

Серия внутривузовских методических указаний СибАДИ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

Кафедра «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование»

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Методические указания к лабораторным работам

*Составители: В.А. Лисин,
С.С. Войтенков*

Омск ▪ 2018

УДК 621.43
ББК 31.365
Д44

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

Рецензент

канд. техн. наук, доц. Б.В. Савельев (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве методических указаний.

Д44 Диагностирование двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / сост. В.А. Лисин, С.С. Войтенков. – (Серия внутривузовских методических указаний СибАДИ). – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2018 . – URL: http://bek.sibadi.org/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe. - Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Посвящены вопросам определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания, их основных элементов. Содержат принципы диагностирования двигателей, необходимые материалы и оборудование, способы выполнения операций, а также нормативную документацию.

Имеют интерактивное оглавление в виде закладок.

Рекомендованы для обучающихся (специалистов, бакалавров и магистров) всех форм обучения направлений подготовки «Энергетическое машиностроение», «Наземные транспортно-технологические комплексы», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Технология транспортных процессов», «Профессиональное обучение», «Наземные транспортно-технологические средства».

Подготовлены на кафедре «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование».

Текстовое (символьное) издание (690 КБ)

Системные требования: Intel, 3,4 GHz; 150 Мб; Windows XP/Vista/7; DVD-ROM;
1 Гб свободного места на жестком диске; программа для чтения pdf-файлов:
Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Техническая подготовка В.С. Черкашина

Издание первое. Дата подписания к использованию 30.10.2018

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации автомобиля происходит изменение свойств его элементов и узлов. При этом изменяются выходные параметры и характеристики двигателя. При проведении его обслуживания и ремонта, требуется выполнять многие виды работ, разные по своей физической сущности. Основой проведения технических воздействий на двигатель является его диагностирование, то есть процесс определения технического состояния. При этом возможно, как определение технического состояния двигателя в целом как объекта, так и оценка отдельных его составляющих.

При диагностировании возможно применение прямых и косвенных параметров технического состояния. Прямые параметры являются структурными или конструктивными параметрами технического состояния механизма. Косвенные параметры позволяют определять техническое состояние без разборки агрегата, путем замера внешних параметров технического состояния. При этом мы получаем величины косвенно связанные с величинами конструктивных параметров.

Цель преподавания состоит в том, чтобы дать будущим работникам автомобильного транспорта точное представление об авторемонтных предприятиях, особенностях обслуживания, ремонта и диагностирования двигателей автомобиля, а также восстановления его деталей, узлов и агрегатов.

Лабораторный практикум является закрепляющим звеном приобретения студентами знаний и навыков по определению технического состояния двигателей внутреннего сгорания и их элементов. До выполнения лабораторных работ студент должен:

- *иметь представление:*
 - о принципах диагностирования;
 - о методах оценки технического состояния двигателя и его отдельных систем и узлов;
- *знать:*
 - современные способы обслуживания, ремонта и восстановления деталей, узлов и агрегатов автомобиля;
- *уметь использовать:*
 - современное измерительное оборудование и инструмент.

По своему содержанию данное пособие является пособием к проведению лабораторных работ, направленных на выработку у студентов навыков проведения технического диагностирования двигателей, его отдельных систем и узлов, и способности к самостоятельному объективному анализу данных, получаемых при проведении данных воздействий.

Выполнение работ базируется на знании устройства двигателей внутреннего сгорания.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В целях обеспечения безопасности при проведении лабораторных работ студенты перед выполнением первой работы должны пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарным мерам. Инструктаж регистрируется в специальном журнале с распиской каждого студента о том, что он ознакомлен с правилами и обязуется их выполнять. Студенты, не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

При выполнении лабораторных работ возможными источниками опасности могут быть:

- вращающиеся детали двигателя;
- ядовитые и легковоспламеняющиеся материалы, применяемые в системе питания, смазки и охлаждения двигателя;
- горячие детали выпускной системы и системы охлаждения двигателя;
- высокое напряжение в системе зажигания двигателя;
- токсичные отработавшие газы двигателя.

Студенты обязаны строго выполнять следующие правила по технике безопасности и противопожарным мерам:

1. Во избежание ожогов не следует касаться нагретых стенок выхлопных труб, коллекторов и др.

2. При работе двигателя запрещается касаться вращающихся двигателей или узлов.

3. Пуск двигателя можно производить только с разрешения преподавателя.

4. Категорически запрещается пользование открытым огнем, а также курение в помещении лабораторий.

5. При обнаружении неисправностей в работе механизмов систем двигателя, измерительной аппаратуре, при появлении посторонних стуков в приводных соединительных узлах следует немедленно доложить преподавателю и/или учебному мастеру, а при явно выраженной неисправности немедленно остановить двигатель и выключить всю аппаратуру.

6. В случае попадания топлива или антифриза на кожный покров следует немедленно смыть с кожи теплой водой с мылом.

7. В случае легкой травмы (порезы кожного покрова, удары, ожог) нужно немедленно применить средства, имеющиеся в аптечке лаборатории, а в случае серьезной травмы необходимо немедленно обратиться в медпункт института или вызвать скорую помощь.

8. В случае пожара нужно накинуть на очаг пламени кошму и использовать огнетушитель и песок. При этом двигатель следует немедленно заглушить и отключить топливные баки.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПОДГОТОВКЕ ОТЧЕТА

Организационно-методические указания. В ходе выполнения лабораторных работ студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по техническому диагностированию двигателя внутреннего сгорания и его систем, разработке технологических операций и оформлению технологических документов, приобретают навыки, необходимые в их последующей практической деятельности. Выполнение лабораторных работ требует самостоятельности и высокой творческой активности учащихся. При этом необходимое внимание должно уделяться вопросам качества, организации и безопасности труда, экономии трудовых и материальных ресурсов.

Подготовка к выполнению лабораторных работ. Прежде чем приступить к выполнению работы, студент должен изучить ее содержание. Уровень готовности учащегося к работе проверяется преподавателем путем опроса готовности. Особое внимание при этом обращается на знание студентами правил техники безопасности.

Отчет о выполнении лабораторной работы. По результатам выполненной работы каждый студент подготавливает и предъявляет преподавателю отчет, оформленный в соответствии с установленными требованиями. После защиты результатов работы и оценки ее качества преподавателем студенты допускаются к следующей работе.

На лабораторных работах отрабатываются навыки и техника овладения методами измерений. При выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать технику безопасности (ТБ), с которой должен ознакомиться каждый студент под расписку. Требования по ТБ изложены в инструкциях, находящихся в лаборатории и оформленных на стендах. Студенты, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к лабораторным занятиям не допускаются. При нарушении правил техники безопасности студент не допускается к последующим занятиям, а информация о нарушении ТБ доводится до сведения инженера по ТБ института. Повторный допуск к выполнению лабораторных работ студент получает после нового инструктажа по технике безопасности в соответствующем отделе института.

К лабораторным отчетам предъявляются требования:

1. Работа выполняется аккуратно без помарок и исправлений пастой или в компьютерном варианте.
2. Отчет должен содержать название работы, цель работы, чертежи, схемы, диаграммы, таблицы.
3. Чертежи, схемы, диаграммы и таблицы выполняются по линейке.
4. Студент должен ответить на все контрольные вопросы.

5. Вывод по лабораторной работе. Вывод – это ответ на поставленную цель работы.

На лабораторную работу отводится от 4 до 6 часов. Если студент не успел выполнить лабораторную работу в указанное время, ему следует закончить работу во внеурочное время в присутствии лаборанта.

После выполнения лабораторной работы студент отчитывается перед преподавателем о результатах экспериментальных исследований. Дома студент оформляет работу и защищает ее на следующем занятии перед получением новой работы. Работа считается зачтенной, если в ней соблюдены все требования к ее оформлению и нет замечаний по ее выводам.

После выполнения всех работ студент получает общий зачет по лабораторным работам и допуск к зачету.

Студент, не выполнивший выше изложенные требования, не допускается к зачету до полного выполнения комплекса лабораторных работ, предусмотренных программой.

Лабораторная работа № 1

Диагностирование двигателя в целом

Цель работы: научиться производить контрольный осмотр автомобиля и двигателя, проверять уровень масла в картере двигателя, охлаждающей жидкости в расширительном бачке, производить контрольный пуск двигателя и оценивать его работу.

Задачи:

1. Изучить порядок выполнения работы и требования к выполнению лабораторных работ.
2. На конкретном автомобиле или стенде произвести осмотр двигателя. Результаты осмотра оформить в виде карты осмотра.
3. Проверить уровень масла и охлаждающей жидкости.
4. Произвести запуск двигателя и оценить его работу по характерным признакам.
5. Сделать отчет по выполненной работе. Сформулировать вывод.

Обеспечение работы - автомобиль, двигатель, ветошь, набор инструмента.

Время выполнения: 4 часа.

Последовательность выполнения лабораторной работы:

Произвести внешний осмотр автомобиля. Убедиться в отсутствии подтеков топлива, охлаждающей жидкости и моторного масла. Произвести внешний осмотр двигателя и навесного оборудования, установленного на нем. Произвести пуск двигателя, прослушать его работу, произвести контроль работы по встроенным приборам.

Оценить работу двигателя на различных режимах работы.

Осмотр производить по карте осмотра (таблица 1).

Карта осмотра двигателя

Автомобиль		Двигатель	
Объект осмотра	Предмет осмотра	Исправно	Неисправно (указать конкретно)
Система охлаждения	-подтекания -состояние шлангов - уровень охлаждающей жидкости		
Система питания:	-подтекания -состояние шлангов и трубок		
Система смазки	-подтекания, -состояние шлангов и трубок -уровень масла -состояние масла		
Навесное оборудование	-состояние -крепление		
Работа двигателя:	-легкость пуска -плавность работы -наличие шумов и стуков		
Прочие отметки			
Заключение по результатам осмотра			

Составить отчет о проделанной работе в установленной форме (см. п.2 стр. 6-7).

Контрольные вопросы и задания

1. На что влияет уровень масла в двигателе?
2. Какие жидкости рекомендуется использовать в качестве охлаждающей для ДВС?
3. По каким параметрам подбирается моторное масло для двигателя?
4. Опишите наиболее вероятные характерные шумы в ДВС при его работе.
5. Какие опасности несёт в себе подтекающее топливо?

Лабораторная работа № 2 **Дефектовка блока цилиндров двигателя и гильз**

Цель работы: закрепление и развитие знания, способов, средств и техники дефектовки цилиндров двигателя и гильз, приобретение практических навыков определения дефектов и их сочетаний, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

Задачи:

1. Подготовка исходных данных для дефектовки деталей;
2. Сортировка деталей по результатам контроля.
3. Назначение способа ремонта.
4. Оформление отчета о результатах работы.

Обеспечение работы – блок цилиндров двигателя, лабораторный стол, лупа 4-кратного увеличения, штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), микрометр рычажный МР-100 (ГОСТ 4381-80), индикаторный нутромер НИ 60-80 ГОСТ 868-82), ветошь, набор инструмента.

Время выполнения: 4 часа.

Конструктивно-технологическая характеристика деталей. Основные конструктивные элементы блока цилиндров: стенки рубашки охлаждения и верхнего картера, посадочные отверстия под втулки распределительного вала, посадочные отверстия под гильзу, гнезда под вкладыши коленных подшипников; привалочные поверхности под головку блока, крышку распределительных шестерен, картера сцепления и др. Конструктивные элементы гильзы – отверстие под поршень, посадочная и наружная поверхности, буртик. Блок цилиндров относится к классу «толстостенных корпусных деталей», гильза – к классу «полых цилиндров». Заготовки получают

отливкой и подвергают низкотемпературному отжигу и старению. Требования к точности размеров в пределах квалитетов 4–7, отклонения формы (нецилиндричность, неплоскостность и др.) не должны превышать 0,010–0,020 мм, отклонения расположения (непараллельность, неперпендикулярность и др.) – 0,020-0,050 мм на 100 мм длины.

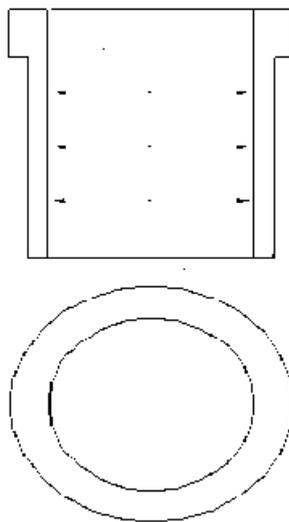


Рис. 1. Схема обмера отверстий гильз цилиндров

Установочной базой служат: для блока – привалочная поверхность масляного картера, для гильзы – фаски отверстия под поршень.

Вид и характер дефектов. Способы их устранения. В процессе работы двигателя на блок цилиндров и гильзу воздействуют силы трения, внутренние напряжения в металле, вибрация, агрессивность среды и др. Все это приводит к износам ($\Delta_{\text{ИЗН}}$ до 0,150 мм, $\Delta_{\text{НЕЦИЛ}}$ до 0,120 мм), нарушениям качества поверхности (задиры, риски, коррозия), механическим повреждениям (трещины, отколы, дефекты резьб) и отклонениям расположения (непараллельность, неперпендикулярность и др.).

Износы, механические и коррозионные повреждения устраняются обработкой деталей под ремонтные размеры (РР) или постановкой дополнительных ремонтных деталей (ДРД), заваркой в среде аргона, а также синтетическими материалами. Деформации различного характера устраняются слесарно-механической обработкой.

Последовательность выполнения: ниже приводится технологическая инструкция на дефектовку блока и гильзы у цилиндров (табл. 2).

**Последовательность выполнения работ по дефектовке блока цилиндров
и гильз**

Содержание этапа	Указания по выполнению
1	2
1. Ознакомиться с организацией рабочего места и проверить его комплектность.	Уяснить специализацию рабочего места, назначение и расположение оборудования, оснастки, деталей, документов и справочной информации, уровень механизации труда.
2. Изучить конструктивно-технологическую характеристику деталей, условий работы и возможные дефекты.	Проверить по описи комплектность. Уяснить конструктивные элементы деталей и технологические требования к ним, вид и род трения, характер воспринимаемых нагрузок, агрессивность среды, вид и характер дефектов, способы и средства дефектовки, методы устранения дефектов и технологию ремонта, требования руководства на ремонт.
3. Изучить оборудование и оснастку.	Уяснить правила пользования инструментов и правила техники безопасности. Подготовить инструмент к работе.
4. Подготовить исходные данные.	Назначить конструктивные элементы, подлежащие дефектовке: а) блок цилиндров (стенки рубашки охлаждения и верхнего картера, отверстия под толкатели); б) гильза цилиндров (отверстие под поршень, посадочная поверхность). Название конструктивных элементов записать в отчет. Для каждого конструктивного элемента, подлежащего дефектовке, определить технологические параметры (точность размера, формы и расположения; требования к качеству поверхности; величину допустимого износа, ремонтные размеры) и их значения, а также способы и средства контроля. Значения технологических параметров записать в отчет.

1	2
5. Определить состояние блока цилиндров.	
5.1. Осмотреть блок цилиндров.	Установить наличие выбракованных признаков, а при их отсутствии – места расположения и характер трещин, отколов, рисок, царапин, выработки и других видимых дефектов. Результаты записать в отчет.
5.2. Определить состояние отверстий под толкатели.	Попытаться ввести калибр-пробку в отверстие. Если калибр проходит, отверстие требует ремонтных воздействий. Результаты по каждому из отверстий записать в отчет.
6. Определить состояние гильзы цилиндров.	
6.1. Осмотреть гильзу цилиндров.	Указания по выполнению см. в п. 5.1.
6.2. Замерить отверстие под поршень.	С помощью индикаторного нутромера замерить диаметр отверстия в поясах I–I, II–II, III–III (рис. 1) и взаимно перпендикулярных плоскостях (А–А и Б–Б). Результаты записать в отчет. Пояс I–I располагают ниже выработки от верхнего поршневого кольца; II–II – посередине гильзы; III–III – на 20 мм выше нижнего среза гильзы.
6.3. Определить величину общего износа, $I_{\text{Общ}}$, мм.	$I_{\text{Общ}} = D_{\text{и}} - D_{\text{н}}$, где $D_{\text{и}}$ – наибольшее значение диаметра всех замеренных гильз (использовать величину с наибольшим износом); $D_{\text{н}}$ – диаметр гильзы до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу).
6.4. Определить величину одностороннего неравномерного износа, I , мм.	$I = \beta - I_{\text{Общ}}$, где β – коэффициент неравномерности износа ($\beta = 0,4$).

1	2
6.5. Определить нецилиндричность (овальность, $\Delta_{ОВ}$, и конусообразность, $\Delta_{КОН}$), мм.	$\Delta_{ОВ} = D(A - A) - D(B - B)$, $\Delta_{КОН} = D_{max} - D_{min}$. Для каждого отверстия под поршень получить три значения овальности и два – конусообразности и занести их в разд. 2.4 отчета. Наибольшее значение записать в разд. 2.2 отчета.
6.6. Определить размер обработки отверстия под поршень, Δ_p , мм.	Расчет вести по гильзе с предельным размером отверстия под поршень $\Delta_p = D + И + 2Z$, где Z – минимальный односторонний припуск на обработку (для расточки и хонингования $2Z = 0,150$ мм). Записи расчетов ввести в разд. 2.1 отчета.
6.7. Назначить категорию ремонтных размеров РР, Опр, мм, для всех гильз.	Сравнить результаты расчета со значениями РР из руководства по ремонту и выбрать ближайшее большее значение $D_{PP} > D_p$, где D_{PP} – категорийный ремонтный размер. Категорию РР (значение диаметра) записать в отчет.
6.8. Определить состояние посадочной поверхности.	Замерить микрометром диаметр посадочной поверхности гильз в одном поясе (посередине) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Результаты записать в отчет. Наибольший действительный размер по каждой гильзе записать в отчет.
7. Сделать заключение.	Сравнить действительное состояние деталей с требованиями руководства по ремонту и в отчет записать категорию их состояния по данному параметру каждого конструктивного элемента, подлежащего дефектовке («без ремонта», «в ремонт», «брак»). При направлении детали «в ремонт» указать способ устранения дефекта.

1	2
8. Назначить технологические операции для устранения дефектов деталей, направляемых «в ремонт».	Наименование операций, вспомогательных и технологических переходов записать в отчет.
9. Организационно-техническое обслуживание рабочего места.	Привести в исходное положение инструмент, детали, документы, протереть инструмент, детали, оборудование и поверхность стола ветошью. Сдать рабочее место дежурному (преподавателю). Подписать отчет.
10. Сдача отчета и защита результатов работы.	Предъявить преподавателю отчет, при этом студент должен уметь объяснить (при необходимости обосновать) выполненные расчеты и принятые технологические решения, знать основные характеристики оборудования, оснастки, инструмента, применявшихся при выполнении лабораторной работы, знать содержание технологической инструкции.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные конструктивные элементы блока цилиндров и его дефекты.
2. Перечислите основные конструктивные элементы гильзы цилиндра и ее дефекты.
3. Как установить индикаторный нутромер на базовый размер?
4. Как установить микрометр на «0»?
5. Как определить величину ремонтного размера для отверстия?

Лабораторная работа № 3 Дефектовка коленчатого вала

Цель работы – закрепление знания способов, средств и техники дефектовки деталей, приобретение практических навыков определения дефектов, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

Задачи работы:

1. Подготовка исходных данных для дефектовки деталей.
2. Определение технического состояния деталей.
3. Назначение способа ремонта.
4. Оформление отчета о результатах работы.

Обеспечение работы: лабораторный стол, прибор ПМБ-500 для установки деталей в центрах и проверки биения, стойка микрометра С-IV, штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197-70), лупа 4-кратного увеличения, микрометр рычажный МР-75 (ГОСТ 4381-80), микрометрический глубиномер 0–100 (ГОСТ 4381-80), штангенциркуль ШЦ-1-160-0,1 (ГОСТ 166-80), штангенрейсмус ПР-250-0,05 (ГОСТ 164-80), штангенглубиномер (ГОСТ 162-80), индикатор часового типа (ГОСТ 577-68).

Конструктивно-технологическая характеристика детали. Основные конструктивные элементы коленчатого вала – коренные и шатунные шейки, носок вала (посадочные поверхности под шкив и шестерню), шпоночная канавка, резьба под храповик, фланец вала (отверстия под болты крепления маховика и под подшипник ведущего вала коробки передач).

Требования к точности размеров: в пределах квалитетов 4–5 (для шеек валов) и квалитетов 6–7 для остальных конструктивных элементов, отклонения форм и расположения не должны выходить за пределы поля допуска 5-го квалитета. Отклонения радиуса кривошипа не должны превышать значения $\pm 0,05$ мм. Шероховатость поверхности шеек не грубее $Ra = 0,32$ мкм). Коленчатые валы должны быть динамически отбалансированы. Установочной базой служат фаски в отверстиях под храповик и под подшипник ведущего вала коробки передач.

Вид и характер дефектов. Способы их устранения. В процессе работы на коленчатый вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Это вызывает появление износов ($\Delta_{\text{ИЗН}}$ до 0,1 мм, $\Delta_{\text{НЕЦИЛ}}$ до 0,08 мм), нарушение качества поверхности шеек коленчатого вала (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (трещины, дефекты резьб), отклонения расположения (биения D° 0,150 мм). Скрытые дефекты определяются при помощи люминесцентных (ЛДА-3, ЛД-2), магнитных (МДВ, 77МД-1, МЭД-2) и ультразвуковых (УЗД-7Н) дефектоскопов. Возникающие дефекты устраняются обработкой под ремонтные разме-

ры (РР), слесарно-механической обработкой, наплавкой под слоем легирующего флюса. Биение устраняется пластическим деформированием (правкой).

Последовательность выполнения: ниже приводится технологическая инструкция на дефектовку коленчатого вала (табл. 3).

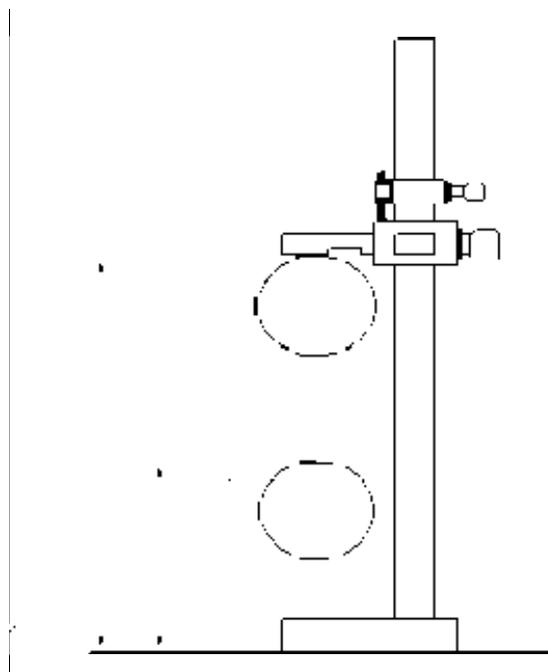


Рис. 2. Схема определения радиуса кривошипа коленчатого вала:

1 – шатунная шейка в верхнем положении; 2 – ось коренных шеек;
3 – шатунная шейка в нижнем положении

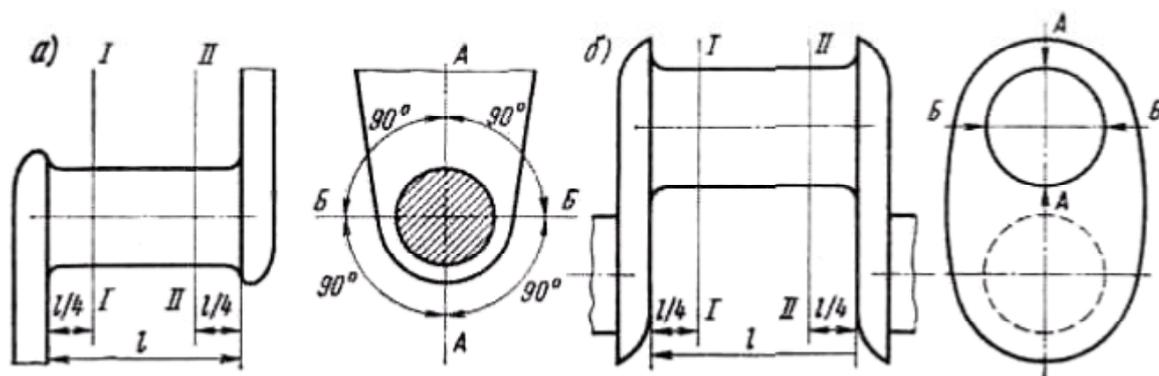


Рис. 3. Схема замера диаметров шеек коленчатого вала:

a – коренных; *б* – шатунных

Порядок выполнения работы по дефектовке коленчатого вала

Содержание этапа	Указания по выполнению
1	2
1, 2, 3.	См. пп. 1, 2, 3 табл. 2.
4. Подготовить исходные данные.	Назначить конструктивные элементы, подлежащие дефектовке (коренные и шатунные шейки, первый кривошип, коленчатый вал), их названия записать в отчет. Для каждого конструктивного элемента определить технологические параметры (размеры по рабочему чертежу, допустимые без ремонта, ремонтные требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочей поверхности) и их значения, а также способы и средства дефектовки. Значение параметров и наименования способов и средств дефектовки записать в отчет.
5. Проверить состояние фасок центровых отверстий и резьбы под храповик.	На центровых фасках не должно быть забоин. Вал с поврежденными центровыми фасками устанавливать на прибор ПБМ-500 нельзя. При наличии сорванных ниток в резьбе определяют их число.
6. Установить вал в центры прибора ПБМ-500.	С разрешения преподавателя.

1	2
7. Определить состояние коленчатого вала.	
7.1. Осмотреть коленчатый вал.	Установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии – места расположения и характер отколов, рисок, задиров, выработки и других видимых дефектов. Результаты записать в отчет.
7.2. Определить размеры коренных шеек.	Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I–I, II–II (рис. 3) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А–А и Б–Б (А–А для всех коренных шеек берется в плоскости кривошипа первой шатунной шейки). Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном 1/4 от ее общей длины; первый пояс ближе к носку вала. Результаты замеров записать в отчет.
7.3. Определить величину общего износа, $I_{\text{ОБЩ}}$, для всех коренных шеек, мм.	$I_{\text{ОБЩ}} = d_{\text{Н}} - d_{\text{И}}$, где $d_{\text{Н}}$ – диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу); $d_{\text{И}}$ – минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом).
7.4. Определить величину одностороннего неравномерного износа, I , для всех коренных шеек, мм.	$I = \beta I_{\text{ОБЩ}}$, где $\beta = 0,6$ – коэффициент неравномерности износа.
7.5. Определить нецилиндричность (овальность, $\Delta_{\text{ОВ}}$, и конусообразность, $\Delta_{\text{КОН}}$), мм.	$\Delta_{\text{ОВ}} = d_{\text{А-А}} - d_{\text{Б-Б}}$; $\Delta_{\text{КОН}} = d_{1-1} - d_{2-2}$. Для каждой шейки получить два значения овальности и два – конусообразности. Наибольшие значения записать в отчет.
7.6. Определить размер обработки коренных шеек (при износе в пределах ремонтных размеров РР), мм.	Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ, $d_{\text{Р}} = d_{\text{И}} - I - 2Z$, где $d_{\text{Р}}$ – наибольший предельный размер ремонтируемой шейки; Z – минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z = 0,05$). Записи расчетов вести в отчет.

1	2
7.7. Назначить категорию ремонтных размеров РР, d_{pp} , для всех коренных шеек, мм.	Сравнить результаты расчета со значениями РР (из руководства по ремонту) и выбрать ближайшее меньшее значение $d_{pp} < d_p$. Категорию РР, диаметр и допуск записать в отчет.
7.8. Измерить длину первой коренной шейки.	Замер вести микрометрическим глубиномером в двух местах под углом 180° . Значения записать в отчет.
7.9. Определить размеры шатунных шеек.	Измерить диаметры шеек микрометром. Измерение каждой шейки провести в поясах I-I и II-II (рис. 3) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях: первая (А-А) – параллельно плоскости кривошипа измеряемой шейки, вторая (Б-Б) – перпендикулярно первой. Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном $1/4$ от ее общей длины. Результаты замеров записать в отчет.
7.10. Определить величину общего износа, $I_{общ}$, для всех шатунных шеек, мм.	$I_{общ} = d_n - d_{и}$, где d_n – диаметр шейки до начала эксплуатации, $d_{и}$ – минимальный диаметр шейки.
7.11. Определить величину одностороннего неравномерного износа, I , для всех шатунных шеек, мм.	$I = \beta I_{общ}$.
7.12. Определить нецилиндричность шеек, $\Delta_{ов}$ и $\Delta_{кон}$, мм.	$\Delta_{ов} = d_{А-А} - d_{Б-Б}$; $\Delta_{кон} = d_{I-I} - d_{II-II}$. Для каждой шейки получить два значения овальности и два – конусообразности. Наибольшие значения записать в отчет.
7.13. Определить размер обработки шатунных шеек, мм.	Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ, $d_p = d_{и} - I - 2Z$. Записи расчетов вести в отчет.
7.14. Назначить категорию ремонтных размеров РР, d_{pp} , для всех шатунных шеек, мм.	Сравнить результаты расчета со значениями РР и выбрать ближайшее меньшее $d_{pp} < d_p$. Категорию РР, диаметр и допуск записать в отчет.

1	2
7.15. Измерить длину первой шатунной шейки, мм.	Измерение вести штангенциркулем, губками для внутренних измерений. Значение длины записать в отчет.
7.16. Определить величину радиуса кривошипа, $R_{кр}$.	Измерить радиус кривошипа (рис. 2), для чего установить первую шатунную шейку в верхнее положение и штангенрейсмусом замерить расстояние a_1 до опорной площадки, повернуть коленчатый вал на 180° и замерить расстояние a_2 . Вычислить $R_{кр} = (a_1 - a_2)/2$.
7.17. Определить радиальное биение коленчатого вала.	Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю коренную шейку. Обеспечив натяг, поворачивают коленчатый вал, пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180° и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит биение вала. Величина прогиба вала равна половине величины его биения.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные конструктивные элементы коленчатого вала и его дефекты.
2. Перечислите основные отклонения формы рабочих поверхностей коленчатого вала.
3. На что влияет наличие овальности шейки вала?
4. Как установить микрометр на «0»?
5. Как определить величину ремонтного размера для шейки коленчатого вала?
6. Что называется дисбалансом?

Лабораторная работа № 4

Дефектовка деталей цилиндро-поршневой группы

Цель работы – закрепление знания способов, средств и техники дефектовки деталей, приобретение практических навыков определения дефектов, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

Задачи работы:

1. Подготовка исходных данных для дефектовки деталей.
2. Определение технического состояния деталей.
3. Назначение способа ремонта.
4. Оформление отчета о результатах работы.

Обеспечение работы: лабораторный стол, микрометры рычажные МР-25, МР-50, МР-75 (ГОСТ 4381-80), штангенциркуль ШЦ-1-160-0,1 (ГОСТ 166-80).

Конструктивно-технологическая характеристика детали

В состав цилиндро-поршневой группы входят: гильза цилиндра, поршень, поршневые кольца, поршневой палец. Характеристики гильзы цилиндра мы рассматривали в работе №2. Рассмотрим основной элемент поршневой группы – поршень.

Поршень воспринимает силу давления газов и передает её шатуну через поршневой палец. При этом он совершает прямолинейное возвратно-поступательное движение. Работает поршень при следующих условиях:

- высокое давление газов (3,5-5,5 Мпа для бензиновых, и 6,0-15,0 Мпа для дизельных двигателей);
- контакт с горячими газами (до 2500°C);
- движение с переменной направлением и скорости.

Исходя из этого, к конструкции поршня предъявляются следующие требования:

- достаточная жесткость, позволяющая выдерживать силовые нагрузки;
- тепловая стойкость и минимальные температурные деформации;
- минимальная масса для снижения инерционных нагрузок, при этом масса поршней в многоцилиндровых двигателях должна быть одинаковой;
- обеспечение высокой степени герметизации рабочей полости цилиндра;
- минимальное трение о стенки цилиндров;

- высокая долговечность, поскольку замена поршней связана с трудоемкими ремонтными операциями.

Поршень двигателя внутреннего сгорания состоит из верхней части – головки и нижней – юбки (см. рис.4).

Верхняя часть головки поршня – днище непосредственно воспринимает усилия со стороны рабочих газов. В бензиновых двигателях днище поршня обычно делают плоским. В поршневых днищах дизелей часто выполняют камеру сгорания.

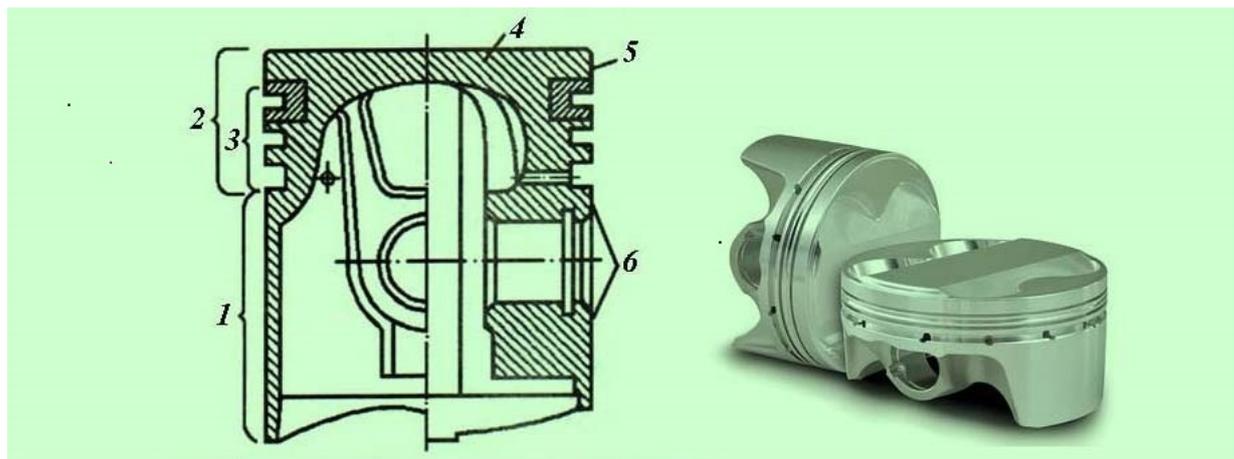


Рис.4. Основные элементы поршня

1 – юбка; 2 – головка; 3 – уплотняющий пояс; 4 – днище; 5 – огневого пояса; 6 – бобышки

Днище поршня представляет собой массивный диск, который соединяется с помощью ребер или стоек с приливами, имеющими отверстия для поршневого пальца – бобышками. Внутренняя поверхность поршня выполняется в виде арки, что обеспечивает необходимую жесткость и теплоотвод.

На боковой поверхности поршня прорезаны канавки для поршневых колец. Число поршневых колец зависит от давления газов и средней скорости перемещения поршня (т. е. частоты вращения коленчатого вала двигателя) – чем меньше средняя скорость поршня, тем больше требуется колец.

Кроме компрессионных колец на поршне устанавливают одно или два маслосъемных кольца. Канавки, выполненные в поршне под маслосъемные кольца, имеют дренажные отверстия для отвода моторного масла во внутреннюю полость поршня при снятии его кольцом с поверхности цилиндра (гильзы). Это масло обычно используется для охлаждения внутренней поверхности днища и юбки поршня, а затем стекает в поддон картера.

Нижняя часть поршня – юбка направляет поршень в прямолинейном движении, при этом она передает стенке цилиндра боковое усилие, величина

на которого зависит от положения поршня и процессов, протекающих в рабочей полости цилиндра. Величина бокового усилия, передаваемого юбкой поршня, значительно меньше максимального усилия, воспринимаемого днищем со стороны газов, поэтому юбка выполняется относительно тонкостенной. Для уменьшения массы поршня и сил трения ненагруженные части юбки срезают по диаметру и укорачивают по высоте. Внутри юбки обычно выполняются технологические приливы, которые используются для подгонки поршней по массе.

Для того, чтобы удовлетворить противоречивые требования герметичности рабочей полости, предполагающие наличие минимальных зазоров между юбкой поршня и цилиндром, и предотвращения заклинивания детали в результате теплового расширения, в форме поршня применяют следующие конструктивные элементы – уменьшение жесткости юбки за счет специальных прорезей, компенсирующих ее тепловое расширение и улучшающих охлаждение нижней части поршня. Прорези выполняют на той стороне юбки, которая наименее нагружена боковыми силами, прижимающими поршень к цилиндру.

Последнее условие выполнить непросто, поскольку поршень нагревается по всему объему неравномерно и имеет сложную пространственную форму – в верхней части его форма симметрична, а в районе бобышек и на нижней части юбки имеются ассиметричные элементы. Все это приводит к неодинаковой температурной деформации отдельных участков поршня при его нагреве во время работы.

По этим причинам в конструкции поршня современных автомобильных двигателей обычно выполняют следующие элементы, усложняющие его форму:

днище поршня имеет меньший диаметр по сравнению с юбкой и наиболее приближено в поперечном сечении к правильной окружности.

Меньший диаметр сечения днища поршня связан с его высокой рабочей температурой и, как следствие, с большим тепловым расширением, чем в районе юбки. Поэтому поршень современного двигателя в продольном сечении имеет слегка коническую или бочкообразную форму, зауженную к днищу (рис.5).

Уменьшение диаметра в верхнем поясе конической юбки для поршней из алюминиевого сплава составляет $0,0003...0,0005D$, где D – диаметр цилиндра. При нагреве до рабочих температур форма поршня по длине «выравнивается» до правильного цилиндра.

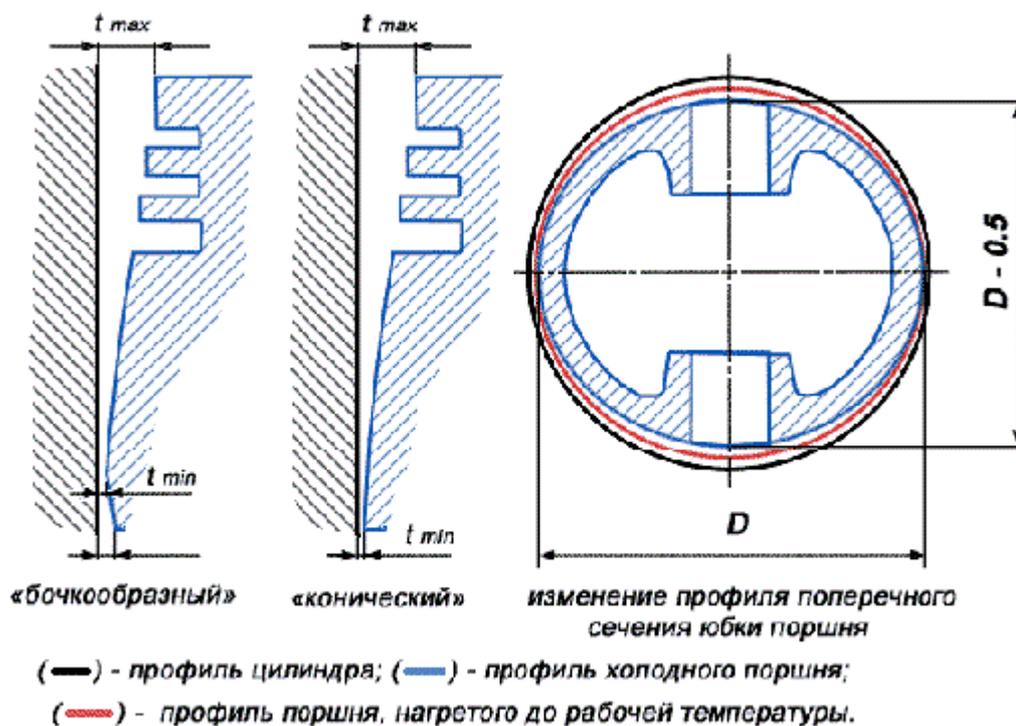


Рис.5. Форма поршня с учетом теплового расширения

Большая ось овала располагается в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца. Величина овальности колеблется от 0,182 до 0,8 мм.

Очевидно, что на все эти ухищрения конструкторам приходится идти, чтобы придать поршню в нагретом до рабочих температур состоянии правильную цилиндрическую форму, обеспечив тем самым минимальный зазор между ним и цилиндром.

Вид и характер дефектов. Способы их устранения

В процессе работы на поршень воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, высокая температура, агрессивная среда и др. Это вызывает появление износов ($\Delta_{\text{ИЗН}}$ до 0,1 мм, $\Delta_{\text{НЕЦИЛ}}$ до 0,08 мм), нарушение качества поверхности юбки (задиры, риски, коррозия), механические повреждения уплотняющего пояса (трещины, разрушения). Дефекты поршня, пальца или поршневых колец никак не устраняются, требуется замена деталей.

Последовательность выполнения:

- 1) с помощью штангенциркуля произвести измерения основных геометрических размеров поршня: высота, номинальный диаметр поршня (цилиндра). Определить марку поршня (марку двигателя). Подобрать соответствующий микрометр. Занести данные измерений в таблицу измерений (см. табл. 4).
- 2) с помощью микрометра выполнить замер действительного диаметра юбки поршня (см. рис. 6). Сравнить полученный результат с нормативной величиной, приведенной в нормативно-технических документах на данный двигатель. Данные измерений занести в таблицу измерений.

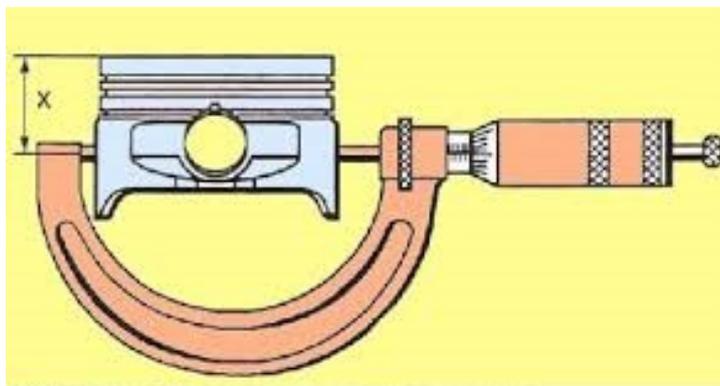


Рис.6. Схема замера диаметра юбки поршня

- 3) с помощью набора щупов выполнить замеры зазоров между поршневыми кольцами и стенками канавок поршня (см. рис. 7). Сравнить полученный результат с нормативными величинами, приведенными в нормативно-технических документах на данный двигатель. Данные измерений занести в таблицу измерений.

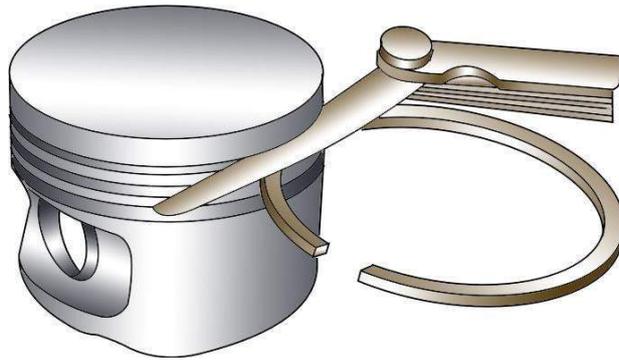


Рис.7. Схема замера зазоров между кольцами и стенками канавок

- 4) с помощью микрометра выполнить замер диаметра отверстий под поршневой палец (см. рис. 8). Сравнить полученный результат с нормативной величиной, приведенной в нормативно-технических документах на данный двигатель. Данные измерений занести в таблицу измерений.

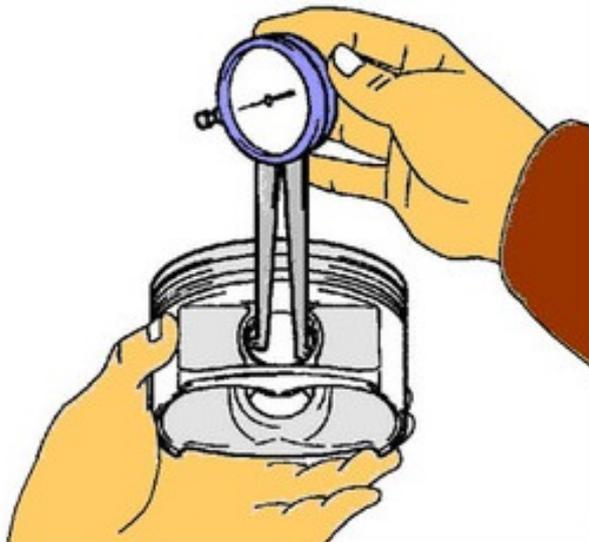


Рис.8. Схема замера диаметра отверстий под поршневой палец

- 5) с помощью микрометра выполнить замер диаметра поршневого пальца (см. рис. 9). Сравнить полученный результат с нормативной величиной, приведенной в нормативно-технических документах на данный двигатель. Данные измерений занести в таблицу измерений. На двигателях, где применяется «плавающий» палец, он должен утапливаться в отверстия в поршне усилием руки (см. рис.10).

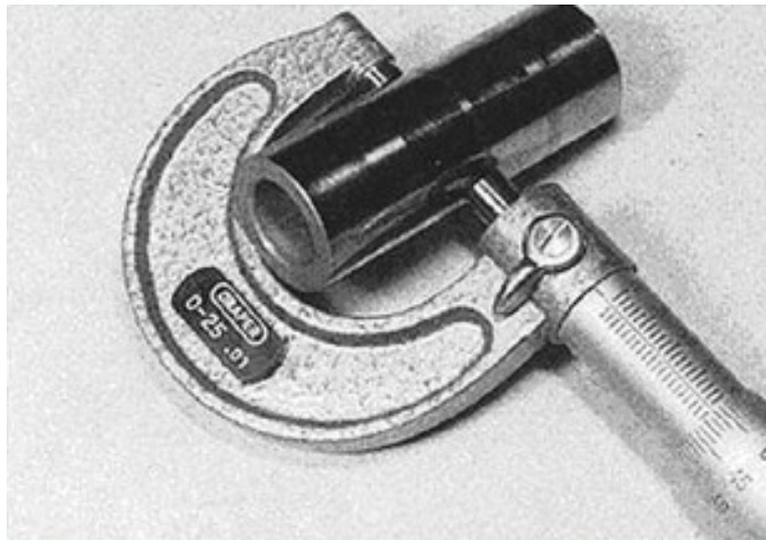


Рис.9 Схема замера диаметра поршневого пальца



Рис. 10. Проверка посадки поршневого пальца в отверстия поршня

Данные измерений параметров поршневой группы двигателя

Характеристика	Величина
1	2
1. Основные характеристики: - марка ДВС; - диаметр поршня (цилиндра), мм; - высота поршня, мм.	
2. Действительный диаметр юбки поршня, мм.	
3. Зазор между кольцом и стенками канавок, мм: - верхнего компрессионного; - нижнего компрессионного; - маслосъемного.	
4. Характеристики посадки поршневого пальца: - диаметр отверстий под палец, мм; - диаметр поршневого пальца, мм; - факт утапливания пальца усилием руки.	

Сделать вывод по техническому состоянию поршневой группы двигателя.

Указания по выполнению практических занятий

Практические занятия выполняются в соответствии с [5]. Задания выдаются в соответствии с приложением [5].

На основании исходных данных, выдаваемых каждому студенту индивидуально, требуется выполнить расчет производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту парка автотранспортных средств.

В практической семестровой работы производится расчет основных параметров диагностических параметров, характеризующих возможность их применения при выполнении диагностирования автомобилей.

Выполнение работы производится на практических занятиях в компьютерной аудитории. Рекомендуется использовать табличный редактор Excel для выполнения расчетов. Оформление работы производится в соответствии с утвержденными на кафедре требованиями по оформлению. На одном из последних занятий производится защита работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, В.М. Техническое обслуживание автомобилей. – М. : Академия, 2008.
2. Пузанков, А.Г. Устройство и техническое обслуживание автомобилей. – М. : Академия, 2010.
3. Астафьев, Д.В. Основы технологии производства и ремонта автомобилей: сборник лабораторных работ / сост. Д.В. Астафьев. – Сыктывкар, 2008. – 52 с.
4. Слон, Ю.М. Автомеханик : учебное пособие / Ю.М. Слон. – 7-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 350 с.
5. Определение основных характеристик диагностических параметров : методические указания для всех форм обучения направления "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / сост. : А.Н. Чебоксаров, И.В. Хамов. – Омск : СибАДИ, 2017. – 21 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример задания на семестровую практическую работу

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО СибАДИ

Кафедра «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование»

ЗАДАНИЕ НА СЕМЕСТРОВУЮ РАБОТУ

по дисциплине

ВАРИАНТ 1

Получил _____ группа _____

Выдал _____ « _____ » _____ 20__ г.

Исходные данные:

Вариант работы _____

По данным своего варианта:

1. Произвести расчет основных характеристик диагностических параметров.
2. Сделать общий вывод о пригодности диагностических параметров по всем критериям и выявить наиболее подходящий диагностический параметр.
3. Оформить семестровую работу по требованиям методических указаний по оформлению.