

**Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»**

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Техническая эксплуатация автомобилей»

Часть 4

ТЕХНОЛОГИЯ ТО И РЕМОНТА МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЯ

для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»
дневной и заочной форм обучения

Брест 2007

УДК 656.1

Методические указания содержат руководство для выполнения лабораторных работ № 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, в которых отражаются вопросы диагностирования, ТО и ремонта механизмов и систем двигателя, порядок проведения регулировочных операций и устранения выявленных неисправностей.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Техническая эксплуатация автомобилей» специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» для студентов дневной и заочной форм обучения. Издаются в 7 частях. Часть 4.

Составитель: Хворак К.И. ст. преподаватель,
Трифонов А.В. ст. преподаватель

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Диагностирование, техническое обслуживание и устранение неисправностей ЦПГ, КШМ двигателя

Цель работы: изучение основных неисправностей ЦПГ, КШМ и методов их определения, получение практических навыков по их диагностированию и установлению годности двигателя к дальнейшей эксплуатации.

Общие положения

Двигатель является наиболее сложным агрегатом автомобиля, у которого чаще всего появляются отказы в работе, большое количество которых вызвано неисправностями ЦПГ и КШМ.

К характерным повреждениям ЦПГ и КШМ относятся: износ цилиндров, поршневых колец, канавок, стенок и отверстий в бобышках поршня, поршневых пальцев, втулок головок шатунов, шеек и вкладышей коленчатого вала, закоксовывание колец, деформация коленчатого вала и др.

К характерным отказам – поломка поршневых колец, задиры зеркала цилиндров и заклинивание поршней, подплавление подшипников, появление трещин блока цилиндров, обрыв шатуна или шатунных болтов и др.

Результатом перечисленных повреждений и отказов является снижение эффективной мощности двигателя, увеличение расходов топлива и масла, а также токсичности отработавших газов, затрудненный пуск двигателя и шумность работы.

Наиболее эффективная оценка технического состояния двигателя без его разборки может быть дана по следующим показателям: наличию стуков в сочленениях, давлению сжатия (компрессии), утечкам воздуха через зазоры в компрессионных кольцах, объему и давлению газов, прорывающихся в картер, расходу масла, давлению масла в магистрали и утечке его через зазоры в подшипниках.

Давление в конце такта сжатия зависит от степени сжатия, изношенности деталей цилиндропоршневой группы, вязкости масла и частоты вращения коленчатого вала. Низкое давление конца такта сжатия во всех цилиндрах, как правило, указывает на значительную изношенность компрессионных колец, цилиндров (гильз) и поршней. Низкое давление в отдельных цилиндрах свидетельствует о неплотном прилегании клапанов к седлам, поломке или прогорании колец, повреждении прокладки головки блока.

Содержание работы

При выполнении работы необходимо изучить основные неисправности и отказы ЦПГ и КШМ двигателя, их признаки и последствия, способы оценки технического состояния двигателя без его разборки, выполнить работы по определению шумности работы двигателя и давления в конце такта сжатия.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться автомобиль Москвич-ИЖ, стетоскоп, компрессометр, свечной ключ, другие инструменты, а также плакаты, инструкции по эксплуатации автомобилей, другой учебный материал.

Порядок выполнения работы

1. Оценка технического состояния деталей ЦПГ и КШМ двигателя по стукам (шумам).

Прослушивание стуков, вызываемых работой деталей ЦПГ и КШМ, производят на двигателе с использованием стетоскопа, прижимая его приемную трубку к соответствующему месту на поверхности двигателя.

Работу проводят на различной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу в следующем порядке:

- на непрогретом двигателе при минимально возможной частоте вращения коленчатого вала прослушать верхнюю часть блока цилиндров. Изношенные поршни создают шелкающий звук, исчезающий по мере прогрева двигателя;
- после прогрева прослушать верхнюю часть блока цилиндров при резком изменении частоты вращения коленчатого вала. Изношенные поршневые пальцы создают резкий металлический стук, пропадающий при отключении зажигания смеси. Этот стук не следует смешивать с детонационными стуками, которые появляются при большом угле опережения зажигания;
- в зоне работы подшипников коленчатого вала оценить их техническое состояние прослушиванием. Изношенные коренные подшипники при резком изменении частоты вращения коленчатого вала издают глухой стук низкого тона. Изношенные шатунные подшипники создают стук, исчезающий при отключении зажигания смеси.

Обнаруженные стуки и причины их происхождения выписать в виде таблицы.

2. Оценка технического состояния двигателя по давлению в конце такта сжатия.

Работа выполняется в следующей последовательности:

- прогреть двигатель до температуры $75 - 95^{\circ}$, остановить его;
- обдуть углубления для свечей сжатым воздухом и вывернуть все свечи;
- полностью открыть дроссельную и воздушную заслонки;
- плотно вставить наконечник компрессометра в свечное отверстие 1-го цилиндра, включить стартер и через 10 - 12 оборотов коленчатого вала снять показания прибора; выпустить сжатый воздух через его выпускной клапан. Во избежание ошибок необходимо, чтобы коленчатый вал вращался с частотой не менее $2.6 - 3.0 \text{ с}^{-1}$. Это возможно только при хорошо заряженной аккумуляторной батарее. Замеры повторяют два - три раза и определяют среднее давление;
- аналогично замерить давление в конце такта сжатия во всех цилиндрах;
- при отличии в показаниях компрессометра для разных цилиндров более 0.1 МПа , в цилиндр необходимо залить $30 - 40 \text{ см}^3$ моторного масла и повторить замеры. Если давление возрастает, значит, имеются неплотности в цилиндропоршневой группе, если остается прежним - нарушилась герметичность в клапанах или прокладке;

- результаты замеров занести в таблицу и сравнить с нормативным давлением в конце такта сжатия. По результатам сравнения сделать соответствующие выводы и внести предложения по улучшению работы двигателя.

Таблица 10.1

Величины давлений конца такта сжатия двигателя автомобиля

Номер замера	Давление сжатия в цилиндре, МПа			
	1	2	3	4
1				
2				
3				

Таблица 10.2

Нормальные значения P_c , МПа, для автомобиля

Автомобили	ГАЗ-2401	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЗИЛ-130	КаМАЗ-5320	М-ИЖ
P_c , МПа	0,82+0,87	0,95+1,0	0,8+0,85	0,8+0,85	3,0	

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование (учебный материал) рабочего места, порядок выполнения (изучения) задания, таблицы, раздаточный материал, результаты выполненного задания, выводы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности КШМ двигателя, причины их возникновения.
2. Характерные неисправности деталей ЦПГ и их проявления.
3. Внешние проявления износа подшипников и шеек коленчатого вала двигателя.
4. Методы определения неисправностей двигателя без его разборки.
5. О чем свидетельствует низкое давление конца такта сжатия в отдельных цилиндрах?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

Диагностирование, техническое обслуживание и устранения неисправностей ГРМ

Цель работы: изучение основных неисправностей механизма газораспределения автомобиля; получение практических навыков по контролю и регулировке тепловых зазоров в ГРМ, устранению нарушения герметичности соединения головки и блока цилиндров.

Общие положения

Возникновение неисправностей в механизме газораспределения нарушает нормальную работу двигателя: снижает его эффективную мощность, ухудшает экономичность, повышает токсичность отработавших газов.

К характерным повреждениям ГРМ относятся: износ толкателей и их направляющих втулок, тарелок клапанов, их седел и втулок, шестерен, кулачков и опорных шеек распредвала, нарушение зазоров между стержнями клапанов и коромыслами (толкателями), герметичности соединения головки и блока цилиндров.

К характерным отказам – поломка и потеря упругости клапанных пружин, поломка зубьев распределительных шестерен, прогорание клапанов.

Признаками неисправности ГРМ служат стуки, появление вспышек в карбюраторе и хлопков в глушителе.

Частый металлический стук клапанов, хорошо прослушиваемый на малых оборотах холостого хода, свидетельствует об увеличении теплового зазора, при малом зазоре или его отсутствии наблюдаются вспышки и хлопки.

При увеличенном тепловом зазоре в механизме впускного клапана уменьшается высота подъема и, следовательно, его проходное сечение, в результате чего уменьшается наполнение цилиндра свежим зарядом воздуха или горючей смеси. Увеличение зазора в механизме выпускного клапана приводит к ухудшению очистки цилиндра от отработавших газов, что в свою очередь ухудшает процесс сгорания, при этом происходит повышенное изнашивание стержней клапанов и снижение мощности двигателя.

При уменьшенном тепловом зазоре клапанов нарушается герметичность их посадки в седлах, в результате чего снижается компрессия в цилиндрах, подгорают фаски клапанов и их седла, двигатель работает с перебоями, падает мощность.

Для двигателей, имеющих механический привод клапанов, необходимо периодически (через 10 – 30 тыс. км), а также при ремонтах ГРМ, снятии головки блока цилиндров осуществлять проверку и при необходимости регулировать тепловые зазоры клапанного механизма.

Нарушение герметичности соединения головки и блока цилиндров можно обнаружить по попаданию охлаждающей жидкости в моторное масло, по черному осадку в месте образовавшегося сообщения камеры сгорания и по характерному подосу воздуха в этом месте при работающем двигателе. Неисправность устраняется путем замены прокладки или подтяжки крепления головки к блоку цилиндров.

Содержание работы

При выполнении работы необходимо изучить основные неисправности и отказы ГРМ двигателя, их признаки и последствия, методы их определения и устранения, для чего:

- произвести подтяжку крепления головки к блоку цилиндров двигателя;
- произвести замер зазоров в клапанном механизме двигателя и, при необходимости, отрегулировать тепловые зазоры.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться двигатель ЗМЗ-53А, ключи в т.ч. динамометрический, шуп, другие инструменты, а также плакаты, инструкции, другой учебный материал.

Порядок выполнения работы

1. Затяжка гаек (болтов) крепления головок цилиндров двигателей.

Общими правилами затяжки гаек (болтов) крепления головок цилиндров являются:

- затягивание гаек (болтов) с определенным усилием и последовательностью (от центра к краям);
- затягивание не менее, чем в два приема;
- двигатель должен быть холодным с головками цилиндров из алюминиевых сплавов и прогретым с головками цилиндров из соединений чугуна;
- работа должна проводиться торцовым ключом с динамометрической рукояткой.

Момент и последовательность затяжки гаек (болтов) головок цилиндров устанавливается заводскими инструкциями на автомобиль (для ЗМЗ-53-70-90Нм).

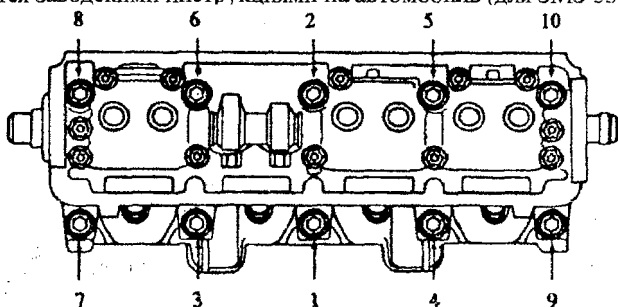


Рис. 11.1. Порядок затягивания болтов крепления головки цилиндров

2. Замер зазоров в клапанном механизме двигателя и регулировка величин зазоров.

Работа производится на холодном двигателе:

- снять крышки головок блока цилиндров;
 - установить поршень первого цилиндра в ВМТ конца такта сжатия;
 - с помощью шупа проверить зазор между коромыслами и стержнями клапанов первого цилиндра и, при необходимости, отрегулировать.
 - проворачивая коленчатый вал рукояткой (каждый раз на 90 град.), проверить и отрегулировать зазоры в клапанах остальных цилиндров в последовательности, соответствующей порядку работы двигателя (1-5-4-2-6-3-7-8);
 - данные занести в таблицу и сделать вывод о техническом состоянии ГРМ.
- Величины зазоров для средних клапанов должны быть 0.25 - 0.3 мм, для крайних (т.е. для первого и восьмого впускных, четвертого и пятого выпускных) – допускается уменьшение зазора до 0.15 - 0.2 мм.

Для выполнения регулировки отвернуть контргайку регулировочного винта и, проворачивая винт отверткой, установить требуемый зазор, законтрить гайку и вновь проверить зазор.

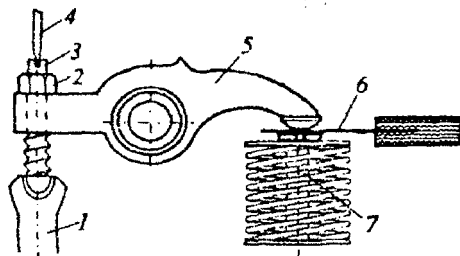


Рис. 11.2. Регулировка зазоров в газораспределительном механизме с нижним расположением распределительного вала: 1 – штанга; 2 – контргайка; 3 – регулировочный винт; 4 – отвертка; 5 – коромысло; 6 – шуп; 7 – клапан

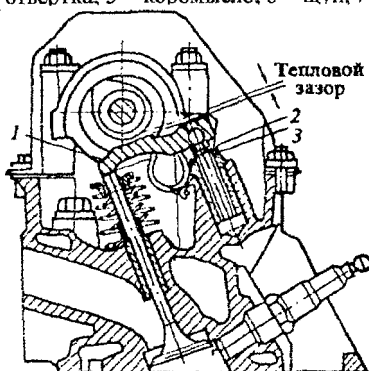


Рис. 11.3. Регулировка тепловых зазоров газораспределительного механизма автомобиля ВАЗ классической компоновки: 1 – коромысло; 2 – регулировочный винт; 3 – контргайка

Таблица 11.1

Величины зазоров в клапанном механизме двигателя автомобиля ГАЗ-53А

Цилиндр	Клапан	Измеренный зазор, мм	Номинальный зазор, мм	Вывод
1	Впускной			
	Выпускной			
8	Впускной			
	Выпускной			

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование (учебный материал) рабочего места, порядок выполнения (изучения) задания, таблицы, раздаточный материал, результаты выполненного задания, выводы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности ГРМ двигателя.
2. Назначение зазоров в клапанном механизме двигателя.
3. Последствия изменения тепловых зазоров в ГРМ.
4. Признаки неисправностей ГРМ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

Диагностирование, ТО, устранение неисправностей системы смазки двигателей

Цель работы: изучение основных неисправностей системы смазки двигателя и методов их определения. Получение практических навыков по диагностике и техническому обслуживанию системы смазки.

Общие положения

Внешними признаками неисправности системы смазки двигателя являются потеря герметичности, загрязнение масла, его повышенный расход, а также несоответствие давления в системе нормативным значениям.

Причиной повышенного расхода масла может быть внешняя негерметичность системы (течь масла через прокладки), а также угар его в результате износа или повреждения деталей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма (стержней клапанов, их направляющих втулок и маслоотражательных колпачков).

Пониженное давление в системе смазки может быть вызвано недостаточным уровнем масла; разжижением его или применением масла пониженной вязкости; засорением сетки маслосборника, фильтров; износом подшипников коленчатого и распределительного вала, шестерен масляного насоса; заеданием редукционного или перепускного клапанов в открытом положении.

Повышенное давление является результатом применения масла с повышенной вязкостью, заедания редукционного клапана в закрытом состоянии.

Диагностирование системы смазки производится визуально (определение мест течи, проверка уровня масла в поддоне картера) и с помощью встроенных и переносных приборов (проверка давления в системе). При разборке двигателя диагностируют масляный насос на производительность при установленном противодавлении и на максимальное развиваемое давление. Клапаны системы проверяют на давление, при котором они начинают открываться, или определяют характеристики пружин.

Техническое обслуживание, кроме указанных работ, включает замену масла в картере двигателя, замену фильтрующих элементов полнопоточных фильтров, промывку центробежных фильтров и устройства вентиляции картера, а также, при необходимости, промывку самой системы смазки.

Содержание работы

При выполнении работы необходимо изучить основные неисправности системы смазки, методы их определения и причины возникновения, для чего необходимо проверить уровень масла в поддоне картера двигателя, герметичность соединений системы смазки и давление в ней; произвести замену фильтрующего элемента полнопоточного фильтра, промывку ротора центробежного фильтра.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться: автомобиль МАЗ-53371 (двигатель ЯМЗ-236), автомобиль Москвич-ИЖ (с двигателем Москвич-412), комплект инструмента, приборов, щуп, плакаты, инструкции по эксплуатации автомобиля, другой учебный материал.

Порядок выполнения работы

1. Проверка уровня масла в поддоне картера двигателя и герметичности соединений системы смазки.

Проверку уровня масла выполнять не раньше чем через пять минут после остановки двигателя. Автомобиль должен находиться на ровной горизонтальной площадке. Уровень масла контролируется по меткам масляного щупа.

Для контроля щуп извлечь (вывернуть при наличии резьбовой части) из трубки, протереть его стержень ветошью и вставить в трубку, затем вторично извлечь и проверить уровень масла, который должен находиться между нижней и верхней метками. По внешнему виду масла принять решение о возможности его дальнейшего использования.

Герметичность соединений проверить визуально по наличию подтеканий масла.

2. Проверка давления в системе смазки.

Проверку произвести по показаниям встроенного указателя давления в системе смазки на прогревом двигателе. Полученные значения давления сравнить с нормативными для данного двигателя.

Для двигателя «ЯМЗ-236» давление масла должно составлять $4...7 \text{ кг/см}^2$ при 2100 об/мин и не менее 1 кг/см^2 при минимальных оборотах холостого хода (после длительной эксплуатации допускается работа двигателя при давлении в системе смазки не ниже $3,5 \text{ кг/см}^2$ на номинальных оборотах и не ниже $0,5 \text{ кг/см}^2$ при минимальных).

Для двигателя «Москвич-412» давление масла должно быть не менее $0,8 \text{ кг/см}^2$ при минимальных оборотах холостого хода и не менее $2...2,5 \text{ кг/см}^2$ при движении автомобиля на прямой передаче со скоростью 40 км/ч.

3. Замена фильтрующего элемента полнопоточного фильтра системы смазки, промывка ротора центробежного фильтра.

Замену фильтрующих элементов обычно производят при замене масла в двигателе.

Последовательность замены фильтрующего элемента полнопоточного фильтра двигателя «Москвич-412»:

- слить масло из корпуса фильтра, отвернув сливную пробку;
- отвернуть центральный болт крепления корпуса к крышке и снять корпус с помещенным в него фильтрующим элементом;
- вынуть непригодный фильтрующий элемент, промыть бензином корпус фильтра изнутри и протереть его насухо;
- нижнее резиновое уплотнительное кольцо аккуратно надеть на центральный болт и плавно продвинуть вниз до упора в стальную шайбу, опирающуюся на поджимную пружину;

- вставить в корпус фильтра новый фильтрующий элемент;
- заменить верхнее резиновое уплотнительное кольцо, перевернуть корпус к крышке центральным болтом, вернуть в корпус сливную пробку.

Последовательность промывки ротора центробежного фильтра тонкой очистки масла двигателя «ЯМЗ-236»:

- снять колпак, предварительно отвернув гайку его крепления;
- отвернув гайку крепления ротора, снять упорную шайбу и ротор в сборе;
- разобрать ротор, для чего отвернуть гайку, снять шайбу и колпак ротора;
- удалить с колпака и ротора осадок и промыть их в дизельном топливе;
- собрать фильтр в обратной последовательности, проверив состояние прокладки, сопел ротора и положение сетки. Если необходимо, прокладку заменить, а сопла ротора почистить.

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование (учебные пособия, образцы деталей и узлов) рабочего места, инструмент, приборы, транспортные средства, таблицы замеров параметров и другие материалы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности системы смазки двигателя.
2. Возможные причины пониженного (повышенного) давления в системе смазки.
3. Для чего и чем проводится промывка системы смазки.
4. Технология промывки системы.
5. Какие работы производят при ТО системы смазки двигателя?
6. Периодичность замены масла.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

Диагностирование, ТО, устранение неисправностей системы охлаждения двигателей

Цель работы: изучение основных неисправностей системы охлаждения двигателя и методов их определения. Получение практических навыков по диагностике и техническому обслуживанию системы охлаждения.

Общие положения

Внешними признаками неисправности системы охлаждения являются перегрев или чрезмерное охлаждение двигателя, потеря герметичности.

Перегрев двигателя может быть вызван следующими неисправностями: недостатком охлаждающей жидкости (ОЖ) в системе из-за ее утечки или выкипания, засорением системы охлаждения, обрывом или пробуксовкой ремня привода вентилятора (насоса), отказом электровентилятора, заеданием клапана термостата в закрытом положении, отказом насоса ОЖ.

Переохлаждение возможно при неисправности термостата (основной клапан постоянно открыт).

Причинами внешней негерметичности могут быть: повреждение трубок радиатора, ослабление хомутов крепления шлангов, повреждение сальника насоса ОЖ.

Внутренняя негерметичность (утечка ОЖ в цилиндры, поддон картера) приводит к интенсивному коррозионно-механическому изнашиванию деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма.

При диагностировании системы охлаждения проверяют ее герметичность (визуально и опрессовкой сжатым воздухом); работоспособность термостата, клапанов пробки расширительного бачка (радиатора); уровень и плотность ОЖ; натяжение ремня вентилятора; работоспособность радиатора (по разности температур ОЖ, находящейся в верхнем и нижнем бачках). При техническом обслуживании кроме диагностических и регулировочных работ производят доливание или замену ОЖ, удаление накипи в системе.

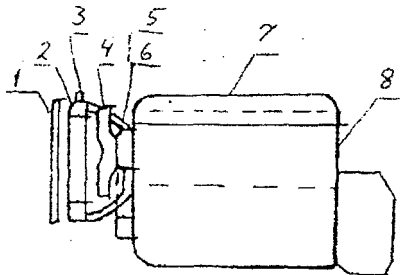


Рис. 13.1. Принципиальная схема системы охлаждения двигателя: 1 – жалюзи; 2 – радиатор; 3 – заливная горловина с пробкой; 4 – вентилятор; 5 – водяной насос; 6 – термостат; 7 – головка блока цилиндров; 8 – блок цилиндров

Содержание работы

При выполнении работы необходимо изучить причины и признаки неисправностей системы охлаждения двигателей, методы их диагностирования и технического обслуживания.

В процессе выполнения работы необходимо произвести проверку уровня охлаждающей жидкости и ее плотности, работоспособность термостата; проверку и, при необходимости, регулировку натяжения ремня привода вентилятора.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться: автомобиль Москвич-ИЖ, комплект инструмента, денсиметр, линейка, охлаждающие жидкости (антифриз, тосол), дистиллированная вода, а также учебный материал (схемы, плакаты, образцы деталей и узлов), инструкция по эксплуатации автомобиля.

Порядок выполнения работы

1. Проверка уровня охлаждающей жидкости и ее плотности.

Проверку выполнять на холодном двигателе.

Проверку уровня ОЖ в расширительном бачке произвести визуально. Уровень должен быть не ниже метки «min».

При помощи денсиметра замерить плотность ОЖ. Она должна составлять 1,075...1,085 г/см³ для жидкости «Тосол-А40» или 1,085...1,095 г/см³ для жидкости «Тосол-А65».

При необходимости восстановить уровень ОЖ, доливая в зависимости от плотности либо концентрат антифриза, либо дистиллированную воду.

2. Проверка работоспособности термостата.

Работоспособность термостата проверить на ощупь непосредственно на автомобиле: после пуска холодного двигателя при исправном термостате отводящий шланг радиатора (нижний) начнет нагреваться, когда температура ОЖ, циркулирующей по малому контуру, достигнет 78...83°C (для автомобилей «Москвич»). Более ранний или поздний нагрев шланга указывает на неисправность термостата, связанную с заеданием клапана в его крайних положениях. Неисправный термостат подлежит замене.

3. Проверка и регулировка натяжения ремня привода вентилятора.

Проверку натяжения ремня привода вентилятора произвести приложив усилие в 2...2,5 кгс (20...25 Н) к его ветви, расположенной между шкивами водяного насоса и генератора. Прогиб ветви должен составить 12...15 мм. При необходимости регулировку выполнить в следующей последовательности:

- снять брызговик двигателя, отвернув его крепежные болты;
- отпустить болт подвижного соединения генератора с регулировочной планкой, гайку болта крепления регулировочной планки и корпуса водяного насоса к блоку цилиндров, гайки и контргайки болтов крепления генератора к кронштейну на блоке цилиндров;
- с помощью монтажной лопатки сместить генератор в направлении от блока цилиндров на необходимый угол и зафиксировать это положение гене-

ратора, затягивая болт подвижного соединения генератора с регулировочной планкой;

- вновь проверить натяжение ремня;
- при верной величине натяжения окончательно затянуть гайки и контргайки болтов крепления генератора к кронштейну на блоке цилиндров, а затем гайку болта крепления регулировочной планки и корпуса водяного насоса к блоку цилиндров;
- установить брызговик двигателя.

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование (учебные пособия, образцы деталей и узлов), инструмент, приборы, эксплуатационные материалы, таблицы замеров параметров и другие материалы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности системы охлаждения двигателя.
2. Возможные причины перегрева двигателя.
3. Какие работы производят при ТО системы охлаждения двигателя?
4. Как производится промывка (удаление накипи) системы охлаждения?
5. Как производится ремонт радиаторов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

Диагностирование, ТО, устранение неисправностей системы зажигания двигателей. Установка зажигания

Цель работы: изучение основных неисправностей системы зажигания и методов их определения; получение практических навыков по регулировке и контролю параметров системы зажигания.

Общие положения

Характерными неисправностями системы зажигания являются: разрушение изоляции проводов высокого напряжения и свечей зажигания, нарушение контакта в местах соединений; ослабление пружины подвижного контакта; повышенный люфт валика распределителя; нагар на электродах свечей зажигания; изменение зазора между электродами свечей; межвитковые замыкания катушки зажигания; неправильная установка угла опережения зажигания; неисправность центробежного и вакуумного регуляторов.

Для диагностирования системы зажигания используют стационарные неавтоматизированные и компьютеризированные мотор-тестеры с электронно-лучевой трубкой, а также переносные электронные автотестеры.

Вышеуказанные неисправности системы зажигания вызывают повышенный расход топлива и снижение мощности двигателя.

Для получения эффективной работы двигателя необходимо периодически осуществлять проверку и регулировку системы зажигания; при этом определяют: зазор между контактами прерывателя, исходный угол опережения зажигания, техническое состояние центробежного и вакуумного регулятора в зависимости от частоты вращения и от разрежения во впускном трубопроводе соответственно. При техническом обслуживании системы зажигания также осуществляют осмотр и очистку свечей зажигания, проверку и зачистку состояния рабочей поверхности контактов прерывателя, смазку подшипников валика распределителя.

Контроль правильности установки начального угла опережения зажигания, а также проверку работы центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания осуществляют с помощью стробоскопических приборов. Момент зажигания, кроме того, можно установить по началу размыкания контактов, пользуясь контрольной лампой напряжением 12 В (мощностью не более 1.5 Вт).

Содержание работы

При выполнении работы необходимо произвести проверку и регулировку зазора между контактами прерывателя, установку момента зажигания с помощью контрольной лампы, оценить состояние свечей зажигания и проверить зазоры между электродами свечей.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться: автомобиль Москвич ИЖ-, комплект приборов и инструмента, учебный материал, плакаты, инструкция по эксплуатации автомобиля.

Порядок выполнения работы

1. Проверка и регулировка зазора между контактами прерывателя-распределителя:
 - проверить состояние рабочей поверхности контактов: при загрязнении контактов зачистить их плоским бархатным надфилем; при этом не рекомендуется полностью выводить картер на контактах. Проверить и при необходимости зачистить контакты в крышке распределителя и на токоразносной пластине надфилем или шлифовальной шкуркой мелкой зернистости. Затем

чистой, смоченной бензином замшей или другим материалом, не оставляющим волокон, протереть контакты прерывателя и токоразносной пластины, наружную и внутреннюю поверхность крышки распределителя;

- при снятой крышке распределителя, медленно проворачивая коленчатый вал двигателя, установить кулачок в положение, при котором контакты максимально разомкнуты. Зазор (0.35 – 0.45 мм) проверяют с помощью щупа при всех положениях кулачка. В случае необходимости зазор изменяют сдвигом пластины с неподвижным контактом поворотом эксцентрикового винта при ослабленном винте ее крепления.

2. Установка момента зажигания:

- вывернуть свечу первого цилиндра и заглушить отверстие бумажной пробкой, затем повернуть рукояткой коленчатый вал до выталкивания пробки, что свидетельствует о такте сжатия в первом цилиндре. Продолжать медленно поворачивать коленчатый вал до совмещения меток установки зажигания;
- снять крышку распределителя, повернуть ротор в положение, при котором его контактная пластина будет совпадать с боковой клеммой крышки первого цилиндра (пластина ротора направлена на клемму низкого напряжения корпуса) и в таком положении установить распределитель в гнездо блока; слегка поворачивая ротор, ввести валик в зацепление с приводом, завернуть вручную гайку крепления распределителя к двигателю и установить октан-корректор на нулевое деление;
- присоединить контрольную лампу одним проводом к клемме низкого напряжения распределителя, а другим – на корпус автомобиля;
- включить зажигание и поворачивать корпус распределителя против направления вращения ротора (на двигателе «Москвич-412» против часовой стрелки) до момента размыкания контактов. В момент размыкания загорается контрольная лампа;
- выключить зажигание, затянуть ключом гайку крепления распределителя к двигателю; закрыть крышку распределителя; начиная с клеммы первого цилиндра присоединить провода высокого напряжения к свечам в направлении вращения ротора по порядку работы цилиндров двигателя.

3. Проверка свечей зажигания:

- вывернуть свечи из двигателя;
- проверить наличие трещин на изоляторе, нагара на контактах. По состоянию, цвету нагара сделать вывод о возможных неисправностях двигателя;
- с помощью круглого проволочного щупа проверить зазор между электродами и, при необходимости, отрегулировать его подгибанием бокового электрода.

Оформление отчета

В отчете указываются цель и содержание работы, оборудование, приборы, инструмент, учебные пособия, эксплуатационные материалы, таблицы замеров параметров, другие результаты проведенной работы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Особенности работы и назначение приборов системы зажигания.
2. Характерные неисправности системы зажигания.
3. С помощью каких приборов проводится диагностирование системы зажигания.
4. Влияние неправильной установки момента зажигания на работу двигателя.
5. Содержание работ по техническому обслуживанию системы зажигания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

Диагностирование, ТО, устранение неисправностей системы питания карбюраторных двигателей

Цель работы: изучение основных неисправностей системы питания карбюраторных двигателей и методов ее диагностирования. Получение практических навыков по проверке и регулировке карбюраторов.

Общие положения

На систему питания карбюраторных двигателей приходится около 5% отказов от общего их числа по автомобилю, но состояние основного элемента системы карбюратора – является определяющим для обеспечения топливной экономичности и допустимой концентрации вредных компонентов в ОГ.

Основные неисправности системы питания: нарушение герметичности топливного бака и топливopодающих элементов, загрязнение фильтров, прорыв диафрагмы и негерметичность клапанов бензонасоса, нарушение герметичности игольчатого клапана и изменение уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, а также изменение пропускной способности его жиклеров, износ деталей ускорительного насоса, неправильная регулировка холостого хода, неполное открытие (закрытие) воздушной и дроссельной заслонок.

Самой нестабильной из всех систем карбюратора является система холостого хода, изменяющая свои первоначальные регулировочные параметры при наработке 8...9 тыс. км. Ее регулировка позволяет изменять коэффициент избытка воздуха в широких пределах, что может привести к неоправданному расходу топлива и повышению токсичности ОГ. Так, в зависимости от регулировки системы холостого хода содержание СО может находиться в пределах от 0,2 до 10 %, СН – от 300 до 3000 ppm (частей на миллион, 10000 ppm = 1% по объему). Ростом токсичности ОГ и расхода топлива сопровождаются и другие неисправности системы питания: нарушение герметичности клапана экономайзера, засорение воздушных жиклеров; изменение уровня топлива в поплавковой камере более чем на 2 мм по сравнению с номинальной величиной влияет на количество вредных компонентов в основном при низких частотах вращения коленчатого вала двигателя, сильное засорение воздушного фильтра увеличивает содержание СО и СН в 2 раза. Повышение пропускной способности главных топливных жиклеров приводит в основном к резкому росту доли СО в ОГ, а удельный расход топлива увеличивается как при повышении, так и при снижении их пропускной способности.

Диагностирование системы питания карбюраторного двигателя заключается в проверке подачи топлива в карбюратор, измерении давления, развиваемого топливным насосом, контрольной проверке расхода топлива, определении токсичности ОГ, уровня топлива в поплавковой камере карбюратора.

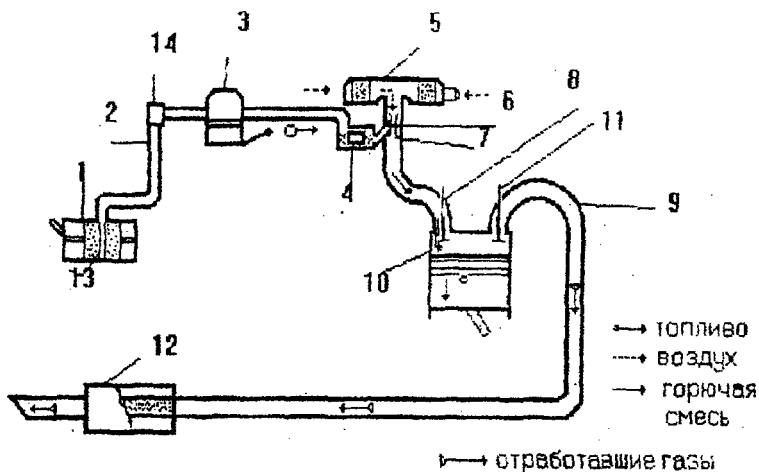


Рис. 15.1. Принципиальная схема системы питания карбюраторного двигателя

Содержание работы

В процессе выполнения работы необходимо произвести проверку и регулировку уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, а также регулировку частоты вращения холостого хода двигателя с использованием газоанализатора.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться: автомобиль Москвич-ИЖ, комплект приборов, инструмента, в т. ч. мерительного, газоанализатор, учебный материал, плакаты, инструкция по эксплуатации автомобиля.

Порядок выполнения работы

1. Проверка и регулировка уровня топлива в поплавковой камере карбюратора.

Проверку производят при работе двигателя в режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала.

Для проверки уровня топлива в поплавковой камере карбюратора К-126Н измерить при помощи линейки расстояние от плоскости разъема верхней части карбюратора до поверхности топлива, наблюдаемого через смотровое окно. Расстояние должно быть равно 18,5...20,5 мм. При необходимости регулировку уровня топлива на снятом с автомобиля карбюраторе производят в последовательности:

- снять крышку поплавковой камеры, предварительно вывернув винты ее крепления;
- убедиться в отсутствии повреждений поплавка и свободном вращении его на оси, на уплотняющей поверхности игольчатого клапана и его седла не должно быть повреждений, нарушающих герметичность клапана;
- расположить крышку поплавковой камеры горизонтально поплавком

вверх и замерить расстояние от нижней поверхности поплавок до плоскости крышки (без прокладки). Расстояние должно быть равно 37 мм. Его корректировку осуществляют подгибанием ограничителя хода поплавка. Одновременно с этим необходимо установить ход клапана подачи топлива в пределах 1,2...1,5 мм (зазор между язычком рычага поплавка и торцом стержня клапана) подгибанием язычка;

- установить и закрепить крышку поплавковой камеры.

2. Регулировка частоты вращения холостого хода двигателя с использованием газоанализатора.

Регулировку производят на двигателе, прогретом до температуры охлаждающей жидкости 80°C при полностью открытой воздушной заслонке в следующей последовательности:

- на остановленном двигателе полностью (до упора) завернуть оба винта качества (состава) смеси, а затем вывернуть их на два полных оборота. Упорный винт завернуть на 1,5...2 оборота от положения, при котором начинает открываться дроссельная заслонка первичной камеры (этот момент фиксируют по началу движения рычага привода заслонки);

- закрепить зажим датчика тахометра на высоковольтном проводе одного из цилиндров (зажим не должен касаться корпусных деталей двигателя), установить пробозаборник газоанализатора в выпускную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом;

- пустить двигатель и упорным винтом установить частоту вращения коленчатого вала в пределах 750...800 об/мин (частоту считывать на индикаторе передней панели прибора);

- заворачивая винт токсичности (винт качества смеси, расположенный правее на корпусе карбюратора) и наблюдая за показаниями газоанализатора, установить предельное объемное содержание окиси углерода в ОГ, равнос 1,5 %. Если при этом частота вращения коленчатого вала будет составлять 850...900 об/мин, то регулировку карбюратора следует считать законченной, в противном случае частоту вращения устанавливают в указанных пределах упорным винтом, а винтом токсичности корректировать, при необходимости, содержание СО в ОГ до указанного значения.

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование, приборы, учебные пособия, результаты замеров и регулировки.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности системы питания карбюраторных двигателей.
2. Влияние технического состояния отдельных систем карбюратора на содержание СО в ОГ.
3. Методы диагностирования системы питания карбюраторных двигателей.
4. ТО узлов и элементов системы питания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16

Диагностирование, то, устранение неисправностей системы питания дизельных двигателей

Цель работы: изучение основных неисправностей системы питания дизельных двигателей. Приобретение практических навыков при выполнении контрольно-диагностических и регулировочных операций по системе питания дизельных двигателей.

Общие положения

На систему питания дизельных двигателей приходится до 9 % всех неисправностей автомобилей. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, загрязнение воздушных и топливных фильтров, попадание масла в турбонагнетатель, износ и нарушение регулировки плунжерных пар ТНВД, потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы, износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу поворота коленчатого вала и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что вызывает повышение дымности 0_1 и расхода топлива, а также снижению мощности двигателя на 3...5 %.

Внешними признаками отказов и неисправностей системы питания являются: затрудненный пуск, повышенный расход топлива, неравномерная работа, дымление, снижение мощности двигателя, «жесткая» (со стуком) его работа.

Объектами диагностирования системы питания дизельных двигателей являются воздухоочистители, топливные фильтры, ТНВД, топливоподкачивающие насосы, форсунки; при диагностировании также проверяется герметичность элементов всей системы.

Содержание работы

При выполнении работы следует произвести проверку и регулировку момента начала подачи топлива секциями насоса высокого давления и ознакомиться с операциями по ТО системы питания дизельных двигателей.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться: автомобиль МАЗ-53371, комплект приборов (в т.ч. моментоскоп), инструмент, учебный материал, плакаты, инструкции по эксплуатации автомобиля и двигателей ЯМЗ-236, ЯМЗ-238.

Порядок выполнения работы

Для определения момента начала подачи топлива применяют моментоскоп – стеклянную трубку внутренним диаметром 1,5... 2 мм, присоединяемую к выходному штуцеру нагнетательной секции ТНВД. Последовательность проверки:

- установить моментоскоп на секцию топливного насоса при помощи накидной гайки, предварительно отсоединив от него трубку высокого давления;

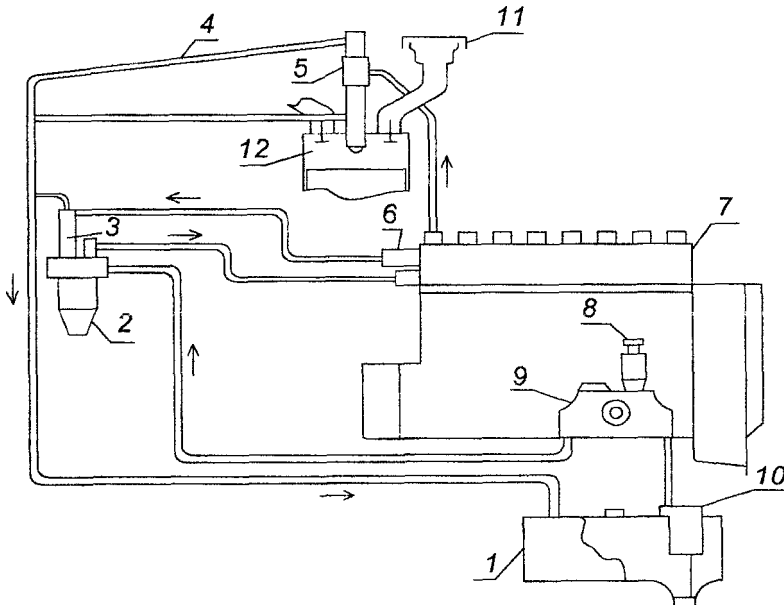


Рис. 16.1 Принципиальная схема системы питания дизельного двигателя:

- 1 – топливный бак; 2 – фильтр тонкой очистки; 3 – жиклер; 4 – сливная трубка; 5 – форсунка; 6 – переключный клапан; 7 – топливный насос высокого давления; 8 – ручной насос; 9 – топливоподкачивающий насос; 10 – фильтр грубой очистки; 11 – воздухоочиститель; 12 – цилиндр

- включив подачу топлива, произвести прокачку топливной системы двигателя ручным подкачивающим насосом в течение 2...3 мин;

- прокручиванием коленчатого вала двигателя при снятой компрессии заполнить стеклянную трубку моментоскопа. Сдавливая его резиновую трубку, удалить лишнее топливо, и, продолжая прокручивать коленчатый вал, следить за уровнем топлива в стеклянной трубке. Начало повышения уровня топлива в трубке является моментом начала подачи топлива секцией топливного насоса;

- проверить взаимное расположение контрольных рисок: в момент начала движения топлива в трубке риска на шкиве коленчатого вала должна находиться против риски с цифрой на крышке шестерен распределения. Цифра у риски распределительных шестерен должна соответствовать цифре на торце корпуса муфты опережения впрыска, а цифра у риски на маховике должна совпадать с указателем картера маховика. Допускается несовпадение рисок не более, чем на одно деление. У двигателей ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 момент начала подачи топлива должен быть 18...20° до ВМТ.

Придерживаясь приведенной последовательности, проверить момент начала подачи топлива в остальных секциях.

Если разность углов начала подачи топлива у проверяемых секций меньше 4° (по углу поворота коленчатого вала), а абсолютные значения углов выходят за допустимые пределы, необходимо отрегулировать угол опережения впрыска.

Для этого, ослабив болты крепления, поворачивают муфту валика привода на ее фланце против направления вращения, а затем, затянув болты крепления, вновь проверяют установку угла опережения впрыска (ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238). Если при начале движения топлива в трубке моментоскопа риски не совмещаются, необходимо муфту валика привода развернуть в направлении ее вращения.

Если разность углов начала подачи топлива у проверяемых секций превышает 4° , насос необходимо отрегулировать на стенде. При этом для двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 регулировка момента начала подачи топлива секцией насоса выполняется в следующей последовательности:

- расшплинтовать, отвернуть винты и снять боковую крышку ТНВД;
- придерживая ключом регулировочный болт толкателя, отвернуть на 1-2 оборота контргайку;
- заворачивать регулировочный болт в толкатель для увеличения угла начала подачи топлива и наоборот;
- придерживая ключом регулировочный болт, затянуть контргайку;
- проверить запас хода плунжера при верхнем положении толкателя (не менее 0,8 мм);
- установить и закрепить боковую крышку насоса.

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование, приборы, учебные пособия, результаты замеров и регулировки.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Основные неисправности системы питания дизельных двигателей.
2. Какое влияние оказывает неравномерная по углу поворота коленчатого вала подача топлива секциями ТНВД на работу двигателя?
3. Как определяют момент начала подачи топлива секциями ТНВД?
4. Операции ТО системы питания дизельных двигателей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

Диагностирование (контрольный осмотр) двигателя

Цель работы: приобретение практических навыков и умения производить контрольный осмотр и прослушивание работы двигателя, определять и устранять по внешним признакам и диагностическим параметрам неисправности и отказы.

Общие положения

Общее техническое состояние механизма определяется по параметрам субъективного диагностирования с помощью органов чувств (наличие поломок, трещин, герметичность в соединениях, цвет отработавших газов и т.п.) и контрольно-измерительного оборудования и приборов (стенды, расходомеры, стетоскопы и др.).

Все виды технического обслуживания автомобиля включают контрольно-диагностические работы, где контрольный осмотр двигателя является их составной частью и должен выполняться в полном объеме и отвечать требованиям технического контроля.

Содержание работы

При выполнении работы необходимо ознакомиться с процессом диагностирования, структурными и диагностическими параметрами, методами их определения, техническими условиями, применяемым оборудованием и инструментом.

Выполнить все операции диагностирования (контрольного осмотра) двигателя.

Результаты замеров и наблюдений занести в таблицу. Вынести техническое заключение.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны быть:

Автомобиль МАЗ-53371, Москвич-ИЖ, мотор-тестер МТ-5, стетоскоп, измеритель эффективности работы цилиндров, стробоскоп, газоанализатор, дымомер, а также необходимые инструменты и приспособления, инструкции и учебные материалы.

Порядок выполнения работы

Подготовительные операции: проверить наличие воды, масла и топлива, герметичность в соединениях всех приборов двигателя, исправность и действие механизмов управления работой двигателя, подключить аккумуляторную батарею, проверить показания КИП, запустить и прогреть двигатель.

Контрольно-диагностические операции:

а) для карбюраторных двигателей:

Перечень операций	Оборудование приборы, инструменты	Технические условия
Проверить приемистость и прослушать работу двигателя на всех режимах.	Стетоскоп	Прослушивание производится по зонам (см. рис. 17.1).

Продолжение таблицы

Проверить устойчивость работы двигателя на минимальных оборотах холостого хода и произвести его регулировку.	Отвертка, ключ	Сверить с нормативными значениями.
Проверить эффективность работы цилиндров двигателя при поочередном их отключении.	Прибор	Падение частоты вращения коленвала допускается не более 25%
Определить содержимое СО в отработавших газах	Прибор	Полученные данные сверить с нормативными значениями

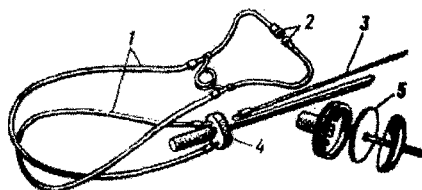


Рис. 17.1. Акустический стетофонендоскоп:

1 – слуховые трубки; 2 – наконечник; 3 – щуп; 4 – усиленная головка; 5 – мембрана

б) для дизельных двигателей:

Перечень операций	Оборудование, приборы, инструменты	Технические условия
Запустить и прогреть двигатель до температуры 70-80°C, подсоединить стробоскоп и проверить герметичность в соединениях двигателя.	Стробоскоп	—
Измерить минимальную и максимальную частоты вращения коленвала и при необходимости отрегулировать с помощью регулятора частоты вращения коленчатого вала.	Стробоскоп, ключи	Сверить с нормативными значениями.
Произвести измерение дымности отработавших газов.	Дымомер	Сверить с нормативными значениями.



Рис. 17.2. Зоны прослушивания двигателя:

1 – подшипники коленчатого вала; 2 – подшипники распределительного вала;
3 – поршневая группа; 4 – клапаны; 5 – распределительные шестерни

Результаты диагностирования (контрольного осмотра) двигателя заносятся в таблицу и сравниваются с допустимыми значениями параметров, после чего делается заключение о техническом состоянии двигателя:

Наименование механизма, системы, узла	Диагностическое значение (структурных параметров)	Нормативные значения диагностирования (структурных параметров)	Заключение о техническом состоянии механизма, системы, узла

Оформление отчета

В отчете указывается цель и содержание работы, оборудование (учебный материал) рабочего места, приборы, стенды, инструмент, транспортные средства, накопительная ведомость результатов диагностирования и другие материалы.

Для защиты лабораторной работы студент должен ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Цель и методы диагностирования двигателя.
2. Основные диагностические параметры, определяющие работоспособность двигателя.
3. Технические условия на прослушивание работы двигателя.
4. Проверка качества регулировки двигателя на минимальную частоту вращения коленчатого вала.
5. Проверка качества регулировки тепловых зазоров в клапанах газораспределительного механизма двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов. / Под ред. Е.С.Кузнецова. - М.: Наука, 2001. – 535 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов. / Под ред. Е.С.Кузнецова. - М. Транспорт, 1991. – 416 с.
3. Шумик С.В., Савич Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник. – Мн.: Высш. школа, 1996. – 355 с.
4. Болбас М.М. Основы технической эксплуатации автомобилей. Учебник. – Мн.: Академия, 2001. – 352 с.
5. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Учебник для вузов. / Под ред. М.М. Болбаса. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.
6. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
7. Елифанов Л.И., Елифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебное пособие. – М.: Форум, 2002. – 280 с.
8. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник для средн. профобразования. В.М. Власов и др. – М.: Академия, 2003. – 480 с.
9. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н. Механизация производственных процессов ТО и ремонта автомобилей. Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2003. – 284 с.
10. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – Мн.: НПО «Транстехника», 1998. – 60 с.
11. Лабораторный практикум по технической эксплуатации автомобилей. / Под ред. С.В. Шумика – Мн.: Высш. школа, 1984. – 176 с.
12. Лабораторный практикум по курсу «Техническая эксплуатация автомобилей», часть 4 Техническое обслуживание автомобилей Е.И. Петухов. – Минск: БПИ, 1986.
13. Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей». Учебное издание. В.П. Лобах, Н.А. Коваленко. – Могилев: ГУВПО Белорусско-Российский университет, 2004.

Учебное издание

Составитель: Хворак Константин Иванович

Методические указания

к лабораторным работам по дисциплине
«Техническая эксплуатация автомобилей»
часть 4

Технология ТО и ремонта механизмов и систем двигателя
для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Хворак К.И.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 15.01.2007 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага писчая.
Усл. п.л. 1,63. Уч.-изд.л. 1,75. Заказ № 49. Тираж 100 экз. Отпечатано на
ризографе УО «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.