enter]. На экране дисплея появится меню режимов измерения (рис. 3.18). Для выбора требуемой операции следует использовать клавиши [$\uparrow$], [$\downarrow$], после чего нажать клавишу [Enter]. Возврат в текущее измерение дымности осуществляется клавишей [$\leftarrow$].

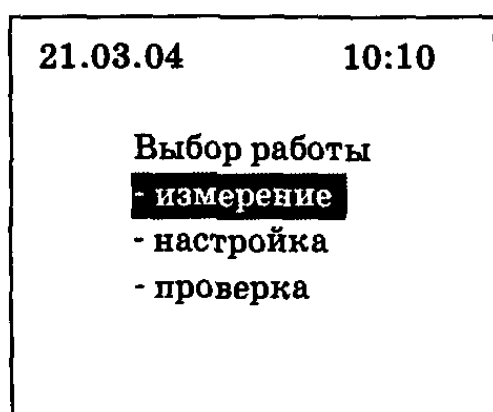


Рис. 3.17. Главное меню

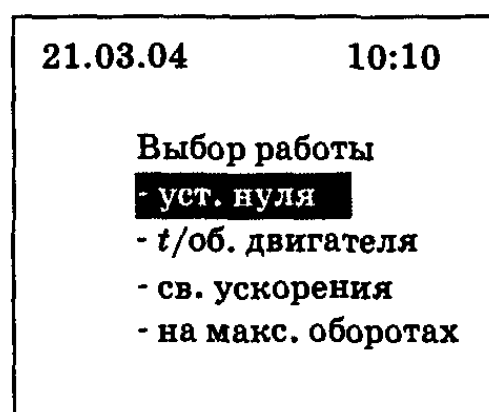


Рис. 3.18. Меню режима измерения

Режим установки нуля. При положении курсора на соответствующем пункте меню режима измерения нажать кнопку [Enter]. Дымомер переходит в режим установки нуля, который длится 20 с. На экране дисплея отображается время процесса установки нуля. Выход из режима установки нуля выполняется автоматически.

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

Режим измерения температуры двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Запуск осуществляется нажатием клавиши [Enter] при положении курсора на соответствующем пункте меню. Двигатель должен быть заглушен, а стояночный тормоз установлен.

Установить датчик температуры (до ограничителя) в двигатель на место масляного щупа.

Установить датчик частоты вращения коленчатого вала на топливной трубке первого 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 °С. Измерить значения $n_{\min}$ и $n_{\max}$, которые должны быть в пределах, установленных предприятием-изготовителем.

На экране дисплея отобразятся текущие результаты измерения (рис. 3.19).

Выход из режима осуществляется кнопкой [Enter].

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

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

Режим измерения на свободном ускорении. После нажатия клавиши [Enter] при нахождении курсора на соответствующем пункте меню на экране дисплея появится следующая информация (рис. 3.20):

- текущее значение коэффициента поглощения света K , м^{-1} ;
- текущее значение коэффициента ослабления света N , %;
- номер цикла измерения №;
- график Время — Дымность (K) с шагом 0,1 с (длительность заполнения экрана — 12 с, затем происходит его обновление).

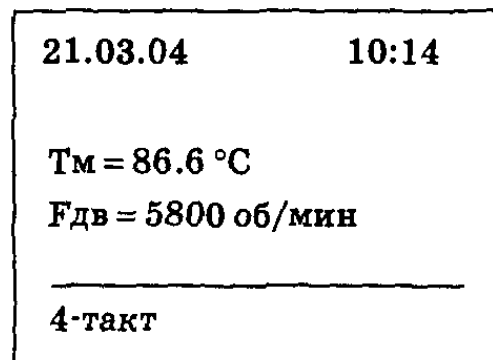


Рис. 3.19. Вид экрана в режиме измерения температуры и частоты вращения коленчатого вала

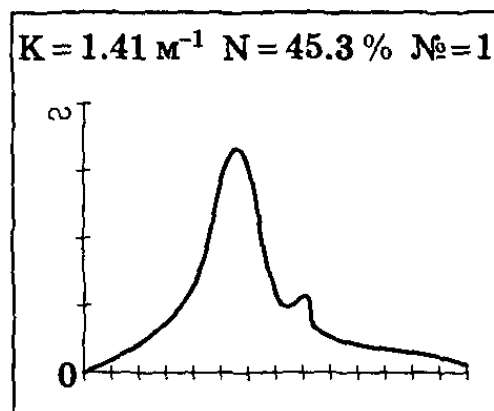


Рис. 3.20. Вид экрана в режиме измерения на свободном ускорении

Переместить равномерно педаль подачи топлива до упора за 0,5...1 с и держать в этом положении 2...3 с. Отпустить педаль и через 8...9 с приступить к повторному измерению. В нижней строке дисплея появится бегущая линия для выдержки времени цикла измерения.

Циклы свободного ускорения повторяются автоматически не менее шести раз. После первого цикла измерения произойдет автоматический переход к следующему циклу измерения и экран обновится. После шестого цикла на дисплее появится результат измерения.

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

- число циклов измерения равно шести;
- 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 можно нажатием клавиши [F1]. Запуск измерения в первом 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 процесс измерения следует повторять до получения действительного результата.

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 с (длительность заполнения экрана — 12 с).

Запуск измерения происходит только при превышении установленного порога дымности (5 %). Время измерения составляет 12 с от момента превышения порога. Необходимо нажать на педаль газа до упора и удерживать ее в этом положении, пока на экране не появится результат.

Определение дымности прибором

3.7. «MDO2 LON»

Подготовка прибора к работе:

1. Установить базовый прибор в месте эксплуатации и подключить 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 (12/24 В).

2. Вставить зонд для забора ОГ в разъем подключения зонда прибора, закрепить зонд на выхлопной трубе транспортного средства.

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

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

5. Включить базовый прибор силовым выключателем, при этом должен загореться оптический индикатор.

На несколько секунд на дисплее ручного пульта появятся последовательно друг за другом стартовые сообщения, затем — приглашение к программе «Измерение дымности ОГ». С помощью клавиши [←] или [→] можно выбрать одну из следующих программ:

- ☐ измерение дымности;
- ☐ диагностика;
- ☐ печать.

Клавишей [*] производят запуск выбранной программы.

Далее производится измерение дымности.

1. Клавишей [*] запустить пункт меню «Изм. выхлоп. газ».

Прежде чем может быть начато измерение, на дисплее появится запрос, достиг ли двигатель 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 (60...80 °С).

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

2. Ввод заданных значений для транспортного средства.

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;
- ☐ легковой автомобиль;
- ☐ трактор.

Выбор производится клавишами [←] и [→] и подтверждается нажатием клавиши [*].

Далее следует выбрать турборежим (Да/Нет) нажатием клавиши [*] — Турбо Нет, или клавиши [#] — Турбо Да. В зависимости от этого 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.

3. Определение средства тахометрического измерения.

Сначала выбирается, куда подключается датчик оборотов: к ручному пульту или к базовому прибору. Выбор делается клавишей [←] или [→], подтверждается клавишей [*].

Выбор средства измерения (пьезодатчик, датчик ВМТ, световой барьер, датчик W, рото-фон [Roto-phon 1]) делается клавишей [←] или [→], подтверждается клавишей [*].

4. Измерение частоты вращения в режиме холостого хода.

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

Если частота вращения в порядке, прямоугольник находится внутри скобок и выдается показание «ОК». Прием указанного на дисплее значения частоты вращения подтверждается нажатием клавиши [*]. Если частота вращения выходит за пределы 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. Нагрев и автоматическая калибровка измерительной камеры.

Этот процесс длится до 5 мин, при этом на экране будет находиться следующее изображение (рис. 3.21).



Рис. 3.21. Вид экрана во время нагрева и автоматической калибровки измерительной камеры

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

6. Проведение измерений в режиме свободных ускорений.

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. Она используется для последующих измерительных импульсов с целью запуска цикла измерений и порогов срабатывания триггера при измерении временных интервалов. Между отдельными прогазовками необходимо соблюдать интервал не менее 7 с для успокоения двигателя. Если до истечения периода успокоения снова подать газ, то выдается сообщение об ошибке и происходит возврат к первой прогазовке.

Как только на дисплее появится сообщение «Дайте полный газ», следует плавно, без толчков, нажать на педаль управления подачей топлива и удерживать ее в нажатом положении до тех

пор, пока не прозвучит звуковой сигнал. При нажатой педали подачи топлива в первой строке дисплея появляется текущее значение частоты вращения, а во второй — максимальное значение показателя K , полученное во время измерения (рис. 3.22).

$\text{Ч. об.} = \text{XXX} \text{ мин}^{-1}$
$K = \text{XXX} \text{ м}^{-1}$

Рис. 3.22. Вид экрана в режиме свободных ускорений

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

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 7 с 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 с).

Для достоверности результатов серия измерений должна состоять из не менее чем четырех измерительных импульсов. Во время каждого импульса 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 измерений автоматически вводятся в память. После каждого импульса также необходимо переждать период успокоения.

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

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 7 с ведется отсчет времени, оставшегося до следующего измерения.

По истечении периода ожидания запускается следующий цикл измерений. Все замеры осуществляются аналогичным образом.

7. 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 должен в течение 53 с запустить цикл измерений на «полном газу». Иначе произойдет возврат к первой прогазовке и измерение придется начинать сначала.

Как только на дисплее появится сообщение «Дайте полный газ», следует плавно и без толчков отжать педаль управления подачей газа и в течение 2...3 с удерживать постоянную частоту вращения, ограничиваемую регулятором. Цикл измерения в режиме максимальной частоты вращения автоматически запускается по достижении частоты вращения, ограничиваемой регулятором. При этом на дисплее отображается 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.

Далее 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.

8. Ввод идентификационных данных транспортного средства.

После окончания измерений дымности ОГ необходимо ввести параметры транспортного средства, которые появляются на распечатке результатов измерений, с помощью цифровых и буквенных клавиш (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Цифровые и буквенные клавиши дымомера «ИНФРАКАР Д»

Описание	Клавиша
Подтверждение текущего ввода	
Аннулирование предшествующего символа или значения по умолчанию	
Возврат: при цифровом вводе — однократное нажатие клавиши, при алфавитно-цифровом вводе — двойное	
Цифровой ввод числовых значений	
Ввод десятичной запятой при вводе числовых значений	
Смена регистра (ввод больших/маленьких букв)	
Отмена измерения дымности ОГ	

Данные вводятся через клавиатуру ручного пульта, ввод каждой строки подтверждается нажатием клавиши [*]. Во время ввода значения могут корректироваться клавишей [#].

На дисплее последовательно появляются следующие запросы:

- алфавитно-цифровой ввод номерного знака (максимальная длина 24 символа);
- алфавитно-цифровой ввод данных владельца транспортного средства (максимальная длина 24 символа);
- алфавитно-цифровой ввод фамилии контролера (максимальная длина 24 символа).

После 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 нужный режим печати.

Определение токсичности ОГ

3.8. 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 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 газозаборным зондом из комплекта принадлежностей.

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

3. Порядок переключения протокола обмена с ПК:

- ☐ включить прибор в сеть;
- ☐ подождать выхода прибора в режим индикации или нажать кнопку [$>0<$] для принудительного обнуления показаний;
- ☐ одновременно нажать кнопки [Насос] и [Печать]. На индикаторе «λ» высветится «YES» для приборов с протоколом UPEX и «NO» для приборов со стандартным протоколом;
- ☐ для установки стандартного протокола обмена нажать клавишу [$-$], протокола UPEX — клавишу [$+$];
- ☐ для сохранения изменений в долговременной памяти прибора нажать клавишу [Ввод], для выхода без сохранения изменений — клавишу [Выход]. При этом текущие изменения сохранятся до выключения прибора.

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, когда прибор не подключен к ПК.

Измерение токсичности ОГ производится следующим образом.

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

2. Произвести настройку нулей всех каналов нажатием клавиши [$>0<$]. Должно быть обеспечено поступление чистого воздуха, не загрязненного выбросами CO_2 , CO и CH_4 .

Нажатие и удержание клавиши [4/2 такта] позволяет установить в тахометре тип двигателя, к которому подключен прибор (двух- или четырехтактный). Короткое нажатие на клавишу [4/2 такта] позволяет проконтролировать тип двигателя.

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

Запоминание установленного уровня производится нажатием кнопки [$>0<$] (ввод), выход без запоминания — клавиши [Насос] (выход). При измерении частоты вращения коленчатого вала в двигателях с двухискровой системой зажигания режим в тахометре устанавливается точно так же, как в двухтактном двигателе.

3. Включить насос нажатием кнопки. Газоанализатор готов к работе.

4. 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 4 с клавиши [⚙️]. На индикаторе « λ » будут высвечиваться названия режимов в следующем порядке: «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 клавише [Насос]) автоподстройка не происходит.

5. Показания следует фиксировать через 40...60 с после начала измерения.

Нажатием клавиши [Печать] производится распечатка измеренных величин с указанием реального времени и информации о владельце прибора (вводится в программу, входящую в комплект поставки, и передается в прибор через интерфейс RS 232; максимальная длина — 64 символа).

6. По окончании работы с автомобилем или при перерыве в работе выключить побудитель расхода газа нажатием кнопки [Насос].

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

8. По окончании смены выключить питание прибора.

Определение токсичности отработавших газов прибором MGT 5

3.9.

Подготовка прибора к работе:

1. Включить анализатор выхлопных газов двигателя (на передней стороне устройства загорится зеленая лампа).

2. Включить персональный компьютер, запустить Eurosystem.

3. Подождать, пока устанавливаются компоненты, перечисленные под заголовком «Подключенные приборы». Следует обратить внимание на строку сообщений: в зависимости от состава оборудования может потребоваться подтверждение нажатием клавиши [Enter]. После осуществления инициализации появляется главное меню Eurosystem. В строке заголовка появляется сообщение о готовности к проверке (рис. 3.23).

4. Нажатием кнопки [F11] активировать анализатор выхлопных газов двигателя MGT 5.

5. Проверить герметичность.

Проверка герметичности выполняется ежедневно, когда устройство включается первый раз. При этом проверяется вся линия всасывания, включая зонд. Когда устройство включается повторно, проверяется температурное состояние измерительного модуля. Регулировка нуля происходит в фоновом режиме работы. В этом случае меню проверки герметичности появляется сразу после включения (рис. 3.24).

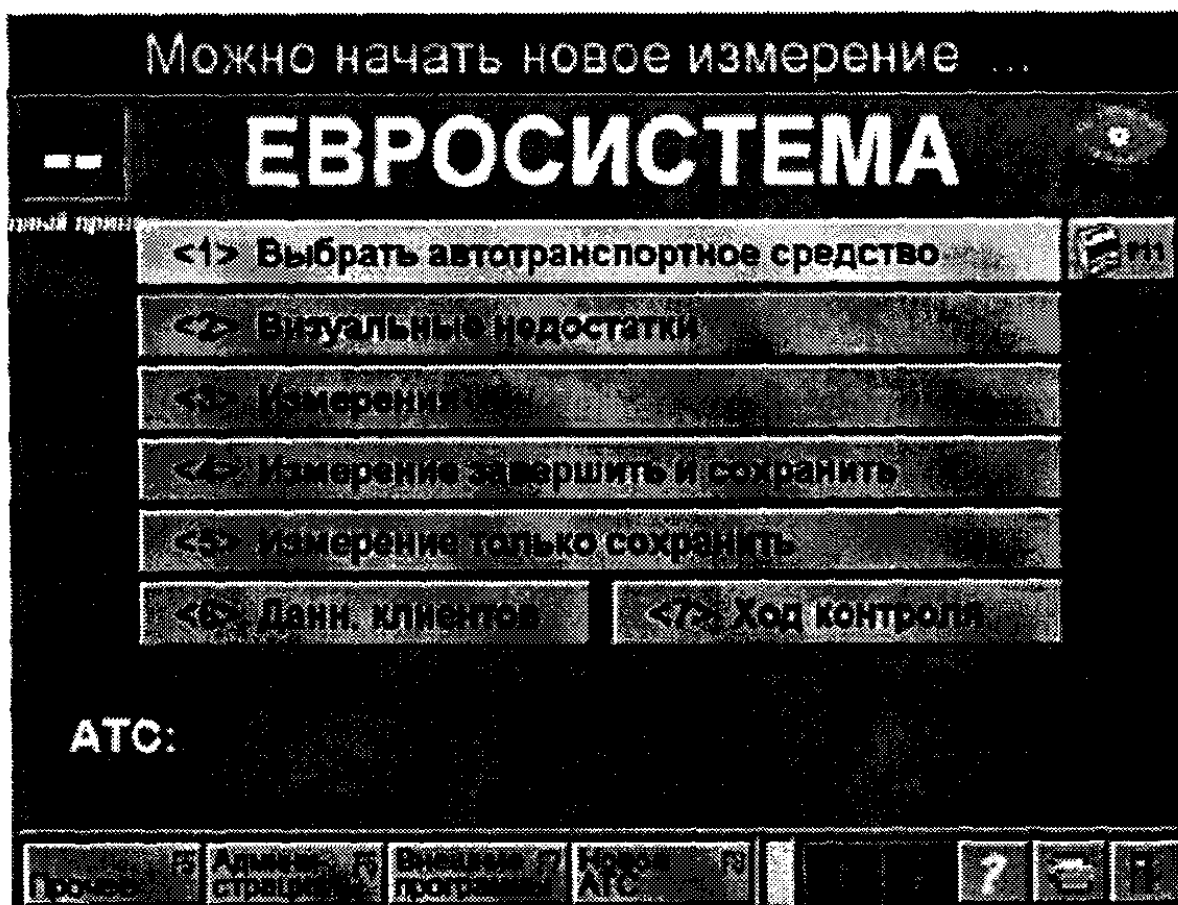


Рис. 3.23. Главное меню



Рис. 3.24. Меню контроля герметичности

Герметичность проверяется следующим образом. Сначала необходимо вытянуть дополнительный кусок шланга из рукоятки всасывающего зонда и надеть его поверх всасывающего отверстия. Изображение на экране изменится (рис. 3.25), и система начнет поднимать давление. Отсчет остающегося времени ведется в нижнем левом углу экрана.

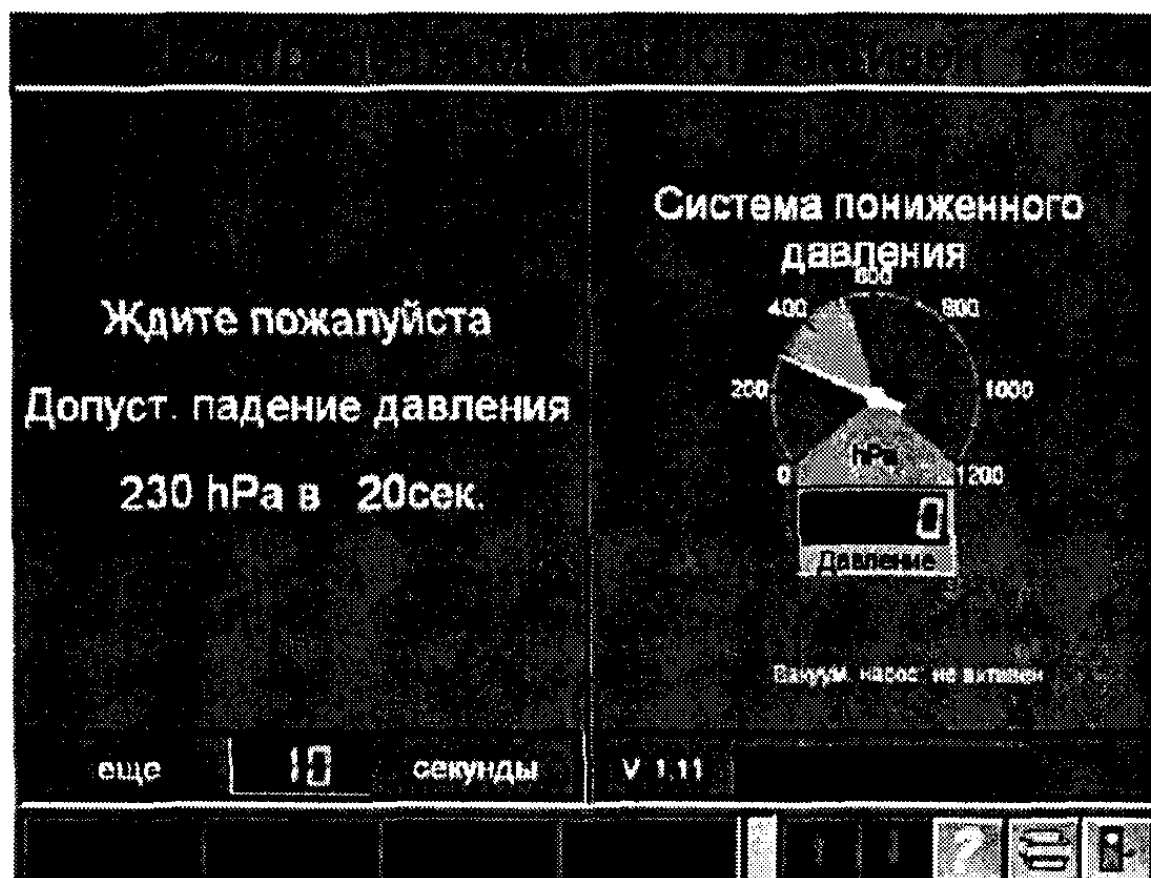


Рис. 3.25. Вид экрана во время контроля герметичности

После того как давление поднимется, производится контроль герметичности. Отсчет времени ведется в нижнем левом углу экрана. Во время процедуры проверки, продолжающейся примерно 20 с, спад давления не должен превышать 230 мбар.

Когда экран покажет завершение процесса и результаты проверки, следует удалить кусок шланга с всасывающего отверстия газового зонда и вернуть его в исходное положение в рукоятке.

Если в строке сообщений отображается информация об отрицательном результате, следует проверить шланг, зонд, главный и специальный фильтры, а также корпус зонда относительно утечки. Устраните повреждение и повторите проверку, используя клавишу [F4] или кнопку повтора.

6. Автоматическое включение фазы прогрева.

7. Автоматическая регулировка в окружающем воздухе (компенсация), которую можно определить как регулировку нуля. Отсчет остающегося времени ведется в нижнем левом углу экрана. Окружающий воздух очищается от остатка несгоревшей сажи посредством фильтра с активированным углем, после чего устройство измерения регулируется.

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

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

8. После прохождения всех тестов прибора включается основное меню газоанализатора (рис. 3.26), содержащее следующие поля:

- ☐ осмотр ОГ;
- ☐ диагностика АТС;
- ☐ диагностика прибора.



Рис. 3.26. Вид основного меню

Проверка токсичности ОГ осуществляется следующим образом.

1. Поместить зонд в выхлопную трубу автомобиля, подлежащего проверке, и прикрепить его к концу трубы с помощью металлического зажима.

2. Проверить соединение зонда температуры масла с анализатором выхлопных газов MGT 5. Удалить щуп измерения уровня масла из двигателя. Подогнать 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). Поместить зонд температуры масла вместо щупа измерения уровня масла в двигатель.

3. Соединить датчик RPM с двигателем.

4. Нажать иконку с изображением газоанализатора в главном меню [F11] (см. рис. 3.23).

5. Выбрать пункт «Осмотр ОГ», чтобы начать проверку выхлопных газов (см. рис. 3.26). В этом пункте меню измерение проводится по методике, описанной в ГОСТ 52033–2003*. Для возврата в главное меню необходимо нажать клавишу [ESC].

После ввода всех необходимых для проведения измерения данных программа выводит на экран страницу со всеми введенными данными для их проверки. Если введенные данные верны, необходимо их подтвердить нажатием клавиши [Enter].

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

6. После перехода программы в режим проверки токсичности ОГ необходимо следовать указаниям на экране (верхняя информационная строка). В случае несоблюдения команд инфор-

* Можно также использовать методики, описанные в стандартах 17.2.2.02–98 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей» и 17.2.2.05–97 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей».

мационной строки и заданных временных интервалов процесс измерения будет прерван.

7. Пункт «Диагностика АТС» следует выбирать в том случае, когда данные автомобиля и клиента уже известны (например, когда автомобиль проходит повторную проверку) или при работе прибора в составе диагностической линии, а также в том случае, если нет необходимости сохранять и распечатывать полученные значения.

По окончании процесса измерения результаты появятся на экране (рис. 3.27) для последующего сохранения необходимой по ГОСТ 52033–2003 информации в базе данных системы управления.



Рис. 3.27. Вид экрана представления измерений

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

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 М1 и N1, 900 мин^{-1} — для автомобилей остальных категорий;

□ значение $n_{\text{пов}}$ устанавливают в пределах $2500...3500 \text{ мин}^{-1}$ для автомобилей категорий М1 и N1, не оборудованных системами нейтрализации; $2000...3500 \text{ мин}^{-1}$ — для автомобилей категорий М1 и N1, оборудованных системами нейтрализации; $2000...2800 \text{ мин}^{-1}$ — для автомобилей остальных категорий независимо от их комплектации.

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

1. Перед проведением измерений проверить и установить нулевые показания газоанализатора на шкалах измерения CO и C_nH_m .

2. Измерения проводить в следующем порядке:

□ запустить двигатель, нажимая на педаль управления дроссельной заслонкой, увеличить частоту вращения коленчатого вала двигателя до $n_{\text{пов}}$ и работать в этом режиме не менее 15 с;

□ отпустить педаль управления дроссельной заслонкой, установив минимальную частоту вращения вала двигателя, и не ранее чем через 30 с измерить содержание оксида углерода и углеводородов;

□ установить повышенную частоту вращения вала двигателя $n_{\text{пов}}$ и не ранее чем через 30 с измерить содержание оксида углерода и углеводородов.

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

1. Перед проведением измерений проверить и установить нулевые показания газоанализатора на шкалах измерения CO , C_nH_m и CO_2 .

2. Измерения выполнить в следующем порядке:

□ запустить двигатель, нажимая на педаль управления дроссельной заслонкой, увеличить частоту вращения вала двигателя до $n_{\text{пов}}$, выдержать этот режим в течение 2...3 мин (при температуре окружающего воздуха ниже 0°C — 4...5 мин) и после ста-

билизации показаний измерить содержание CO , C_nH_m и зафиксировать значение коэффициента избытка воздуха α ;

□ установить минимальную частоту вращения вала двигателя $n_{\min}$ и не ранее чем через 30 с измерить содержание оксида углерода и углеводородов. Приступить к измерению на $n_{\min}$ следует не позднее чем через 30 с после проверки в режиме $n_{\text{пов}}$.

На автомобилях, оснащенных трехкомпонентной системой нейтрализации ОГ и встроенной системой диагностирования, перед измерением содержания CO и C_nH_m проверяют работоспособность двигателя и системы нейтрализации по показаниям диагностического индикатора, расположенного на приборной панели:

□ при включении зажигания перед пуском двигателя диагностический индикатор должен быть включен (должен включиться на короткий промежуток времени); при отсутствии соответствующего сигнала диагностического индикатора после включения зажигания дальнейшую процедуру проверки прекращают;

□ после пуска двигателя диагностический индикатор должен выключиться; если диагностический индикатор при работе двигателя остался во включенном состоянии, дальнейшую процедуру проверки прекращают.

Лабораторная работа № 2

Тема: проверка автотранспортных средств на токсичность ОГ.

Цель: 1. Изучить устройство и принцип работы оборудования для проверки содержания вредных веществ (CO и C_nH_m) в ОГ бензинового двигателя.

2. Изучить методику проверки содержания вредных веществ (CO и C_nH_m) в ОГ бензинового двигателя.

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

Оборудование: газоанализаторы «ИНФРАКАР М», MGT-5, щуп для измерения температуры масла, измеритель оборотов коленчатого вала.

Порядок выполнения работы

Условия измерения CO и C_nH_m :

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку ОГ 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 ОГ.

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

6. Запустить двигатель, установить частоту вращения коленчатого вала на уровне $n_{\text{пов}}$ 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 ОС и C_nH_m .

8. Установить повышенную частоту вращения вала двигателя, равную $n_{\text{пов}}$, и не ранее чем через 30 с измерить содержание CO и C_nH_m .

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

Отчет о выполненной работе

1. По результатам приведенной проверки заполнить табл. 3.5.

Результаты проверки

Таблица 3.5

Параметр	Значение
Марка транспортного средства	
Вид используемого топлива	
Температура масла, °C	
Содержание СО при $n_{\min}$, г/кВт · ч	
Содержание C_nH_m при $n_{\min}$, г/кВт · ч	
Содержание СО при $n_{\text{пов}}$, млн ⁻¹	
Содержание СН при $n_{\text{пов}}$, млн ⁻¹	

2. Сравнить полученные значения с нормативными (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Нормативные значения токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей по ГОСТ 52033–2003

Комплектация автомобиля	Частота вращения коленчатого вала	СО, объемная доля, %	C_nH_m , объемная доля, млн ⁻¹
Автомобили категорий М1, М2, М3, N1, N2, N3, произведенные до 01.10.1986 г.	$n_{\min}$	4,5	—
Автомобили категорий М1 и N1, не оснащенные системами нейтрализации ОГ	$n_{\min}$	3,5	1200
	$n_{\text{пов}}$	2,0	600
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, не оснащенные системами нейтрализации ОГ	$n_{\min}$	3,5	2500
	$n_{\text{пов}}$	2,0	1000
Автомобили категорий М1 и N1, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации ОГ	$n_{\min}$	1,0	400
	$n_{\text{пов}}$	0,6	200
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации ОГ	$n_{\min}$	1,0	600
	$n_{\text{пов}}$	0,6	300

Окончание табл. 3.6

Комплектация автомобиля	Частота вращения коленчатого вала	СО, объемная доля, %	С _n Н _m , объемная доля, млн ⁻¹
Автомобили категорий М1 и N1 с трехкомпонентной системой нейтрализации ОГ или оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	$n_{\min}$	0,5	100
	$n_{\max}$	0,3	100
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3 с трехкомпонентной системой нейтрализации ОГ или оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	$n_{\min}$	0,5	200
	$n_{\max}$	0,3	200

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

Контрольные вопросы и задания

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

Лабораторная работа № 3

Тема: проверка автотранспортных средств на дымность отработавших газов.

Цель: 1. Изучить устройство и принцип работы оборудования для проверки дымности ОГ дизельного двигателя.

2. Изучить методику проверки дымности ОГ дизельного двигателя.

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

Оборудование: дымомеры «ИНФРАКАР Д», MDO2 LON, щуп для измерения температуры масла, измеритель оборотов коленчатого вала.

Порядок выполнения работы

Условия измерения дымности:

- выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку ОГ и подсос воздуха;
- перед испытаниями двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля;
- 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: поместить его через отверстие, предназначенное для масляного щупа, в поддон картера двигателя до погружения в находящееся там моторное масло.

5. Установить пробоотборное приспособление в выпускной трубе транспортного средства. Трубка пробоотборника должна быть обращена открытым концом навстречу потоку ОГ и располагаться (по возможности) в направлении оси выпускной трубы или удлинительного патрубка, где распределение ОГ 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 выпускную трубу транспортного средства устройство для отвода ОГ.

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 фиксировать 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 впуска отработавших газов в прибор.

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

Отчет о выполненной работе

1. По результатам проверки заполнить табл. 3.7.

Таблица 3.7

Результаты проверки

Показатель	Значение
Марка транспортного средства	
Вид используемого топлива	
Температура масла, °C	
Значение дымности при свободном ускорении, N_i , % (четыре значения через точку с запятой)	
Значение дымности при максимальной частоте вращения $N_{\max}$, %	

2. Сравнить полученные значения дымности со значениями табл. 3.8.

Таблица 3.8

**Нормативные значения дымности
отработавших газов дизельного двигателя**

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

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

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите вредные выбросы, которые присутствуют в ОГ дизельных двигателей внутреннего сгорания.
2. Какие из вредных выбросов, присутствующих в ОГ дизельного двигателя, подлежат контролю?
3. Какие приборы применяются для оценки токсичности ОГ дизельного двигателя?
4. Опишите методику проверки автотранспортных средств на дымность ОГ.
5. Каковы нормативные значения токсичности ОГ дизельного двигателя по ГОСТ 52033–2003?

ПРОВЕРКА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ*

Общие сведения о тормозных системах автомобилей

Если отключить двигатель от ведущих колес, то автомобиль продолжит движение по инерции (накатом). Под действием сил сопротивления движению скорость автомобиля будет постепенно снижаться и он наконец остановится. Однако торможение при этом будет происходить на большом участке пути.

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

Более эффективным является торможение под действием специально создаваемой внешней силы, называемой *тормозной*, которая возникает в результате срабатывания тормозной системы. Тормозная система предназначена для снижения скорости движения машины вплоть до полной остановки и обеспечения ее неподвижности во время стоянки. В тракторах тормоза используют также для уменьшения радиуса поворота.

При торможении кинетическая энергия движения машины переходит в работу 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.

Выделяют 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 —

* При написании глав 4 и 5 были использованы материалы издания: Савич Е.Л. Инструментальный контроль автотранспортных средств: учеб. пособие / Е.Л. Савич, А.С. Кручек. Минск: Новое знание, 2008.

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 качестве нормативного измерителя тормозных качеств транспортных средств.

Запасная тормозная система дублирует рабочую тормозную систему. Она может быть менее эффективной. 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 обеспечивает неподвижность автомобиля во время стоянки и приводится в действие от рычага (рукоятки) рукой водителя. Она должна удерживать полностью груженный автомобиль на уклоне не менее 25%.

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

Современные тракторы имеют рабочую и стояночную тормозные системы, а автомобили и автопоезда — как минимум рабочую, запасную и стояночную.

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.

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 тормозных системах установлены усилители, облегчающие управление, а также другие устройства,

повышающие эффективность тормозных систем и устойчивость автомобиля при торможении.

Удобство и легкость управления тормозной системой определяются усилием, прилагаемым к педали или рычагу управления, и ходом педали или рычага (табл. 4.1).

Таблица 4.1

**Максимальные значения усилий на тормозной педали
или рычаге 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

Тормозная система (рис. 4.1) включает тормозные механизмы передних и задних колес 2 и гидравлический тормозной привод, приводимый в действие педалью 1.

К тормозным системам, помимо общих требований к любым механизмам, предъявляют следующие требования (рис. 4.1):

□ минимальный тормозной путь или максимальное установившееся замедление (в соответствии с требованиями ГОСТ, Директив ЕС и Правил ЕЭК ООН № 13 и 78);

□ 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;

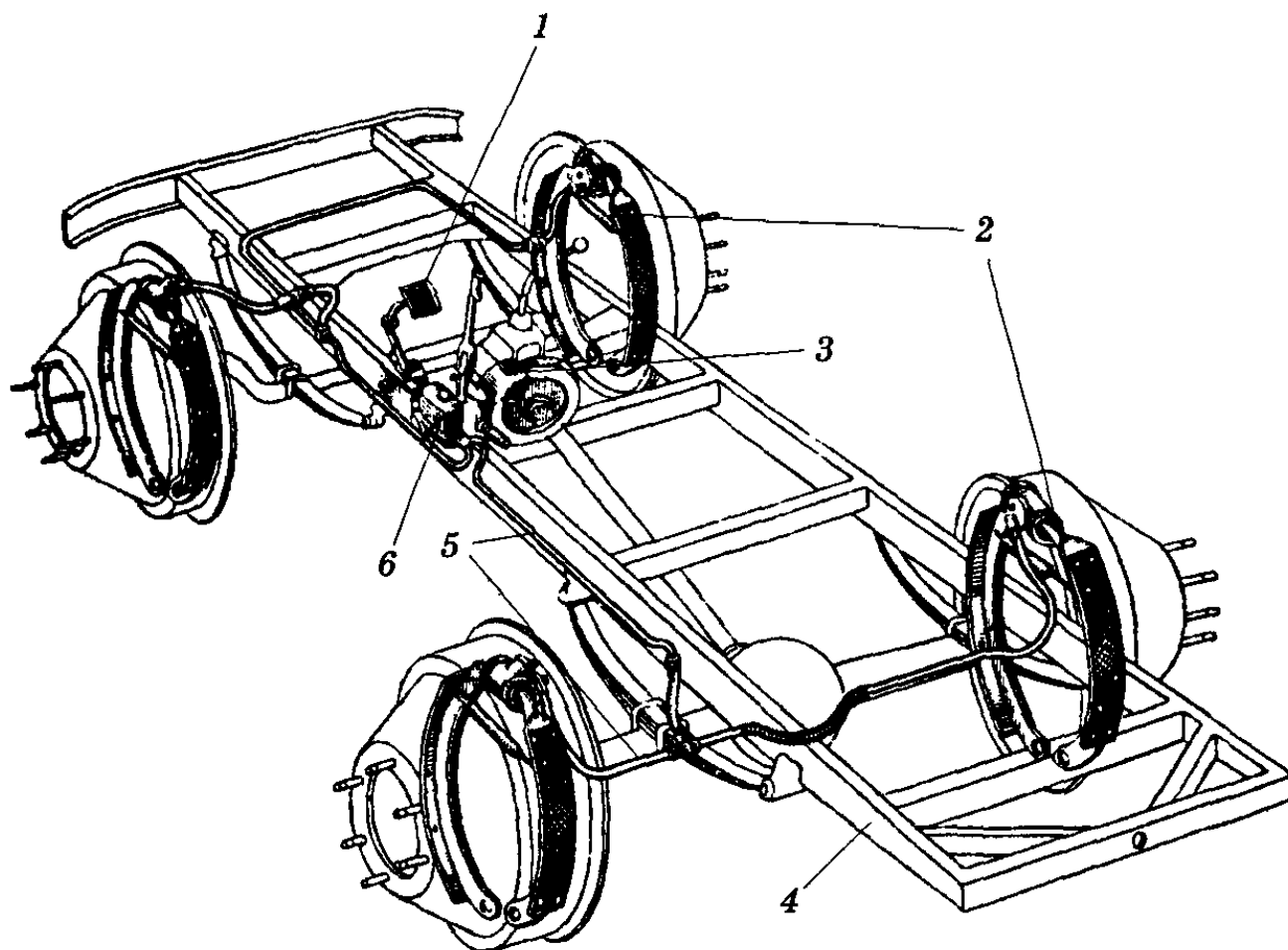


Рис. 4.1. Схема тормозной системы:

1 — педаль тормоза; 2 — колесные тормозные механизмы; 3 — стояночный (трансмиссионный тормоз); 4 — остова автомобиля; 5 — соединительные трубопроводы; 6 — главный тормозной цилиндр

□ отсутствие органолептических явлений (слуховых, обонятельных);

□ 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; также должна быть 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 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 дорогой и колесом в результате того, что тормозной механизм препятствует его вращению. Направление тормозной силы противоположно направлению 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:

$$P_{\text{т max}} = \phi R_z,$$

где ϕ — коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Чем больше коэффициент сцепления ϕ , тем больше может быть тормозная сила. Так, на асфальтовой сухой дороге ($\phi = 0,8$) торможение более эффективно, чем на той же дороге во время дождя ($\phi = 0,5$). 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 одновременная блокировка колес. Следовательно, при торможении колесо надо удерживать на грани блокировки, не допуская юза.

Для получения максимального значения $P_{\text{т max}}$ 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 — уменьшаются. Для повышения эффективности торможения тормозные силы должны

меняться в соответствии с изменением вертикальных реакций на колесах.

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 % от общего числа торможений. *Служебное торможение* применяют для плавного уменьшения скорости автомобиля или его остановки в заданном месте. Его выполняют с небольшой интенсивностью (замедление составляет 1...1,5 м/с²). Служебное торможение также может осуществляться двигателем. При этом водитель уменьшает или прекращает подачу топлива в цилиндры двигателя и 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 (рис. 4.2), каждый из которых характеризуется временем реакции водителя t_p , срабатывания тормозного привода t_{Π} ,

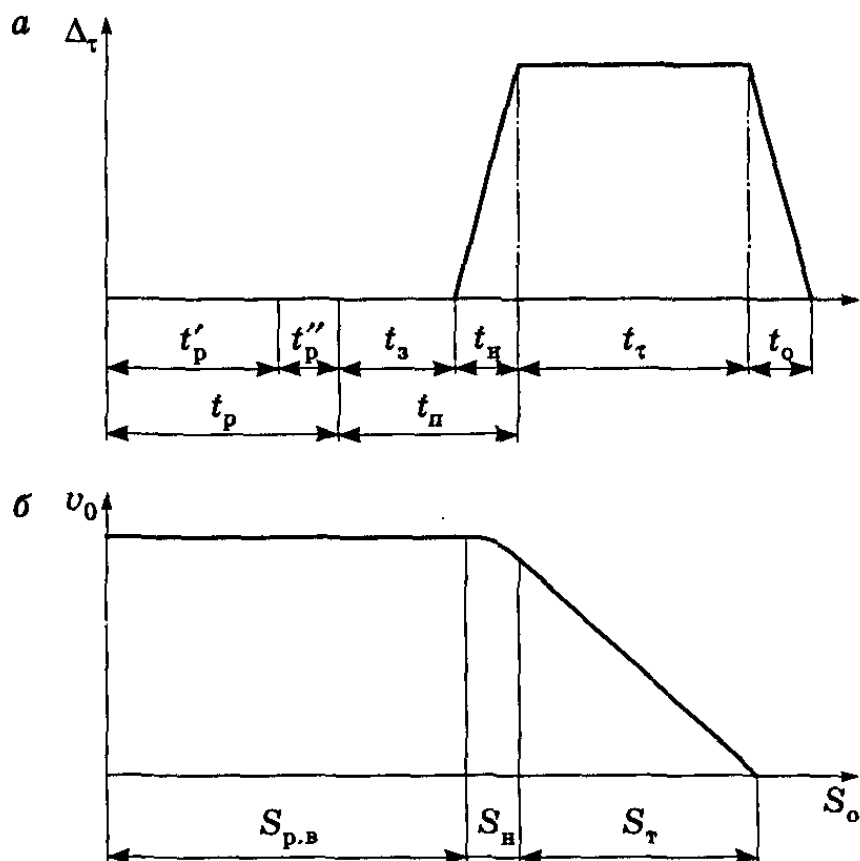


Рис. 4.2. Диаграмма торможения автомобиля:
 а — изменение ускорения (замедления) во времени;
 б — изменение скорости машины

движения автомобиля с заданным замедлением t_r и оттормаживания t_o .

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). Продолжительность этого промежутка времени (0,2...1,5 с и более) во многом определяется психофизическим состоянием водителя. Время срабатывания тормозного привода (0,2...0,4 с при гидравлическом и 0,4...0,6 с при пневматическом приводе) зависит от времени запаздывания t_a и времени нарастания замедления t_n . Время оттормаживания привода составляет 0,2...0,5 с.

В соответствии с этими этапами остановочный путь S_o складывается из пути $S_{p.в.}$, проходимого машиной в течение времени реакции водителя, времени срабатывания тормозного привода S_n и тормозного пути S_t .

По данным статистики, дорожно-транспортные происшествия, обусловленные неисправностями тормозной системы автомобиля, составляют 40...45% всех аварий, происходящих по техническим причинам (приведены в табл. 4.2).

Таблица 4.2

Основные неисправности

Неисправность	Причины ее возникновения
Увеличенный рабочий ход педали тормоза	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	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)

Окончание табл. 4.2

Неисправность	Причины ее возникновения
Неполное растормаживание всех колес	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	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 положения 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	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	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	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) биеение тормозного диска или его неравномерный износ (ощущается по вибрации тормозной педали)

Виды стендов и методы испытания

4.2. 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; для автопоезда 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: статические 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 (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 — ведомые.

После установки автомобиля на инерционный стенд окружную скорость колес доводят до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобщая 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; замедление — угловым деселерометром.

Метод, реализуемый инерционным роликовым стендом, создает условия торможения автомобиля, максимально приближенные к реальным. Но в силу дороговизны стенда, недостаточной безопасности, трудоемкости и больших затрат времени на диагностирование стенды такого типа нерационально использовать при проведении диагностирования на автопредприятиях и при гостехосмотре.

Силовые роликовые стенды, работа которых основана на использовании сил сцепления колеса с роликами, позволяют измерять тормозные силы в процессе его вращения со скоростью 2...10 км/ч. Такая скорость выбрана вследствие того, что дальнейшее повышение скорости 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 статоре 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 на органе 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 свойств именно силовые роликовые стенды являются наиболее оптимальным решением для диагностических линий как станций техобслуживания, так и диагностических станций, проводящих государственный технический осмотр.

Устройство роликового тормозного стенда

4.3. МАНА IW2 Euro-Profi

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, приходящегося на каждое колесо диагностируемой оси.

Опорно-воспринимающее устройство (рис. 4.3) состоит из рамы 6 коробчатого сечения, в которой на сферических самоустанавливающихся подшипниках расположены две пары опорных роликов 1, 10 и 5, 7, связанные (попарно каждая) между собой приводной цепью. Ролики 1 и 7 связаны посредством «глухих» муфт-звездочек с соосно расположенными мотор-редукторами 2 и 9. Каждая пара роликов имеет автономный привод от 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 измерения 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 небольшую скорость вращения роликов. Электродвигатель переменного 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 3 и 8.

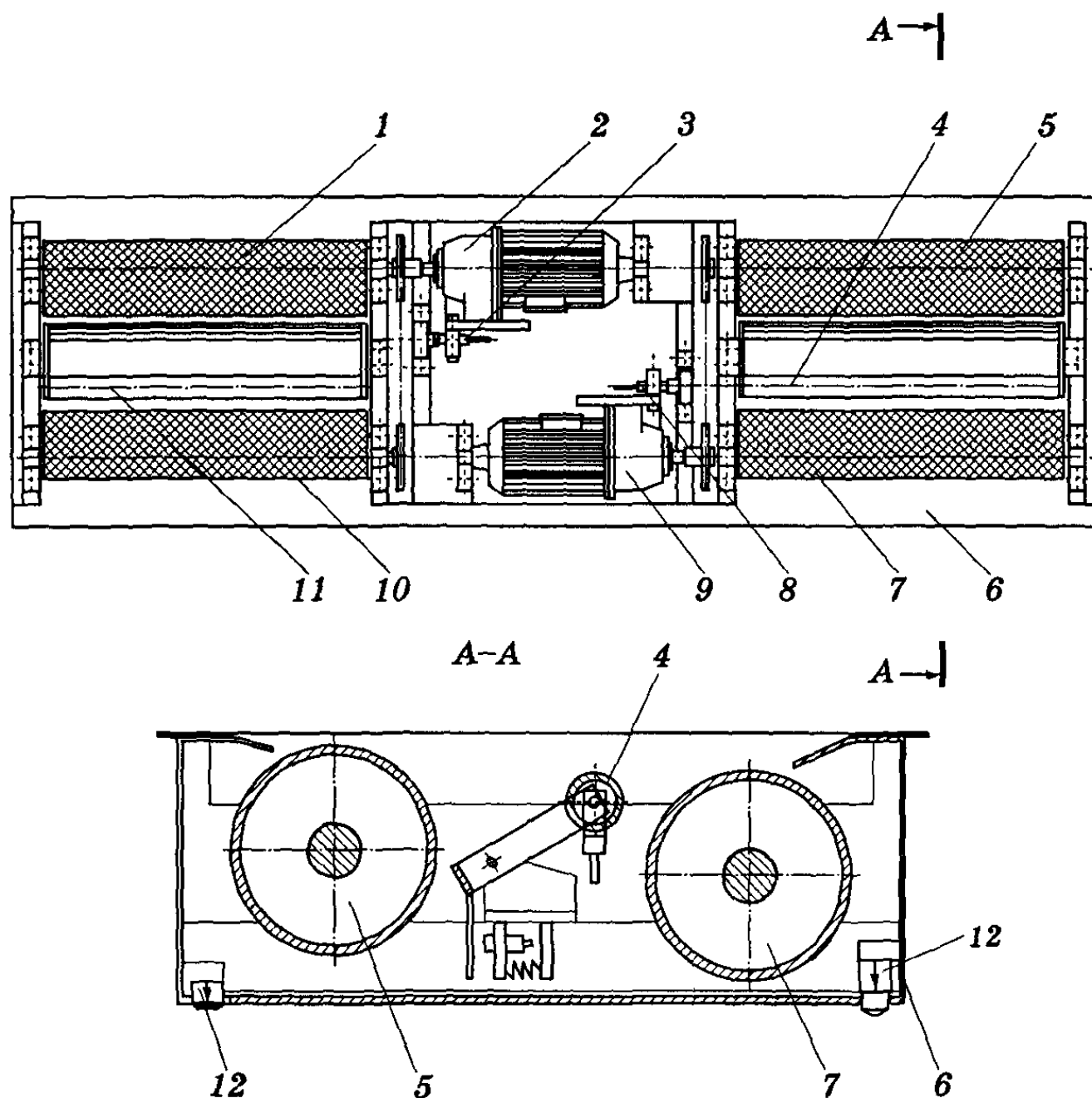


Рис. 4.3. Опорно-воспринимающее устройство:

1, 5, 7, 10 — ролики; 2, 9 — мотор-редукторы; 3, 8 — тензометрические датчики; 4, 11 — следящие ролики; 6 — рама; 12 — датчики веса

Между опорными роликами установлены свободно вращающиеся подпружиненные следящие ролики 4 и 11, имеющие по два датчика: датчик наличия автомобиля на опорных роликах, который при опускании следящего ролика выдает соответствующую

щий сигнал, и датчик слежения 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 может 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 (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. 4.4). Результаты диагностирования могут выводиться на печать и храниться в памяти компьютера как база данных диагностируемых автомобилей.



Рис. 4.4. Данные контроля тормозной системы автомобиля:
1 — проверяемая ось; 2 — кнопки переключения между осями транспортного средства; ПО — рабочий тормоз передней оси; СТ — стояночная тормозная система; ЗО — рабочий тормоз задней оси

Результаты проверки тормозных систем могут выводиться также на приборную стойку (рис. 4.5).

Динамику процесса торможения можно наблюдать в графической интерпретации (рис. 4.6). 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).

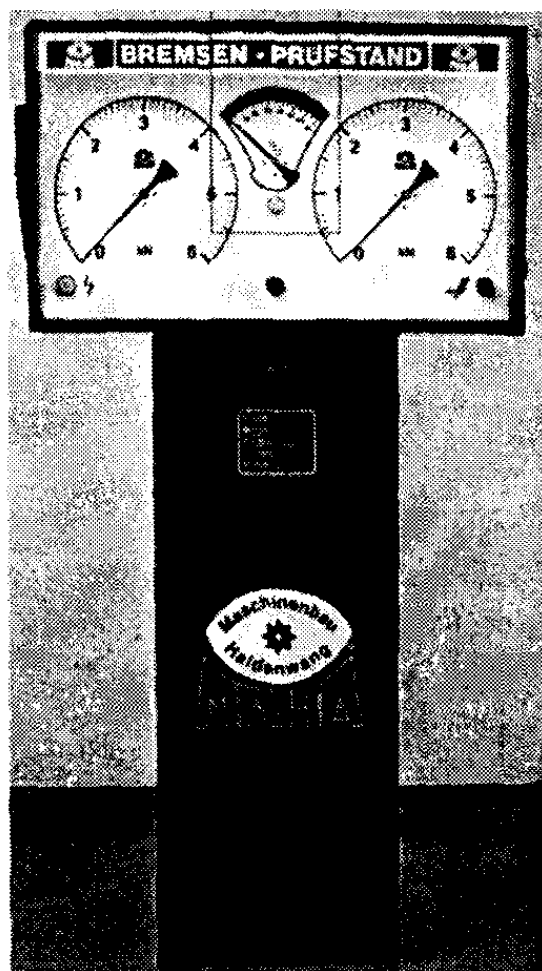


Рис. 4.5. Приборная стойка тормозного стенда

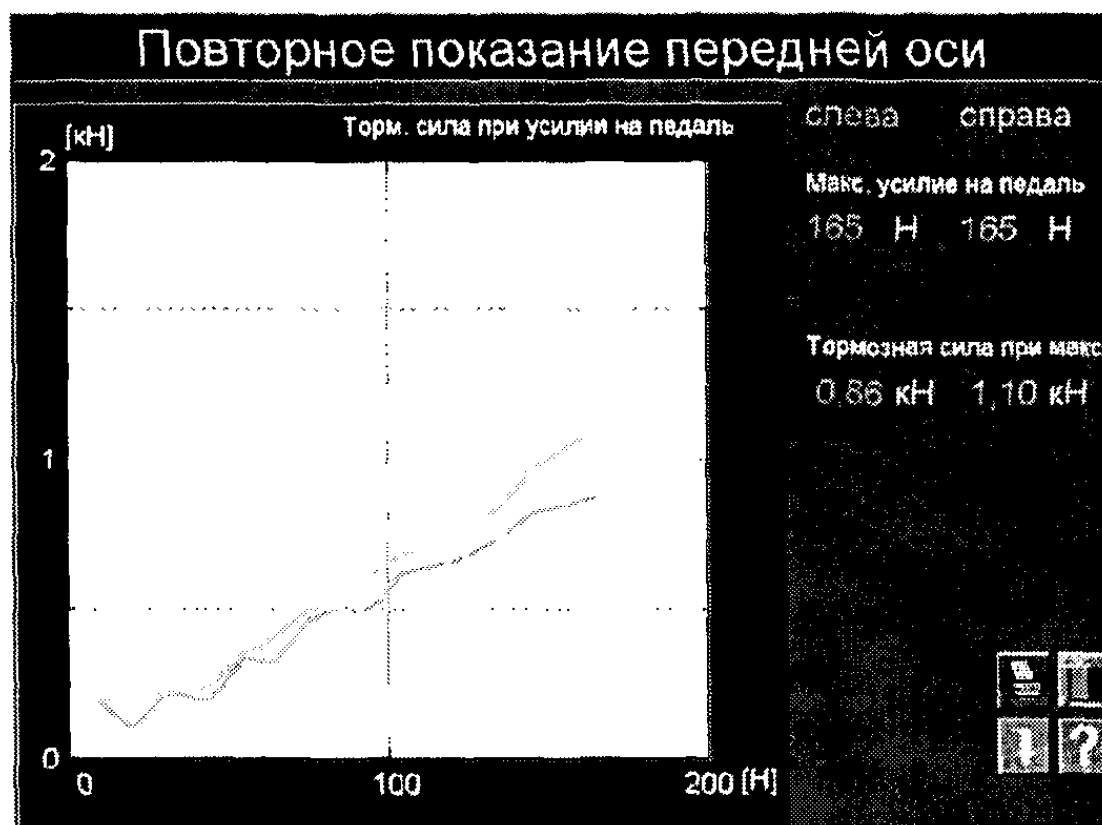


Рис. 4.6. Графическое отображение динамики процесса торможения

С помощью графической информации можно наблюдать также разницу в тормозных силах левого и правого колес (рис. 4.7).

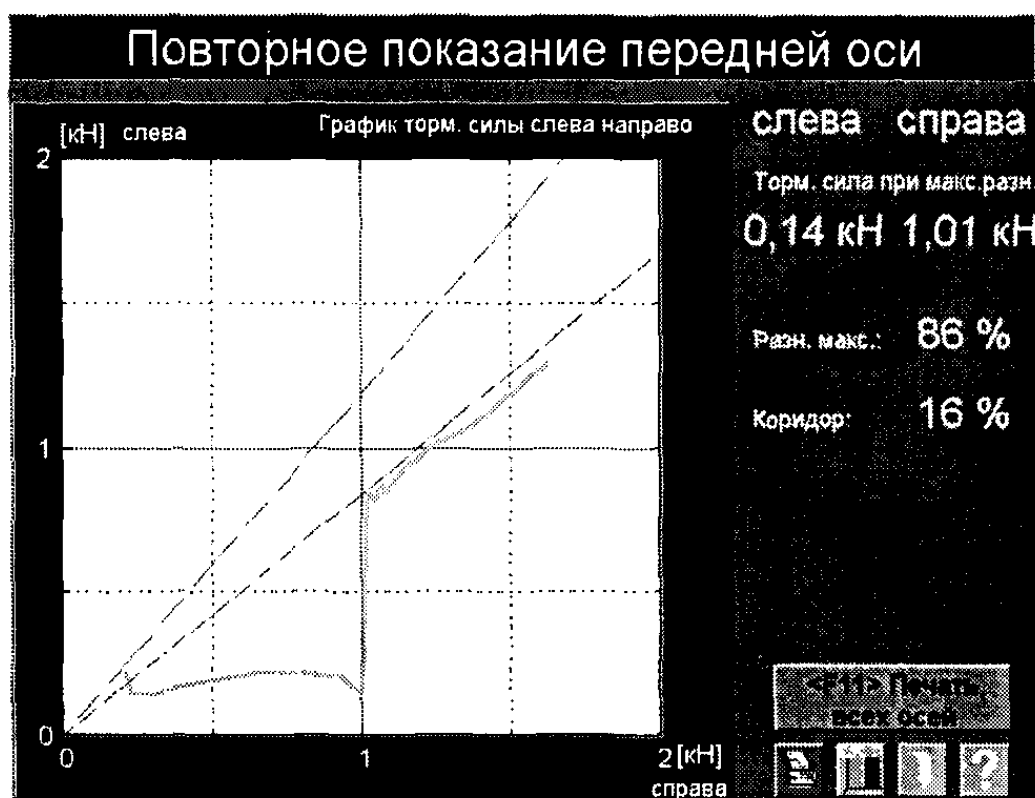


Рис. 4.7. Значения тормозных сил левого и правого колес

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.

Принцип действия стенда для проверки тормозной системы

4.4.

При въезде автомобиля на тормозной стенд производится измерение веса. Следящие ролики нажимаются вниз и передают стенду сигнал о приведение стенда в действие. Для включения тормозного стенда 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 стенда основан на преобразовании тензорезисторными датчиками реактивных моментов тормозных сил, возникающих при торможении колес автомобиля, а также силы тяжести 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 3 и 8 (см. рис. 4.3), один конец которых закреплен на лапах мотор-редукторов 2 и 9, а второй — на раме 6. 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 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 около 0,9 (сухие) и 0,7 (мокрые); базальтовых — 0,9 (сухие) и 0,8 (мокрые). 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.

Усилие на прокручивание незаторможенного колеса отображается на мониторе или приборной стойке. Этот параметр характеризует состояние подшипников ступиц колес, зазоров между колодками и барабаном (диском), сопротивление в трансмиссии.

В процессе диагностирования можно также 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. Он может использоваться в качестве диагностического при поиске неисправностей. С его помощью можно, например, определить отклонение тормозного барабана от окружности или биение тормозного диска.

Нормативные требования к тормозным системам, проверяемым стендовым

4.5. МЕТОДОМ

Средства измерений, применяемые при проверке эффективности торможения и устойчивости тормозных систем, 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. 4.3.

Удельную тормозную силу γ_t рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_t на колесах транспортного средства отдельно для автомобиля и прицепа (полуприцепа) по формуле

$$\gamma_t = \frac{\sum P_t}{Mg}, \quad (4.1)$$

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.

Таблица 4.3

Нормативы эффективности торможения транспортных средств рабочей и аварийной тормозных систем при проверках на стендах

Тип транспортного средства	Категория транспортного средства	Усилие на органе управления Н, не более	Удельная тормозная сила γ_t , не менее	
			рабочей тормозной системы	аварийной тормозной системы
Автомобили пассажирские и грузопассажирские	M ₁	500 (400)	0,50	0,25
	M ₂ , M ₃	700 (600)	0,50	0,25
			0,48*	0,24*
Автомобили грузовые	N ₁	700 (600)	0,45	0,20
			0,5**	0,22**
	N ₂ , N ₃	700 (600)	0,43	0,19
Прицепы и полуприцепы			0,45**	0,20**
	O ₂ (кроме оборудованных рабочими тормозами инерционного типа), O ₃ , O ₄	—	0,40	0,20
			0,43**	0,21**

* Необорудованные АБС либо получившие официальное утверждение типа до 01.10.1991 г.

** Получившие официальное утверждение типа после 1988 г.

Примечание. Значения в скобках даны для транспортных средств с ручным управлением аварийной тормозной системой.

При проверках эффективности торможения рабочей и аварийной тормозных систем допускается относительная разность F тормозных сил колес оси не более 30 % (в процентах от наибольшего значения). При этом относительную разность рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_t на колесах транспортного средства по формуле

$$F = \left| \frac{P_{t \text{ пр}} - P_{t \text{ лев}}}{P_{t \text{ max}}} \right| \cdot 100, \quad (4.2)$$

где $P_{t \text{ пр}}$, $P_{t \text{ лев}}$ — максимальные тормозные силы соответственно на правом и левом колесе проверяемой оси транспортного средства, Н; $P_{t \text{ max}}$ — наибольшая из указанных тормозных сил, Н.

Стояночная тормозная система для транспортных средств технически допустимой максимальной массы должна обеспечивать удельную тормозную силу γ_t 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 %.

Шины проверяемых на стенде транспортных средств должны быть чистыми, сухими, а давление в них должно соответствовать нормативному, установленному изготовителем в эксплуатационной цементации. Давление проверяют в полностью остывших шинах с использованием манометров (ГОСТ 9921–81).

Допускается определение соответствия тормозных систем транспортных средств на стендах с влажными шинами, но 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 транспортного средства).

Транспортные средства, имеющие жесткую межосевую связь или самоблокирующийся неотключаемый дифференциал, проверяют только в дорожных условиях.

Нормативы эффективности торможения рабочей и аварийной тормозными системами при проверках в дорожных условиях представлены в табл. 4.4 и 4.5.

Таблица 4.4

**Нормативы эффективности торможения рабочей
тормозной системой при проверках в дорожных условиях**

Транспортное средство	Категория	Усилие на органе управления P_n , Н, не более	Тормозной путь S_r , 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 срабатывания тормозной системы не должно превышать 0,2 с.

Таблица 4.5

**Нормативы эффективности торможения аварийной
тормозной системой при проверках в дорожных условиях**

Транспортное средство	Категория	Усилие на органе управления P_n , Н, не более	Тормозной путь S_r , 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 (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.

Требования к внешнему виду и техническому состоянию тормозной системы следующие.

□ Тормозные трубопроводы тормозной системы транспортного средства 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 транспортного средства и взаимных перемещений тягача и прицепа (полуприцепа). Набухание шлангов под давлением, повреждения наружного слоя шлангов, достигающие слоя армирования, не допускаются.

□ Педаль тормоза должна иметь противоскользящую 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 транспортного средства.

□ 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 повреждений 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 чистыми, 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.

Лабораторная работа № 4

Тема: проверка тормозной системы автомобиля.

Цель: изучить методику и современные технические средства проверки тормозной системы автомобиля.

Оборудование: роликовый тормозной стенд МАНА IW2 Euro-Profi.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику проверки тормозной системы автомобилей.

2. Изучить порядок подготовки к работе и технические параметры тормозного стенда.

3. Подготовка к проведению измерений.

□ Проверить давление воздуха в шинах транспортного средства и при необходимости довести его до нормы.

□ Проверить шины на отсутствие повреждений и отслоения протектора (они могут привести к разрушению шины при торможении на стенде).

□ Осмотреть колеса транспортного средства и убедиться в надежности их крепления и отсутствии инородных предметов между сдвоенными колесами.

□ При необходимости загрузить транспортное средство так, чтобы обеспечить весовые показатели его осей не менее 90 % от максимально допустимых (указывается в инструкции по эксплуатации или на специальной табличке, установленной на транспортном средстве). Поскольку нагружение требуется, как правило, только для задних осей транспортных средств (за исключением категории О), оно может быть произведено после проверки тормозов передней оси.

При нагружении осей транспортного средства категории М₁ можно использовать специально подготовленный балласт тарированной массы, разместив его в задней части пассажирского салона на сиденьях или на полу либо в багажном отсеке (при его наличии).

□ Оценить степень нагрева элементов тормозных механизмов проверяемой оси органолептическим методом. Температура эле-

ментов тормозных механизмов не должна превышать 100 °С. Оптимальными считаются такие условия, при которых можно удерживать незащищенную руку человека в непосредственном контакте с нагретыми тормозными барабанами (дисками) в течение продолжительного времени. Проводя такую оценку, следует соблюдать меры предосторожности.

- Установить на тормозную педаль устройство (датчик усилия нажатия) для контроля параметров тормозных систем при достижении заданного усилия приведения в действие органа управления.

- Выбрать проверяемое транспортное средство в соответствующем меню программы управления тормозным стендом и вывести его на экран в качестве текущего измерения. При этом необходимо проконтролировать правильность внесения в исходные данные количества осей, типа, категории и года выпуска транспортного средства.

4. Порядок измерения параметров тормозных систем.

- Въехать на роликовые агрегаты проверяемой осью, после чего перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение. Разблокировать межосевые приводы, если транспортное средство имеет приводы более чем на одну ось. Отключить принудительную блокировку межколесного дифференциала (при ее наличии).

- Включить привод роликов стенда. При этом на мониторе будет отображаться текущее значение сопротивления вращающихся колес в незаторможенном состоянии.

- Произвести торможение рабочей тормозной системой плавным нажатием на педаль тормоза до упора. После остановки роликов стенда прекратить торможение. 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 компенсировать его соответствующим поворотом рулевого колеса.

- Зафиксировать результаты измерения.

- Выполнить повторное измерение. Если результат измерения отличается от предыдущего незначительно, можно его не регистрировать. Если различие значительное, его следует записать и повторить измерение еще раз. Прекратить измерения при дости-

жении стабильности полученных результатов. В качестве итогового результата принять результат последнего измерения.

□ Выключить привод роликовых агрегатов (если это не произошло автоматически в процессе измерения).

□ Измерить параметры стояночной и рабочей тормозной систем. Занести полученный результат в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Таблица регистрации результатов измерений

Марка транс- портно- го сред- ства	Кате- го- рия	Уси- лие на органа управ- ления, Н	Тормозная сила тормозной системы, Н						Вес оси, кг	
			рабочей				стояночной		пе- ред- ней	зад- ней
			Передняя ось		Задняя ось		левого колеса	правого колеса		
			левого колеса	право- го ко- леса	левого колеса	право- го ко- леса				

Показатели удельной тормозной силы и устойчивости при торможении рассчитываются по тормозным силам, измеренным в момент автоматического отключения стенда или достижения предельно допустимого усилия на органе управления тормозной системы.

Отчет о выполненной работе

1. Вычертить схему и описать принцип работы тормозного стенда.
2. Записать данные диагностирования в табл. 4.6.
3. По формулам (4.1) и (4.2) произвести вычисления и заполнить табл. 4.7.

Таблица 4.7

Расчетная таблица

Марка транспортного средства	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	

4. Сделать вывод о техническом состоянии проверяемого транспортного средства.
5. Дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

Контрольные вопросы и задания

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. Какие нормативные требования предъявляются к тормозным системам?

ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

5.1. Общие сведения о подвеске автомобиля

Подвеска предназначена для смягчения и гашения колебаний, передаваемых от неровностей дороги на кузов автомобиля. Ее работа основывается на преобразовании энергии удара при наезде на неровность в перемещение упругого элемента подвески. Вследствие этого сила удара, передаваемая на кузов, уменьшается и плавность хода возрастает. Подвеска автомобиля обеспечивает упругую связь рамы или кузова с мостами и колесами, 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. На автомобилях могут применяться также 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 колес, передает толкающие, тормозные и боковые усилия на раму или корпус автомобиля. В пружинной подвеске направляющим устройством служат рычаги и штанги подвески. В рессорной подвеске продольные и боковые усилия передает сама листовая рессора, благодаря чему конструкция подвески упрощается.

Гасители колебаний служат для гашения колебаний упругого элемента. При движении автомобиля в результате наезда на

неровности дороги возникают колебания кузова и колес, которые гасятся с помощью *амортизатора*.

Одним из способов уменьшения крена кузова и улучшения показателей управляемости автомобиля является использование упругих дополнительных элементов, называемых *стабилизаторами поперечной устойчивости*. Применяются они в подвесках легковых автомобилей и автобусах.

Подвески обычно классифицируются по кинематике и по упругому элементу. По кинематике подвески разделяются на независимые и зависимые; по упругому элементу — на пружинные, где в качестве упругого элемента используется витая пружина, рессорные, торсионные, гидравлические и пневматические.

Рассмотрим особенности конструкции некоторых типов подвесок.

Независимая пружинная подвеска управляемой оси имеет две основные разновидности: на двойных поперечных рычагах и в виде амортизационной стойки (подвеска «МакФерсон», рис. 5.1, 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 приведен на рис. 5.1, б. Перемещение рычагов в угловом направлении относительно кузова происходит в резинометаллических шарнирах, а поворот цапфы относительно рычагов — в шаровых опорах.

Независимая пневматическая подвеска характерна прежде всего для управляемых осей автобусов повышенной комфортности. Один из вариантов исполнения такой подвески показан на рис. 5.2.

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.

Зависимая рессорная подвеска для двухосных транспортных средств выполняется, как правило, для каждого колеса в отдель-

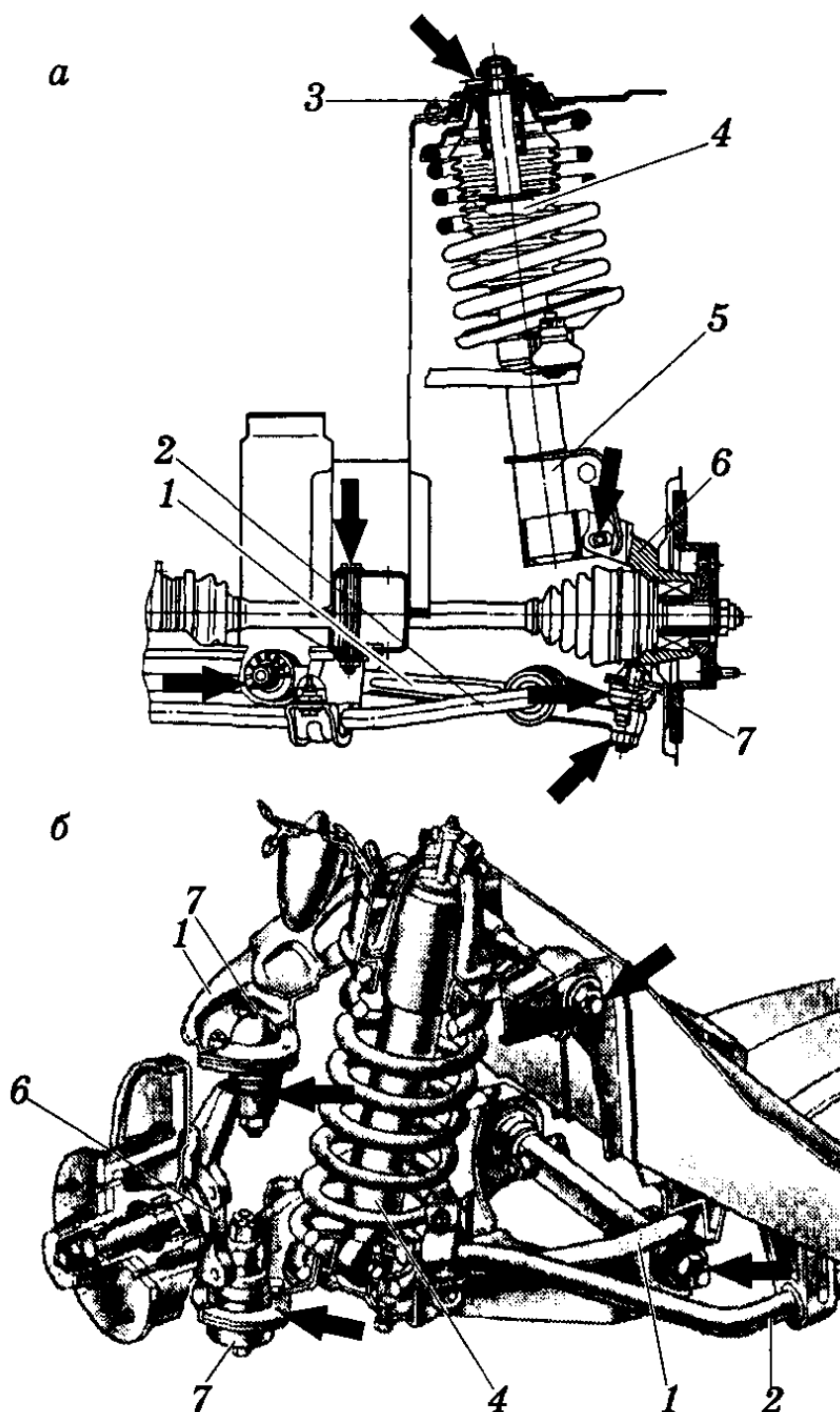


Рис. 5.1. Подвеска управляемых колес автомобилей и их основные места контроля:

а — типа «МакФерсон»; *б* — на двойных поперечных рычагах; 1 — рычаги подвески; 2 — стабилизатор; 3 — верхняя опора амортизатора; 4 — амортизатор; 5 — амортизаторная стойка; 6 — поворотная цапфа; 7 — шаровые опоры

ности (рис. 5.3, *а*). Для трехосных грузовых автомобилей задняя подвеска может быть выполнена в виде единой тележки с общими элементами подвески по каждому из бортов (рис. 5.3, *б*).

Направляющими элементами в таких подвесках являются поворотные цапфы, листовые рессоры и штанги балансира

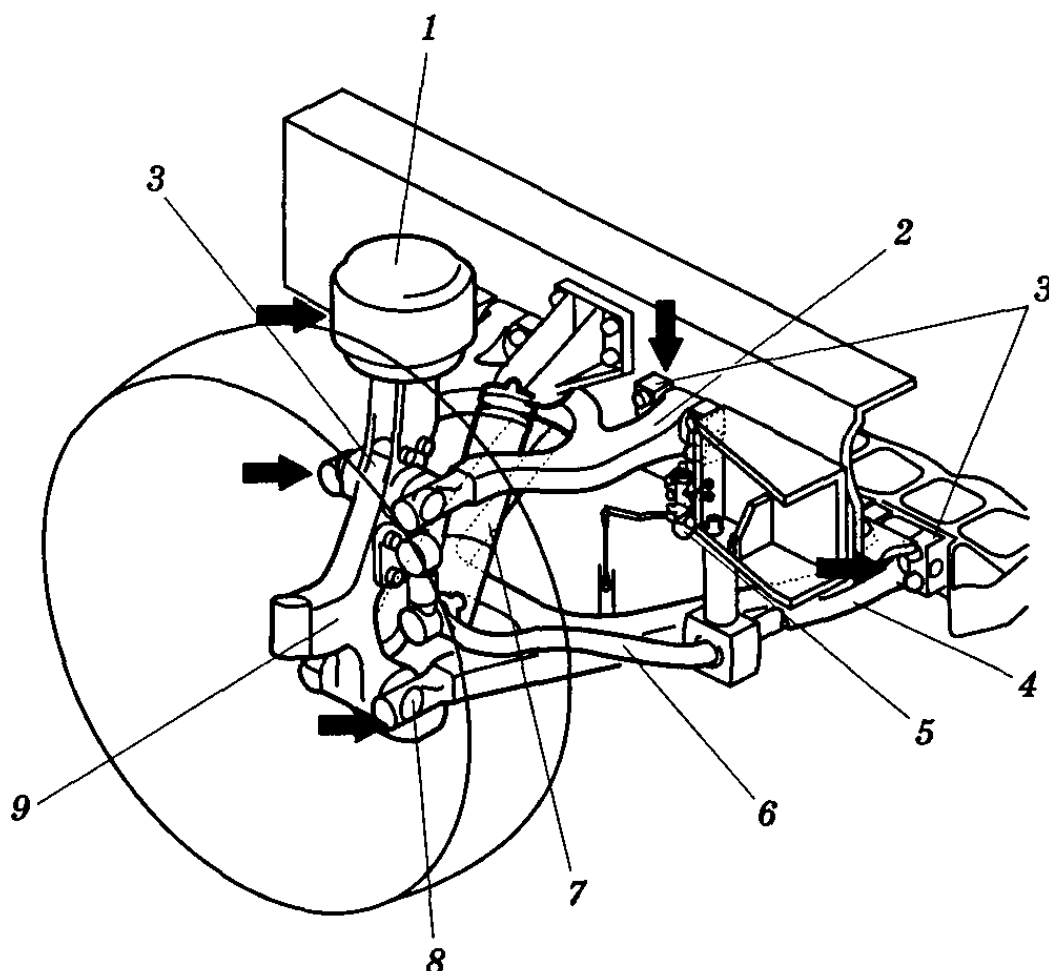


Рис. 5.2. Пневмоподвеска управляемой оси автобуса и основные места ее контроля:

1 — пневморессора; 2 — верхний рычаг; 3, 8 — резинометаллические втулки; 4 — нижний рычаг; 5 — кран управления подвеской; 6 — стабилизатор поперечной устойчивости; 7 — амортизатор; 9 — опорная стойка

устройства. Поворотная цапфа (рис. 5.4) является элементом подвесок управляемых осей и включает шкворневой шарнир, обеспечивающий возможность поворота управляемых колес. 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.

Зависимая пневматическая подвеска может выполняться для каждого колеса транспортного средства 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, но и регулировать его положение по высоте в определенных пределах.

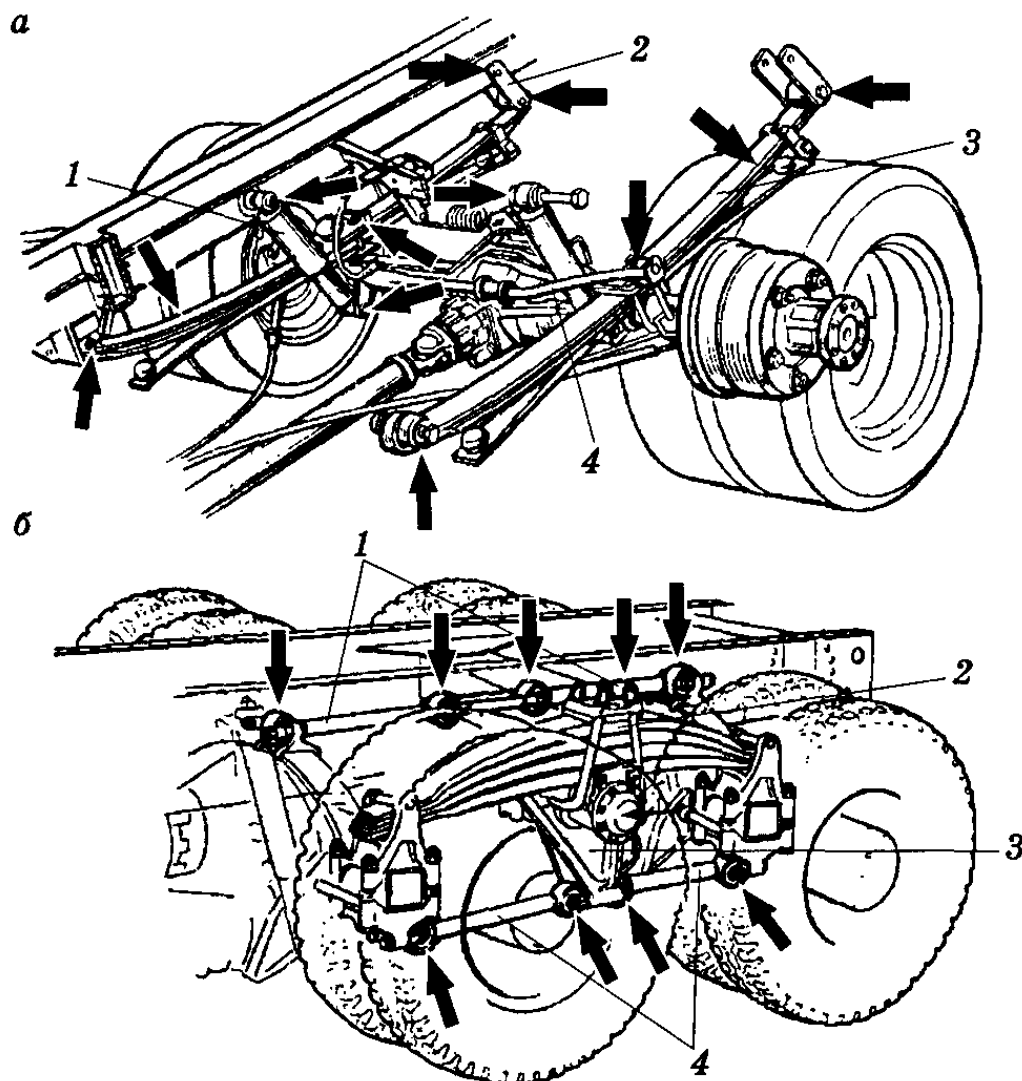


Рис. 5.3. Зависимые рессорные подвески и основные места их контроля:
а — подвеска одиночной оси (1 — амортизатор; 2 — серьга; 3 — рессора; 4 — стабилизатор);
б — балансирующая тележка (1 — верхние реактивные тяги; 2 — рессора; 3 — балансирующее устройство; 4 — нижние реактивные тяги)

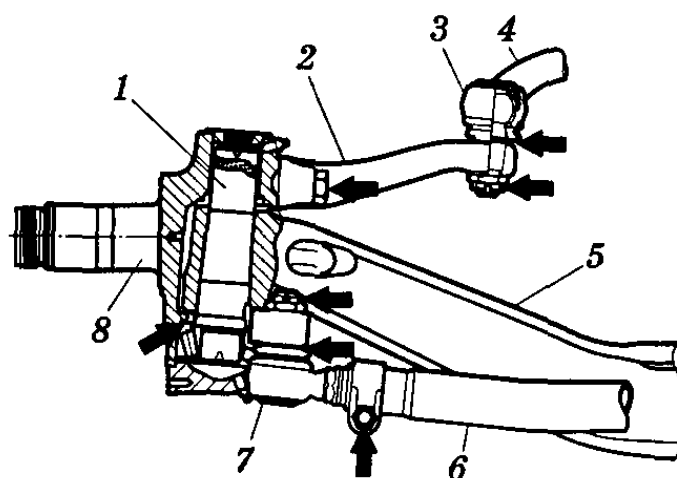


Рис. 5.4. Элементы шкворневой подвески управляемой оси и основные места ее контроля:

1 — шкворень; 2 — поворотный рычаг; 3, 7 — шаровые шарниры рулевых тяг; 4 — продольная рулевая тяга; 5 — балка управляемой оси; 6 — поперечная рулевая тяга; 8 — поворотная цапфа

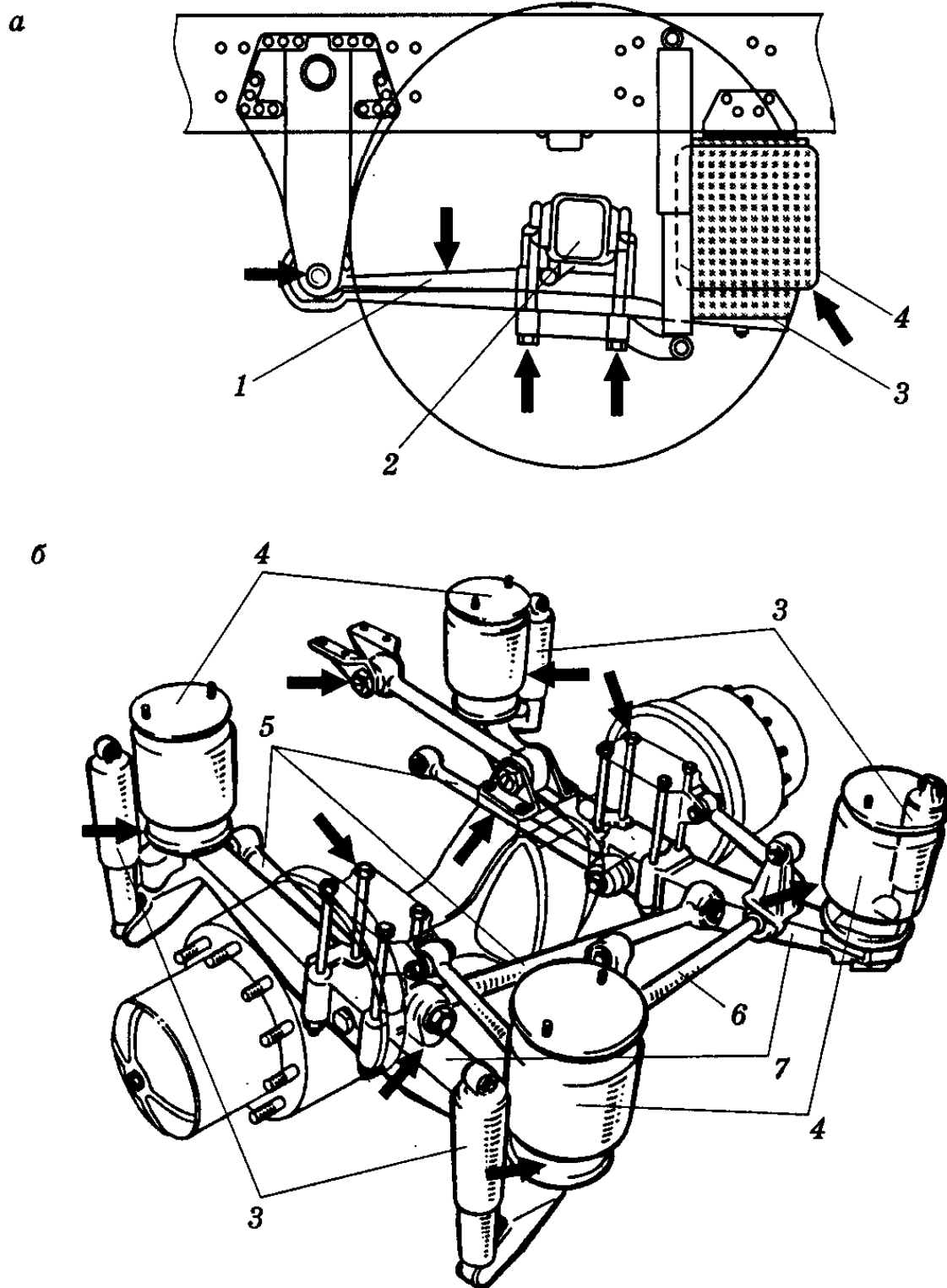


Рис. 5.5. Варианты исполнения пневмоподвесок неуправляемых осей и основные места их контроля:

а — с одной пневморессорой на колесо; *б* — с двумя пневморессорами на колесо; 1 — полурессора; 2 — пневморессора; 3 — амортизатор; 4 — балка оси; 5 — стабилизатор; 6 — опорные кронштейны; 7 — реактивные тяги

На задних осях грузовых автомобилей, а также на осях полуприцепов широкое распространение получила подвеска с одной пневморессорой на колесо (рис. 5.5, *а*). Угловые перемещения полурессоры в кронштейне происходят посредством упругой деформации сайлент-блока.

Задние подвески автобусов, а также передние и задние подвески грузовых автомобилей нередко выполняются по схеме с двумя пневморессорами на колесо (рис. 5.5, б).

5.2. Детектор люфтов в подвеске автомобиля AST 2.0

Электрогидравлический стенд AST 2.0 фирмы МАНА (Германия) предназначен для обнаружения дефектов крепления и зазоров в шарнирных соединениях, сайлент-блоках, кронштейнах амортизаторов ходовой части легковых автомобилей, подвеске двигателя, рулевом приводе, подшипниках ступиц колес, а также для выявления мест возникновения различных посторонних стуков и скрипов. Технические характеристики стенда приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Технические характеристики стенда AST 2.0

Параметр	Значение
Максимальная допустимая нагрузка, т	2
Движение пластин в стороны, мм	+/- 25
Размеры рабочей площадки (д × ш × в), мм	600 × 500 × 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. 5.6).

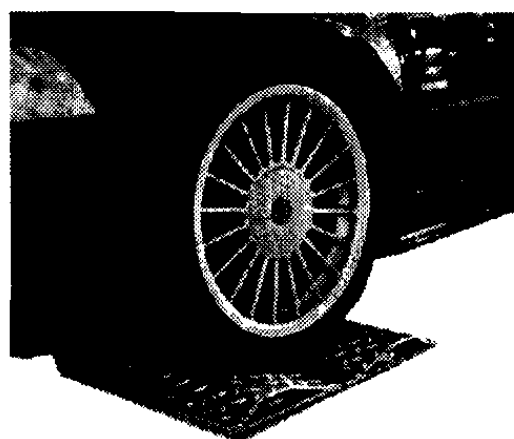


Рис. 5.6. Рабочие пластины стенда AST 2.0

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 можно передвигать с помощью ручного пульта управления (рис. 5.7). Функции его кнопок описаны в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Функции кнопок ручного пульта управления стенда AST 2.0

Кнопка	Функция	Кнопка	Функция
	Включение встречного движения		Движение влево
	Включение синхронного движения		Движение вправо

Для проведения проверки технического состояния подвески на электрогидравлическом стенде AST 2.0 необходимо выполнить следующие операции.

1. Вкатить транспортное средство проверяемой осью на стенд, заглушить двигатель и подложить противооткатные упоры под колеса оси, не установленной на стенде.

2. Включить стенд и провести его через различные режимы движения подвижных площадок.

3. Подсвечивая основные места проверки, определить наличие люфта (выражается видимым существенным взаимным перемещением сопряженных деталей), а также других неисправностей.

Продольные реактивные тяги и шарниры, действующие в продольном направлении, проверяются в режиме продольного перемещения подвижных площадок стенда.

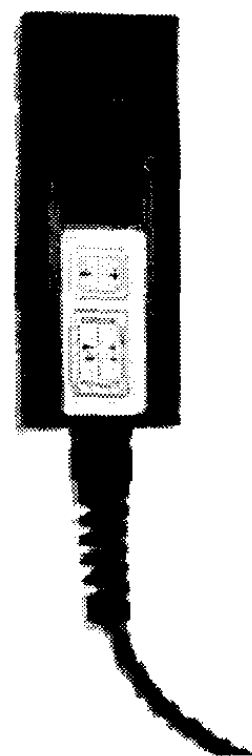


Рис. 5.7. Ручной пульт управления

Нормативные требования к проверке

5.3. подвески транспортного средства

Балки осей транспортного средства должны быть надежно 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 колес должны быть отрегулированы в соответствии с требованиями эксплуатационной документации изготовителя. Ступицы колес должны свободно и равномерно вращаться в обоих направлениях, причем осевой люфт должен соответствовать требованиям изготовителей.

Ослабление затяжки болтовых соединений и люфт карданной передачи не допускаются.

Рессоры должны быть надежно закреплены и не иметь деформаций, повреждений (коррозий, трещин, обломов и смещения листов) и чрезмерного износа накладок. Листы рессор должны быть надежно стянуты, а ушко рессоры — надежно закреплено.

Детали пневматической подвески должны быть надежно закреплены, не иметь повреждений и находиться в работоспособном состоянии.

Деформация пневмоподушек, а также утечки воздуха из узлов пневмоподвески не допускаются.

Регулятор уровня пола (кузова) транспортного средства 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 сайлент-блоках) должны отсутствовать значительные зазоры.

Лабораторная работа № 5

Тема: проверка технического состояния подвески автомобиля.

Цель: изучить методику и современные технические средства проверки технического состояния подвески автомобиля.

Оборудование: автомобиль, детектор люфтов в подвеске AST 2.0.

Порядок проведения работы

1. Изучить основные типы и места контроля технического состояния подвесок.
2. Изучить нормативные требования к элементам подвески транспортного средства.
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.
6. Провести проверку технического состояния подвески автомобиля.

Отчет о выполненной работе

1. Выполнить краткое описание существующих типов подвесок и мест их контроля.
2. Кратко описать конструкцию и принцип работы детектора люфтов в подвеске AST 2.0.
3. Записать данные диагностирования в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Результаты проверки технического состояния подвески

Марка транспортного средства	Тип подвески	Проверяемые элементы	Результаты проверки

4. Сделать вывод о техническом состоянии подвески и дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие типы подвесок вы знаете?
2. Перечислите основные места проверки различных типов подвесок.
3. Какие нормативные требования предъявляются к элементам подвесок транспортного средства?
4. Изложите порядок работы с детектором люфтов в подвеске AST 2.0.

ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ

6.1. Общие сведения об амортизаторах

Амортизаторы создают сопротивление вертикальному перемещению колес относительно кузова, обеспечивают надежный контакт шин с дорогой, препятствуют кренам автомобиля при маневрировании и повышают безопасность и комфортабельность движения.

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 энергоемкости 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. Амортизаторы заполняют специальной жидкостью, вязкость которой зависит от температуры окружающей среды.

Сопротивление колебаниям в *двухтрубном телескопическом амортизаторе* создается в результате перекачивания жидкости через калиброванные отверстия в его клапанах. При увеличении скорости относительных перемещений моста и несущей конструкции автомобиля резко возрастает сопротивление амортизатора. 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. 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 жесткость упругого элемента при ходе сжатия.

Рабочий цилиндр 18 амортизатора и часть окружающего его корпуса резервуара заполнены жидкостью (рис. 6.1). Внутри

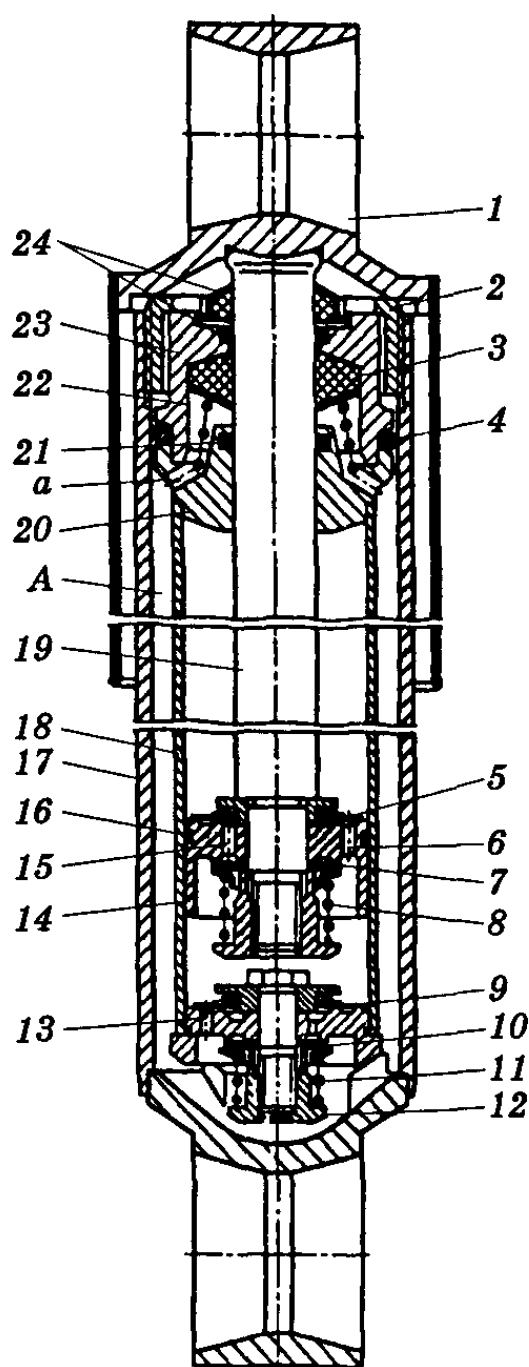


Рис. 6.1. Двухтрубный телескопический амортизатор:

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

цилиндра помещен поршень со штоком 19, к концу которого приварена проушина крепления с балкой моста или рычагами колеса. Сверху рабочий цилиндр закрыт направляющей штока, снизу — днищем, являющимся одновременно корпусом клапана сжатия. В поршне по окружностям разного диаметра равномерно расположены два ряда отверстий.

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 10, 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 пространства в надпоршневое через перепускной клапан отдачи, имеющий слабую пружину и незначительное сопротивление. При этом жидкость, объем которой равен объему 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 сопротивление протеканию жидкости уменьшается.

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 создается жесткостью пружины дискового клапана отдачи. При этом часть жидкости, объем которой равен объему штока, выводимого из цилиндра, перетекает из резервуара в рабочий цилиндр через отверстия наружного ряда и перепускной клапан сжатия.

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.

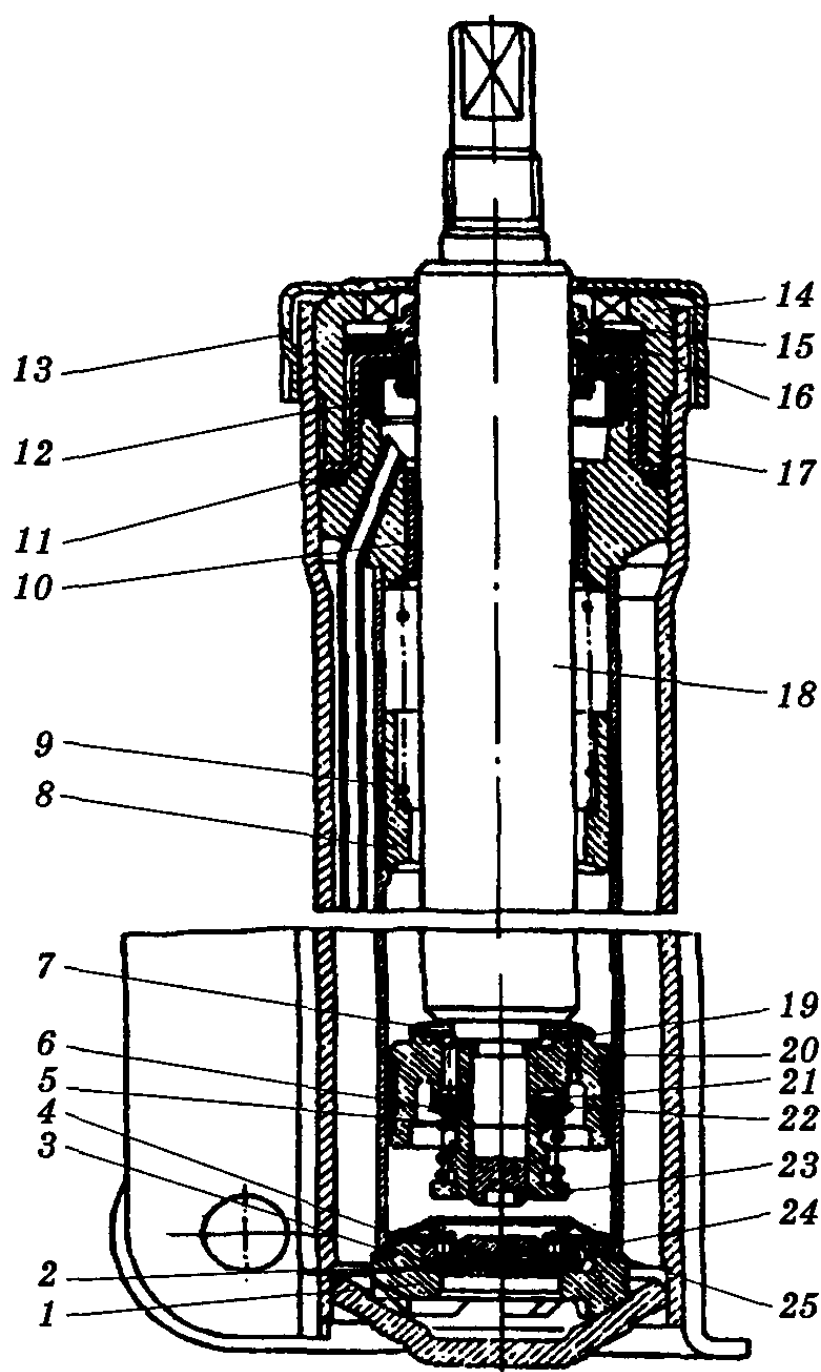


Рис. 6.2. Однотрубный телескопический амортизатор:

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

В отличие от двухтрубного, *однотрубный амортизатор* (рис. 6.2) не имеет отдельного цилиндрического корпуса, его функции выполняет рабочий цилиндр. Поскольку перемещающий поршень шток, вдвигаясь в цилиндр при ходе сжатия и выдвигаясь из него при ходе отдачи, изменяет объем пространства для жидкости, для компенсации изменения этого объема в однотрубном амортизаторе имеется специальная камера, заполненная сжатым газом под давлением до 3 МПа и расположенная в глухом конце рабочего цилиндра. Поэтому такие амортизаторы также называют *газонаполненными*. Для того чтобы газ не смешивался с жидкостью, его изолируют от жидкости поршнем либо мембраной (реже).

В данной конструкции вся используемая жидкость постоянно находится в рабочем цилиндре и не сообщается с внешним резервуаром, как в двухтрубных амортизаторах, поэтому 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, 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 и диски клапана плавно изгибаются, постепенно увеличивая проходные сечения отверстий. В однотрубных амортизаторах весь объем жидкости, перетекающей из одной рабочей полости в другую, подвергается дросселированию.

Следует помнить, что существуют амортизаторы с регрессивной и прогрессивной характеристиками гашения колебаний. *Регрессивные* хорошо гасят боковые (при прохождении поворотов) и про-

дольные (при торможении) крены и плохо поглощают мелкие дорожные неровности. *Прогрессивные* хорошо гасят мелкие неровности, но плохо себя чувствуют при поворотах и торможении. Замена амортизаторов с регрессивной на амортизаторы с прогрессивной характеристикой может привести к повреждению элементов подвески автомобиля.

Основной неисправностью амортизатора является изменение его характеристик, 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, 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 пробой подвески (ход подвески выбирается полностью, а амортизатор не успевает погасить колебание колеса), сопровождаемые сильным ударом в области колеса с неисправным амортизатором. Кроме того, при изношенных амортизаторах:

- увеличивается тормозной путь автомобиля;
- возможен увод в сторону при торможении на средних и высоких скоростях;
- уменьшается реальная грузоподъемность автомобиля (пробой подвески возникают при меньшей загрузке);
- 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 и т.д.

Методы определения технического состояния амортизаторов

6.2.

Существует несколько методов определения состояния амортизаторов:

- визуальный осмотр;
- раскачивание автомобиля;
- проверка степени нагрева;
- оценка поведения автомобиля в движении;
- стендовая диагностика.

Визуальный осмотр предусматривает выявление на поверхности корпуса амортизатора подтеков масла — неопровержимого доказательства потери герметичности и частичного или полного выхода его из строя. Но масляный туман на поверхности корпуса не всегда является признаком неисправности. Из-за слоя грязи найти истинную причину появления масла на корпусе может быть сложно, поэтому амортизатор следует очистить и повторно осмотреть через несколько дней эксплуатации. Возникшие повторно потеки масла говорят о неисправности амортизатора.

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.

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.

Раскачивание автомобиля предполагает раскачивание кузова стоящего автомобиля и оценку состояния амортизаторов по количеству колебательных движений кузова до момента полной остановки.

Существует два способа проведения этого теста. В первом 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. Второй 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 малоэффективна также 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 из-за малого сопротивления на небольших скоростях перемещения кузова будут медленно гасить колебания даже в исправном состоянии.

Проверка степени нагрева. 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 на высокой скорости. При проверке степени нагрева амортиза-

торов, 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.

Работоспособность амортизаторов по степени нагрева проверяют очень редко. Объясняется это неудобством проведения такой проверки, так как амортизаторы, как правило, находятся в труднодоступных местах.

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 становится плохо управляемым, особенно на неровной дороге, 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. Увеличивается также остановочный путь при торможении.

По уровню комфорта определить неисправность амортизаторов удастся не всегда. Только когда автомобиль оснащен спортивными газовыми амортизаторами, поломка заметна благодаря исчезновению характерной жесткости.

Стендовая диагностика — самый точный способ определения состояния амортизаторов. Существует два метода данной проверки:

- 1) на автомобиле, установив его колеса на рабочие площадки вибрационного стенда;
- 2) сняв амортизатор и проверив величину демпфирующего усилия на специальном измерительном стенде.

Второй метод дает более точные результаты, однако из-за неудобств и сложностей, связанных с необходимостью снимать амортизаторы, он не нашел широкого 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 приподнимают на высоту 10 см, а затем резко опускают, 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 (метод измерения сцепления с дорогой) и резонансный метод измерения амплитуды колебаний BOGE/МАНА.

Метод стендовой диагностики EUSAMA заключается в использовании вибрационных колебаний измерительной пластины с заданной частотой (рис. 6.3). Диагностика проводится следующим образом:

1. Измеряется статический вес колеса (в состоянии покоя).
2. Осуществляется периодическое возбуждение колебаний с частотой 25 Гц, при этом измерительная плата перемещается как жесткое звено. Получившийся в результате динамический вес колеса сравнивается со статическим весом.
3. Рассчитывается сцепление с дорогой относительно веса колеса (в %). Например: статический вес колеса (при 0 Гц) равен

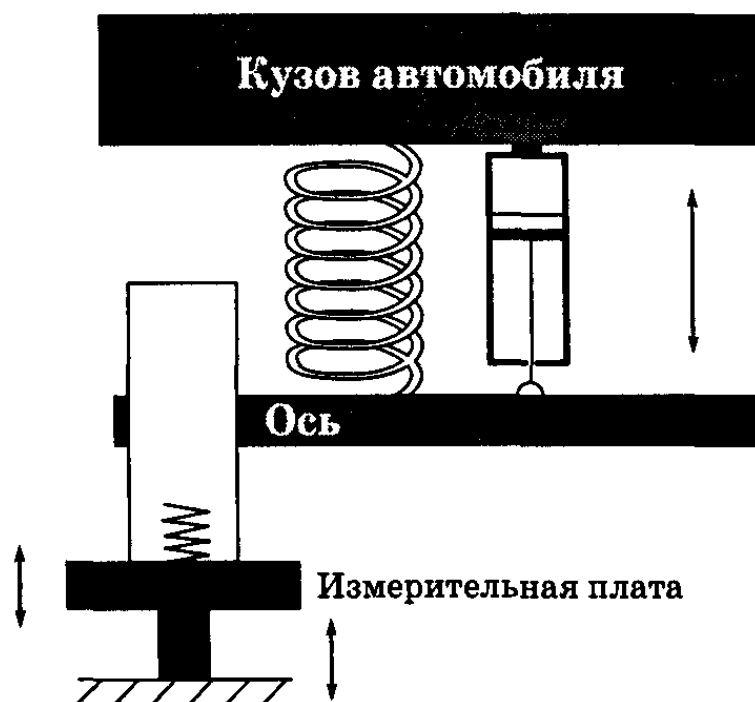


Рис. 6.3. Схема метода EUSAMA

550 кг, динамический вес (при 25 Гц) — 275 кг. Сцепление с дорогой (динамический вес/статический вес) составит 50 % (550/275).

Данный метод имеет и ряд недостатков:

- результаты измерений зависят от давления воздуха в шине диагностируемого автомобиля;

- приложение постоянных внешних сил и боковых сил (напряжение) оказывает влияние на боковое перемещение автомобиля, что сказывается на результатах тестирования;

- при диагностировании колесо должно располагаться 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* (рис. 6.4), заключающийся в том, что на каждой оси автомобиля поочередно производится возбуждение колебаний измерительной платы с частотой 16 Гц. Частота колебаний увеличивается до возникновения резонанса подвески, при котором достигается максимальный ход амортизаторов. Затем принудительное возбуждение колебаний прекращается и производится анализ картины затухающих колебаний.

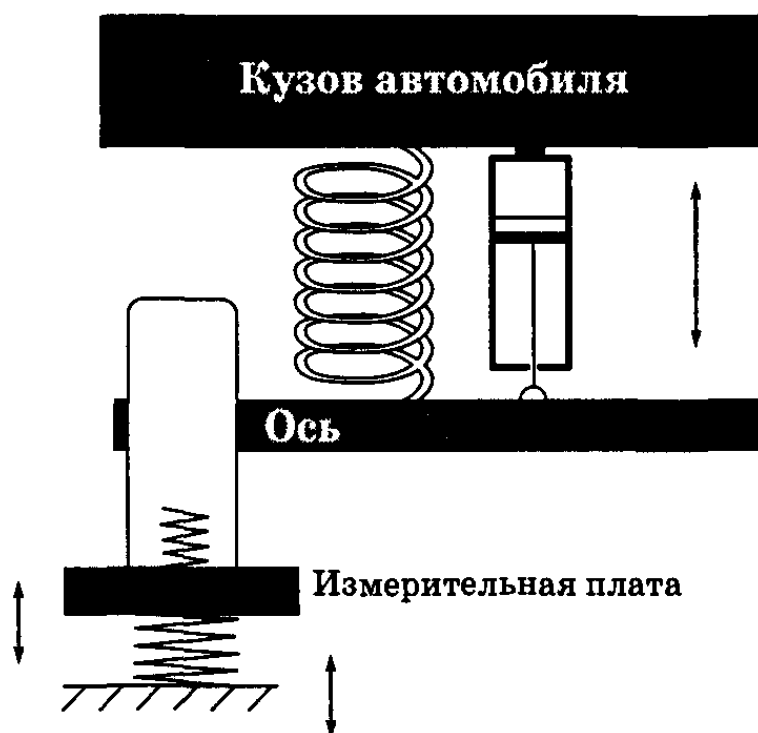


Рис. 6.4. Схема метода BOGE/МАНА

Данный метод позволяет определить степень износа амортизаторов относительно эталона.

Достоинства данного метода заключаются в следующем:

□ рабочие характеристики амортизатора определяются в «дроссельном» 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.

Данный метод диагностики амортизаторов рекомендован к применению ведущими автопроизводителями (например, Даймлер-Крайслер, БМВ и др.).

Стенд для проверки амортизаторов

6.3. фирмы МАНА

Стенд для проверки амортизаторов фирмы МАНА состоит из напольного блока SA 2 (FWT 1 Euro) и управляющего модуля. Технические характеристики стенда приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Технические характеристики

Параметры	SA 2 (FWT 1 Euro)
Диапазон измерений:	
максимальная частота, Гц	16
максимальный ход, мм	100
Точность дисплея	1 % от крайнего значения диапазона измерений
Размеры напольного узла (д × ш × в), мм	2320 × 800 × 280
Ширина колеи, мм:	
максимум	2200
минимум	800
Ход возбуждения, мм	9 (7,5)

Окончание табл. 6.1

Параметры	SA 2 (FWT 1 Euro)
Частота возбуждения, Гц	≈ 16
Осевая нагрузка, кг, нормальная/усиленная	1100/2000
Общий вес, кг	≈ 500
Напряжение питания/предохранитель	400 В, 3 фазы, 50 Гц / 16 А
Мощность мотора, кВт	2 × 1,3 (2 × 1,1)

Проверка производится следующим образом:

1. Въехать на стенд передней осью. Измерения начинаются автоматически после изменения веса на платах при заезде на стенд. На мониторе компьютера появится экран, показанный на рис. 6.5, а. Надпись «ПО» в верхнем правом углу экрана означает, что измерения проводятся для передней оси. Одновременно значок передней оси на схеме автомобиля загорается красным.

2. Автоматически определяется вес оси в килограммах и выводится на экран.

3. Начинает колебаться левая плата стенда. Измеряемые значения изображаются на графике кривой красного цвета, а также выводятся на экран в числовой форме («Махаметр») и процентах.

4. Начинает колебаться правая плата стенда. Измеряемые значения правого амортизатора изображаются на графике в виде кривой синего цвета; числовые значения также выводятся на экран.

5. Проверка задних амортизаторов выполняется, когда задняя ось автомобиля проехала через стенд проверки бокового увода колеса на платы стенда амортизаторов. На экране появляется окно, изображенное на рис. 6.5, б. Надпись «ЗО» в правом верхнем углу означает, что измерения проводятся для задней оси. Одновременно значок задней оси на схеме автомобиля загорится красным.

Вмешаться в автоматическую процедуру проверки можно, повторно въехав на площадку стенда проверки амортизаторов. При этом необходимо убедиться, что на экране указана нужная ось, при необходимости следует переключить систему при помощи соответствующих клавиш. Измерения будут повторены автоматически.

а



б



Рис. 6.5. Вид экрана в режиме проверки:
а — передней оси, б — задней оси

6.4. Нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов автомобилей

Амортизаторы должны быть работоспособны и надежно закреплены.

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);

□ наличие стуков, скрипов и других шумов, за исключением звуков, которые связаны с перетеканием жидкости через клапанную систему;

□ 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 — 40...70 % (70...90 %);

□ дефектное — менее 40 % (40...70 %).

Результаты оценки состояния амортизаторов не должны отличаться по бортам транспортного средства более чем на 25 %.

При проверке амортизаторов по методу измерения амплитуды (МАНА) их состояние характеризуется следующими соотношениями:

□ хорошее — 11...85 мм (для задней оси массой до 400 кг — 11...75 мм);

□ плохое — менее 11 мм;

□ изношенное — более 85 мм (для задней оси массой до 400 кг — более 75 мм).

Разница хода колес не должна превышать 15 мм.

Дефектом считается и отклонение формы кривых диаграмм от эталонной (рис. 6.6).

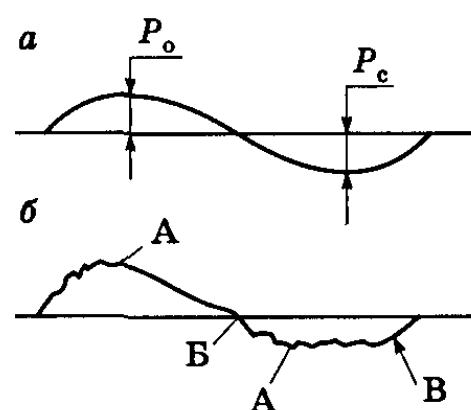


Рис. 6.6. Диаграммы работы исправного (а) и дефектного (б) амортизаторов: А, Б, В — участки, свидетельствующие о наличии соответственно эмульсирования жидкости, «провала» и «подпора»; P_o , P_c — силы сопротивления при ходе отбоя и ходе сжатия

Лабораторная работа № 6

Тема: проверка технического состояния амортизаторов.

Цель: изучить методику и современные технические средства проверки технического состояния амортизаторов автомобилей.

Оборудование: стенд для проверки амортизаторов SA2/FWT.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию амортизаторов, существующие методы их проверки и нормативные требования к техническому состоянию амортизаторов.
2. Изучить конструкцию и технические характеристики стенда для проверки амортизаторов SA2/FWT и методику проверки технического состояния амортизаторов.
3. Установить автомобиль диагностируемой осью на площадке стенда.
4. Выбрать проверяемую ось в программе стенда с помощью функциональных клавиш.
5. Провести измерения.
6. При необходимости вывести измеренные данные на печать.

Отчет о выполненной работе

1. Кратко описать существующие способы проверки технического состояния амортизаторов, конструкцию и принцип работы диагностического стенда SA2/FWT.
2. По результатам диагностирования заполнить табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты проверки технического состояния амортизаторов

Марка автомобиля	Проверяемая ось	Измеренные значения	Результаты проверки

3. Сделать вывод о техническом состоянии амортизаторов и дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие типы амортизаторов существуют? Назовите их отличительные особенности.
2. Какие существуют способы проверки амортизаторов? В чем их сущность?
3. Назовите основные неисправности амортизаторов и их возможные причины.
4. Объясните принцип проверки амортизаторов методом измерения сцепления с дорогой.
5. Объясните принцип проверки амортизаторов методом измерения амплитуды.
6. Какие нормативные требования предъявляются к автомобильным амортизаторам?

ПРОВЕРКА СУММАРНОГО ЛЮФТА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Общие сведения о рулевом управлении

Рулевое управление предназначено для задания водителем направления движения автомобиля.

Рулевое управление современного автомобиля включает следующие устройства:

- 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 — 440...550 мм. Рулевое колесо спортивных автомобилей имеет меньший диаметр.

Рулевая колонка обеспечивает соединение рулевого колеса с рулевым механизмом. Она представляет собой рулевой вал, имеющий несколько шарнирных соединений. На современных автомобилях предусмотрено механическое или электрическое регулирование положения рулевой колонки 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 усилия, приложенного к рулевому колесу, и передачи его рулевому приводу. В качестве рулевого механизма используются два типа рулевых механизмов: реечный и с шариковой гайкой (рис. 7.1).

Реечный рулевой механизм (рис. 7.2) состоит из шестерни 1, установленной на валу рулевого колеса и связанной с зубчатой

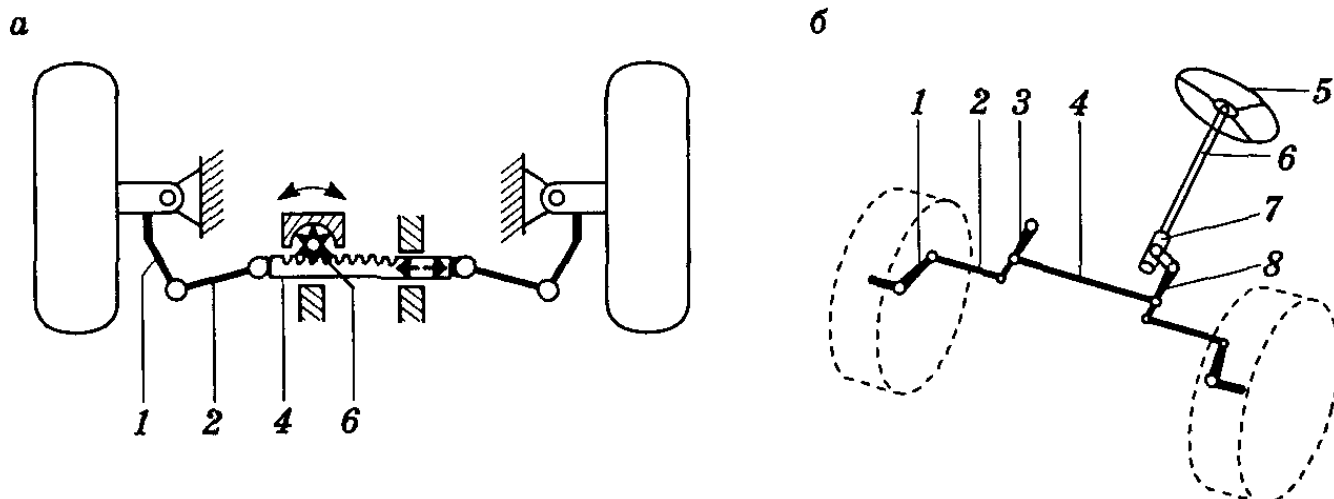


Рис. 7.1. Схема рулевого управления:

а — реечное; б — с шариковой гайкой; 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

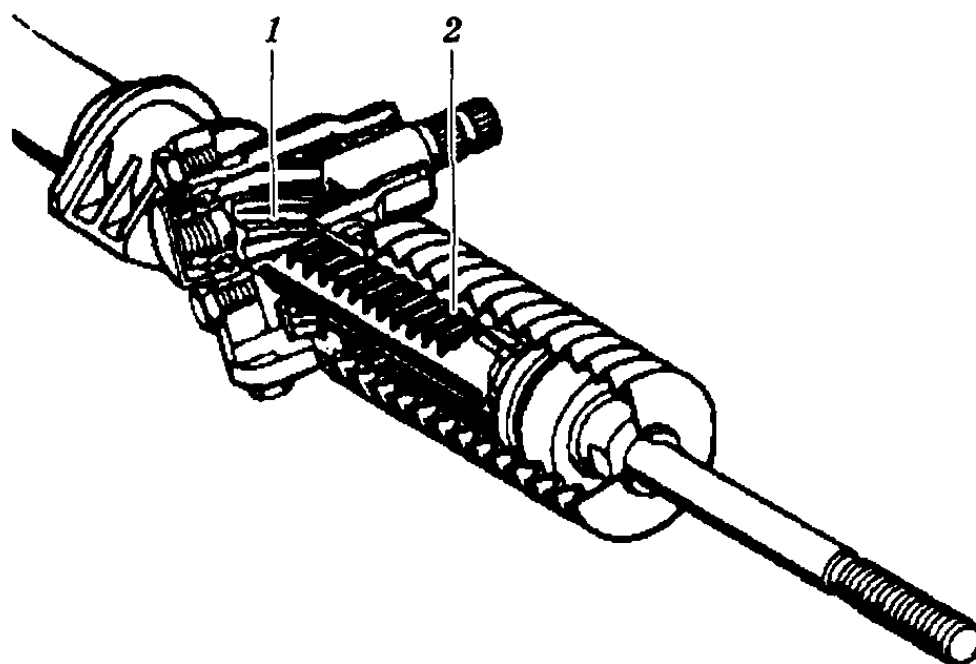


Рис. 7.2. Реечный рулевой механизм:

1 — шестерня; 2 — зубчатая рейка

рейкой 2. При вращении рулевого колеса рейка перемещается в одну или другую сторону и через рулевые тяги поворачивает колеса.

Рулевой механизм с шариковой гайкой (рис. 7.3) применяют на многих грузовиках и внедорожниках. Эта система несколько отличается от системы реечного рулевого механизма. В рулевом механизме с шариковой гайкой есть так называемый червяк.

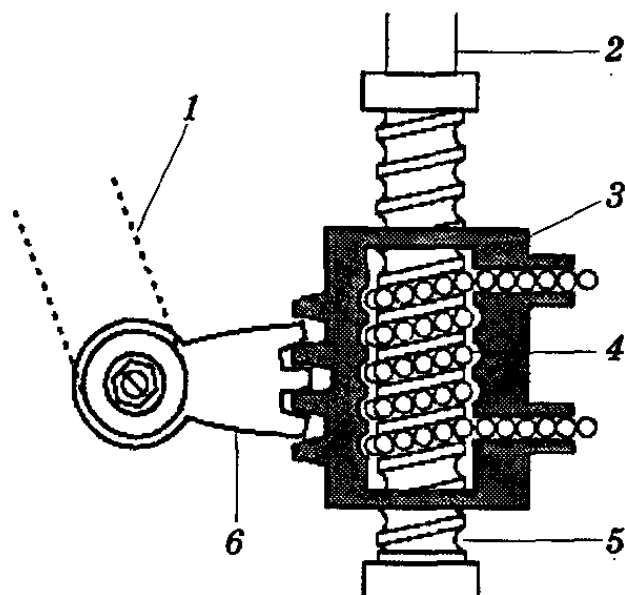


Рис. 7.3. Рулевой механизм с шариковой гайкой:

1 — сошка; 2 — вал рулевого колеса; 3 — гайка рулевого механизма с рейкой; 4 — рециркулирующие шарики; 5 — винт рулевого механизма; 6 — зубчатый сектор

Мысленно его можно разделить на две части. Первая часть представляет собой металлический блок 3 с резьбой (зубьями), который приводит во вращение рулевую сошку. 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 движет блок, который в свою очередь движет червяк.

Винт не соприкасается с блоком резьбой, поскольку она заполнена шариками, циркулирующими по механизму и уменьшающими трение, износ и засорение. Если в рулевом механизме не будет шариков, то на какое-то время зубья не будут соприкасаться друг с другом и руль потеряет жесткость.

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 и состоит из корпуса, вкладышей, шарового пальца и защитного чехла. Для удобства эксплуатации шаровой шарнир выполнен в виде съемного наконечника рулевой тяги.

Прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления

7.2. автотранспортных средств ИСЛ-401М

Прибор ИСЛ-401М (табл. 7.1) предназначен для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств, в том числе легковых и грузовых автомобилей, автобусов и др., методом прямого измерения угла поворота рулевого колеса относительно начала поворота управляемых колес в соответствии с ГОСТ 51709–2001. Он предназначен для работы в закрытых помещениях и на открытом воздухе при температуре окружающей среды от -10 до $+40$ °С и влажности до 95 % (при температуре $+25$ °С).

Вывод данных на компьютер обеспечивается через порт RS-232 в соответствии с протоколом обмена данными ЛТК Новгородского завода ГАРО.

Таблица 7.1

Технические характеристики ИСЛ-401М

Параметр	Значение параметра
Диапазон измерения угла суммарного люфта рулевого управления	$0...30^\circ$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения угла суммарного люфта рулевого управления	$\pm 0,5^\circ$
Угол регистрации начала поворота управляемого колеса	$0,06^\circ \pm 0,01$
Габаритные размеры, мм, не более:	
основного блока (ОБ)	$400 \times 115 \times 110$
датчика начала поворота управляемого колеса (ДНП)	$445 \times 150 \times 310$

В состав прибора входят два функциональных блока, а также дополнительные изделия, обеспечивающие их работу:

- основной блок (рис. 7.4);
- измерительный блок (рис. 7.5);
- датчик начала поворота управляемого колеса (позиция 3 на рис. 7.6);

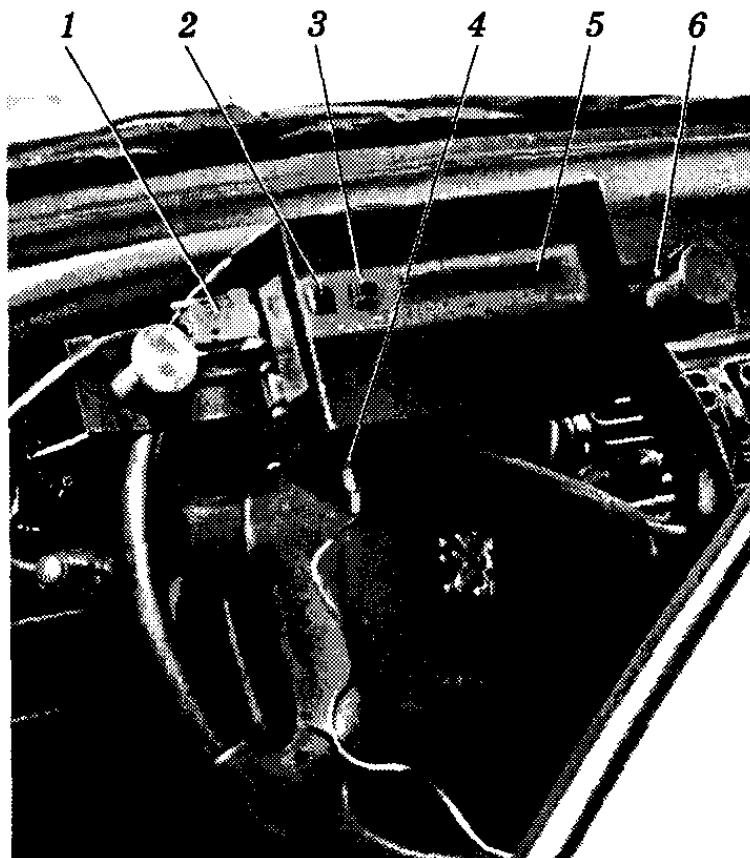


Рис. 7.4. Основной блок:

1 — сигнальный разъем; 2 — кнопка «Вкл»; 3 — кнопка «Сброс»;
4 — разъем питания; 5 — индикатор; 6 — захват

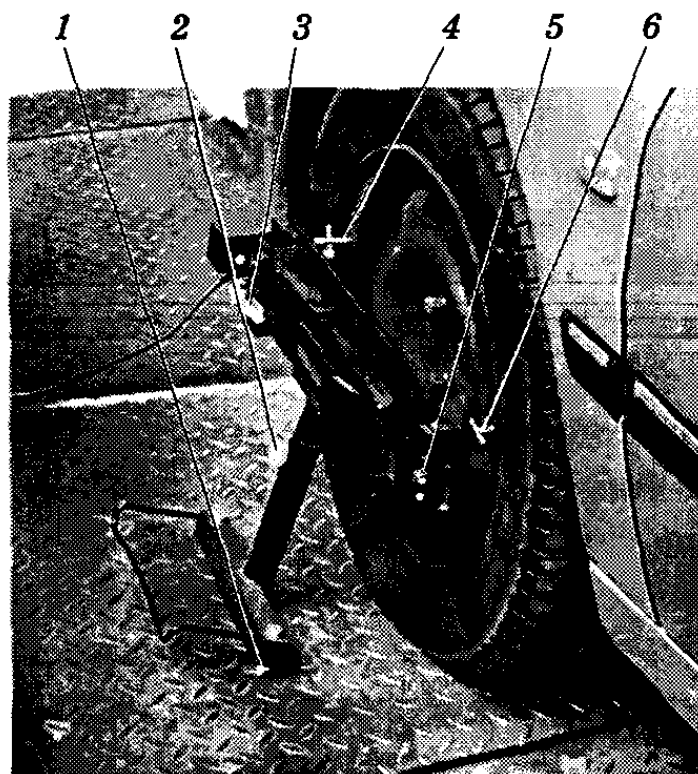


Рис. 7.5. Измерительный блок:

1 — опора; 2 — винт; 3 — флажок; 4, 6 — упоры; 5 — гнездо датчика
начала поворота колеса

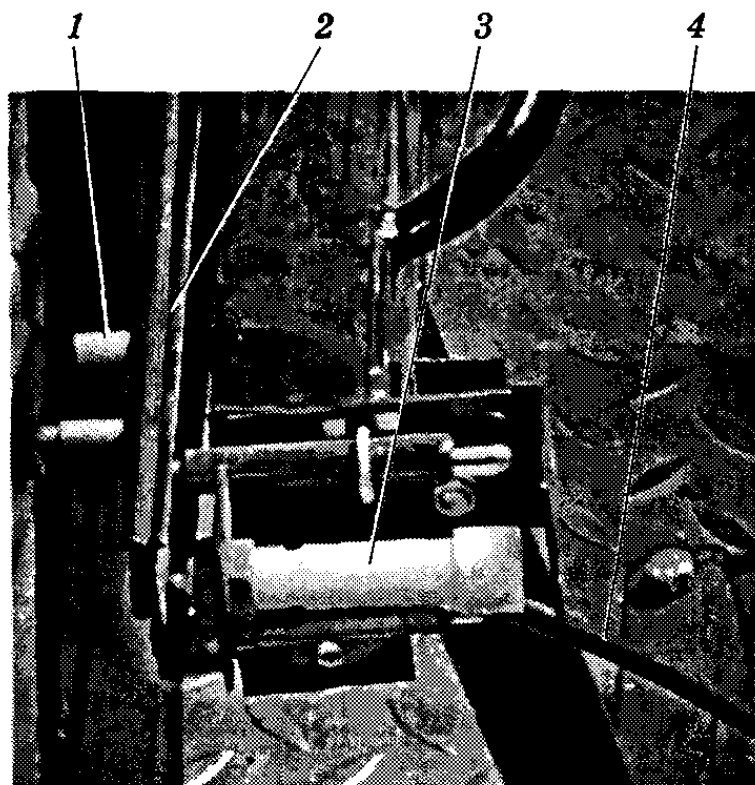


Рис. 7.6. Сенсорная часть измерительного блока:

1 — втулка; 2 — опорная планка; 3 — датчик начала поворота управляемого колеса; 4 — кабель питания

□ упоры (позиции 4 и 6 на рис. 7.5) и длинные упоры, которые устанавливаются, когда выступающая ось колеса не позволяет установить датчик начала поворота колеса с упорами на диск колеса;

□ зарядное устройство для зарядки встроенного аккумулятора от сети 220 В; подключается к гнезду датчика начала поворота колеса (позиция 5 на рис. 7.5);

□ кабель питания от гнезда прикуривателя — используется, для подачи питания к прибору от прикуривателя автомобиля или другого источника питания 12 В, который подключается к гнезду основного блока (позиция 4 на рис. 7.4).

Основной блок прибора устанавливается и фиксируется захватом (позиция 6 на рис. 7.4) за обод рулевого колеса проверяемого автотранспортного средства. Датчик начала поворота устанавливается у колеса упорами на внешнюю вертикальную плоскость диска колеса и подключается к основному блоку кабелем через разъем (позиция 1 на рис. 7.4).

При вращении рулевого колеса с закрепленным на нем основным блоком влево, датчик начала поворота дает команду микропроцессору основного блока на начало отсчета 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 датчик начала поворота дает команду микропроцессору на завершение отсчета, а инженер-диагност слышит звуковой сигнал для прекращения измерений. На индикаторе высвечивается результат измерения.

Нормативные требования к проверке суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств

7.3.

Основные эксплуатационные требования к элементам рулевого управления в Республике Беларусь установлены государственным стандартом СТБ 1641–2006*.

Проверка технического состояния рулевого управления проводится в соответствии со следующими требованиями:

1. Изменение усилия во всем диапазоне поворота рулевого колеса должно быть плавным.

2. Не допускается самопроизвольный поворот рулевого колеса транспортного средства с усилием рулевого управления при работающем двигателе.

3. 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°.

4. Рулевое колесо должно быть надежно закреплено, не иметь повреждений и люфта в соединении с валом рулевой колонки.

5. Не допускается подвижность рулевой колонки в плоскостях, проходящих через ее ось. Рулевая колонка должна надежно соединяться с сопрягаемыми деталями и не иметь повреждений. Устройство фиксации положения рулевой колонки с регулируе-

* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51709–2001.

мым положением рулевого колеса, а также устройство против несанкционированного использования транспортного средства должны быть в работоспособном состоянии.

6. Рулевой механизм должен быть отрегулирован и надежно закреплен. Не допускается применение деталей со следами остаточной деформации, с трещинами и другими дефектами.

7. Усилитель рулевого управления, предусмотренный изготовителем, должен быть закреплен и работоспособен. Не допускается повреждение его деталей, в том числе трубопроводов и гибких шлангов, а также подтекание рабочей жидкости в гидравлической системе усилителя.

8. Натяжение ремня привода насоса усилителя рулевого управления и уровень рабочей жидкости в его бачке должны соответствовать требованиям, установленным изготовителем транспортного средства в эксплуатационной документации.

9. Максимальный поворот рулевого колеса должен ограничиваться только устройствами, предусмотренными конструкцией транспортного средства.

10. Рулевые тяги и рычаги поворотных цапф должны быть надежно затянуты и зафиксированы от отворачивания. Не допускается люфт в соединениях рычагов поворотных цапф и шарнирах рулевых тяг. Пылезащитные устройства должны быть без повреждений.

Порядок измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств с помощью прибора ИСЛ-401М

7.4.

Измерение суммарного люфта рулевого управления автомобиля с помощью прибора ИСЛ-401М проводится следующим образом:

1. Привести управляемые колеса транспортного средства в положение, примерно соответствующее прямолинейному движению, при этом двигатель транспортного средства, оборудованного усилителем рулевого управления, должен работать. Колеса должны находиться на сухой, твердой и ровной поверхности. Транспортное средство должно быть заторможено.

2. Установить основной блок на рулевом колесе автотранспортного средства.

3. Вкрутить в датчик начала поворота упоры (позиции 4 и 6 на рис. 7.5) и установить его к управляемому колесу.

Удерживая корпус датчика в горизонтальном положении, приставить упор к плоскому участку поверхности диска колеса; нажимая на втулку 1 (рис. 7.6), подвинуть второй упор до касания аналогичного участка диска колеса с другой стороны относительно оси его поворота. При этом нижние концы опор измерительного блока должны опираться в пол без скольжения. Если не удастся произвести правильную установку упоров, необходимо, ослабив винт (позиция 2 на рис. 7.5), установить высоту прибора, при которой есть возможность правильной установки упоров.

Необходимо помнить, что:

- при замере люфта не допускается опирать упоры о покрышку колеса, так как это приводит к ошибочным результатам замера;
- в местах касания упоров диск колеса должен быть чистым;
- допускается опирать упоры на декоративный колпак при условии, что он закреплен на диск колеса без люфтов;
- если выступающая ось колеса не позволяет установить упоры на диск колеса, следует заменить их на более длинные.

Отмотать необходимую для подключения к основному блоку длину кабеля, закрепленного на измерительном блоке. Подключить блоки с помощью разъема (позиция 1 на рис. 7.4).

4. После включения прибора нажатием до фиксации кнопки «Вкл» (позиция 2 на рис. 7.4) должен прозвучать короткий сигнал, а на индикаторе 5 появится сообщение «ИСЛ-401М».

5. После того как на индикаторе высветится сообщение «ВРАЩАЕМ РУЛЬ ↑», плавно и медленно вращать рулевое колесо в направлении, указанном на индикаторе (против часовой стрелки), до подачи прибором звукового сигнала. С этого момента измерение угла не производится и необходимо вернуть рулевое колесо в исходное положение.

При этом следует помнить, что 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 с нажатием на кноп-

ку «Вкл» выключить прибор, а затем включить его нажатием до фиксации этой же кнопки.

6. После подачи прибором звукового сигнала на индикаторе изменится направление стрелки, указывающей сторону вращения («ВРАЩАЕМ РУЛЬ ↓»), и нужно повернуть руль по часовой стрелке.

7. На индикаторе высветится результат измерения: «Сум. люфт = XX° XX'», после которого можно нажать кнопку «Сброс» (позиция 3 на рис. 7.4) для повторного замера или выключить питание прибора, нажав кнопку «Вкл».

8. После выключения прибора на датчике начала поворота следует зафиксировать опорную планку (позиция 2 на рис. 7.6) поворотом флажка (позиция 3 на рис. 7.5) в положение «ЗАКРЫТО» (вертикальное).

Для проверки рулевого управления от другого управляющего колеса данного автотранспортного средства необходимо повторить пп. 3–7.

Если загорелась надпись «Заряди аккумулятор», можно продолжать замеры, запитав основной блок от бортовой сети автомобиля через специальное гнездо (позиция 4 на рис. 7.4) с помощью входящего в комплект кабеля питания от гнезда прикуривателя.

После проведения всех измерений необходимо отсоединить разъем кабеля, соединяющего основной блок с датчиком начала поворота, снять прибор с рулевого колеса за ручки захвата и произвести зарядку аккумулятора.

Лабораторная работа № 7

Тема: измерение суммарного люфта рулевого управления.

Цель: изучить методику и современные технические средства измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств.

Оборудование: прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

Порядок выполнения работы

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. 7.2.

Таблица 7.2

**Результаты измерения суммарного люфта
рулевого управления автомобиля**

Марка транспорт- ного средства	Тип рулевого управления	Значение люфта рулевого колеса	Замечания

Отчет о выполненной работе

1. Кратко описать существующие конструкции рулевого управления автомобилей.

2. Кратко описать конструкцию и принцип работы прибора для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств ИСЛ-401М.

3. На основе результатов измерения заполнить табл. 7.2.

4. Сделать вывод о пригодности проверяемого рулевого управления нормативным требованиям и дать рекомендации по устранению имеющихся замечаний.

Контрольные вопросы и задания

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.

Общие сведения о системах

8.1. освещения автомобиля

Техническое состояние системы освещения автомобиля во многом определяет безопасность движения не только в темное время суток, но и в дневное время.

Современные автомобили оборудуют следующими обязательными осветительными и светосигнальными приборами:

- ☐ фары с дальним и ближним светом;
- ☐ фонари указателей поворотов;
- ☐ сигналы торможения и движения задним ходом;
- ☐ передние и задние габаритные огни;
- ☐ фонари освещения номерного знака.

Кроме указанных приборов, для облегчения управления в трудных метеорологических условиях, информирования участников движения о присутствии, габаритах и состоянии автомобиля применяются дополнительные приборы: противотуманные фары и противотуманные задние фонари, стояночные огни, контурные огни, системы аварийного состояния транспортного средства.

Техническое обслуживание систем

8.2. освещения

Техническое обслуживание систем освещения включает следующие операции:

- ☐ проверку состояния осветительных ламп и проводки;
- ☐ замену неисправных ламп;
- ☐ устранение повреждения изоляции проводов;
- ☐ осмотр соединительных клемм и их креплений;
- ☐ проверку целостности резиновых втулок в местах, где провода проходят через отверстия металлических деталей кузова;

□ очистку от пыли и грязи отражателей и рассеивателей фар и фонарей, проверку их действия;

□ периодическую регулировку установки фар.

Установку фар проверяют и регулируют на отдельном посту или на линии технического обслуживания при помощи настенного или переносного экрана (рис. 8.1) или специальных оптических приборов.

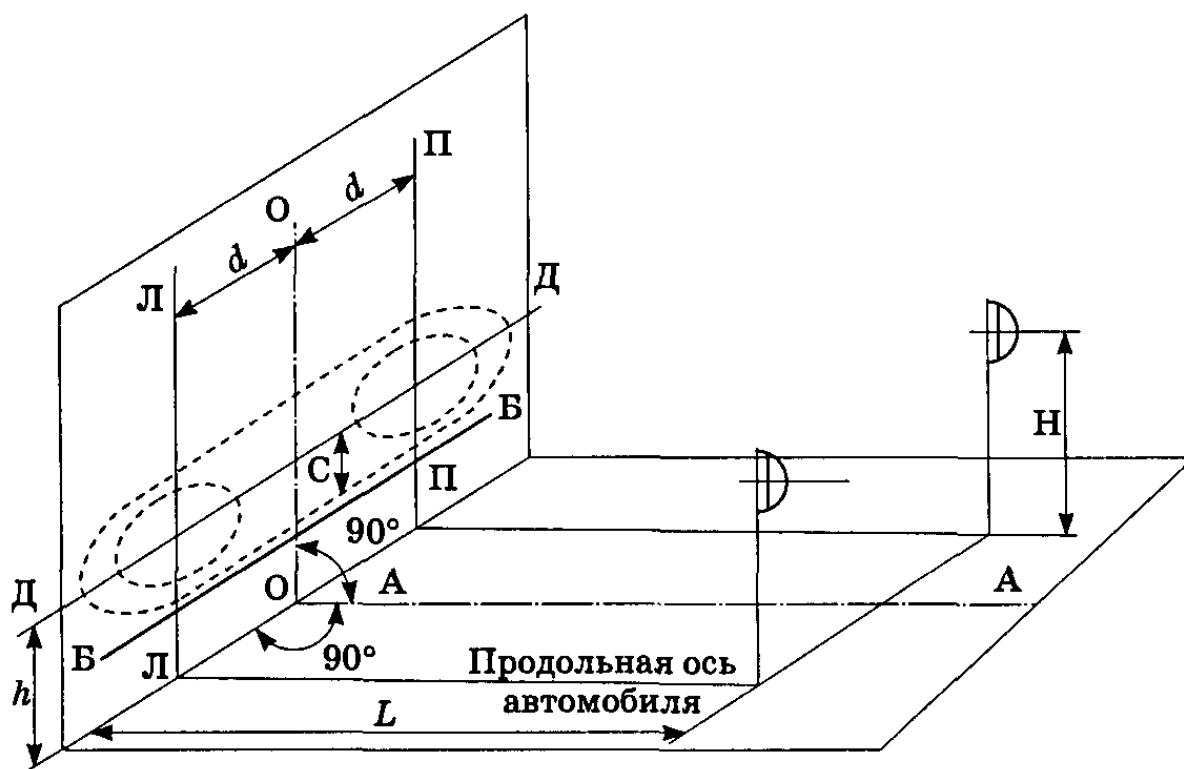


Рис. 8.1. Экран для регулирования фар автомобилей

На белом экране размером $2,5 \times 1,5$ м черной краской наносят горизонтальную линию Д–Д на высоте h от плоскости площадки, на которой установлен автомобиль, и две вертикальные линии Л–Л и П–П, отстоящие от вертикальной осевой линии экрана О–О на расстояние d , равное половине расстояния между центрами рассеивателей фар.

Величину h определяют по формуле, которая учитывает снижение угла наклона светового потока фар при регулировке их на ненагруженном автомобиле:

$$h = H - \frac{14LN}{10^3}, \quad (8.1)$$

где H — высота центров рассеивателей фар над площадкой, на которой установлен автомобиль, м; L — расстояние от рассеивателей фар до плоскости экрана, м (выбирают в пределах 10...12 м).

Рассчитанное по формуле (8.1) значение h обеспечивает освещенность не менее 2 лк на расстоянии 100 м.

Ниже линии Д–Д на расстоянии С 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 $L = 10$ м расстояние С должно составлять 0,495 м, для $L = 12$ м — 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, отбрасываемого 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 установку фары регулируют в зависимости от ее конструкции. Затем таким же способом проверяют 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 света фары с передачей данного светового пятна на встроенный экран.

Камера (рис. 8.2) состоит из линзы Френеля 1, фокусирующей свет фар на расположенном от нее на расстоянии 100...500 мм

экране 3. Экран снабжен устройством для перемещения в вертикальной плоскости — стойкой 2, а на его поверхности нанесена разметка. В фокусе линзы установлен фотоэлемент 4, который через выключатель 6 подключается к показывающему прибору 5.

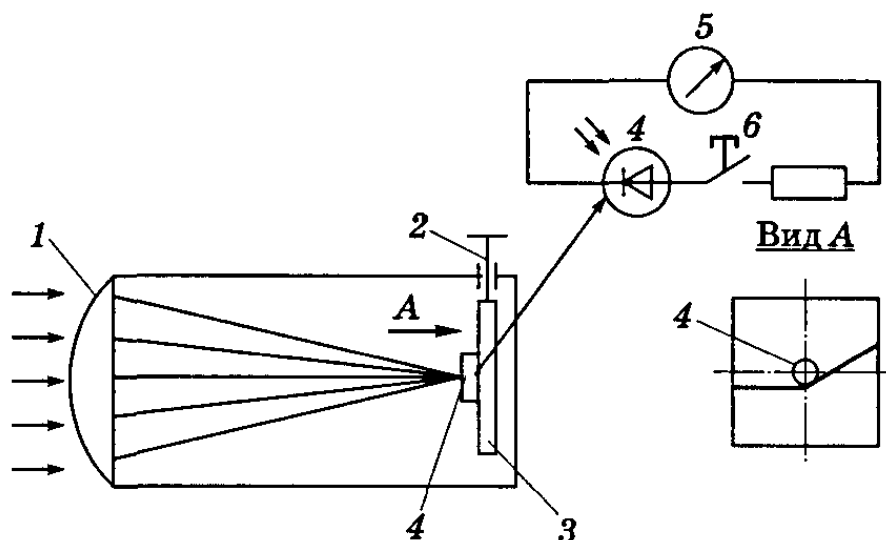


Рис. 8.2. Схема оптической камеры прибора для проверки и регулировки света фар:

1 — линза Френеля; 2 — стойка; 3 — экран; 4 — фотоэлемент; 5 — измерительное устройство; 6 — выключатель

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 люксметрами. 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.

8.3. Прибор LITE 3 для проверки и регулировки света фар фирмы МАНА

В отличие от оптико-механических приборов для проверки и регулировки света фар прибор серии LITE 3 (рис. 8.3) оснащен цифровой видеокамерой и микропроцессором. Встроенная в корпус камера сканирует изображение луча света фары.

Прибор состоит из стойки 2, которая представляет собой прецизионный профиль с направляющими. Внутри стойки находится противовес, с помощью которого корпус может быть установлен на требуемой высоте. Стойка может вращаться относительно передвижной опоры, что позволяет легко сориентировать прибор по отношению к автомобилю. Штатив закреплен на подвижном основании 4, благодаря чему прибор является передвижным.

Расстояние от оптической камеры 5 до фары должно составлять 10...30 см. После установки линзы прибора оптическая ось прибора выставляется 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 плос-

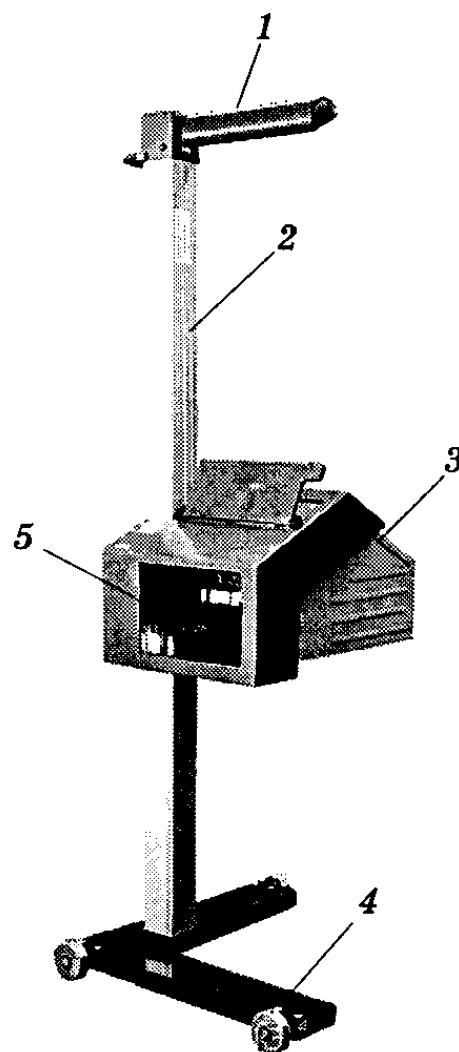


Рис. 8.3. Прибор LITE 3:
1 — вращающееся направляющее зеркало; 2 — стойка; 3 — панель управления; 4 — основание стойки; 5 — оптическая камера

кости элементы автомобиля. Свет фары, прошедший через линзу, попадает в видеокамеру, которая оцифровывает картину светораспределения и направляет полученные данные в электронный процессор прибора.

Оптическая камера 5 устанавливается на стойке 2 на передвижном штативе, по которому она может перемещаться вверх-вниз, что обеспечивает 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. Результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее 10 (рис. 8.4) панели управления.

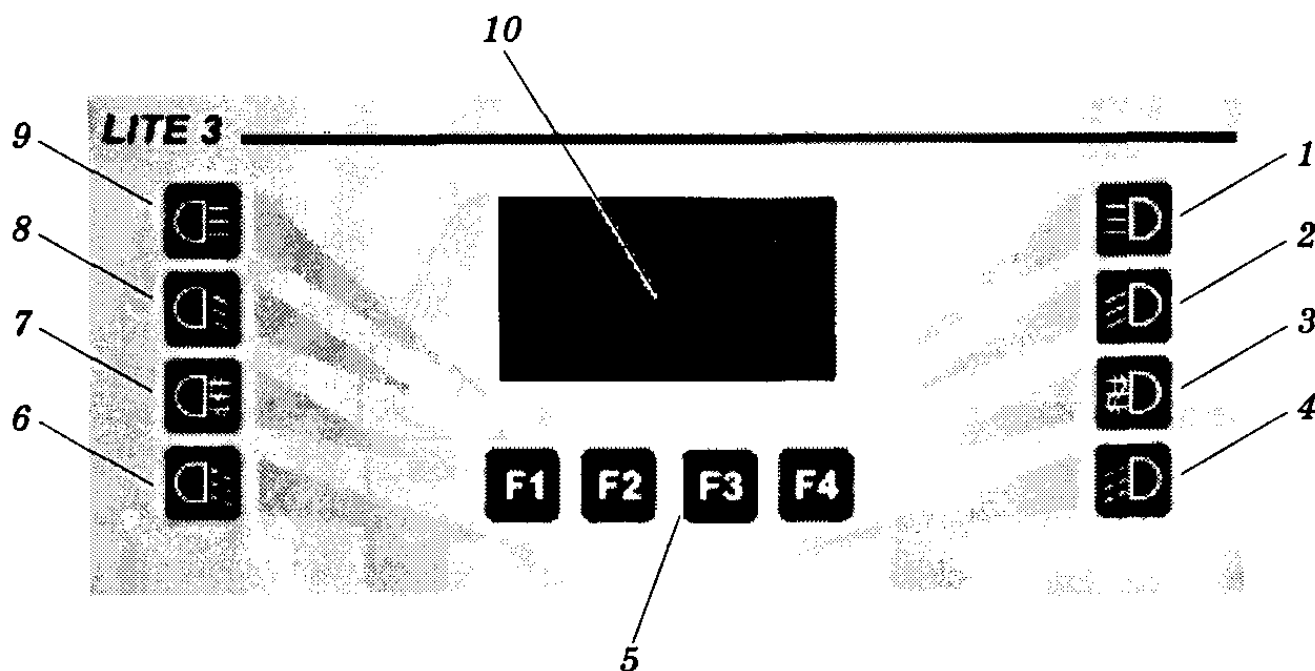


Рис. 8.4. Панель управления прибора LITE 3:

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. 8.5).

Через несколько секунд после включения появляется главное меню (рис. 8.6), в котором необходимо выбрать необходимый режим работы прибора.

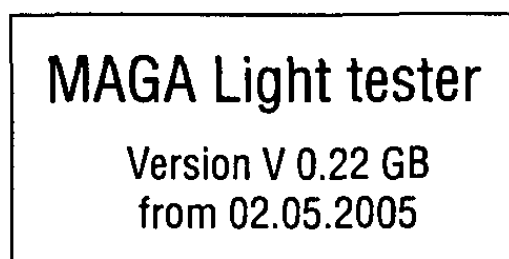


Рис. 8.5. Информация о версии прибора

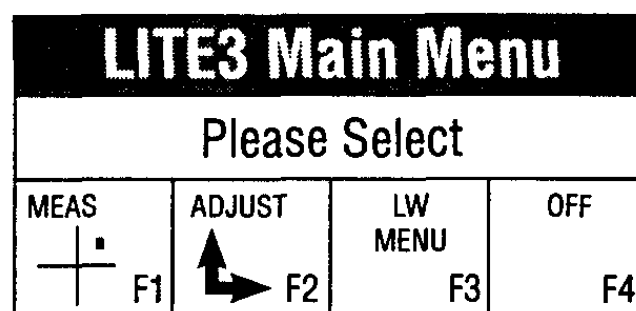


Рис. 8.6. Главное меню

В следующем появившемся рабочем окне (рис. 8.7) с помощью кнопок [F1] и [F2] необходимо выбрать граничные значения измеряемых параметров.

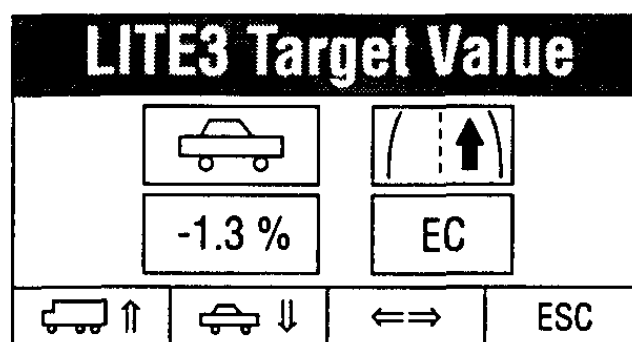


Рис. 8.7. Рабочее окно граничных значений

Переключение режима измерения (ближний или дальний свет, противотуманные фары, габаритные огни) осуществляется кнопками на передней панели прибора.

Прибор оцифровывает картину светораспределения и выводит ее на ЖК-дисплей в цифровом (рис. 8.8) или графическом (рис. 8.9) виде.

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 картины светорас-

Fog right		LV: -1.3%	
1	Pitch angle:	2.0°	
2	Roll angle:	1.0°	
3	Intensity:	24.0 lx	
4	Glare:	1.0 lx	
		GRAF	SEND
		ESC	

Рис. 8.8. Результат измерения в цифровом виде:

1 — угол наклона светового пучка; 2 — угол вращения;
3 — освещенность; 4 — освещенность наиболее яркой точки

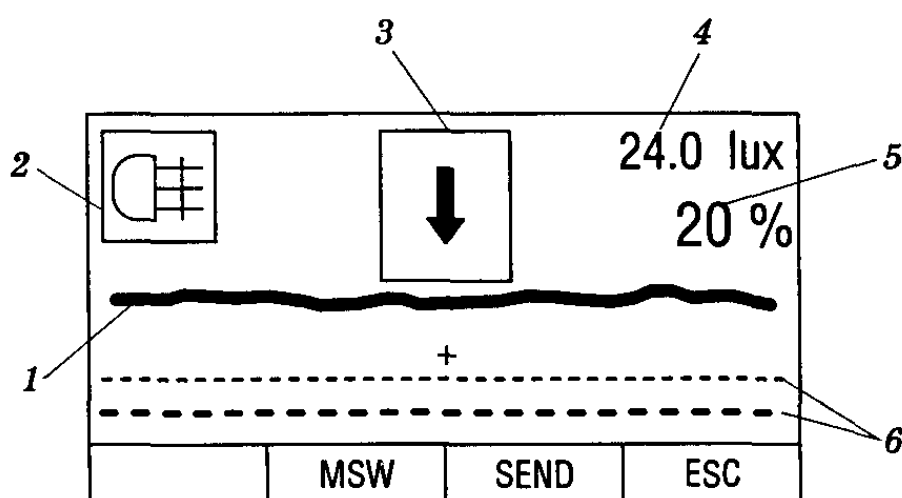


Рис. 8.9. Результат измерения в графическом виде:

1 — действительное положение светового пучка; 2 — тип проверяемой фары; 3 — направление регулировки; 4 — значение освещенности; 5 — угол наклона светового пучка; 6 — заданный коридор расположения светового пучка

пределения к заданной — чаще. При достижении оптимального положения фары сигнал звучит постоянно.

Прибор оснащен автономным питанием от встроенных аккумуляторов и может работать до 14 ч без подзарядки.

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.

Порядок проверки технического состояния световых приборов

8.4. с помощью прибора LITE 3

Проверка технического состояния передних фар транспортного средства с помощью соответствующего прибора проводится в описанной далее последовательности.

1. Установить автомобиль на специальной рабочей площадке таким образом, 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 (10...30 см).

3. Разместить измерительную камеру 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. 8.10).

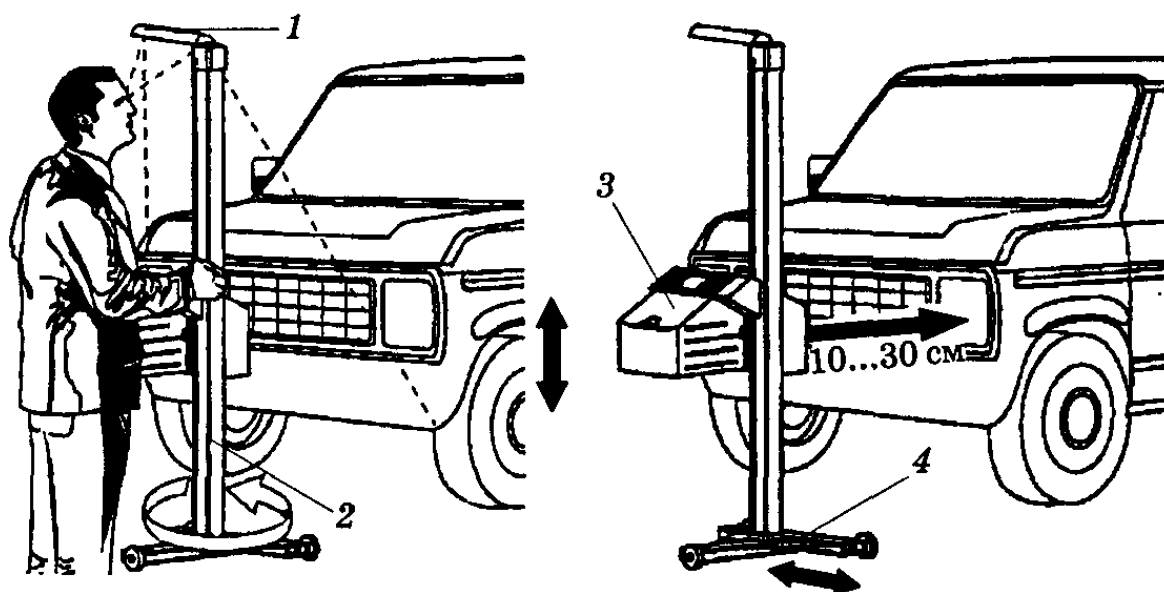


Рис. 8.10. Установка прибора для проверки света фар:

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. 8.6) 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 клавиш [F1] и [F2].
10. Определить тип фар по обозначениям, нанесенным на их рассеиватели (табл. 8.1).

Таблица 8.1

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 тестовую кнопку на рабочей панели прибора, соответствующую типу диагностируемого света фар. Прибор оцифрует картину светораспределения и выведет результаты на ЖК-дисплей. С помощью клавиши [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. 8.2.

Таблица 8.2

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

8.5. Нормативные требования к освещению

1. Фары типов С (НС) и CR (HCR) должны быть отрегулированы так, чтобы плоскость, содержащая левую (от продольной по направлению движения оси транспортного средства) часть светотеневой границы пучка ближнего света, была расположена так, как это задано нормируемыми показателями (рис. 8.11, табл. 8.3). 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 снабжены корректирующим устройством, то при загрузке транспортного средства оно должно устанавливаться в соответствующее загрузке положение.

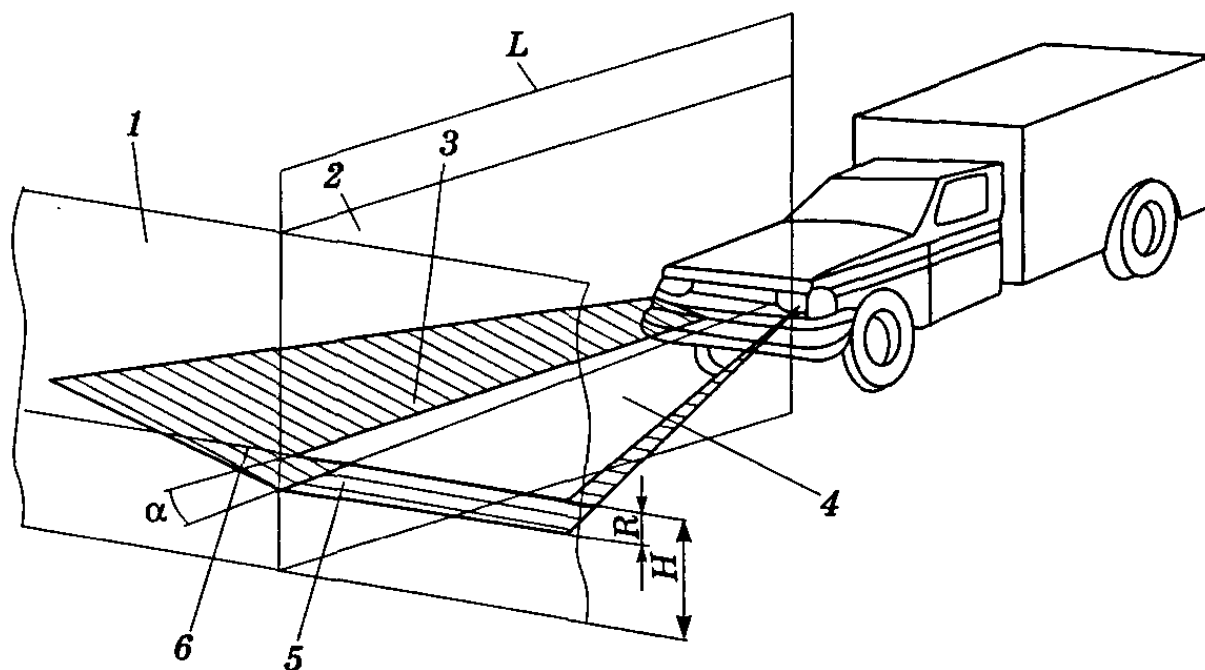


Рис. 8.11. Схема расположения транспортного средства на рабочей площадке и положение светотеневой границы пучка ближнего света фары:

1 — плоскость матового экрана; 2 — вертикальная плоскость, проходящая через исходную ось; 3 — исходная ось; 4 — плоскость, параллельная плоскости рабочей площадки; 5 — левая часть светотеневой границы; 6 — правая часть светотеневой границы; 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 может быть рассчитан по формуле

$$\alpha = \frac{R}{L} \cdot 100, \quad (8.2)$$

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 8.3

Расположение светотеневой границы пучка ближнего света фар на экране

Высота установки фары (по центру рас-сеивателя) Н, мм	Угол наклона светотеневой границы фары ближнего света α	Расстояние от проекции исходного центра фары вниз до светотеневой границы пучка света по экрану R , мм		Первоначальная направленность светотеневой границы фары ближнего света α_0^* , %
		$L = 5 \text{ м}$	$L = 10 \text{ м}$	
До 600	34'	50	100	-1,0...-1,5
600...700	45'	65	130	-1,0...-1,5
700...800	52'	75	150	-1,0...-1,5
800...900	1°	88	176	-1,0...-1,5 или по усмотрению изготовителя
900...1000	1°09'	100	200	-1,0...-2,0
1000...1200	1°15'	110	220	-1,0...-2,0
Свыше 1200 (для транспортных средств категорий N ₃ G)	1°40'	145'	290	-2,0...-2,5

* 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 транспортного средства, 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. 8.4. При этом светотеневая граница пучка света должна быть параллельна плоскости рабочей площадки, на которой установлено транспортное средство.

Таблица 8.4

Геометрические показатели расположения светотеневой границы пучка света противотуманной фары на экране

Высота установки фар H , мм	Угол наклона плоскости, содержащий верхнюю светотеневую границу пучка α	Расстояние от проекции центра отсчета фары до верхней светотеневой границы светового пучка по экрану R , мм	
		$L = 5$ мм	$L = 10$ мм
250...500	$34'$	50	100
500...750	$58'$	100	200
750...1000	$2^\circ 20'$	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.

Лабораторная работа № 8

Тема: проверка автомобильных фар.

Цель: изучить методику и современные технические средства проверки автомобильных фар.

Оборудование: прибор для проверки света фар LITE 3, рулетка.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику проверки правильности установки и силы света фар, порядок подготовки к работе и технические параметры оптических приборов для проверки силы света.

2. Изучить способ проверки света фар при помощи настенного или переносного экрана.

3. Изучить конструкцию и принцип работы прибора для проверки света фар LITE 3.

4. Ознакомиться с нормативными требованиями по проверке света фар.

5. Провести проверку технического состояния световых приборов в установленном порядке на лабораторной установке (рис. 8.12).

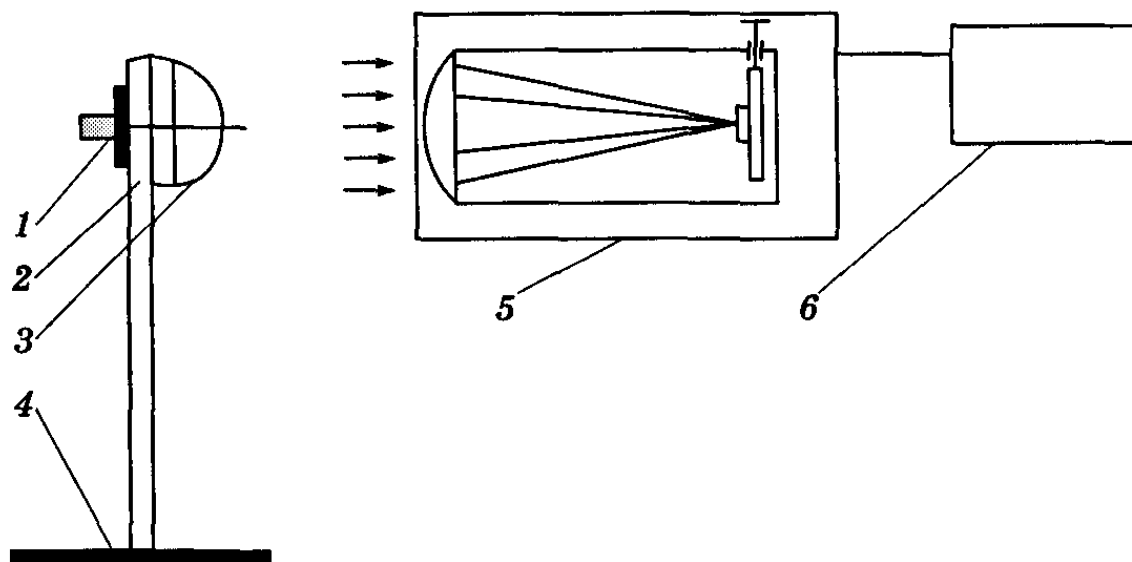


Рис. 8.12. Схема лабораторной установки:

1 — кронштейн; 2 — стойка; 3 — автомобильная фара; 4 — подставка;
5 — оптическая камера прибора; 6 — жидкокристаллический дисплей

Отчет о выполненной работе

1. Кратко описать способ контроля света фар при помощи настенного или переносного экрана.

2. Кратко описать конструкцию и принцип работы прибора для проверки света фар.

3. Занести результаты проверки в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Результаты проверки света фар

Марка автомобиля	Тип фары по назначению	Маркировка фары	Сила света, кд

4. Сделать вывод о техническом состоянии проверяемой фары и дать рекомендации по устранению имеющихся неисправностей.

Контрольные вопросы и задания

1. Что входит в состав технического обслуживания системы освещения автомобиля?
2. Изложите порядок установки и регулировки фар с помощью настенного или переносного экрана.
3. Покажите изображение маркировки фары в зависимости от типа и применяемого источника света.
4. Изложите порядок проверки фар прибором ЛТЕ 3.
5. Какие нормативные требования предъявляются к автомобильным фарам?

Литература

Нормативная документация

ГОСТ 21393–75. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности.

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.

СТБ 1641–2006. Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.

Инструкции

Анализатор выхлопных газов двигателя MGT-5. Инструкция по эксплуатации. МАНА GmbH & Co. KG. Германия.

Анализатор отработавших газов дизельного двигателя MDO2 LON. Руководство по обслуживанию. МАНА GmbH & Co. KG Германия.

Газоанализатор «ИНФРАКАР М». Паспорт.

Дымомер «ИНФРАКАР Д». Паспорт.

Инструкция по эксплуатации Gutmann mega macs 55.

Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию детектора люфтов AST 2.0.

Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию диагностической линии Eurosystem/Profi-Eurosystem для легковых и грузовых автомобилей фирмы МАНА.

Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию прибора проверки автомобильных фар LITE 3.

Учебная и справочная литература

Автоматизация исследований и диагностики машин: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сибирское отделение, Научно-исследовательский конструкторско-технологический ин-т физико-технических проблем. Новосибирск, 1989.

Автомобильный справочник BOSCH / пер. с англ. М. : За рулем, 2004.

Бельских В.И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов / В.И. Бельских. М. : Росагропромиздат, 1997.

Богатырев А.В. Тракторы и автомобили / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер. М. : КолосС, 2007.

Болбас М.М. Основы технической эксплуатации автомобилей: учебник / М.М. Болбас. Минск : Амалфея, 2001.

Бортовое диагностирование тормозных систем автомобилей: монография / Ю.Д. Карпиевич. Минск : УП «Технопринт», 2005.

Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник / А.Д. Ананьин [и др.]. М. : Академия, 2008.

Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства: учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. Минск : БГАТУ, 2010.

Диагностирование тракторов: учеб. пособие / В.И. Присс [и др.]; под ред. В.И. Присса. Минск : Ураджай, 1993.

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.

Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и транспортных дизелей / А.Р. Кульчицкий. М. : Академический проект, 2004.

Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка / А.В. Ленский. М. : Росагропромиздат, 1989.

Лиханов В.А. Снижение токсичности автотракторных дизелей / В.А. Лиханов, А.М. Сайкин. М. : Агропромиздат, 1991.

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.

Максименко А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. СПб. : БХВ-Петербург, 2006.

Передерий В.П. Устройство автомобиля: учеб. пособие / В.П. Передерий. М. : ИД «ФОРУМ»; ИНФРА-М, 2008.

Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001.

Савич Е.Л. Инструментальный контроль автотранспортных средств : учеб. пособие / Е.Л. Савич, А.С. Кручек. Минск : Новое знание, 2008.

Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев [и др.]. М. : Агропромиздат, 1991.

Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин (с нормативными материалами). М. : ГОСНИТИ, 1993.

Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств: монография / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2007.

Транспорт и окружающая среда: учебник / М.М. Болбас [и др.]. Минск : Технопринт, 2003.

Улитовский Б.А. Диагностирование сельскохозяйственной техники / Б.А. Улитовский. М. : Агропромиздат, 1985.

Шадюль Р. Методология диагностирования машин на всех этапах их существования: монография / Р. Шадюль, М. Воропай, А. Карташев. Быдгощ, 2003.

Электронные ресурсы

Диагностика амортизаторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.pitstopservice.net

Диагностика амортизаторов легковых автомобилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.amortizator.in.ua

<http://www.gutmann-messtechnik.com>

Республика Беларусь

ООО «Новое знание»
220050, а/я 79, Минск,
пр. Пушкина, д. 15а
Тел./факс: (10-375-17) 211-50-38
E-mail: nk@wnk.biz
<http://wnk.biz>

Российская Федерация

Отдел оптовых продаж «ИНФРА-М»:
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в, стр. 1
Тел. (495) 380-4260; факс (495) 363-9212
E-mail: books@infra-m.ru
Отдел «Книга—почтой»:
Тел. (495) 363-4260 (доб. 232, 246)

Учебное издание

Высшее образование

**Карташевич Анатолий Николаевич
Белоусов Владимир Анатольевич
Рудашко Александр Александрович
Новиков Анатолий Васильевич**

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ
Практикум**

Учебное пособие

Редактор	С.В. Исаенко
Художник обложки	С.В. Ковалевский
Компьютерная верстка	С.И. Лученок
Корректор	К.А. Степанова

Оригинал-макет подготовлен ООО «Новое знание»

Подписано в печать 25.01.2011.

Формат 60 × 90^{1/16}. Бумага офсетная. Гарнитура Школьная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,0. Уч.-изд. л. 11,12.

Тираж 1100 экз. Заказ № 4304.

ТК 148100-9874-250111

Общество с ограниченной ответственностью «Новое знание»

ЛИ № 02330/0552555 от 30.04.2004.

Ул. Шаранговича, 7-2136, 220018, Минск, Республика Беларусь

Почтовый адрес: а/я 79, 220050, Минск, Республика Беларусь

Телефон/факс: (10-375-17) 211-50-38

E-mail: nk@wnk.biz <http://wnk.biz>

Издательский Дом «ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в

Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12

E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>