

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**  
**институт машиностроения и автомобильного транспорта**  
Кафедра "Автотранспортная и техносферная безопасность"

курс лекций по дисциплине  
"Техническая диагностика на транспорте"

Составитель  
Ш.А. Амирсейидов

Владимир 2015

## Техническая диагностика автомобилей

1 Основные понятия о диагностике Для повышения эффективности ТО и ремонта требуется индивидуальная информация о техническом состоянии автомобиля до и после его обслуживания или ремонта. При этом необходимо, чтобы получение указанной информации было доступным, не требовало бы разборки агрегатов и механизмов и больших затрат ресурсов (материальных, энергетических и трудовых). Индивидуальная информация о скрытых и назревающих отказах позволяет предотвратить преждевременный или запоздалый ремонт и профилактику, а также проконтролировать качество выполняемых работ. Средством получения такой информации является техническая диагностика автомобилей.

*Технической диагностикой* называется отрасль знаний, изучающая признаки неисправностей автомобиля, методы, средства и алгоритмы определения его технического состояния без разборки, а также технологию и организацию использования систем диагностирования в процессах технической эксплуатации подвижного состава.

*Диагностированием* называют процесс определения технического состояния объекта без его разборки, по внешним признакам путем измерения величин, характеризующих его состояние, и сопоставления их с нормативами. Оно обеспечивает систему ТО и ремонта автомобилей индивидуальной информацией об их техническом состоянии и, следовательно, является элементом системы. Диагностирование данного объекта (автомобиля, агрегата, механизма) осуществляют согласно алгоритму (совокупности последовательных действий), установленному технической документацией. Комплекс, включающий объект, средства и алгоритмы, образует систему диагностирования.

Объект системы диагностирования характеризуется необходимостью и возможностью диагностирования. В свою очередь, необходимость диагностирования определяется закономерностями изменения технического состояния автомобиля и затратами на поддержание его работоспособности. Возможности диагностирования обусловлены наличием внешних признаков, позволяющих определить неисправность автомобиля без его разборки, а также доступностью измерения этих признаков.

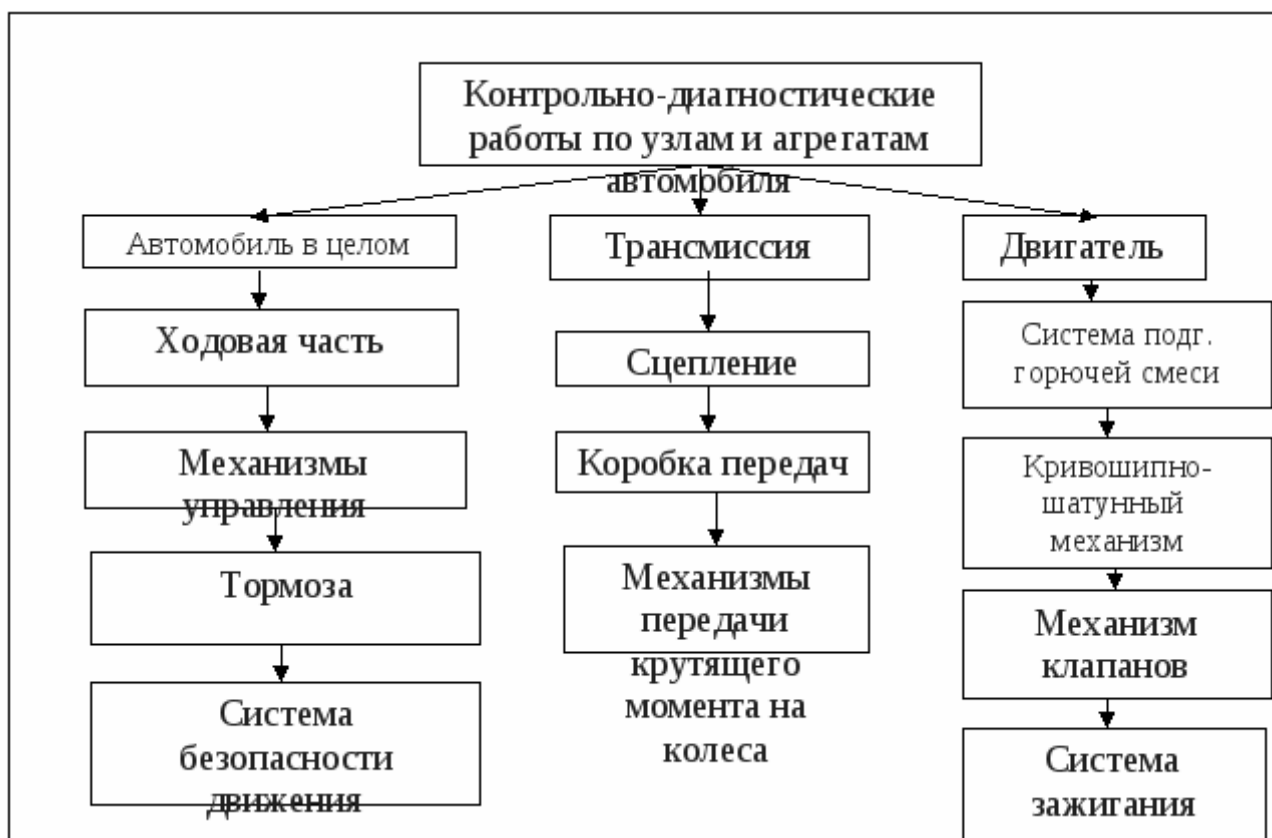


Рис.1 Система контрольно-диагностических работ при ТО автомобиля

Средствами диагностирования (Рис.3.2.) служат специальные приборы и стенды. Они делятся на внешние (отдельные) и встроенные, являющиеся составной частью автомобиля. При диагностировании используют не только измерительные технические средства, но и субъективные возможности человека, его органы чувств, опыт, навыки; в простейших случаях используют субъективное диагностирование, а в сложных — объективное.

Системы диагностирования (Рис.3.) делятся на *функциональные*, когда диагностирование проводят в процессе работы объекта, и *тестовое*, когда при измерении диагностических параметров работу объекта воспроизводят искусственно. Различают системы универсальные, предназначенные для нескольких различных диагностических процессов, и специальные, обеспечивающие только один диагностический процесс.

## 2 Классификация средств технического диагностирования автомобилей



Рис.2. Классификация средств технического диагностирования автомобиля

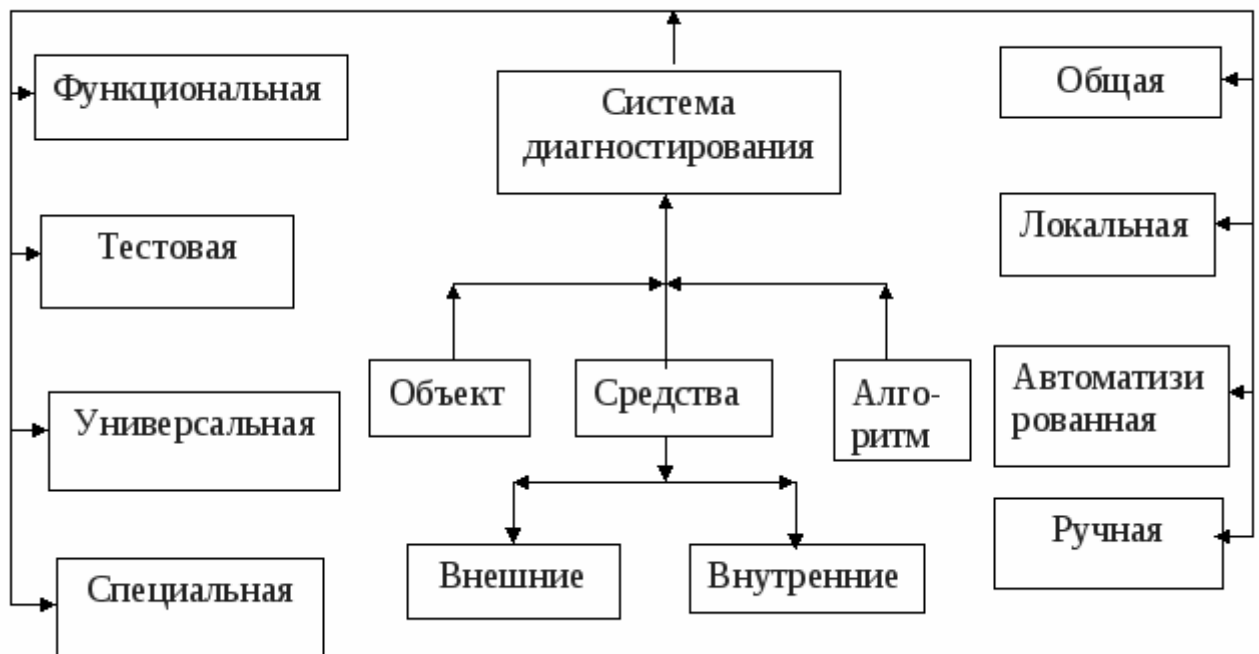


Рис.3 Структура разновидностей систем диагностирования

Диагностические системы могут быть общие, когда объектом является изделие в целом, а назначением — определение его состояния на уровне «годного-негодного» и локальные — для диагностирования составных частей объекта

(агрегатов, систем, механизмов). Кроме того, диагностические средства могут быть ручными или автоматизированными (автоматическими).

Под прогнозированием технического состояния автомобиля понимают определение срока его исправной работы до возникновения предельного состояния, обусловленного технической документацией (ГОСТами, отраслевыми нормативами, заводскими инструкциями). Оценку же технического состояния объекта в прошлом (например, для выявления причины аварийного отказа, повлекшего за собой дорожно-транспортное происшествие) называют *ретроспекцией*. Практические задачи прогнозирования или ретроспекции решают, пользуясь известными закономерностями изменений параметров технического состояния объекта в функции наработки (пробега) путем соответственно их экстраполяции или интерполяции.

Различают диагностирование периодическое и непрерывное. Первое осуществляют через определенные периоды наработки объекта перед ТО или ремонтом автомобиля, а второе при помощи встроенных на автомобиле диагностических средств, в процессе его эксплуатации.

### **3 Методы и процесс диагностирования**

Для оценки технического состояния объекта необходимо определить текущее значение конструктивного параметра и сравнить это значение с нормативным. Однако конструктивные параметры в большинстве случаев не поддаются измерению без разборки узла или агрегата, что является нежелательным, так как каждая разборка и нарушение взаимного положения приработавшихся деталей приводят к сокращению остаточного ресурса на 30-40% .

Для этого при диагностировании о значениях конструктивных показателей судят по косвенным признакам проявления технического состояния без разборки, качественной мерой которых являются *диагностические параметры*.

Общий *процесс технического диагностирования* включает в себя обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект; улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значения диагностических параметров, их измерение; постановку диагноза на основании логической обработки полученной информации путем сопоставления текущих значений параметров с нормативными.

*Методы диагностирования* автомобилей, их агрегатов и узлов характеризуются способом измерения и физической сущностью диагностических параметров. В настоящее время принято выделять три основные группы средств технического измерения, классифицированных в зависимости от вида диагностических параметров (рис.2.).

Первая группа средств базируется в основном на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля и определении при заданных условиях выходных параметров. Для этих целей используются стенды с беговыми барабанами или параметры определяются непосредственно в процессе работы автомобиля на линии.

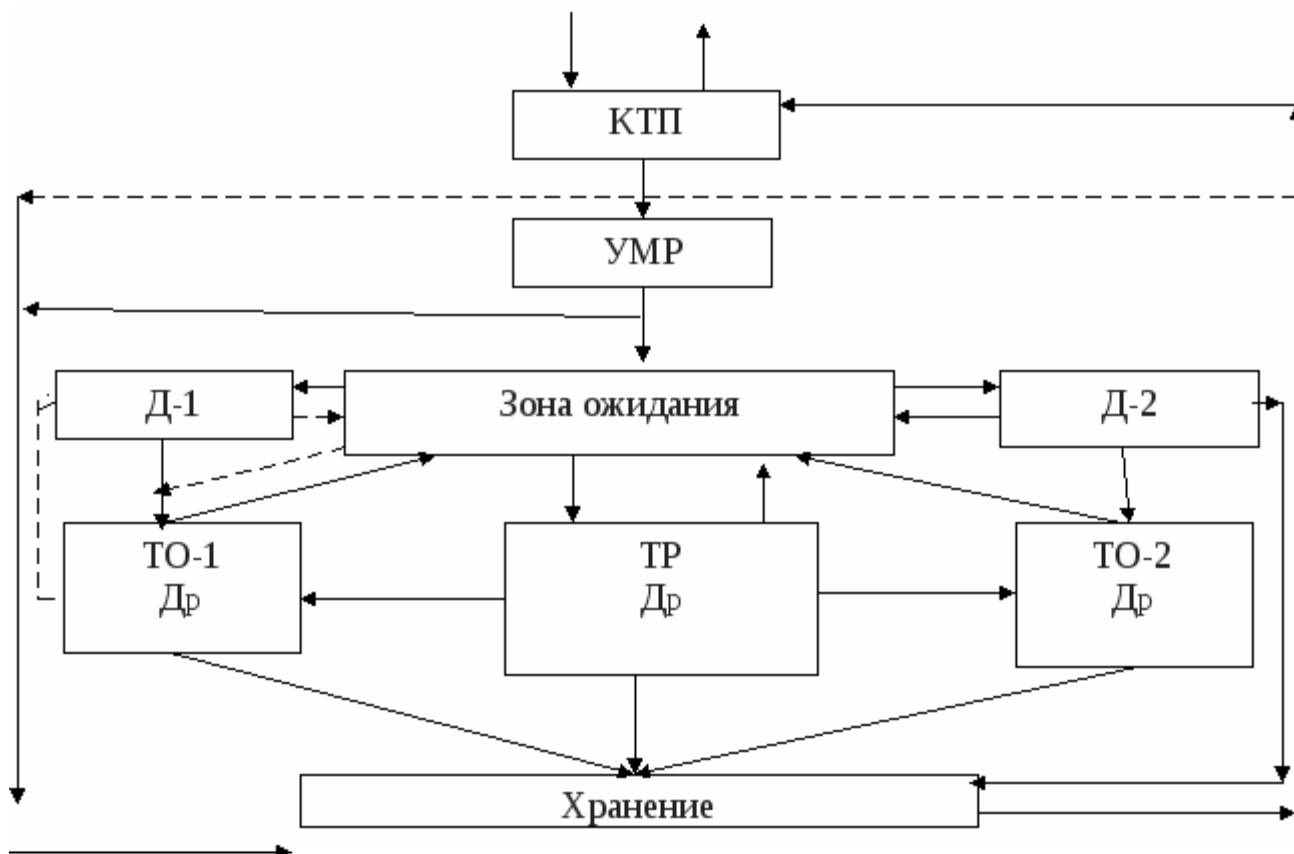
Вторая группа включает в себя методы, оценивающие по герметичности рабочих объемов степень износа цилиндропоршневой группы двигателя, работоспособность пневматического привода тормозов, плотность прилегания клапанов и т. п. путем создания в контролируемом объеме избыточного давления (опрессовки) или, наоборот, разрежения и в оценке интенсивности падения давления (разрежения).

Третья группа методов основывается на объективной оценке геометрических параметров в статике.

#### **4 Организация диагностирования автомобилей.**

Диагностирование автомобилей является элементом системы их ТО и ремонта. На автотранспортном предприятии (АТП) оно обеспечивает процессы ТО и ремонта целенаправленной, индивидуальной информации о техническом состоянии каждого отдельно взятого автомобиля. В соответствии с этим организация диагностирования на АТП идентична организации процессов ТО и ремонта. Дорожный контроль за техническим состоянием автомобиля осуществляют при помощи встроенного диагностирования; ежедневное обслуживание обеспечивается контрольным осмотром; ТО-1 сопровождается комплексом Д-1 диагностирования, в основном механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля; перед ТО-2 и ТР проводят углубленное диагностирование Д-2 агрегатов и механизмов, а в процессе устранения выявленных неисправностей при ТО и ТР используют комплекс диагностирования Д<sub>р</sub>.

При этом для обеспечения промежуточного и заключительного контроля качества регулировочных и ремонтных работ, без дополнительных перемещений автомобиля диагностирование совмещают с операциями ТО и ремонта. На рис.3.4. показана наиболее типичная форма организации диагностирования автомобилей на АТП средней мощности, которая в зависимости от мощности АТП несколько видоизменяется. Соответственно



*Рис.4 Схема движения автомобилей при реализации технологического процесса ТО и ТР изменяются и наборы необходимых средств диагностирования.*

Для внедорожных автомобилей, работающих в отрыве от постоянных баз, диагностирование проводят на местах стоянки автомобилей, или же в полевых парках, применяя, главным образом, встроенные, бесстендовые, переносные и подвижные средства. На небольших автотранспортных предприятиях Д-1 и Д-2 объединяют на одном участке. Здесь используют комбинированные стационарные средства (стенды). На АТП средней мощности участки диагностирования Д-1 и Д-2 специализируют, а для Д<sub>р</sub> используют Д-2. На крупных АТП дополнительно специализируют и Д<sub>р</sub>, а на базах централизованного обслуживания все средства диагностирования централизуют и оптимально автоматизируют.

## **5 Диагностика и управление техническим состоянием автомобилей.**

Диагностирование на АТП представляет собой человеко-машинную систему получения и обработки индивидуальной информации, необходимой для управления техническим состоянием автомобиля и технологическими процессами ТО и ремонта. Источниками информации являются: водитель, механики АТП, встроенные и внешние средства диагностирования Д-1, Д-2, Д<sub>р</sub> (диагностический комплекс).

При потребности автомобиля в ТО, первичная информация о его техническом состоянии, полученная от водителя, а затем уточненная при помощи диагностического комплекса, непосредственно поступает в бригаду слесарей ТО (рис.3.5.). Параллельно эта же информация поступает в центр управления производством АТП в целях принятия решения о ТО и ремонте, подготовки производства, а также для обеспечения контроля и учета выполненной работы.

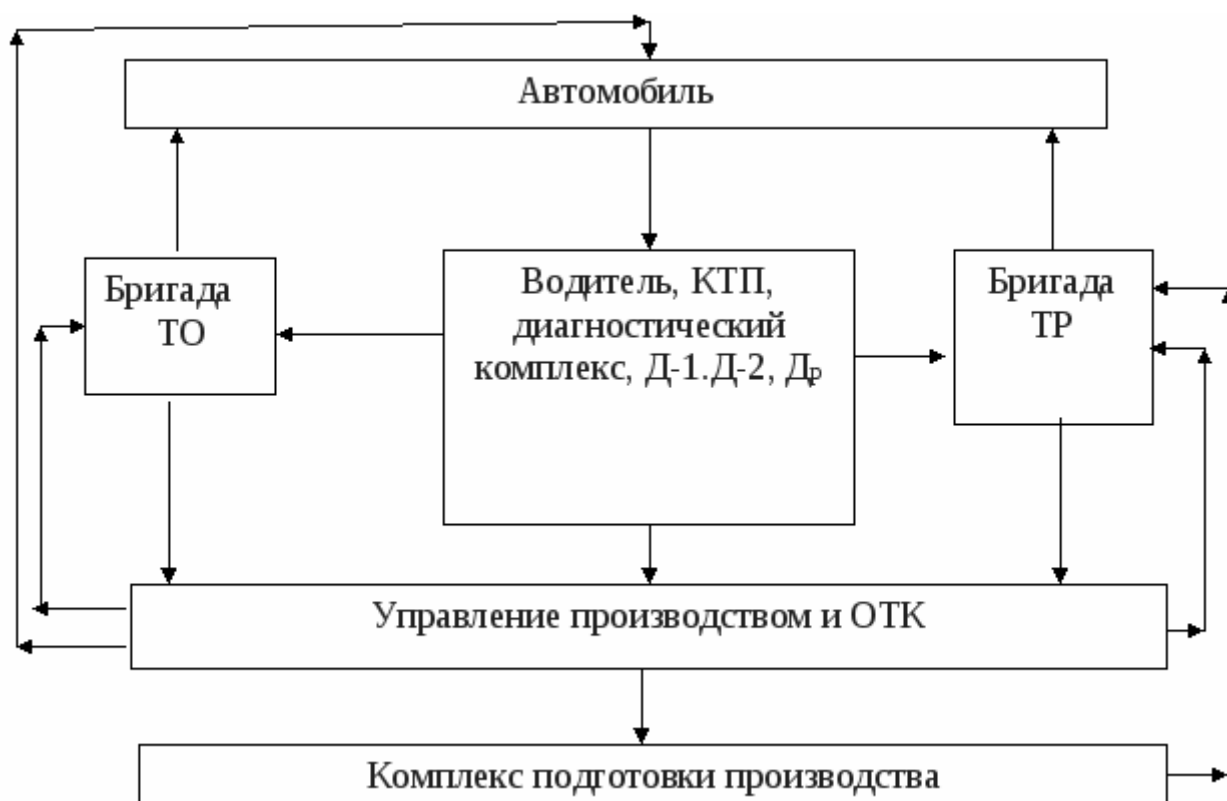


Рис.5 Схема оперативного управления ТО и ТР на АТП

При потребности автомобиля в ремонте информация обрабатывается и направляется в ремонтную бригаду и в центр управления. Простейшие ремонтные работы оперативно выполняются бригадой ТР и по ее информации учитываются и контролируются ЦУПом. В сложных случаях диагностическая информация используется для подготовки производства (получения ремонтных агрегатов и запчастей, планирования постов и рабочей силы и т. п.) предстоящего ремонта. При устранении неисправности автомобиль направляется на хранение.

Из сказанного следует, что диагностирование обеспечивает два уровня управления: техническим состоянием в звене «слесарь—автомобиль» и технологическими процессами в звене «Центр управления — комплекс подготовки производства — рабочий—автомобиль». На первом уровне диагностирование непосредственно связано с технологией проведения ТО, а на втором оно в большей степени связано с организацией технологических процессов, главным образом, текущего ремонта автомобилей.



Дальнейшее развитие диагностирования на крупных АТП и в АТО связано с созданием автоматизированных диагностических средств, являющихся элементом автоматизированных систем управления производством, а также развитием встроенного диагностирования. При этом диагностирование будет широко применяться для оперативного управления процессами ТО и ремонта.

В масштабах страны диагностирование организуется не только на АТП общего пользования, но и на автозаводах, авторемонтных предприятиях, станциях технического обслуживания автомобилей индивидуального пользования, станциях и постах Госавтоинспекции.

Внедрение современных методов, средств и организации диагностирования в систему ТО и ремонта автомобилей повышает ее эффективность за счет более полной реализации эксплуатационных свойств каждого отдельно взятого автомобиля, а также за счет повышения уровня организации производства.

## **6 Общая характеристика и содержание контрольно-диагностических и регулировочных работ.**

Контрольно-диагностические работы служат для определения технического состояния автомобиля, его агрегатов и узлов без их разборки и являются элементом управления технологическими процессами обслуживания и ремонта подвижного состава. Объем контрольно-диагностических работ для современных автомобилей составляет по отношению к объему исполнительской части около 30%.

При диагностировании выявляют автомобили, техническое состояние которых не отвечает требованиям безопасности движения, а перед ТО определяют потребность в устранении неисправностей или проведении ремонта, контролируют качество ТО и ТР, *определяют возможность исправной работы агрегатов и механизмов автомобиля в предстоящем межконтрольном пробеге*, собирают и обрабатывают информацию, необходимую для управления производством.

*В системе управления технической службой АТП диагностирование является информационно-контролирующим блоком, подчиненным отделу управления производством.*

Но назначению, периодичности, трудоемкости, перечню выполняемых работ и месту в технологическом процессе ТО и ТР периодическое диагностирование, как указывалось ранее, делится на Д-1 и Д-2. Д-1 предназначается главным образом для диагностирования механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля (*тормоза, механизмы управления, углы установки передних колес, приборы освещения*), уровня токсичности отработавших газов и его топливную экономичность. Оно может либо ограничиваться только определением годности объекта к дальнейшей эксплуатации (*экспресс-диагностирование*), либо включать в себя определение основных

*неисправностей и сопровождаться регулировочными работами с последующим контролем качества их выполнения. Экспрессное Д-1 производится на контрольном пункте при возвращении автомобиля в парк, а Д-1 при ТО-1 или перед ним. Кроме того, для проведения ТО-1 используют информацию, полученную при помощи средств встроенного диагностирования.*

*Д-2 предназначается для диагностирования автомобиля в целом по тягово-экономическим показателям и выявления неисправностей его основных агрегатов, систем и механизмов. Д-2 проводят перед ТО-2, чтобы подготовить производство к выполнению ремонтных работ и уменьшить простои автомобиля при плановом ТО-2. Одновременно с Д-2 выполняют некоторые технологически оправданные регулировочные работы и последующий контроль качества их проведения. Д-2 проводят также по заявкам перед ТР в случаях необходимости выявления неисправностей и определения потребного объема ремонта.*

*Информацию, необходимую для проведения ТО-2 и ремонта, получают при помощи диагностических стендов и переносных приборов. Для обнаружения неисправностей и отказов в процессе выполнения ТО и ТР (на специализированных постах, линиях и в цехах) проводят оперативное технологическое диагностирование (Д<sub>р</sub>), используя при этом переносные приборы и настольные установки. На крупных АТП оперативное диагностирование выполняют также по потребности (по заявкам) на специализированных постах, оборудованных стендами.*

Регулировочные работы заключаются в восстановлении без замены деталей и механизмов параметров технического состояния объекта до установленных технической документацией норм, величин зазоров, люфтов, свободных ходов, приводных усилий. Проводят их по результатам диагностирования и контроля качества выполненного ТО или ремонта.

Диагностирование автомобиля в целом. Диагностирование автомобиля в целом проводят для определения уровня показателей его эксплуатационных свойств: мощности, топливной экономичности, безопасности движения и влияния на окружающую среду. Выявив снижение этих показателей по сравнению с установленными нормами, проводят углубленное диагностирование, определяют конкретные неисправности, регулируют механизмы и выполняют заключительный контроль.

Диагностирование автомобиля возможно при ходовых испытаниях или использовании стационарных стендовых средств. В эксплуатационных условиях ходовые испытания применяют ограниченно, главным образом для инспекторской проверки тормозов и линейного расхода топлива.

Более эффективным является стационарное диагностирование автомобиля при помощи специальных стендов, позволяющих задавать скоростные и нагрузочные тестовые режимы работы автомобиля.

Основными диагностическими параметрами (табл.1.) эксплуатационных свойств автомобиля являются: колесная мощность  $N_k$  и ее производные; скорость движения  $v_a$ , сила тяги  $R_k$ , сопротивление движению  $P_f$  и выбег  $s_B$ ; путь  $S_b$ , время  $t_p$  и ускорение  $j_f$  разгона, удельный расход топлива  $Q$  на характерных скоростных и нагрузочных режимах, тормозной путь  $s_t$  тормозные силы  $P_t$ , путь  $s_3$ , время  $t_3$  и величина замедления  $j_3$ ; боковые силы  $P_b$ , действующие в пятне контакта шин с дорогой; токсичность отработавших газов  $CO$ , уровень шума  $A$ .

Таблица 1 Диагностические параметры и средства для их измерения

| Эксплуатационные свойства автомобиля | Диагностические параметры                               | Свойства диагностирования |                       |
|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------|
|                                      |   | специализированные        | универсальные         |
| Тягово-экономические                 | $N_k, R_k, \omega_a, P_f, s_b, S_p, t_p, j_p, CO, A, Q$ | Стенд тяговых качеств     | Комбинированный стенд |
| Тормозные                            | $P_t, s_t, j_3, t_3, s_3$                               | Тормозной стенд           | То же                 |
| Ходовые                              | $P_b$   | Стенд ходовых качеств     | “-“                   |

### 7. Диагностирование автомобилей по показателям мощности, экономичности и влияния на окружающую среду

Мощностные и экономические данные автомобиля являются основными факторами его эффективности использования. Исследования показывают, что до 30% автомобилей АТП эксплуатируют со значительным недоиспользованием мощности и перерасходом топлива. Около 50% указанных потерь могут быть восстановлены силами и средствами АТП путем несложных регулировок и устранения мелких неисправностей.

После диагностирования и устранения обнаруженных неисправностей средняя максимальная сила тяги увеличивается и средний контрольный расход топлива уменьшается в среднем на 13%, кроме того, значительно снижается рассеивание этих показателей.

Восстановление мощности автомобиля повышает его среднюю скорость движения, следовательно, и производительность работы автомобилей, а также снижает расход топлива. Расчеты показывают, что в городских условиях в результате восстановления мощности техническая скорость автомобиля может

возрасти на 7-8%, а его производительность и экономичность на 4-5%.

Неисправности, приводящие к снижению мощностных и тягово-энергетических показателей автомобиля (рис. 6.), выявляют путем измерения параметров, приведенных в табл.1., при помощи стендов тяговых качеств.



Рис. 6 Схема последовательности причин потерь колесной мощности и снижения топливной экономичности автомобиля при эксплуатации.

Требования безопасности к техническому состоянию подвижного состава и методы проверки устанавливаются государственными стандартами, правилами дорожного движения и другими нормативно-техническими документами.

Подвижной состав с неисправными составными частями, состояние которых не соответствует установленным требованиям безопасности или вызывает повышенный износ деталей, не должен продолжать транспортную работу или выпускаться на линию. Другие неисправности могут быть устранены после завершения транспортной работы в пределах сменного или суточного задания.

Работоспособное состояние подвижного состава обеспечивается производственно-технической службой, которая несет ответственность за

своевременное и качественное выполнение технического обслуживания и ремонта с соблюдением установленных нормативов, эффективную организацию труда ремонтно-обслуживающего персонала, соблюдение нормативно-технической документации по техническому Обслуживанию и ремонту.

Ответственность за обеспечение работоспособного состояния подвижного состава вместе с производственно-технической службой несут:

- подразделения обеспечения персоналом (управления и отделы кадров, организации труда и заработной платы) — за укомплектованность квалифицированными водителями и ремонтно-обслуживающим персоналом, за воспитание и стабильность коллективов подразделений;
  - подразделения материально-технического снабжения — за обеспечение запасными частями и эксплуатационными материалами необходимого качества и номенклатуры, за оснащенность предприятия технологическим оборудованием, оснасткой, инструментом и обеспечение их запасными частями и эксплуатационными материалами;
  - подразделения службы главного механика — за качественное содержание производственных помещений, оснащенность предприятия технологическим оборудованием, оснасткой, инструментом и своевременное и качественное выполнение их технического обслуживания и ремонта, за техническое обеспечение хранения подвижного состава;
- служба безопасности движения — за своевременный инструктаж и обучение и соблюдение Правил дорожного движения и другой нормативно-технической документации по безопасности дорожного движения;
- служба эксплуатации — за качественное хранение в межсменное время и своевременный выпуск на линию работоспособного подвижного состава, соблюдение на линии правил технической эксплуатации, необходимых режимов погрузки, выгрузки и движения, обеспечивающих работоспособное состояние и сохранность подвижного состава;
  - подразделения технического контроля — за проведение контроля технического состояния подвижного состава, технологического оборудования, оснастки, инструмента и ремонтного фонда, своевременное и качественное выполнение технического обслуживания и ремонта подвижного состава и технологического оборудования, за проведение контроля качества получаемых запасных частей и

эксплуатационных материалов, хранения подвижного состава и своевременный выпуск его на линию в работоспособном состоянии, соблюдение действующей нормативно-технической документации;

- планово-экономические и финансовые подразделения — за качественную организацию учета и отчетности, проведение анализа и планирование показателей обеспечения работоспособного состояния подвижного состава.

Основой технической политики, определяемой *Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта*, является планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта, которая представляет собой совокупность технических средств, нормативно-технической документации и исполнителей соответствующей квалификации, необходимых для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава.

Работоспособное состояние подвижного состава обеспечивается проведением технического обслуживания и ремонта и соблюдением других рекомендаций правил технической эксплуатации.

Основным техническим воздействием, осуществляемым на автотранспортных предприятиях при эксплуатации подвижного состава, являются планово-предупредительные работы технического обслуживания и ремонта. Своевременное и качественное выполнение технического обслуживания в установленном объеме обеспечивает высокую техническую готовность подвижного состава и снижает потребность в ремонте.

Системой технического обслуживания и ремонта предусматриваются две составные части операций: контрольная и исполнительская.

Планово-предупредительный характер системы технического обслуживания и ремонта определяется плановым и принудительным (через установленные пробеги или промежутки времени работы подвижного состава) выполнением контрольной части операций, предусмотренных Положением, с последующим выполнением по потребности исполнительской части.

Техническим обслуживанием является комплекс операций по поддержанию подвижного состава в работоспособном состоянии и надлежащем внешнем виде; обеспечению надежности и экономичности работы, безопасности движения, защите окружающей среды; уменьшению интенсивности ухудшения параметров технического состояния; предупреждению отказов и неисправностей, а также выявлению их с целью своевременного устранения.

Техническое обслуживание является профилактическим мероприятием, проводимым принудительно в плановом порядке, как правило, без разборки и снятия с автомобиля агрегатов, узлов, деталей. Если при техническом обслуживании нельзя определить техническое состояние отдельных узлов, то их следует снимать с автомобиля для контроля на специальных приборах или

стендах.

Ремонтом является комплекс операций по восстановлению исправного или работоспособного состояния, ресурса и обеспечению безотказности работы подвижного состава и его составных частей.

Ремонт выполняется как по потребности после появления соответствующего неисправного состояния, так и принудительно по плану, через определенный пробег или время работы подвижного состава. Второй вид ремонта является планово-предупредительным.

ТР предназначен для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава с восстановлением или заменой отдельных его агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельно допустимого состояния. При ТР допускается одновременная замена (комплектно) агрегатов, узлов и деталей, близких по ресурсу. Отработавшие агрегаты, узлы и детали направляются на специализированные производства для восстановления в качестве запасных частей и комплектования из них ремонтных комплектов. Под ремонтными комплектами понимаются наборы агрегатов, узлов и деталей, необходимые для устранения неисправностей. Применение ремонтного комплекта должно исключать дополнительные потери рабочего времени на доводку его элементов и доставку недостающих деталей на рабочее место.

ТР должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов, узлов и деталей на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2. Для сокращения времени простоя подвижного состава ТР выполняется преимущественно агрегатным методом, при котором производится замена неисправных или требующих капитального ремонта агрегатов и узлов на исправные, взятые из оборотного фонда. Определение технического состояния подвижного состава, его агрегатов и узлов без разборки производится с помощью контроля (диагностирования), который является технологическим элементом технического обслуживания и ремонта.

Цель контроля (диагностирования) при техническом обслуживании заключается в определении действительной потребности в выполнении операций, предусмотренных Положением, и прогнозировании момента возникновения неисправного состояния путем сопоставления фактических значений параметров с предельными, а также в оценке качества выполнения работ.

Цель контроля (диагностирования) при ремонте заключается в выявлении неисправного состояния, причин его возникновения и установления наиболее эффективного способа устранения: на месте, со снятием агрегата (узла, детали), с полной или частичной разборкой и заключительным контролем качества выполнения работ.

## 8 Общее диагностирование двигателя

Двигатель — это наиболее сложный и важный агрегат автомобиля, от состояния которого зависят многие технические, экономические и надежность показатели работы.

Во время работы элементы двигателя подвергаются износу (нарушение герметичности надпоршневого пространства, уплотнение головки блока цилиндров и т.д.). В результате ухудшается наполнение цилиндров топливно-воздушной смесью, снижается давление сжатия и, как следствие, изменяется объемный КПД двигателя, уменьшаются развиваемая мощность и крутящий момент, ухудшается топливная экономичность, увеличивается расход моторного масла, повышается токсичность отработавших газов.

Неисправности и отказы по двигателю в основном возникают в кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах, системах питания, зажигания, охлаждения и смазки (табл.2).

В целом количество отказов и неисправностей двигателей в общей структуре отказов автомобиля может достигать для отдельных моделей до 35...55 % (табл. 3).

В связи со случайным характером возникновения отказов невозможно точно спрогнозировать момент их наступления, поэтому рекомендуется

Таблица 2 Неисправности бензинового двигателя и трудоемкость их устранения

| № п/п | Механизмы и системы            | Неисправности, в % от общего количества неисправностей | Трудоемкость в % от общ. объема работы |
|-------|--------------------------------|--|--|
| 1     | Кривошипно-шатунный механизм   | 19   | 45                                     |
| 2     | Газораспределительный механизм | 4  | 7                                      |
| 3     | Система охлаждения             | 10   | 6                                      |
| 4     | Система смазки                 | 2  | 2                                      |
| 5     | Система питания                | 14   | 14                                     |
| 6     | Система зажигания              | 51   | 26                                     |



Таблица 3 Распределение отказов и неисправностей по автомобилю МАЗ-5432, %

| № п/п | Наименование узла, агрегата | Отказы и неисправности, % |
|-------|-----------------------------|---------------------------|
| 1     | Двигатель и его системы     | 46,9                      |
| 2     | Подвеска, колеса, шины      | 12,4                      |
| 3     | Тормозная система           | 10,4                      |
| 4     | Рулевое управление          | 7,4                       |
| 5     | Коробка передач             | 6,6                       |
| 6     | Центральный редуктор        | 4,9                       |
| 7     | Сцепление                   | 4,4                       |
| 8     | Колесная передача           | 2,7                       |
| 9     | Аккумуляторная батарея      | 2,3                       |
| 10    | Карданная передача          | 2,0                       |

регулярно контролировать техническое состояние двигателя, используя опыт и простейшие диагностические инструменты. При этом следует оценить: -эффективную мощность двигателя;- наличие вибраций, чрезмерного шума, неустойчивость числа оборотов коленчатого вала;-удельный расход топлива;-давление моторного масла;-токсичность выхлопных газов; -дымность отработавших в двигатели газов.

#### **9 Диагностирование двигателя по эффективной мощности**

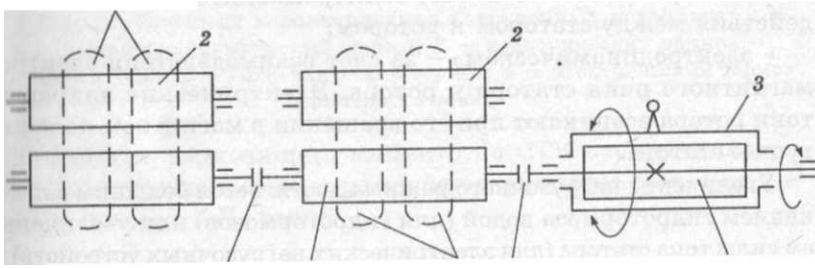
Колесная мощность автомобиля снижается в процессе эксплуатации вследствие износа цилиндропоршневой группы, неисправностей газораспределительного механизма, систем питания, зажигания, охлаждения, смазки, состояния трансмиссии и ходовой части. Величина снижения мощности при несвоевременных регулировках может достигать 10...15 %.

Наиболее полно техническое состояние двигателя определяется экспериментально полученной внешней скоростной характеристикой. Однако в целях экономии топлива и времени достаточно снять одну ее точку. Как правило, это либо максимальная мощность, либо мощность на режиме максимального крутящего момента.

Для оценки эффективной мощности могут использоваться стенды тяговых качеств (СТК). Они предназначены для имитации работы автомобиля в различных скоростных и нагрузочных режимах и измерения тяговых показателей. Конструкция стендов включает опорно-приводные, нагрузочные и измерительные устройства. На стендах измеряются колесная мощность, параметры разгона и выбега, а при наличии топливного расходомера — часовой и удельный расход топлива на различных скоростных и нагрузочных режимах. Имитация дорожных условий осуществляется опорно-приводных устройствах (ОПУ) ленточного или роликового типа. Наибольшее распространение получили одно-, двух-, трех- или четырехроликовые устройства, так как при достаточной простоте их конструкции они обеспечивают сопоставимые условия качения колеса на стенде и на дороге.

Для автомобилей с колесной формулой 4x2 используются двухроликовые ОПУ (одно под каждое одинарное или сдвоенное ведущее колесо) (рис. 3.3), а для автомобилей с колесной формулой 6x4 — трех- или четырехроликовые.

Обычно один ролик (ведущий) связан с нагрузочным устройством, и другой является поддерживающим. Ведущие ролики жестко связаны между собой с помощью валов и фланцевой муфты, чтобы обеспечить синхронное вращение ведущих колес. Отсутствие такой связи приведет к тому, что в работу будет включаться межколесный дифференциал и второе ведущее колесо может просто остановиться. Поскольку в ведущих мостах автомобилей используются, как правило, симметричные дифференциалы, крутящий момент на первом ведущем колесе тоже снизится до нуля. Замер колесной мощности в этом случае будет в принципе невозможным.



*Рис.3 Принципиальная схема двухроlikового СТК с балансирным нагрузочным устройством: 1-ведущий ролик; 2- поддерживающий ролик; 3-статор балансирной машины; 4- ротор; 5- ведущее колесо автомобиля; 6- соединительная муфта.*

### **10 Средства проверки токсичности отработавших газов (ОГ).**

При работе бензинового двигателя внутреннего сгорания в его ОГ насчитывают свыше 200 наименований различных химических соединений, причем около ста из них являются опасными для здоровья человека и окружающей среды. Количество выбрасываемых в воздушную среду опасных соединений зависит от совершенства двигателя внутреннего сгорания и качества его регулировки

Для определения токсичности ОГ применяются специальные газоанализаторы для карбюраторных двигателей и дымомеры для дизельных.

Газоанализаторы представляют собой как автономные, так и встроенные в некоторые модели мотор-тестеров приборы. Для определения объемных долей компонентов ОГ бензиновых двигателей используются адсорбциометрический, термокондуктометрический, оптический, термомеханический и другие способы.

В настоящее время преимущественно используются два типа газоанализаторов — инфракрасные и каталитические. Принцип действия первых основан на поглощении газовыми компонентами инфракрасных лучей с различной длиной волны. Принцип действия вторых основан на каталитическом дожигании содержащегося в выхлопных газах оксида углерода СО и, вследствие этого, фиксации повышения температуры при помощи электрического моста.

При этом газоанализаторы классифицируются по числу анализируемых компонентов. Дымомеры работают по принципу поглощения светового потока, проходящего через ОГ. Дымность отработавших газов у двигателей

автомобилей МАЗ, КамАЗ, ЗИЛ-4331 не должна превышать 40% в режиме свободного ускорения и 15% при максимальной частоте вращения. Превышение указанных нормативов свидетельствует о неисправной работе топливной системы и требует принятия соответствующих мер путем проведения регулировочных работ или текущего ремонта, так как подобная неисправность может снизить мощность двигателя, привести к перерасходу топлива, а высокое содержание аэрозолей, определяющих процент дымности и состоящих из частиц сажи, золы, несгоревшего топлива, масла и т. д., оказывает вредное воздействие на экологию и здоровье человека. Дымность отработанных газов оценивается на вышеуказанных стендах через их оптическую плотность, регистрируемую при просвечивании фотоэлементом, передающим сигнал на микроамперметр, отградуированный в процентах дымности.

*Регулировочные работы по системам питания карбюраторного и дизельного двигателей.* Перед началом регулировочных работ необходимо устранить выявленные при проверке систем неисправности. Наиболее характерными и для карбюраторного и для дизельного двигателей являются устранение негерметичности в топливопроводах и агрегатах, промывка и очистка топливных и воздушных фильтров.

В карбюраторном двигателе регулируют уровень топлива в поплавковой камере, для чего изменяют число прокладок под гнездом игольчатого клапана или изгибают рычажок поплавка, упирающийся в иглу. Жиклеры, не соответствующие по пропускной способности, заменяют. Регулировку карбюраторов проводят на минимальную частоту вращения холостого хода при прогревом двигателя. До ее начала необходимо убедиться в отсутствии подсосов во впускном трубопроводе. Минимальной частоты добиваются поочередным вывертыванием и заворачиванием винта качества смеси и упорного винта дросселя; подбирая наиболее выгодное их положение, соответствующее наименьшей устойчивой частоте. При правильной регулировке карбюраторный двигатель должен устойчиво работать при 400-600 об/мин коленчатого вала.

При необходимости регулируют момент открытия клапана экономайзера, ход насоса ускорителя, датчик ограничителя максимальной частоты вращения.

У дизельного двигателя проводят регулировку топливного насоса высокого давления и форсунок. Количество топлива, подаваемого

## **11 Измерение шума автомобиля**

В процессе эксплуатации автомобилей наблюдается шум двух видов: шум, воздействующий на водителя и пассажиров (так называемый внутренний шум), внешний шум (особенно при высокой плотности движения автомобилей), оказывающий неблагоприятное влияние на окружающую среду. Общий шум, создаваемый автомобилем, обусловлен взаимодействием многочисленных его источников, определение «вклада» каждого из которых представляет сложную экспериментальную задачу. Основные источники шума движущегося автомобиля — двигатель и его системы, различные агрегаты и вспомогательное оборудование, вибрация элементов кузова, а также потоки обтекающего воздуха.

Все источники шума автомобиля можно подразделить на следующие группы: источники аэродинамического, механического, гидромеханического и электрического происхождения.

Наиболее высокие составляющие шума автомобилей обусловлены работой двигателя. Как правило, уровни шума от основных источников соизмеримы, поэтому задача по определению общего уровня шума должна решаться путем комплексного подхода. Необходимы четкое представление о природе возникновения шума от каждого источника и рациональный подход к снижению его уровня.

Основной физической характеристикой шума является амплитудный спектр, показывающий распределение амплитуд звукового давления в частотном диапазоне. Интенсивность звукового давления изменяется в очень широких пределах, поэтому на практике ее выражают в логарифмических относительных единицах — децибелах (дБ).

В процессе экспериментальных исследований путем непосредственных измерений определяют значения следующих величин: уровня звукового давления в полосах спектра (дБ), суммарного скорректированного уровня звукового давления — уровня звука (дБА).

В зависимости от решаемых задач различают акустические испытания автомобилей оценочные, диагностические и специальные.

Оценочные испытания служат для сравнения различных моделей автомобилей по уровню излучаемого шума и для определения его соответствия существующим международным и союзным стандартам.

Как правило, такие испытания проводят на прямом, гладком и сухом участках асфальтобетонной дороги. Условия дорожных испытаний: в радиусе 50 м от

места замеров не должно быть каких-либо отражающих препятствий (здания, лес и т. д.); скорость ветра — не более 1,5 м/с; отсутствие атмосферных осадков; положительная температура окружающего воздуха; нормальное атмосферное давление. Уровень окружающего шумового фона должен быть на 10 и более децибел ниже измеряемого уровня. Все форточки и окна автомобиля должны быть закрыты, отопительные и климатические установки включены, а заслонки для распределения воздушного потока установлены в положение, соответствующее максимальному шуму от них.

Внешний шум легковых и грузовых автомобилей оценивают при их интенсивном разгоне на второй передаче (если коробка передач имеет четыре и менее ступеней) на мерном участке ровной дороги длиной 20 м. К мерному участку автомобиль, оснащенный механической коробкой передач или автоматической коробкой передач с ручным переключателем управления, приближается с постоянной скоростью, соответствующей наименьшей из следующих:  $0,75 n_{\text{ном}}$  ( $n_{\text{ном}}$  — номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя); 50 км/ч. В момент пересечения начальной линии мерного участка А—А педаль управления дроссельной заслонкой или подачей топлива резко перемещают в положение, при котором обеспечивается максимальная его подача. После пересечения конечной линии мерного участка В — В педаль резко переводят в положение, соответствующее минимальной подаче топлива.

Автомобили с автоматической коробкой передач без ручного переключателя должны приближаться к началу измерительного участка в последовательных заездах с установившимися скоростями 30, 40, 50 км/ч. За результат испытаний принимают наибольшее из значений уровня шума, полученных при измерениях в разных заездах.

Если коробка передач имеет более четырех передач, заезды проводят последовательно на второй и третьей передачах, а за результат испытаний принимают среднее арифметическое значение уровней шума в заездах. Грузовые автомобили полной массой свыше 3500 кг, автопоезда и автобусы, которые имеют механическую коробку передач с общим числом передач переднего хода  $N$ , испытывают последовательно на передачах от  $N/2$  до  $N$ -й при четном  $N$  или от  $(N+1)/2$  до  $N$ -й. при нечетном.

Во всех случаях уровень шума фиксируется микрофонами, установленными на высоте 1,2 м от поверхности дороги на расстоянии 7,5 м от линии движения с обеих сторон. За окончательный результат испытаний принимают максимальное из значений уровня шума, полученных не менее чем в трех заездах в каждом направлении.

С целью получения данных, необходимых для анализа уровня шума транспортных средств в условиях эксплуатации, проводят измерение внешнего шума на неподвижном транспортном средстве. Для этого выбирают гладкую и чистую площадку с асфальтобетонным покрытием, вблизи которой не должно быть объектов, отражающих звук. Рычаг переключения коробки передач должен находиться в нейтральном положении. При измерении уровня шума частоту вращения коленчатого вала двигателя устанавливают равной  $0,75n_{ном}$ , а затем педаль управления подачей топлива быстро переводят в положение, соответствующее минимальной его подаче.

Уровень шума измеряют в течение всего периода уменьшения частоты вращения коленчатого вала двигателя. За результат измерения принимают максимальное показание шумомера.

Измерительный микрофон устанавливают на высоте расположения выпускной трубы глушителя (но не менее 0,2 м от уровня дороги) на расстоянии 0,5 м от ее отверстия. За результат испытаний принимают наибольшее из значений уровня шума, полученных в трех измерениях.

Внутренний шум автомобиля оценивают при его разгоне на высшей передаче до скорости, соответствующей наименьшей из следующих: 120 км/ч;  $0,9n_{ном}$ . Если при частоте вращения вала двигателя  $0,9n_{ном}$  скорость автомобиля превышает 120 км/ч, измерения проводят при движении на более низкой передаче, но не ниже третьей, если коробка передач имеет четыре и более передач, и не ниже второй, если число передач меньше четырех.

Измерения начинают при движении автомобиля с наименьшей допустимой скоростью, но не ниже соответствующей  $0,45v_{ом}$ . Педаль управления дроссельной заслонкой резко перемещают в положение, обеспечивающее максимальную подачу топлива, удерживая ее в таком положении до достижения наименьшей из указанных скоростей автомобиля.

Уровень шума измеряют у сиденья водителя, а также над последним рядом сидений. Измерительный микрофон устанавливают на высоте  $(0,6 \pm 0,05)$  м над подушкой сиденья со смещением от его оси к центру автомобиля на  $(0,2 \pm 0,02)$  м. В каждой точке расположения микрофона проводят не вычисляют среднее арифметическое значение уровня шума, округленное до целого числа. За окончательный результат испытаний принимают наибольшее из значений уровня шума, полученных при измерениях в точках установки микрофонов. Допустимые значения внутреннего шума автомобилей приведены в табл. 2.2.

В отличие от оценочных диагностические испытания автомобилей связаны с определением причин повышенных уровней шума. Для этого тщательно изучают весь комплекс акустических характеристик исследуемого автомобиля, их зависимость от режимов движения и работы двигателя. При этом проводят исследования спектрального и узкополосного состава шума различных систем, узлов и агрегатов.

Как правило, диагностические испытания являются комплексным исследованием, которое целесообразно проводить в период доводочных испытаний опытных образцов, так как на этой стадии возможны изменение и доработка конструкций с целью улучшения шумовых характеристик автомобиля.

К специальным испытаниям можно отнести такие, которые направлены на уменьшение шума от какого-либо узла или агрегата (например, глушителей выпуска и впуска, шин, вентилятора и т. д.). При этом измерительный микрофон располагают в характерных для каждого конкретного случая точках звукового поля.

Диагностические и специальные акустические испытания автомобилей, как правило, ведут в дорожных или лабораторных условиях на специально оборудованных стендах. В зависимости от объекта исследований и поставленных целей возможно их проведение на открытых площадках, в звукомерных (заглушённых или реверберационных) камерах.

Для выполнения акустических измерений и абсолютной оценки шума от различных источников предпочтительными являются условия свободного звукового поля. При лабораторных исследованиях такие условия можно создать в заглушённой камере, где, как и в свободном звуковом поле, звуковое давление обратно пропорционально расстоянию до источника шума и уменьшается на 6 дБ при удвоении этого расстояния. Используют камеры двух типов — с жестким полом и излучением звука по полусфере, а также с поглощающим полом и излучением звука по сфере. Во втором случае объект исследований устанавливают на специальном сетчатом полу (как бы подвешивают в камере). Это дает возможность более точно определять влияние отдельных источников шума, однако усложняет конструкцию камеры и несколько искажает шумовой фон работы автомобиля в реальных дорожных условиях.

Размеры заглушённой камеры зависят от габаритов исследуемого объекта, а также от требуемой точности измерений.

Для эффективного поглощения звука стенами камеры последние облицовывают звукопоглощающим материалом. При этом необходимо обеспечивать плавный



переход от малого акустического сопротивления воздуха к большому акустическому сопротивлению звукопоглощающего материала. Такое условие удовлетворяется за счет применения объемных поглотителей с постепенно увеличивающимся акустическим сопротивлением по мере приближения к стене камеры. На практике для этого используют цельноформованные клинья различной длины или сборные конструкции из кубиков разных размеров, имеющие также клиновую конфигурацию. Материалы, из которых изготавливаются звукопоглощающие конструкции,—пенополиуретан, стекловолокно, минеральная вата и другие пористые негорючие материалы, характеризующиеся высоким коэффициентом звукопоглощения. Камера должна иметь также достаточно эффективную звуко- и виброизоляцию. Исходными данными при выборе конструкций фундамента, стен и характеристик применяемых материалов являются уровень собственных шумов в камере и интенсивность шума от источников, расположенных за ее пределами. Для обеспечения работы автомобиля камера должна быть оборудована малошумными системами приточной и вытяжной вентиляции, а в некоторых случаях и системой водоснабжения.