

Министерство науки и высшего образования РФ  
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Факультет среднего профессионального образования  
Машиностроительный колледж

Д.В.Савенков

МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт  
автомобильных двигателей  
Методические указания  
по выполнению практических и самостоятельных работ

Издательство  
Иркутского национального исследовательского технического  
университета  
2025 г.

Рекомендовано к изданию Учебно-методической комиссией факультета среднего профессионального образования.

Автор

Преподаватель машиностроительного колледжа факультета среднего-профессионального образования ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» Д.В.Савенков

Савенков Д.В. МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей: метод. указания по выполнению практических и самостоятельных работ.-Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2025- 73 с.

Соответствуют требованиям ФГОС СПО по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств».

Предназначены для студентов Машиностроительного колледжа, изучающих междисциплинарный курс «Управление процессом технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и их компонентов» в рамках подготовки специалистов среднего звена.

## Введение

Цель методических указаний – обеспечение учебного процесса по МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей

### Оценка результатов освоения дисциплины

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания, профессиональные и общие компетенции)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения:</b>	
- <b>У.1-</b> Разрабатывать и осуществлять технологический процесс технического обслуживания и ремонт автотранспорта; ПК 1.1.Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта	практические работы
- <b>У.2-</b> осуществлять технический контроль автотранспорта; ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	практические работы
- <b>У.3-</b> оценивать эффективность производственной деятельности; ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	практическая работа
- <b>У.4-</b> Осуществлять самостоятельный поиск необходимой информации для решения профессиональных задач; ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	лабораторные работы
- <b>У.5-</b> анализировать и оценивать состояние охраны труда на производственном участке; ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность	лабораторные работы
<b>Знания:</b>	
- <b>З.1</b> – Устройство и основы теории подвижного состава автотранспорта; ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности	устный опрос; тестирование; экзамен;
- <b>З.2-</b> Базовые схемы включения	устный опрос;

<p>элементов электрооборудования; ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p>	<p>защита практической работы; экзамен;</p>
<p><b>-3.3-</b> свойства и показатели качества автомобильных эксплуатационных материалов; ПК 1.1.Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта; ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности</p>	<p>защита практической работы; контрольная работа; экзамен;</p>
<p><b>- 3.4-</b> правила оформления технической и отчетной документации; ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p>	<p>устный опрос; защита практической работы; экзамен;</p>
<p><b>- 3.5-</b> классификацию, основные характеристики и технические параметры автомобильного транспорта; ОК1.Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p>	<p>устный опрос; защита лабораторной работы; тестирование; экзамен;</p>
<p><b>- 3.6-</b> методы оценки и контроля качества в профессиональной деятельности ПК 1.1.Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта. ОК 1.Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p>	<p>защита лабораторной работы; тестирование; экзамен;</p>
<p><b>- 3.7-</b> основные положения действующих нормативных правовых актов. ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. ОК 6. Работать в</p>	<p>устный опрос; защита лабораторной работы тестирование; экзамен;</p>

коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	
- <b>3.8-</b> основы организации деятельности организаций и управление ими; ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	устный опрос; защита лабораторной работы тестирование; экзамен;
- <b>3.9-</b> правила и нормы охраны труда, промышленной санитарии и противопожарной защиты; ОК 6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями	устный опрос; тестирование; экзамен;

Объем практических работ по «МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей» составляет 36 часов.

Объем самостоятельных работ по МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей 10 часов

Перечень основной и дополнительной литературы, электронных ресурсов

Основная литература:

1. Епифанов, Л. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учеб. пособие для студентов сред. проф. образования / Л. И. Епифанов, Е. А. Епифанова. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. – 352 с. : ил., табл. – (Профессиональное образование).
2. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048743>

Дополнительная литература:

3. Мороз, С. М. Техническое состояние систем, агрегатов, деталей и механизмов автомобиля : учеб. для сред. проф. образования / С. М. Мороз. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 240 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496410> (дата обращения : 20.04.2022).

Электронные ресурсы:

Российские ресурсы:

1. ЭБС «Издательство Лань» <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека ИРНИТУ <http://elib.istu.edu/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронная библиотечная система znanium.com <http://znanium.com/>

Периодические издания:

1. Автомобильная промышленность (ч/з ИРНИТУ)
2. Автомобиль и сервис

Общие критерии оценки:

Оценка	Требования к знаниям
«отлично» <b>5</b>	студент показывает глубокие осознанные знания по освещаемому вопросу, владение основными понятиями, терминологией; владеет конкретными знаниями, умениями по данной дисциплине в соответствии с ФГОС СПО; ответ полный доказательный, четкий, грамотный, иллюстрирован практическим опытом профессиональной деятельности. Задача решена верно.
«хорошо» <b>4</b>	студент показывает глубокое и полное усвоение содержания материала умение правильно и доказательно излагать программный материал. Допускает отдельные незначительные неточности в форме и стиле ответа. Задача решена верно.
«удовлетворительно» <b>3</b>	студент понимает основное содержание учебной программы, умеет показывать практическое применение полученных знаний. Вместе с тем допускает отдельные ошибки, неточности в содержании и оформлении ответа; ответ недостаточно последователен, доказателен и грамотен. Задача решена верно, допустимы ошибки в расчётах.
«неудовлетворительно» <b>2</b>	студент имеет существенные пробелы в знаниях, допускает ошибки, неточности в содержании рассказываемого материала, не выделяет главного, существенного в ответе. Ответ поверхностный, бездоказательный, допускаются речевые ошибки. При оценивании письменных работ учитывается грамотность оформления. Не может быть оценена высоким баллом работа, в которой имеются орфографические и пунктуационные, стилистические ошибки. Практическая задача не решена.

Таблица – Перечень практических и самостоятельных работ

№	Тема	Вид, номер и название работы	Коды общих и профессиональных компетенций	Количество часов
<b>5 семестр</b>				
1	Тема 3.1 Оборудование и технологическая оснастка для диагностики, технического обслуживания и ремонта двигателей автомобилей	Практическая работа № 1 Устройство и работа диагностического оборудования и оснастки для ремонта двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	4
2	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей	Практическая работа № 2 Диагностирование двигателя в целом	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
3	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей	Практическая работа №3 Техническое обслуживание двигателя	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
4	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей	Практическая работа №4 Текущий ремонт двигателя	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
5	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей	Самостоятельная работа. Конспектирование по теме: Основные причины возникновения неисправностей двигателей и их последствия	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
6	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей	Самостоятельная работа. Ответить на контрольные вопросы по теме: Диагностирование неисправностей механической части и систем управления двигателем	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
7	Тема 3.2 Диагностика, техническое обслуживание и текущий ремонт	Самостоятельная работа. Ответить на контрольные вопросы по теме: Регламентное	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2

	двигателей	обслуживание двигателей		
8	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №5 Измерение деталей двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	4
9	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №6 Дефектоскопия деталей двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	4
10	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №7 Ремонт коленчатого вала двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
11	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №8 Ремонт распределительного вала двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
12	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №9 Ремонт шатунов	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
13	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №10 Подбор вкладышей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
14	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №11 Расточка цилиндров двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
15	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №12 Хонинговка цилиндров двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
16	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №13 Гильзовка цилиндров двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
17	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №14 Ремонт поверхностей постелей коренных подшипников	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
18	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Практическая работа №15 Подбор и установка поршневой группы	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
19	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Самостоятельная работа. Конспект по теме Дефектовка и дефектоскопия деталей двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2

20	Тема 3.3 Способы ремонта и восстановления деталей двигателей	Самостоятельная работа. Ответить на контрольные вопросы по теме: Ремонт отверстий в деталях двигателей	ОК 01-02, ОК 04, ОК 09, ПК 1.1-1.4	2
----	--	--	------------------------------------	---

### Практическая работа № 1

Устройство и работа диагностического оборудования и оснастки для ремонта двигателей.

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Устройство и работа диагностического оборудования и оснастки для ремонта двигателей.

Теоретический минимум:

Слово диагностика в переводе с греческого означает "способный распознать".

Технологический процесс определения технического состояния автомобиля без разборки и заключение о необходимом обслуживании или ремонте называют диагностированием.

Диагностика изучает формы проявления технических состояний, методы и средства обнаружения неисправностей и прогнозирование ресурса работы объекта без его разборки. Она позволяет

количественно оценить безотказность и эффективность автомобиля и прогнозировать эти свойства в пределах остаточного ресурса или заданной наработки.

Диагностика поддерживает на высоком уровне надёжность автомобилей, уменьшает расход запасных частей, материалов и трудовых затрат на ТО и ремонт, повышает производительность автомобиля и снижает себестоимость перевозок.

В условиях автотранспортных предприятий (АТП), станций технического обслуживания автомобилей (СТОА) на основании ГОСТ 25044-81 диагностика должна решать следующие задачи:

уточнение выявленных в процессе эксплуатации отказов и неисправностей;

выявление автомобилей, техническое состояние которых не соответствует требованию безопасности движения и охраны окружающей среды;

выявление перед ТО неисправностей, для устранения которых необходимы трудоёмкие ремонтные или регулировочные работы в зоне ТР;

уточнение выявленных в процессе проведения ТО и ТР характера и причин отказов и неисправностей;

прогнозирование безотказной работы агрегатов, систем и автомобиля в целом в пределах меж осмотрового пробега;

выдача информации о техническом состоянии подвижного состава для планирования, подготовки и управления производством ТО и ТР.

На основании Положения и "Руководства по диагностике технического состояния подвижного

состава автомобильного транспорта, РД 200 РСФСР 15-0150-81" [6] по назначению, объёму работ, месту в технологическом процессе ТО и ремонта диагностирование подразделяется:

общее диагностирование (Д - 1);

углублённое (поэлементное) диагностирование (Д - 2); рабочее диагностирование (Др.).

Диагностирование Д - 1 проводится перед каждым ТО - 1 в день постановки автомобиля на обслуживание и предназначено главным образом для определения технического состояния агрегатов, узлов, систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения.

Диагностирование Д - 2 предназначено для определения мощностных и экономических показателей автомобиля, а также для выявления скрытых неисправностей, отказов, их места,

характера и причин. По результатам Д - 2 устанавливается объём ремонтного воздействия, и оно проводится перед ТО - 2 за 1-2 дня до постановки автомобиля на обслуживание с целью подготовки производства к выполнению выявленного объёма работ.

Диагностирование Др служит для контроля технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобиля в процессе ТО и ТР на специализированных постах (контроль и регулировка света фар, углов установки колёс, приборов системы зажигания и др.).

Чтобы определить, в каком состоянии находится автомобиль или его элементы, необходимо знать их параметры технического состояния, заданных нормативно-технической документацией завода-изготовителя.

Под параметром понимается качественная и количественная мера, характеризующая состояние системы, механизма, элемента и процесса в целом.

Диагностирование системы зажигания и электрооборудования автомобиля ЗИЛ: Описать возможные методы выполнения диагностирования по заданию.

Выбрать оборудование для проведения операции. Перечислить возможные неисправности.

Составить подробную технологическую карту диагностики (карта). Выполнить планировку участка диагностики с расположением оборудования.

Диагностирование источников тока и элементов системы зажигания.

Источники тока - АКБ и генератор с реле-регулятором - обеспечивает работу системы зажигания, контрольных и осветительных приборов и пусковых устройств.

На систему электрооборудования приходится около половины всех отказов и неисправностей автомобиля. От технического состояния АКБ

зависит лёгкость пуска двигателя стартером, мощность электрической искры, особенно при обеднении рабочей смеси и увеличении искрового промежутка между электродами свечей.

Исправная работа генератора и реле-генератора обеспечивает своевременный под заряд АКБ и питание всех потребителей электрическим током при работающем двигателе.

Объём работ по техобслуживанию электрооборудования автомобиля занимает более 15% от общего.

В процессе эксплуатации АКБ возникают самые различные отказы и

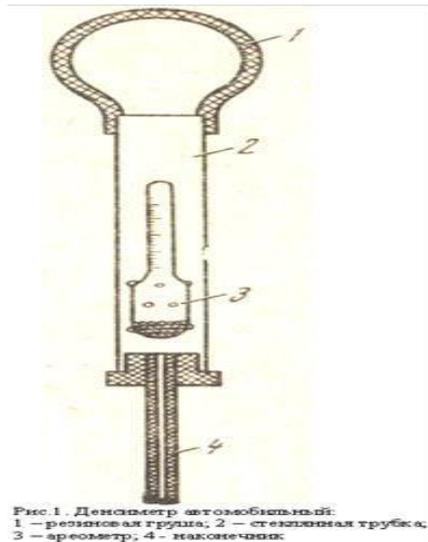


Рис 1. Денсиметр автомобильный:  
1 – резиновая пробка, 2 – стеклянная трубка,  
3 – ареометр, 4 – наконечник

неисправности, которые приводят к невозможности дальнейшей эксплуатации автомобиля (табл.1).

Увеличение срока службы АКБ возможно за счёт регулярного выполнения контрольно- диагностических операций во время проведения тех обслуживаний.

При ТО-1 необходимо проверить уровень электролита в элементах батареи, надёжность контакта наконечников проводов с зажимами и крепление батареи.

При ТО-2, помимо перечисленного, проверить плотность электролита и степень заряженности АКБ под нагрузкой.

Для обеспечения объективной оценки тех состояния АКБ применяют мерную стеклянную трубку с делениями, автомобильный денсиметр, нагрузочную вилку модели ЛЭ-2 или специальный прибор модели ЛЭ-3М для проверки степени заряженности АКБ в целом.

Нагрузочная вилка модели ЛЭ-2 позволяет определить напряжение в каждом элементе батареи.

Нагрузочная вилка состоит из нагрузочных резисторов 7 и 8 (рис.2), смонтированных между ножками 4 вилки и вольтметра 3. Нагрузочные резисторы вилки подбирают в соответствии с ёмкостью АКБ.

Прибор ЛЭ-3М (рис.3) более удобен для использования его в качестве

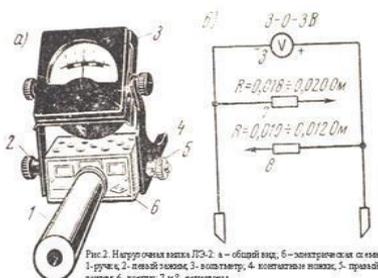


Рис 2. Нагрузочная вилка ЛЭ-2: 1 – общий вид, 2 – измерительная головка,  
3 – вольтметр, 4 – левый зажим, 5 – правый зажим, 6 – корпус, 7 и 8 – резисторы

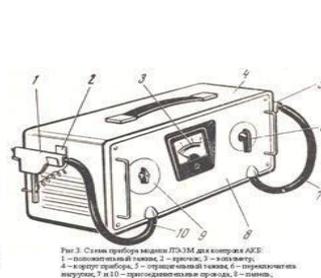


Рис 3. Специальный прибор модели ЛЭ-3М для контроля АКБ:  
1 – измерительная головка, 2 – клемма, 3 – вольтметр,  
4 – левый зажим, 5 – правый зажим, 6 – корпус, 7 – нагрузочный резистор, 8 – предохранительный предохранитель, 9 – клемма,  
10 – соединительный кабель

диагностического при определении напряжения АКБ при нагрузке, близкой к стартерной.

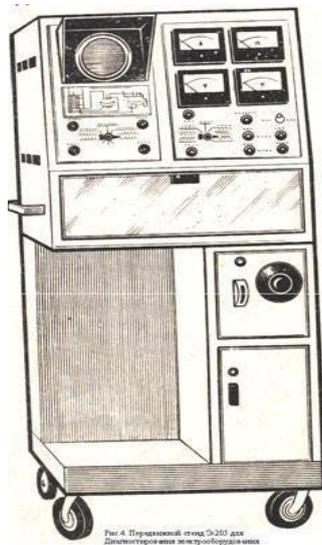


Рис. 4. Периодический стенд Э-205 для Диагностирования электрооборудования

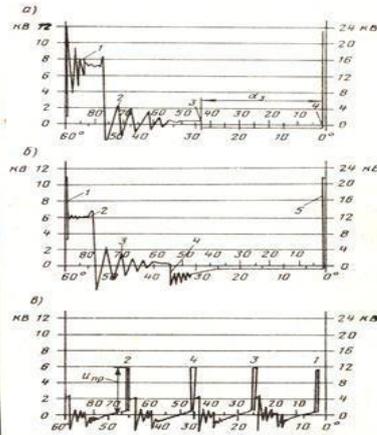


Рис. 5. Нормальные изображения осциллограмм электронного стенда Э-205:  
 а — первичное напряжение первого цилиндра;  
 б — конденсаторы; в — катушки зажигания;  
 1 — момент замыкания контактов прерывателя; 2 — момент размыкания контактов прерывателя;  
 3 — угол замкнутого состояния контактов;  
 4 — вторичное напряжение первого цилиндра;  
 5 — напряжение в момент размыкания контактов; 6 — стабилизирующее напряжение; 7 — замыкающие колебания напряжения; 8 — замыкающие колебания; 9 — максимальное значение вторичного напряжения; 10 — порядок работ цилиндров; шкала «15 кВ» — порядок работ цилиндров; пробитое напряжение  $U_{пр} = 6 \text{ кВ}$  — цилиндров;

Периодичность диагностирования генераторов, реле-регуляторов, элементов системы зажигания и пусковых устройств приурочивают ко второму техобслуживанию. Для целей диагностирования рассматриваемых элементов используют универсальные, переносные и передвижные приборы и стенды, позволяющие комплексно оценивать тех состояние электрооборудования.

Прибор К-301 (Рис.6) является модернизацией прибора НИИАТ Э-5 и предназначен для проверки следующих элементов электрооборудования номинальным напряжением 12 и 24В: АКБ; генераторов постоянного и переменного тока с встроенными диодами мощностью до 500 Вт; реле-регуляторов всех типов; прерывателей-распределителей; конденсаторов; катушек зажигания цепей низкого напряжения; стартеров мощностью до 2 л. с.

Существенным отличием прибора К-301 от прибора НИИАТ Э-5 является наличие селекторного переключателя 12 (см. Рис.6), упрощающего изменение схем подключения к прибору проверяемых объектов.

Прибор модели Э-214 является дальнейшим совершенствованием рассмотренных приборов НИИАТ Э-5 и К-301 и предназначен для диагностирования непосредственно на автомобиле элементов 12 - и 24-вольтового электрооборудования с отрицательной полярностью массы. Прибором выполняются те же работы, что и К-301.

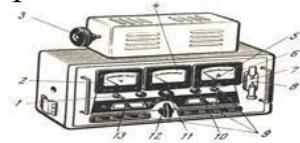


Рис. 6. Прибор для проверки электрооборудования автомобилей модели К-301:  
 1 — переключатель для проверки цепи регулятора; 2 — вольтметр; 3 — звуковой индикатор; 4 — тахометр; 5 — кнопка калибровки; 6 — индикаторы; 7 — переключатель; 8 — выключатель; 9 — переключатель; 10 — переключатель; 11 — переключатель; 12 — селекторный переключатель; 13 — переключатель питания;

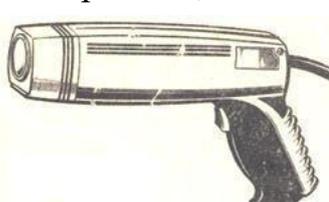


Рис. 7. Стробоскопический прибор модели Э-102

Стробоскопический прибор модели Э-102 предназначен для контроля правильности установки начального угла опережения зажигания. Прибор позволяет также проверять работоспособность центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания и наблюдать за движущимися частями двигателя.

Переносимый прибор модели Э-213 служит для проверки угла замкнутого состояния контактов прерывателей, качества изоляции и ёмкости конденсаторов. Питание прибора - от АКБ проверяемого автомобиля.

Осциллограф модели Э-206 предназначен для визуального наблюдения за процессами, протекающими в электрических цепях элементов системы зажигания. Осциллограф является также составной частью электронного стенда модели Э-205.

Контрольные вопросы:

1. Какое стационарное оборудование применяют при ТО. и ТР. автомобилей.
2. Скакой целью и как проводят диагностирование автомобилей.
3. Какие диагностические параметры характеризуют техническое состояние основных механизмов двигателя.
4. Каким прибором прослушиваются стуки в двигателе.

Ссылка на источник [3]

## Практическая работа № 2

### Диагностирование двигателя в целом

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучить приборы и способы диагностирования двигателя в целом.

Теоретический минимум:

Диагностирование двигателя в целом проводится для определения уровня показателей его эксплуатационных свойств: мощности, топливной экономичности, безопасности

движения и влияния на окружающую среду. Выявив ухудшение этих показателей по сравнению с установленными нормативами, проводят углубленное (поэлементное) диагностирование с использованием оборудования для диагностирования отдельных агрегатов, узлов и других элементов автомобиля.

Диагностирование предусматривается:

по параметрам рабочих процессов (например, по расходу топлива, мощности двигателя, тормозному пути), измеряемым при наиболее близких к эксплуатационным условиям режимам;

по параметрам сопутствующих процессов (например, посторонним шумам, нагреву деталей и узлов, вибрациям), также измеряемым при наиболее близких к

эксплуатационным условиям режимам;

по структурным параметрам (например, зазорам, люфтам), измеряемым у неработающих механизмов.

При диагностировании с помощью контрольно-диагностических средств определяют диагностические параметры, по которым судят о структурных параметрах, отражающих техническое состояние механизма и автомобиля в целом.

*Диагностический параметр* — это физическая величина, контролируемая средствами диагностирования и косвенно характеризующая работоспособность автомобиля или его агрегатов и систем (например, шум, вибрация, стук, снижение мощности двигателя, давление масла или воздуха).

*Структурный параметр* — это физическая величина, непосредственно отражающая техническое состояние механизма (например, геометрическая форма и размеры, взаимное расположение поверхностей деталей).

Существует взаимосвязь структурных и диагностических параметров. Так как

непосредственное измерение структурных параметров затруднено необходимостью разборки механизмов, возникает потребность в косвенной оценке структурных

параметров через диагностические. Диагностирование позволяет своевременно выявить неисправности и предупредить возможные отказы, сокращая потери от простоев автомобиля при устранении непредвиденных поломок.

*Диагностические и структурные параметры* подразделяются по своим значениям. Различают:

*номинальное значение параметра*, которое определяется конструкцией и функциональным назначением механизма. Номинальные значения обычно имеют новые механизмы или механизмы, прошедшие капитальный ремонт;

*допускаемое значение параметра* — это такое граничное значение, при котором механизм может сохранять работоспособность до следующего планового ТО без каких-либо дополнительных воздействий;

*предельное значение параметра* — это наибольшая или наименьшая его величина, при которой еще обеспечивается работоспособность механизма. Но при

достижении *предельного значения параметра* механизма дальнейшая его эксплуатация либо недопустима, либо экономически нецелесообразна;

*упреждающее значение параметра* — это ужесточенное предельно допустимое его значение, при котором обеспечивается заданный уровень вероятности безотказной работы механизма на предстоящем межконтрольном пробеге автомобиля.

Средства диагностирования

Средства диагностирования подразделяются на:

**встроенные**, которые являются составной частью автомобиля. Это

датчики и приборы на панели приборов. Их используют для непрерывного или достаточно частого измерения параметров технического состояния автомобиля. Современные средства встроенного диагностирования на основе электронного блока управления (ЭБУ) позволяют водителю постоянно контролировать состояние тормозных систем, расход топлива, токсичность отработавших газов, а также выбрать наиболее экономичный режим работы автомобиля;

**внешние** средства диагностирования не входят в конструкцию автомобиля. К ним относятся стационарные стенды; передвижные приборы и станции, укомплектованные необходимыми измерительными устройствами.

### **Диагностическое оборудование**

Все оборудование для диагностики двигателей можно подразделить на три основные группы (рис.23):

- 1) сканеры блоков управления двигателями;
- 2) измерительные приборы;



- 3) тестеры исполнительных устройств и узлов двигателя.

### **Оборудование для диагностики автомобилей**

Первая группа приборов представляет собой набор устройств, предназначенных для

установления связи с блоками управления автомобилей и выполнения таких процедур, как чтение и стирание ошибок, чтение текущих значений датчиков и внутренних параметров системы управления, проверка работоспособности исполнительных устройств, адаптация системы управления при замене отдельных агрегатов автомобиля или при капитальном

ремонте двигателя.

Во второй группе приборов собраны устройства, которые можно использовать для диагностики любых двигателей независимо от способа управления. Все эти устройства применяют для обнаружения неисправностей, а также для проверки показаний сканеров, так как ни одна электронная система не может проверить саму себя с абсолютной

достоверностью — например, подсос воздуха во впускном коллекторе может вызвать появление сообщения об отказе расходомера воздуха и т. д.

Третья группа приборов представляет собой оборудование для

углубленной проверки ЭСУД и ее отдельных узлов.

**Диагностические стенды с беговыми барабанами** позволяют имитировать условия движения и нагрузки. Стенд состоит из беговых спаренных барабанов, стационарного пульта управления, переносного пульта управления и вентилятора, который поддерживает тепловой режим. Управление осуществляется оператором с

рабочего места водителя с помощью дистанционного пульта.



Автомобиль устанавливают ведущими колесами на беговые барабаны. На стенде автомобиль удерживается упорами, устанавливаемыми под передние колеса. Для определения максимальной эффективной мощности двигателя автомобиль разгоняют до заданной скорости и создают нагрузку на ведущих колесах. Стенд позволяет определить потери мощности в силовой передаче автомобиля без нагрузки при заданном нагрузочном режиме. При определении расхода топлива на различных скоростных и нагрузочных режимах работы двигателя топливная система двигателя подключается к расходомеру стенда, который расположен в стойке.



**Стенд с беговыми барабанами**

*Посты диагностики отдельных агрегатов* оснащаются специальными приборами и приспособлениями для измерения и контроля основных параметров агрегата и выявления их неисправностей. Так, пост для диагностирования работы двигателя

комплектуется виброакустической аппаратурой, стетоскопом и др., позволяющими по

особенностям и уровню шумов и стуков определять техническое

состояние кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. С помощью стетоскопа определяют увеличение зазоров в латунных и коренных подшипниках коленчатого вала, между поршнем и цилиндром, клапанами и толкателями и т. д., устанавливают необходимость выполнения регулировочных и ремонтных работ.

### Диагностика отдельных агрегатов

Контрольные вопросы:

1. Какое стационарное оборудование применяют при ТО. и ТР. автомобилей.
2. С какой целью и как проводят диагностирование автомобилей.
3. Какие диагностические параметры характеризуют техническое состояние основных механизмов двигателя.
4. Каким прибором прослушиваются стуки в двигателе.

Ссылка на источник [3]

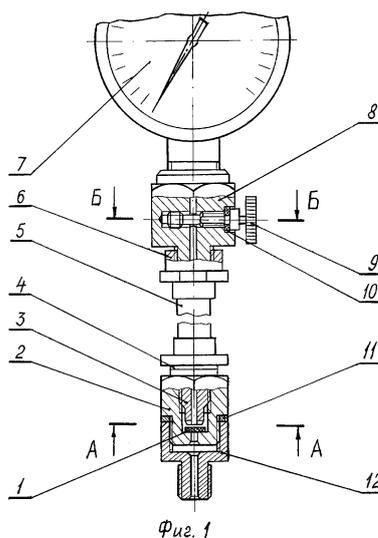
### Практическая работа №3 Техническое обслуживание двигателя

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучить на практике проведение проверки технического состояния двигателя внешним осмотром и в процессе работы, выявления неисправностей, выполнения контрольно- регулировочных, смазочных и крепежных работ .

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1.1. Исследовать конструкцию компрессометра, записать в отчет наименования составных частей:



Фиг. 1

Исследовать методику проверки компрессии в цилиндрах двигателя, кратко записать ее в отчет в следующей форме:

## Операция перехода

### Технические рекомендации

1.2. Произвести измерение компрессии на исследуемом двигателе, показания прибора записать в отчет по следующей форме, после таблицы сделать заключение о состоянии двигателя:

Показание  
компрессометра

Номер цилиндра

1

2

3

4

5

6

7

8

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Техническое обслуживание двигателя состоит из проверки его технического состояния внешним осмотром и в процессе работы, выявления неисправностей, выполнения контрольно-регулирующих, смазочных и крепежных работ по кривошипно-шатунному и распределительному механизмам, системам охлаждения, смазки, питания и зажигания.

Неисправности кривошипно-шатунного механизма обуславливаются естественным изнашиванием сопряженных деталей.

Основными признаками неисправности кривошипно-шатунного механизма являются:

- уменьшение компрессии в цилиндрах;
- появление шумов и стуков;
- прорыв газов в картер и появление из маслосливной горловины голубоватого дыма с резким запахом;
- увеличение расхода масла;
- разжижение масла в картере (из-за проникновения туда паров рабочей смеси при тактах сжатия);
- забрасывание свечей зажигания маслом, отчего на

электродах образуется нагар и ухудшается искрообразование. В итоге повышается расход топлива и снижается мощность двигателя.

Основные работы:

- проверка стабильности состояния и подтягивание креплений (крепежные работы) опоры двигателя к раме, головки цилиндров и поддона картера к блоку, фланцев впускного и выпускного трубопроводов и других соединений;
- проверка технического состояния или работоспособности (контрольные работы) кривошипно-шатунного и распределительного механизмов;
- регулировочные работы и смазка.

Крепежные работы

Для предотвращения пропуска газов и охлаждающей жидкости через прокладку головки цилиндров необходимо периодически проверять крепление головки ключом с

динамометрической рукояткой с определенным усилием и последовательностью. Момент затяжки и последовательность подтягивания гаек устанавливают автомобильные заводы.

Чугунную головку цилиндров крепят, когда двигатель находится в нагретом состоянии, а головку из алюминиевого сплава – в холодном.

Необходимость подтягивания крепления головок из алюминиевого сплава в холодном состоянии объясняется неодинаковым коэффициентом линейного расширения материала болтов и шпилек (сталь) и материала головки (алюминиевый сплав). Поэтому подтягивание гаек на горячем двигателе не обеспечивает после его остывания необходимой плотности прилегания головки цилиндров к блоку.

Затяжку болтов крепления поддона картера во избежание деформации картера, нарушения герметичности проверяют также с соблюдением последовательности, т.е. поочередным подтягиванием диаметрально противоположных болтов.

Контроль состояния КШМ

Техническое состояние этих механизмов можно определять:

- по расходу (угару) масла в эксплуатации и падению давления в системе смазки;
- по изменению давления (компрессии) в цилиндрах двигателя в конце хода сжатия;
- по разрежению во впускном трубопроводе;
- по количеству газов, прорывающихся в картер двигателя;

- по утечке газов (воздуха) из цилиндров;
- наличию стуков в двигателе.

Угар масла в малоизношенном двигателе незначителен и может составлять 0,1- 0,25 л/100 км пробега. При значительном общем износе двигателя угар может достигать 1л/100 км и более, что обычно сопровождается сильным дымлением.

Давление в масляной системе двигателя должно быть в пределах, установленных для данного типа двигателя и применяемого сорта масла. Снижение давления масла на малых оборотах коленчатого вала прогретого двигателя указывает на наличие недопустимых износов подшипников двигателя или неисправности в системе смазки.

Падение давления масла по манометру до 0 указывает на неисправность манометра или редукционного клапана.

Повышенное давление в системе смазки может возникнуть в результате большой вязкости или засорения масляной магистрали.

Компрессия служит показателем герметичности цилиндров двигателя и характеризует состояние цилиндров, поршней и клапанов. Герметичность цилиндров может быть определена компрессометром.

Компрессию проверяют после предварительного прогрева двигателя до 70-80 °С при вывернутых свечах. Установив резиновый наконечник компрессометра в отверстие свечи, проворачивают стартером коленчатый вал двигателя на 10-12 оборотов и записывают показания компрессометра. Проверку повторяют 2-3 раза для каждого цилиндра.

Если величина компрессии на 30-40 % ниже нормы, это указывает на наличие неисправностей (поломку или пригорание поршневых колец, негерметичность клапанов или повреждение прокладки головки цилиндров).

Разрежение во впускном трубопроводе двигателя замеряют вакуумметром. Величина разрежения у работающего на установившемся режиме двигателей может изменяться не только от изношенности цилиндропоршневой группы, но и от состояния деталей газораспределения, установки зажигания и регулировки карбюратора.

Таким образом, данный метод контроля является общим и не позволяет выделить ту или иную неисправность по одному показателю.

Количество газов, прорывающихся в картер двигателя, изменяется в результате неплотности сопряжений цилиндр-поршень-поршневое кольцо, увеличивающейся по мере изнашивания указанных деталей. Количество прорывающихся газов замеряют при полной нагрузке двигателя.

Широко используемым методом диагностирования технического состояния КШМ и ГРМ двигателей является замер компрессии в цилиндрах двигателей в конце тактов сжатия с помощью.

Перед началом проверки компрессии следует прогреть двигатель, вывернуть все свечи и полностью открыть воздушную и дроссельную заслонки. Затем наконечник прибора

вставляется в отверстие для свечи первого цилиндра и плотно прижимается к гнезду.

Коленчатый вал проворачивается при проверке стартером (частота вращения должна быть не менее  $200\text{—}250\text{ мин}^{-1}$ ) не менее 10—12 оборотов. После этого следует проверить по манометру (или по отрывной карточке) показания прибора и сравнить его с нормативным.

Аналогично проверяют компрессию в других цилиндрах двигателя. Отклонение показаний от нормативных для данной модели двигателя более чем на 25%

свидетельствует о серьезной неисправности двигателя и необходимости прекращения его эксплуатации.

Проверка компрессии производится при полностью закрытых клапанах проверяемого цилиндра.

При значительном снижении компрессии следует попытаться определить место

негерметичности. В этих целях в свечное отверстие заливают иногда до  $20\text{ см}^3$  моторного масла для временного уплотнения колец. Если после этого показания прибора не

увеличатся, то это свидетельствует о негерметичности клапанов. Компрессия для карбюраторных двигателей с пониженной степенью сжатия составляет обычно  $0,7\text{—}0,8\text{ МПа}$ , для двигателей с повышенной степенью сжатия —  $0,9\text{—}1,5\text{ МПа}$ , для дизелей

различных моделей  $3,5\text{—}5\text{ МПа}$ . Причем даже при допустимом снижении компрессии разница в показаниях для отдельных цилиндров карбюраторных двигателей не должна превышать  $0,1\text{ МПа}$ , а для дизелей —  $0,2\text{ МПа}$ .

Более широкими возможностями при диагностировании технического состояния КШМ и ГРМ двигателей обладает прибор мод. К-69М

С помощью прибора К-69М производится замер утечек сжатого воздуха из цилиндров двигателя при полностью закрытых клапанах. Из сравнения полученных показателей с нормативными делается заключение о техническом состоянии тех или иных элементов КШМ и ГРМ. Перед началом проверки следует прогреть двигатель до температуры

охлаждающей жидкости  $(90\pm 5)^\circ\text{C}$ , затем вывернуть все свечи зажигания из цилиндров, подготовить прибор к работе, отрегулировать

давление подводимого к прибору воздуха до 0,3 МПа, а рукояткой редуктора установить рабочее давление в приборе на 0,16 МПа. При этом стрелка прибора должна установиться на нулевой отметке шкалы, т.е. измерительное устройство представляет собой как бы «манометр обратного действия»: когда на него

подается постоянное давление в 0,16 МПа, стрелка стоит на нулевой отметке, а когда в

ходе проверки утечек сжатого воздуха из цилиндров давление начнет снижаться, стрелка пойдет вверх, показывая на шкале процент утечки сжатого воздуха.

Проверку начинают обычно с первого цилиндра, предварительно установив его

поршень Вконце такта сжатия, при этом оба клапана цилиндра закрыты. Для определения этого положения в свечное отверстие вставляют либо специальный свисток (который

перестает свистеть при установке поршня в ВМТ), либо пыж (который выбрасывается из свечного отверстия в конце такта сжатия).

Вставив штуцер в свечное отверстие первого цилиндра, снимают показания прибора по шкале, соответствующее утечке воздуха (У2). Утечка воздуха при положении поршней в начале такта, сжатия в НМТ обозначается как У1. Проверку цилиндров ведут по порядку работы их на двигателе. Состояние поршневых колец и герметичность клапанов

оценивают по утечке У1, а состояние цилиндров — по утечке У2 или по их разности (У2

— У1). Если эта разница утечек превышает установленную норму, это свидетельствует об износе цилиндров «на конус».

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

3.1. Привести схемы замеров компрессии в кривошипно-шатунном механизме рядного и V-образного двигателей.

3.2. Дать описание работ по ТО КШМ любого выбранного автомобиля.

3.3. Назовите основные показатели контроля технического состояния КШМ.

### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные неисправности КШМ их причины и последствия?

2. Каковы нормы компрессии для обычных карбюраторных двигателей, для двигателей с повышенной степенью сжатия и для дизелей?

3. Перечислите основные методы диагностики технического состояния КШМ двигателей.

4. Охарактеризуйте основные модели приборов для замера компрессии в цилиндрах, их конструкции принцип действия.

Ссылка на источник [3]

Практическая работа №4  
Текущий ремонт двигателя

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучить на практике проведение проверки технического состояния двигателя внешним осмотром и в процессе работы, выявления неисправностей, выполнения контрольно- регулировочных, смазочных и крепежных работ.

1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1.1. Выполнить операции технического обслуживания двигателя автомобиля ГАЗ-53, в отчет записать всю последовательность операций с указанием технических условий для их выполнения:

Операция технического обслуживания

Технические условия на проведение операции

ЕО

-.....

-..... ТО-1

-.....

-..... ТО-2

-.....

-.....

1.2. Произвести регулировку теплового зазора газораспределительного механизма, в отчете кратко указать последовательность действий при регулировке:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3.....и т.д.

Ответить на следующее тестовое задание:

I. Тепловые зазоры в клапанных механизмах обычно проверяют и регулируют на двигателе...

1) холодном.

2) полностью прогретом.

3) на холодном или прогретом в зависимости от конструктивных особенностей газораспределительного механизма.

II. Тепловые зазоры проверяют и регулируют при неизменном положении коленчатого вала...

1. на клапанах одного цилиндра.

2. на клапанах различных цилиндров.

3. любым из указанных способов.

III. Какими щупами измеряют тепловые зазоры?

1) Плоскими.

2) Круглыми.

3) Любыми.

IV. Каким способом не регулируют тепловые зазоры на двигателях изучаемых автомобилей?

1. Изменением положения коромысел относительно стержня клапана.

2. Изменением взаимного расположения распределительного и коленчатого валов.

3. Изменением расположения рычагов относительно кулачков распределительного вала.

4. Изменением количества прокладок, на которые воздействуют кулачки распределительного вала.

V. Тепловой зазор нормальный, если соответствующий щуп проходит в зазор и извлекается из него...

1) свободно.

- 2) с усилием.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ЕО — ежедневно при пуске двигателя следует обращать внимание на легкость пуска и

работу двигателя на различных режимах (в том числе и в дороге), на возможное дымление двигателя. Большое количество бело-сизого дыма указывает на прорыв в камеру сгорания через неплотности масла, а темно-бурый дым свидетельствует о переобогащении рабочей смеси или о неполном ее сгорании из-за неисправности системы зажигания. Перед

выездом водитель должен проверить общее состояние двигателя, опорных подушек, нет ли течи охлаждающей жидкости или масла.

ТО-1 — провести контрольный осмотр и необходимые крепежные работы; тщательно проверить крепление всех элементов на двигателе. Крепежные работы следует проводить наложением ключа на каждую гайку или болт с попыткой подтянуть их с

соответствующим усилием. В первую очередь это касается различных крышек, из-под

прокладок которых наблюдается течь масла, в том числе и из-под прокладки поддона. При обнаружении серьезных неисправностей следует оформить «Заявку» на ТР.

ТО-2 — выполнить объем работ при ТО-1. Провести тщательную (углубленную) диагностику на спецпостах диагностики — Д-2 или сопутствующую диагностику

непосредственно на рабочих местах. Диагностика включает в себя комплексную проверку технического состояния КШМ и ГРМ вышеуказанными методами и приборами. При обнаружении сверхобъемных работ, которые нельзя устранить в ТО-2, оформляется

«Заявка» на проведение соответствующих работ в зоне текущего ремонта с привлечением мотористов, а при необходимости и со снятием двигателя для ремонта в моторном цехе. При ТО-2 разрешается в порядке сопутствующего ремонта (СР) заменять отдельные неисправные легкодоступные детали (прокладку клапанной крышки, поврежденные опорные подушки и т.п.). Если в ходе контрольной проверки обнаружено несоответствие норме зазоров в клапанных механизмах, их регулируют.

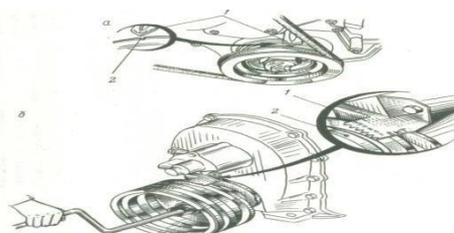
### Технология регулировки:

1. Регулировать нужно только на холодном двигателе.
2. Проверить крепления стоек коромысел к головкам цилиндров, при необходимости подтянуть крепежные детали.
3. Установить поршень первого цилиндра в в.м.т. конца такта сжатия. Коленчатый вал проворачивать рукояткой до тех пор, пока пробка

(из ветоши или бумаги),

установленная в отверстие головки цилиндров на место вывернутой свечи зажигания, не будет вытолкнута.

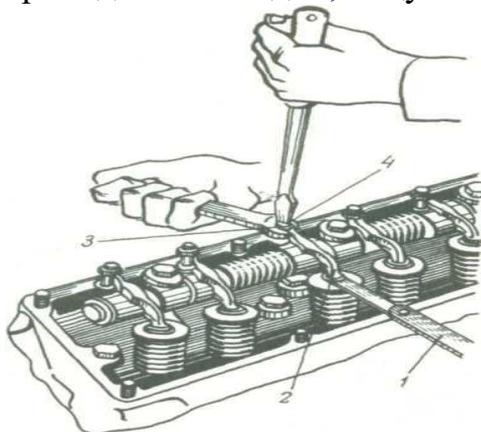
Для того чтобы поршень первого цилиндра занял положение в в.м.т., коленчатый вал ЗМЗ-53 следует проворачивать до совмещения риски 2 на шкиве вала с выступом указателя 1.



4. Замерить щупом 1 зазор между бойком коромысла и торцом стержня клапана, щуп должен проходить с небольшим усилием, в ином случае зазор необходимо отрегулировать.

Согласно заводским настройкам – зазор между стержнем клапана и нажимным концом

коромысла должен быть равен 0,25 – 0,3 мм (щуп на 0,25 мм должен проходить свободно, а щуп на 0,3 мм – вообще не должен проходить в зазор).



5. Удерживая отверткой регулировочный винт 4 коромысла 2, отвернуть ключом (на 1...2 оборота) контргайку 3 и, заворачивая или отворачивая регулировочный винт коромысла, установить нужный зазор. Завернуть контргайку и щупом 1 еще раз проверить зазор. Если последний не соответствует нормальной величине,

регулировку повторить. Аналогично отрегулировать зазор у другого клапана первого цилиндра.

6. Поворачиваете коленвал на 90 градусов и регулирует клапан на в 5 цилиндре, потомещена 90 градусов – и на 4 цилиндре. Дальше порядок цилиндров такой: 2, 6, 3, 7, 8.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.1 Привести следующие схемы газораспределительных механизмов:
- с нижним расположением клапанов;
  - с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала;
  - с верхним расположением клапанов и распределительного вала.
- 4.2. Указать величину тепловых зазоров в ГРМ.

### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В какой последовательности подтягивают крепежные детали головки цилиндров?
2. Чем и как определяют компрессию в камерах сгорания?
3. Обнаружено, что шатунные и коренные подшипники коленчатого вала стучат. Двигатель продолжает работать. К каким последствиям это может привести?
4. Отрегулированы впускные 1, 3, 7, 8 и выпускные 1, 2, 4, 5 клапаны цилиндров. На сколько оборотов поворачивают коленчатый вал для регулировки остальных клапанов?

Ссылка на источник [3]

### Практическая работа №5 Измерение деталей двигателей

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Научиться приемам работы с измерительными инструментами для измерения и контроля линейных величин: штангенциркуль типа ШЦ, микрометр гладкий, щуп, калибры. Чтение полученных размеров и определять погрешности измерений.

#### 1. Общие сведения

1.1. Средства измерения и контроля линейных величин: штангенциркуль типа ШЦ, микрометр гладкий, щуп, калибры.

1.2. Безопасность работы при работе с измерительными инструментами.

1.2.1 Рабочее место должно быть хорошо освещено.

1.2.2 Соблюдать осторожность при контакте с острыми концами мерительных инструментов.

1.3. Метрология – учение о мерах: metron – мера; logos – учение (греческ.)

## Методы измерений

1. Прямой – значение величины получают непосредственно.
2. Сравнение с мерой – определяют отклонение измеряемой величины от известного размера установочной меры или образца.
3. Косвенный (расчётный) – определение значения на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

### Виды погрешностей измерения.

1. Абсолютная – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

$$\Delta A = A_{\text{измер.}} - A_{\text{действ.}}$$

Н-р: погрешность измерения длины 10 м равна 0,01 м

2. Относительная – это погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины.

$$\gamma = \Delta A / A_{\text{действ.}}; \gamma \% = \Delta A \cdot 100 / A_{\text{действ.}}$$

Н-р: погрешность измерения длины 10 м будет равна  $0,1/10=0,001$ , или 0,1%

Цена деления шкалы – это разность величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерения.

### 1.4. Штангенциркуль и микрометр. Краткая теория нониуса.

Для определения линейных размеров тел используются самые различные измерительные приборы. Для простых измерений (в быту) используется масштабная линейка.

Если необходимо произвести измерения с большей точностью, пользуются приборами, снабженными нониусами. **НОНИУСОМ** называется дополнительная шкала, которая позволяет более точно отсчитать доли наименьшего деления основной шкалы. При использовании нониуса можно повысить точность измерения в 10-20 раз. Например, **ЛИНЕЙНЫЙ НОНИУС** представляет собой небольшую линейку *C* со шкалой, скользящую по основной линейке *A* (рис.1). Причем все *m* делений нониуса равны по длине (*m*-1) делениям шкалы линейки *A*. Если *a* – цена деления нониуса, *b* – цена деления основной шкалы, то

$$am = (m-1)b \quad (1)$$

Ценой деления нониуса называется разность между ценами этих делений, т.е.

$$b-a = b/m \quad (2)$$

Точность нониуса равна отношению цены деления основной шкалы к числу делений на нониусе. Если *b*= 1 мм и *m*= 10, то в этом случае точность нониуса равна  $1/10=0,1$  мм.

Измерения при помощи нониуса проводят следующим образом. Один конец измеряемого предмета совмещают с нулевым делением основной шкалы *A*, другой – с нониусом *C* (рис.1). Можно определить искомую длину тела *L*:

$$L = nb + L, \quad (3)$$

где  $n$  - целое число делений основной шкалы в миллиметрах, укладываемых в измеряемой длине;

$L$  - отрезок длины, представляющий доли миллиметра.

Для нахождения  $L$  надо определить, какое деление нониуса совпадает с каким-либо делением основной шкалы. Тогда

$$L = kb - ka = k(b - a) = k(b/m) \quad (4)$$

С учетом выражений (3) и (4) запишем выражение для

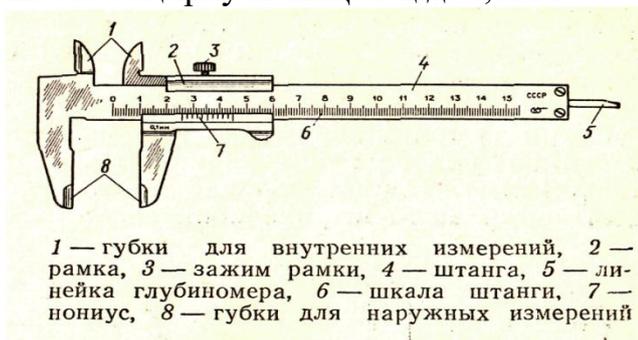
$$L = kb + k(b/m) \quad (5)$$

## 2 Ход работы

### 2.1. Измерение размеров при помощи штангенциркуля

а) Штангенциркуль служит для линейных измерений, не требующих высокой точности, и состоит из линейки с миллиметровым делением, вдоль которой может перемещаться подвижная рамка 2. На подвижной рамке нанесен линейный нониус с числом делений  $m$  (обычно 10 или 20). При измерении предмета зажимается между губками 8 с помощью подвижной рамки 2. После этого отсчитывают по основной шкале число полных делений  $n$  до нулевой отметки нониуса и узнают номер деления нониуса 7, совпадающего с каким-либо делением основной шкалы. Тогда линейный размер предмета  $L$  можно найти по формуле (5).

Штангенциркуль ШЦ-1 ц.д. 0,1 мм



1 — губки для внутренних измерений, 2 — рамка, 3 — зажим рамки, 4 — штанга, 5 — линейка глубиномера, 6 — шкала штанги, 7 — нониус, 8 — губки для наружных измерений

б) измерить обозначенные размеры детали, результаты измерений занести в таблицу.

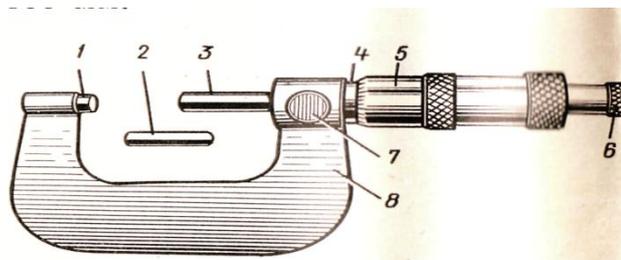
в) Найти случайную погрешность 5 измерений  $D, d, h$  при  $n = 5$ .

г) Определить абсолютную и относительную погрешность измерений.

### 2.2. Измерение размеров при помощи микрометра

а) Микрометр. Микрометр имеет вид тисков, в которых измеряемый предмет зажимается с помощью винта.

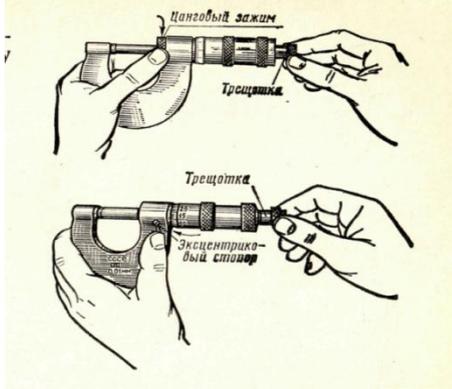
На стержне винта 3 укреплен барабан 5 с нанесенной на нем шкалой. Главным источником ошибки является неравномерность нажатия винта на измеряемый предмет. Для устранения этого недостатка микрометры снабжены трещоткой 6. Отсчетное устройство микрометра состоит из двух шкал. Горизонтальная шкала стержня представляет собой двойную шкалу с ценой деления 0,5 мм. На барабане имеется шкала, содержащая 50 делений. Один поворот барабана передвигает его стержень на 0,5 мм. Следовательно, цена деления шкалы барабана 0,01 мм.



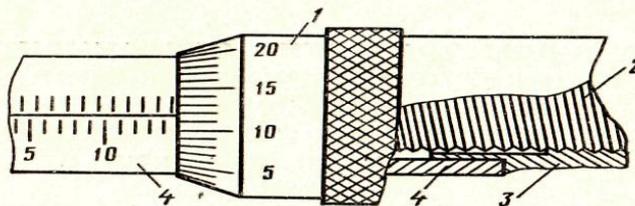
1 — пятка, 2 — установочная мера, 3 — микрометрический винт, 4 — стержень, 5 — барабан, 6 — трещотка, 7 — стопор, 8 — скоба

### Приёмы работы с микрометром

#### Закрепление микровинта стопором



### Считывание показаний измерений с микрометра



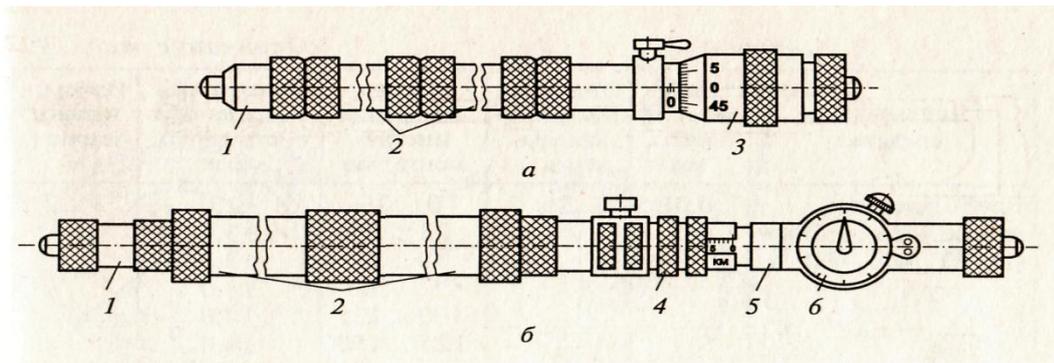
1 — барабан, 2 — микровинт, 3 — резьбовая втулка, 4 — стержень

б) измерить обозначенные размеры детали, результаты измерений занести в таблицу

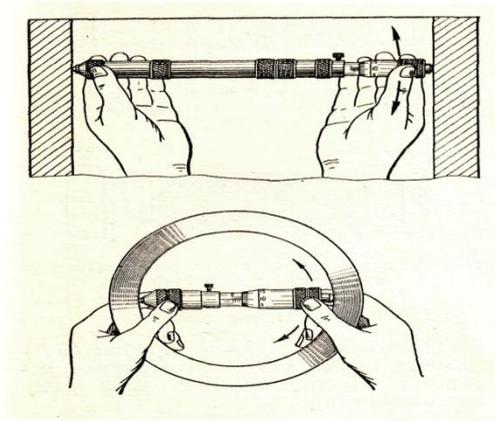
в) Найти случайную погрешность 5 измерений  $D, d, h$  при  $n = 5$ .

г) Определить абсолютную и относительную погрешность измерений.

### 2.4 Измерение размеров при помощи нутромера



1 – измерительные наконечники; 2 – удлинители; 3 – шкала; 4 – кольцо микроподачи;  
5 – корпус; 6 - индикатор

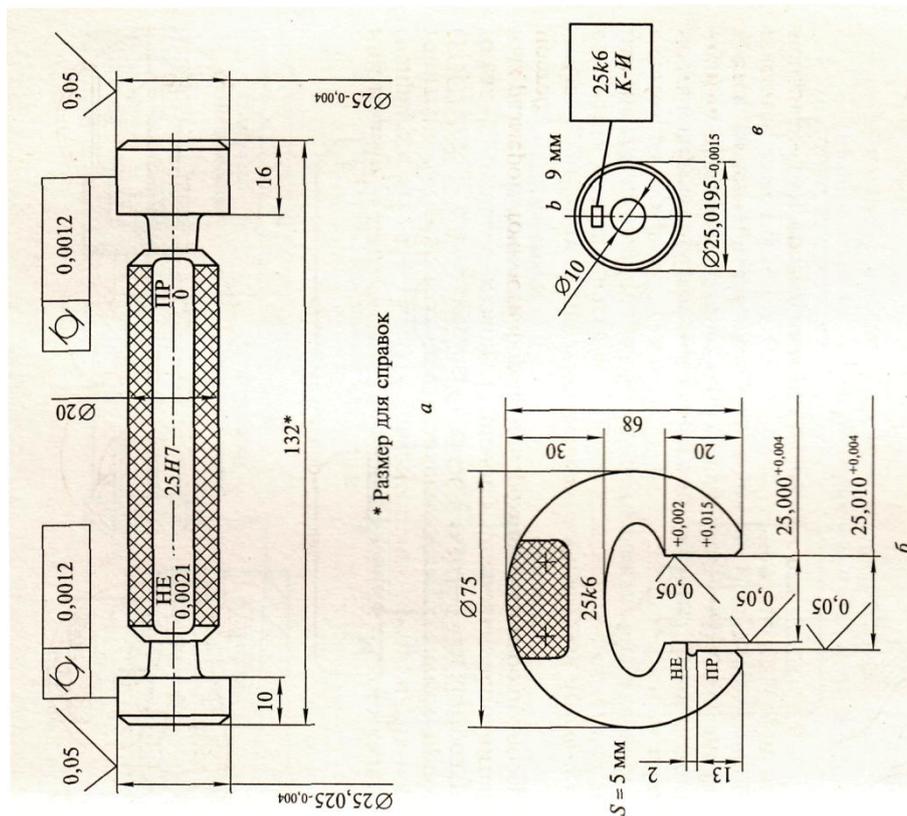


Правильное положение нутромера находят его покачиванием при лёгком контактировании измерительных поверхностей с деталью

## 2.5 Измерение зазоров при помощи щупа



## 2.6 Измерение размеров при помощи калибров



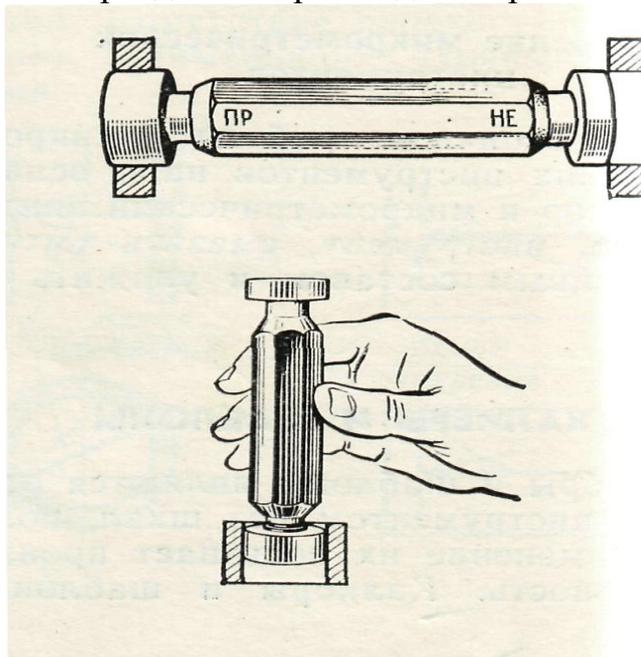
Калибры – это тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигураций установленным допускам.

По назначению калибры делятся на:

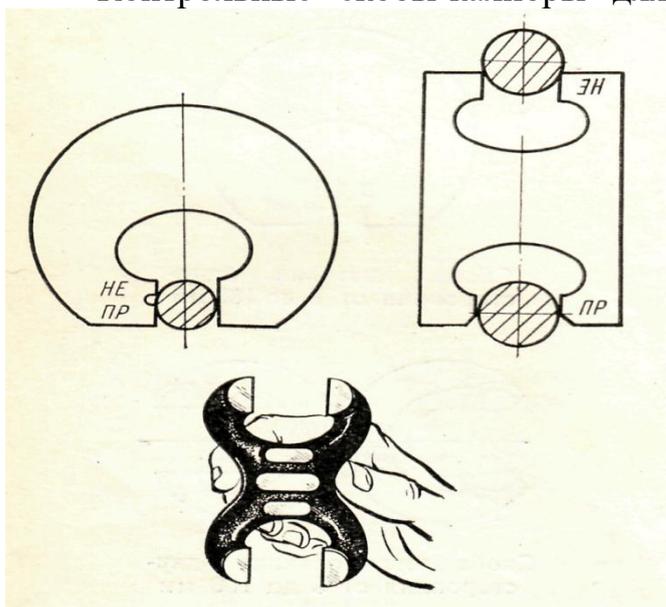
- а) рабочие – для контроля деталей в процессе изготовления
- б) приёмные - для контроля деталей представителями ОТК или заказчика

в) контрольные – для проверки калибров а) и б)

Калибры для измерения диаметров отверстий.



Контрольные скобы-калибры для измерения наружных диаметров.



Калибры имеют проходной и непроходной размеры.

2.7 Предъявить преподавателю результаты работы.

3 Содержание отчёта

Перечень используемого оборудования, инструментов, приспособлений.

Указание последовательности действий.

Фиксировать полученные размеры.

Расчёт погрешностей измерения.

5. Краткие выводы по работе.

4 Контрольные вопросы

1. Работа со шкалой нониуса штангенциркуля

2. Работа со шкалой нониуса микрометра.

Ссылка на источник [3]

### Практическая работа №6

#### Дефектоскопия деталей двигателей

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Дефектоскопия деталей двигателей.

Что такое дефектовка ДВС и как ее провести

Двигатель — «сердце автомобиля». Со временем детали мотора — поршневые кольца или зеркала цилиндров изнашиваются. Деформируется сама форма цилиндра, подшипники и т.д.

Обычно производители дают определенный срок службы на свои двигатели. Но бывает и так, что мотор попадает в автосервис задолго до срока планового капитального ремонта. Поэтому любому двигателю нужно регулярно проходить дефектовку — оценку состояния и годности.

Рассказываем о том, что такое дефектовка ДВС и на какие узлы нужно обратить внимание при ее проведении.

Что такое дефектовка двигателя внутреннего сгорания

Дефектовка двигателя — процесс оценки внутренних частей двигателя при разборе. Сам процесс не сложный, но требует определенных знаний. Поэтому для проведения дефектовки лучше обратиться в качественный автосервис.

Процесс дефектовки проходит в несколько этапов:

1. Первый — разбор двигателя, где каждая деталь тщательно визуально проверяется. Разрушенные компоненты откладываются отдельно для последующего составления списка замен.

2. Второй этап — детали, внешне выглядящие исправными, будут подвергнуты более детальной проверке: измерению размеров и характеристик для определения их соответствия номинальным значениям.

Рекомендуется вести дефектовочный лист, в котором указывается дата дефектовки и список деталей, признанных пригодными для дальнейшего использования. Это поможет при последующих проверках точнее определить список необходимых запчастей.

#### Дефектовка блока цилиндров

Блок цилиндров можно назвать скелетом двигателя. Это цельнолитая деталь, внутри которой объединены цилиндры. И своевременная дефектовка ГБЦ поможет выявить проблемы задолго до планового капитального ремонта ДВС.

В чем заключается дефектовка ГБЦ:

- визуальный осмотр;
- опрессовка на случай выявления трещин (если в масло попал антифриз или наоборот);
- проверка целостности всех заглушек;
- замер уровня выработки цилиндров.

Блоки со сменными гильзами проверяются в местах посадочного пояса гильз. А теперь разберем, какие же могут быть поломки внутри блока.

#### Глубокие задиры

Задиры во многом появляются из-за выхода из строя поршневых колец, перегрева двигателя или дефектов перемычек поршней между канавками. При выявлении неисправностей полностью проверяют и регулируют всю систему зажигания, а при необходимости проводится гильзовка и заточка поршневых колец.

#### Выработка поверхности цилиндров

Значительная выработка поверхности цилиндров происходит из-за неисправной системы зажигания или питания.

Наибольший износ наблюдается в зоне верхней мёртвой точки, то есть там, где останавливается верхнее компрессионное кольцо. Если выработка в цилиндрах превышает 0,1 мм, а эллипсность — более 0,05 мм, блок ремонтируется расточкой и последующей хонинговкой в следующий ремонтный размер или гильзовкой.

#### Царапины на поверхности цилиндров

Появиться царапины могут из-за поломки поршневых колец, перемычек на поршнях между канавками под поршневые кольца или от банального перегрева двигателя. Вопрос решается гильзовкой или расточкой в следующий ремонтный размер.

Трещины в цилиндрах

Трещины могут появиться из-за значительного перегрева мотора или гидроудара, которые разрушают поршни и шатуны.

Как уже сказано выше, трещины находят с помощью опресовки. И если есть какие-то деформации — блок нужно менять. В редких случаях при очень мелких трещинах цилиндр можно загильзовать.

Трещины на верхней плоскости блока

В основном трещины появляются из-за сильного перегрева мотора или из-за неправильной затяжки болтов. Проблема устраняется только заменой блока цилиндров.

Дефектовка коленчатого вала

Коленчатый вал — это деталь сложной формы и основа кривошипно-шатунного механизма(КШМ) двигателя. Он имеет шейки для крепления шатунов, которые воспринимают усилия и преобразуют их в крутящий момент. Простыми словами, коленвал передает мощность от двигателя на трансмиссию и навесные агрегаты. Поэтому дефектовка этого элемента крайне важна. Для замеров отклонений параметров понадобится микрометр, индикатор часового типа и призма. Сам вал нужно тщательно промыть.

К распространенным дефектам можно отнести:

1. Износ торцевых поверхностей под упорные полукольца коленчатого вала. Происходит неравномерный износ поверхностей из-за длительных стоянок с выжатым сцеплением или при частой езде с выжатой педалью сцепления. Вопрос решается обработкой упорных фланцев в ремонтный размер с дальнейшей установкой утолщенных полуколец.

2. Деформация коленчатого вала. Прогиб оси коленвала не должен превышать 0,05 мм для легковых моторов и 0,1 мм для грузовых моторов. Если прогиб превышает данные значения, это может указывать на неправильную обработку или установку вала. Вал укладывается на призмы, установленные на металлической плите. С помощью стрелочного индикатора, установленного на стойке, проверяем прогиб оси коленвала, вращая его.

3. Выработка и царапины на поверхности под сальники коленчатого вала. Быстрая выработка может происходить из-за длительной работы двигателя или попавших в масло посторонних частиц. Устранить проблему царапин можно шлифовкой поверхности под сальники, а вопрос с выработкой решается установкой новых сальников с маленьким осевым смещением. Но если выработка большая, а царапины глубокие, то лучше заменить коленчатый вал на новый.

4. Разрушение резьбы в крепежных отверстиях. Происходит из-за неправильной затяжки крепежных болтов. Вопрос решается только заменой коленвала.

5. Сильный износ и задиры на поверхностях коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Проблема появляется из-за недостаточного количества масла, отсутствия давления в системе смазки, загрязненного фильтра или просто очень грязного масла. Проблема серьезная, поэтому мотор придется капитальить, а сам коленчатый вал менять.

6. Трещины коленвала. Определить трещины можно визуально, тщательно промыв его. Появляются они также из-за грязного масла, низкого уровня или сильного перегрева. Коленчатый вал придется менять на новый.

7. Царапины на поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Появляются такие царапины при большом пробеге или из-за грязного масла, в которое попали частицы наработки. Проблема, как правило, устраняется шлифовкой шеек коленвала. Проверить износ можно с помощью микрометра, замерив каждую шейку в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Их нужно сравнить с показателями, заявленными производителем автомобиля.

8. Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под штифты и втулки. Произойти это может из-за неправильной затяжки болтов, которые закрепляют шкивы и маховики. Опытные мотористы могут прорезать новый шпоночный паз или посадочное место под штифт, но все же надежнее будет заменить коленвал.

Дефектовка электродвигателя

В дефектовку электродвигателей входит анализ механической части и электрической. Условно, весь процесс можно разделить на четыре этапа.

Дефектовка механической части

В нее входят:

- оценка состояния крепежей — проверка крепежных элементов на наличие люфтов, износа или повреждений.
- проверка повреждений крышек и корпуса — визуальный осмотр крышек и корпуса на наличие трещин, деформаций или других повреждений, которые могут влиять на работу двигателя.
- износ подшипников и посадочных мест — оценка состояния подшипников на наличие износа, шума или люфта, а также состояния посадочных мест.
- оценка щеточно-коллекторного механизма — проверка состояния щеток, коллектора и механизма контактной группы на износ, повреждения или другие проблемы.

Дефектовка электрической части

Для проверки потребуются специальные приборы — мегаомметр или аналогичные аппараты для диагностики электрической части, выявления

обрывов, замыканий и других дефектов. Например, ЕЛ-15. Дефектовка заключается в следующем:

- проверка электроцепи — оценка состояния электрической цепи на наличие обрывов или замыканий.
- проверка изоляции — измерение изоляционного сопротивления для оценки состояния изоляции обмоток.
- выявление витковых замыканий и других дефектов.

Ремонт и замена

Этапы проведения работ по устранению неисправностей:

- нарезка резьбы, замена болтов, заваривание крышки — ремонт механических элементов;
- изоляция или замена выводов обмотки — ремонт поврежденных выводов обмотки;
- покрытие обмотки специальным лаком — восстановление изоляции в случае повреждения;
- замена подшипников.

Двигатель нужно протестировать и проверить мотор на работоспособность защитных механизмов.

Заключение

Дефектовка двигателя включает оценку внутренних частей двигателя при разборе. Процесс дефектовки проходит всегда в два этапа: визуальный осмотр, отсеивание частей, не подлежащих ремонту и, соответственно, сам ремонт. К самым распространенным неисправностям можно отнести:

- деформацию коленвала;
  - царапины или сильную выработку на поверхности блока цилиндров;
- трещины, которые появляются чаще всего от сильного перегрева мотора.

Ссылка на источник [3]

Практическая работа №7 Ремонт коленчатого вала двигателей

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение неисправностей и видов ремонта коленчатого вала.

В конструкции двигателя внутреннего сгорания одним из основных элементов выступает коленчатый вал. Также по стоимости он считается одной из самых дорогостоящих деталей. Ремонт коленвала требует опыта и наличия специального инструмента, самостоятельный процесс восстановления его работоспособности без специализированных станков выполнить практически невозможно.

Расскажем о характерных неисправностях и причинах их



возникновения,

Основные неисправности коленвала

- Протечка сальников. Данная проблема характерна для моторов с пробегом. Устранить проблему можно заменой сальника. Как временное решение применяют масло с более вязкими характеристиками, что позволяет остановить протечку на какое-то время.

- Критически низкий уровень масла (масляное голодание). Происходит из-за выхода из строя маслонасоса, загрязнения канала подачи смазки, резкое снижения уровня масла в ДВС. Масляное голодание приводит к увеличению трения подшипников, перегреву элементов. Продолжение эксплуатации двигателя с подобным дефектом грозит заклиниванием мотора, что потребует проведения капитального ремонта.

- Механическое повреждение детали.

- Износ элементов, который ведет к увеличению допустимого зазора и возникновению люфта коленчатого вала. Шейки и подшипники изнашиваются, возрастает вибрация, появляется стук в двигателе.

- Ускоренный износ элементов, значительно превышающий нормальный износ. Возникает из-за разбалансировки коленчатого вала или ошибок при монтаже.

технологических операций по ремонту коленвала, способах решения проблем



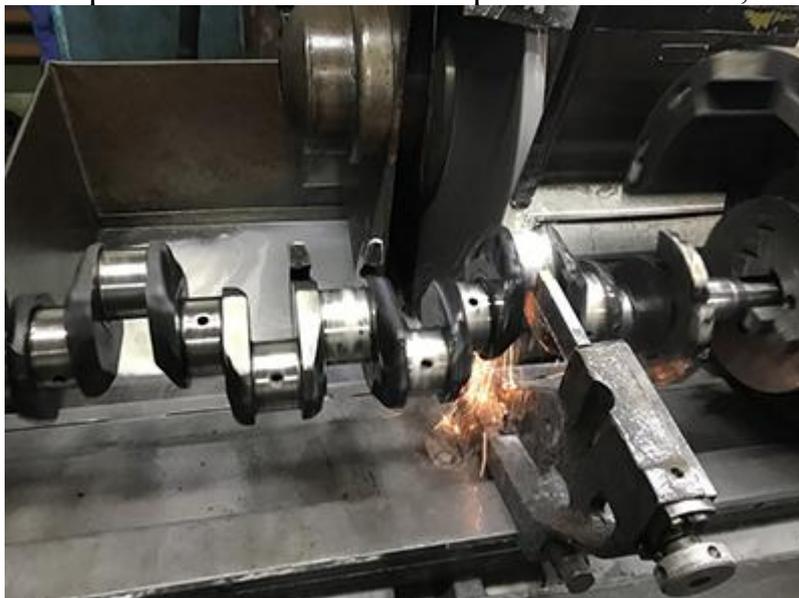
#### Виды ремонта коленчатого вала

Ремонт коленвала выполняется с полной разборкой двигателя с последующим осмотром и дефектовкой узлов и механизмов. Процесс замены или ремонта детали очень трудоемкий.

#### Шлифовка

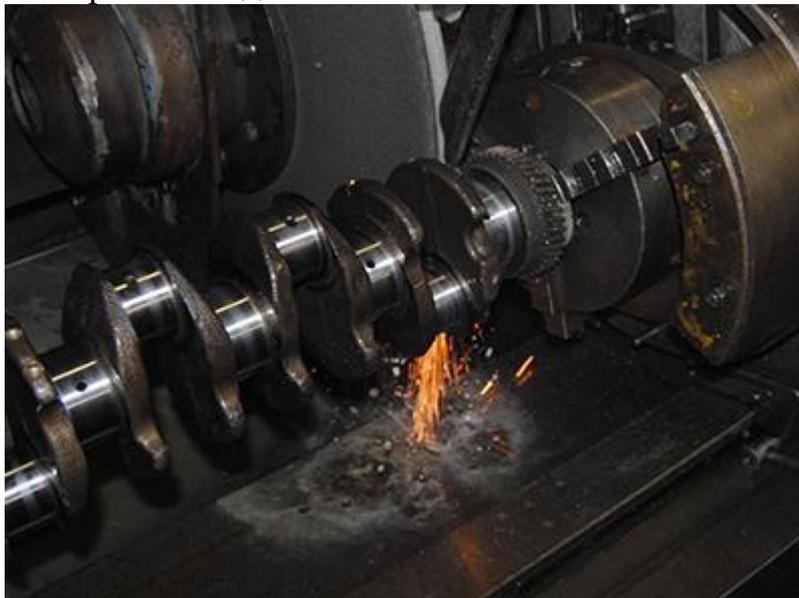
Выполнение шлифовки коленчатого вала требует наличия специализированного оборудования и особых навыков. Допустимые погрешности при выполнении данной технологической операции не должны быть больше 0,015 мм от заданных параметров. Эффективная работа шатунных подшипников возможна при перекосе осей шеек в диапазоне 0,03-0,05 мм. Устранить овальность и конусность шеек можно с калибровкой форм с допустимой погрешностью до 0,005 мм.

Для того, чтобы продлить работу сальника выполняется шлифовка поверхности под деталью. Определен допустимый предел биения поверхности под передний или задний сальники в 0,01 мм. Разрешенный уровень шероховатости не может превышать  $Ra = 0,16$  мкм.



#### Расточка

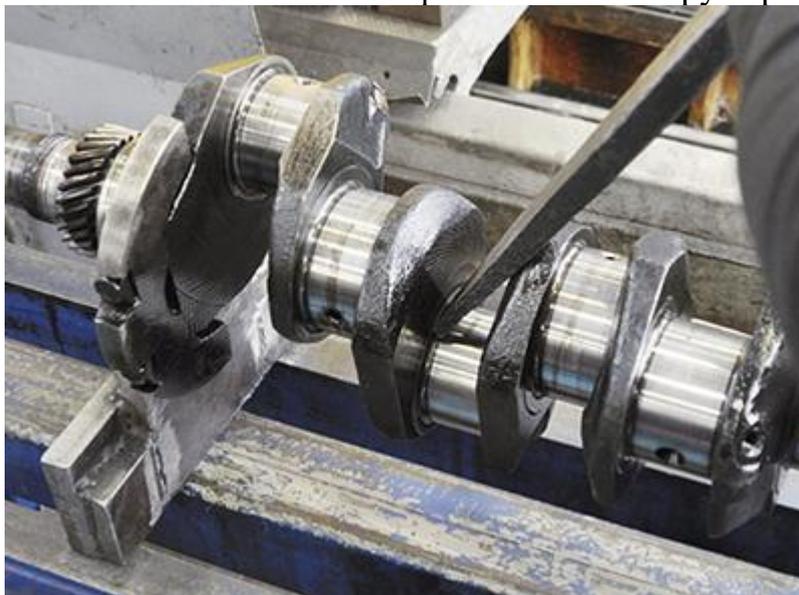
Технологическая операция по расточке требуется, если обнаружены отклонения в форме, размере шеек или при наличии отложений на их поверхности. Для измерения диаметра шеек необходим микрометр. Стоимость расточки достаточно высока.



#### Рихтовка

Технологическая операция по рихтовке коленчатого вала выполняется при обнаружении значительных дефектов на поверхности. При деформации поверхности свыше 0,07 мм обработка выполняется на специализированном прессовочном оборудовании. Проблема, как правило, возникает при неоднократном перегреве подшипников. В большинстве случаев значение деформации при максимальных нагрузках может превышать в 0,2 мм. Однако в некоторых случаях это значение может достигать 1,0 мм. Чрезмерный перегрев приводит к деформации оси коленчатого вала, что негативно сказывается на всех поверхностях. Выполнение рихтовки дает возможность уменьшить дефект до 0,05-0,08

. Выполненная затем шлифовка минимизирует размер дефекта.



#### Ремонт шкива

Шкив коленвала перед ремонтом необходимо хорошо очистить. Замена шкива на новый требуется при поломке детали или обнаружении дефектов.



Чистка каналов

К обязательным технологическим операциям относятся чистка каналов и замена заглушек. Выполняется демонтаж и тщательная очистка. Лучшего результата позволяет достичь продувка каналов сжатым воздухом под большим давлением. Такой способ позволяет обеспечить максимальную чистоту каналов, что скажется на надежности системы. Завершающий этап – установка новых заглушек.



Замена подшипников

Технологическая операция по замене подшипников выполняется для повышения надежности работы коробки передач. Это опорный элемент первичного вала КПП и износ подшипников ведет к появлению шумов при работе.



### Полировка

Технологическая операция выполняется для обработки поверхности для упорных полуколец. При длительной эксплуатации автомобиля износ поверхности неизбежен. Возникает деформация, что ведет к увеличению осевого смещения коленвала и приводит к возрастанию нагрузки на шатунно-поршневую группу. Система испытывает разные нагрузки при каждом выжиме сцепления. Результат — ускоренный износ ремня/цепи ГРМ и негативное воздействие на ресурс двигателя. Новый полукольца устанавливаются в соответствии с измененными размерами.

Благодаря полировке шеек достигается высокая чистота поверхности, что обеспечивает

максимальную работоспособность системы и отсутствие сбоев в работе, также уменьшается износ вкладышей. Замена вкладышей коленчатого вала выполняется при соответствующем износе.



### Восстановление маслосгонной накатки

Износ масляной накатки возникает при эксплуатации коленчатого вала. Для устранения дефекта требуется полное восстановление. Обеспечить нужный результат позволяет выполнение технологической операции на специальном станке.

На старых моделях иностранных и советских двигателей использовалась сальниковая набивка, работающая в паре с маслосгонной накаткой коленвала. Износ накатки приводит к протечкам масла. Для устранения дефекта необходимо восстановление детали.



### Балансировка

Технологическая операция по балансировке коленвала выполняется после устранения

Ссылка на источник [3]

Практическая работа №8 Ремонт распределительного вала двигателей

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение основных неисправностей распределительного вала и способов ремонта.

### Основные дефекты

Распределительные валы изготавливают из углеродистых и легированных сталей марок: - 45, - 45Г2, - 40Г, - 40Х, 40ХН. Твёрдость материала валов 228.268 НВ, 45 HRC.

Основные дефекты распределительных валов:

изгиб вала; - скручивание вала; - износ поверхностей кулачков;

износ опорных поверхностей под подшипники, 2; - износ резьбы, 3.

износ поверхностей вала от усталостных напряжений,

износ от окисления поверхностей, - абразивный износ поверхностей,

износ шпоночных пазов в виде смятия граней, износ боковых поверхностей паза, паз становится шире, 1.

Эскиз распределительного вала.

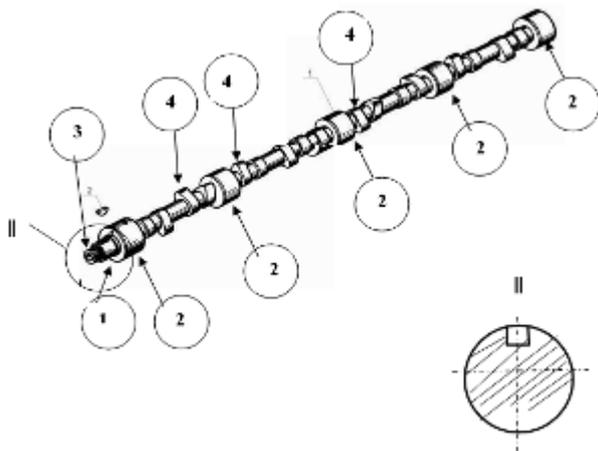


Рисунок 2. Места износа.

## Способы устранения

Дефекты устраняются:

пластической деформацией, правкой, рихтовкой, гибкой, обработкой под ремонтный размер, установкой дополнительной ремонтной детали, накаткой, - наплавкой, - напылением металлов, применением полимерных материалов.

Выбор способа восстановления валов зависит от значения износа и возможностей ремонтной базы. Способ выбирают после соответствующей проверки и установления характера и степени износа поверхностей вала.

Распределительные валы можно править рихтовкой или чеканкой. Такой вал кладётся выгнутой частью вниз на плиту и молотком наносят частые удары, пока он не выпрямится. Удары наносят также с обеих сторон выгнутой части, ограниченной углом  $120^\circ$ .

Холодную правку валов проводят вручную посредством винтовых скоб, рычагов, приспособлений под прессом. Валы и оси диаметром более 50 мм правятся с местным нагревом.

Схемы правки распредвалов.

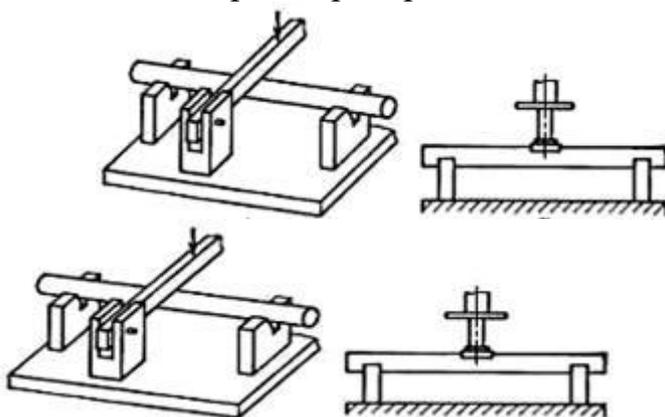


Рисунок 3.

После предварительной правки у ремонтируемых валов восстанавливают центровые отверстия на торцах, в которых вал устанавливался при изготовлении на производстве, это основные технологические базы. После восстановления обоих центровых отверстий ремонтируемый вал устанавливается в центры и посредством индикатора определяются биения шеек, а затем окончательно вал или ось правится.

Сначала проверяется правильность установки вала, то есть биение рабочих или вспомогательных поверхностей рядом с центрами. Для этого на стол станка устанавливают магнитную стойку с индикатором, ножка которого упирается в проверяемую поверхность.

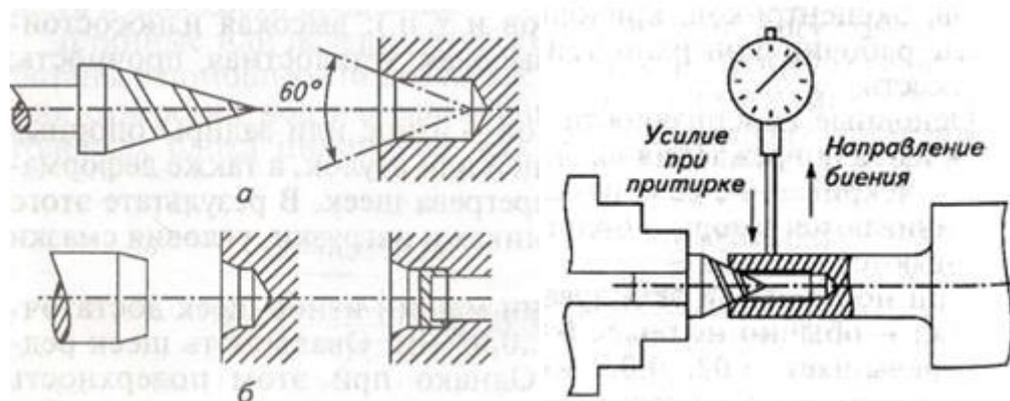


Рисунок 4. Рисунок 5.

а; б центровые отверстия и фаски распределительного вала. 5. Схема нагружения вала при исправлении биения центральной фаски притиркой

Далее, вращая вал рукой, определяется биение. Оно не должно превышать 0,02.0,03 мм. Если биение больше, то центровые фаски на валу необходимо поправить, иначе деформация вала будет определена с ошибкой.

Шейки валов, имеющих значительный износ, обтачивают и шлифуют под ремонтный размер. При этом допускается уменьшение диаметрального размера шеек на 5%.10% в зависимости от характера воспринимаемых валом нагрузок.

Если нужно восстановить первоначально заданные диаметральные размеры шеек, то на них после обтачивания напрессовывают или устанавливают на эпоксидном клее ремонтные втулки или компенсационные кольца, которые обтачивают или шлифуют.

Изношенные поверхности валов шеек, кулачков, ремонтируются также наплавкой, металлизацией, хромированием, газотермическим нанесением порошковых материалов повышенной износостойкости.

При износе до 0,15 мм, на диаметр, исходный размер шейки восстанавливается хромированием, предварительно для устранения рисков выполняют шлифование.

Шпоночные пазы ремонтируются постановкой дополнительной ремонтной детали, изготовлением нового паза на этом же валу.

При изгибе прогиб не допускается более 0,1 мм, при скручивании, угол между осями верхнего и нижнего отверстий не более  $1,0^{\circ}$  ...  $1,5^{\circ}$ . Отверстия, если проверяются калибром, выбраковывается если непроходной проходит. Выбоины, риски, видимые глазом, не допускаются, деталь подлежит восстановлению.

В последнее время применяется метод восстановления профиля кулачков электроконтактной пайкой пастообразным припоем.

Способ заключается в нанесение припоя на изношенную поверхность кулачка. Используются припои марок ПГ-СР, ПГ-СР2, ПГ-3.

Такой метод и такие припои позволяют получать твердость поверхности кулачка более 45 HRC и более.

Перед пайкой вал тщательно очищается от загрязнений. сопоставляются размеры чертёжные и изношенных кулачков, по эти параметрам определяется необходимое количество пастообразного припоя.

Схема приварки и поперечное сечение восстанавливаемого кулачка

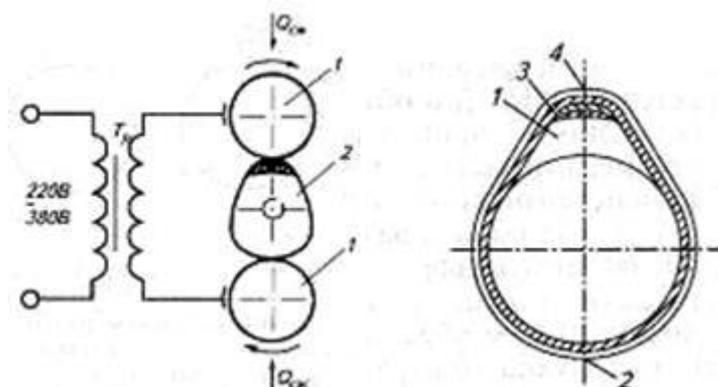


Рисунок 6. Рисунок 7.

1 - электрод; 2 - кулачок; 1 - электрод; 2 - кулачок; 3 - лента; 4 - смесь.

Лента 3, с нанесённым припоем, устанавливается на изношенный кулачок 2, таким образом, чтобы массив смеси 4 заполнил изношенную зону кулачка. Концы ленты свариваются с образованием шва. К наружной поверхности ленты подводятся дисковые электроды и прижимаются друг к другу, с усилием сжатия  $Q_{сж} = 800 \text{ Н}$ .

На дисковые электроды от трансформатора  $T_p$  подаётся напряжение 3,5.4,5 В, обеспечивающее силу тока 5000.6000 А. Кулачок приводят во вращение с переменной скоростью, пропорциональной отношению  $r/R$ .

Широкие поверхности восстанавливают по винтовой линии с продольным перемещением кулачка. Скорость вращения и перемещения кулачка выбирается, исходя из условия перекрытия паяных швов на 30 ... 40 %.

Обкатывание кулачка 2 дисковыми электродами 1 производится до полного затвердевания припоя при одновременном жидкостном охлаждении зоны контакта между электродами и лентой.

После восстановления кулачок шлифуются до полного удаления формирующей стальной ленты.

Ссылка на источник [3]

Практическая работа №9 Ремонт шатунов

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение основных неисправностей шатунов и способов ремонта.

Неисправности в кривошипно-шатунном механизме двигателя возникают, в основном, из-за износа элементов, достигшего критического уровня. Сам шатун относится к очень долговечным и прочным элементам, поэтому, как правило, из строя выходят другие детали мотора.

Однако есть ряд причин, которые могут привести к деформации шатуна или серьезному износу втулок и вкладышей. Это происходит при

нарушении правил эксплуатации автомобиля, использовании горюче-смазочных материалов низкого качества, нарушении сроков и непрофессиональном проведении плановых ТО.



Неисправность	Причины возникновения
Износ поршневой головки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкий уровень масла, недостаточное давление масла.</li> <li>• Снижение качества масла при попадании в него топлива.</li> <li>• Загрязнение масляного фильтра.</li> <li>• Каналы смазки в шатуне засорились.</li> <li>• Некорректная установка втулки пальца.</li> <li>• Нет натяга в сопряжении с поршнем через втулку и поршневой палец.</li> </ul>
Износ кривошипной головки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкий уровень масла, недостаточное давление масла.</li> <li>• Снижение качества масла при попадании в него топлива.</li> <li>• Загрязнение масляного фильтра.</li> </ul> <p>Эти причины приводят к ускоренной выработке ресурса вкладышей и коленчатого вала (непосредственного влияния на износ шатуна не оказывают). Такие дефекты влияют на возникновения биения в кривошипной головке.</p>
Разрушение резьбы болтов, разрушения в отверстиях крепления крышки кривошипной головки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неправильно выбран момент силы при затягивании болтов.</li> <li>• Износ шатунных вкладышей.</li> <li>• Произошел чрезмерный перегрев двигателя.</li> </ul>
Изгиб силового стержня.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Произошел гидроудар.</li> <li>• Длительное время не проводилось техническое обслуживание автомобиля, не проводился капремонт.</li> <li>• Попадание в камеру сгорания цилиндра посторонних предметов.</li> </ul>

Возникновение в шатуне трещин.

Могут появиться из-за вышеперечисленных причин.



Есть различия в стуке поршневого кольца и отработавшего шатуна. Во втором случае характер стука более глухой, а неисправность возникает из-за повреждения или износа шатунных вкладышей. Нужно помнить, что стук появляется именно в той части кривошипно-шатунного механизма, где неисправность возникла. Стук в верхней части появляется из-за износа поршневой головки. Если стук слышен внизу, то причина в шатунных вкладышах или болтах крышки нижней головки. Для установления, какой из шатунов стучит, на работающем бензиновом двигателе по очереди отключают питание свечей, а на дизеле требуется отключать подачу топлива.

Одной из причин появления стука в шатунах ДВС часто бывает засорение масляных фильтров и маслоприемника. К такому результату приводит использование горюче-смазочных материалов низкого качества. Улучшить качество ГСМ можно с помощью соответствующих присадок, которые не повлияют на вязкость масла.



Признаком неисправности в системе смазки двигателя, из-за которой появляется стук шатуна, служит дым синеватого оттенка. Появление такого дыма говорит о проблемах в КШМ и ЦПГ. Трущиеся поверхности колец поршней изнашиваются из-за недостатка масла или использования масла

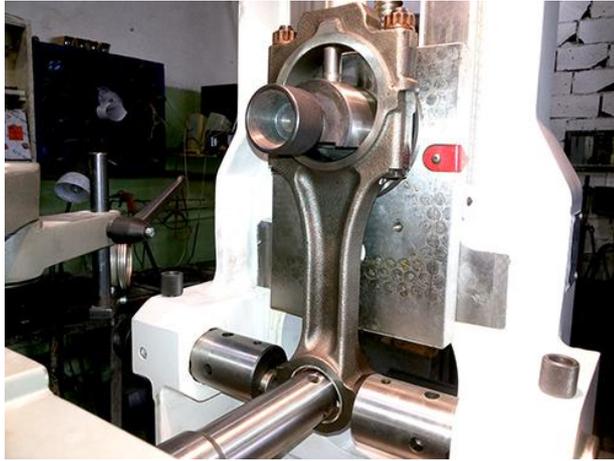
низкого качества. Изнашиваются также поверхности цилиндров, коленвала и шатунов, возникают задиры и царапины.

Использование специальных триботехнических присадок позволяет предотвратить износ деталей и даже устранить возникшие дефекты. Благодаря своему составу такие присадки образуют на поверхности деталей защитный слой и устраняют негативное влияние износа путем диффузионного восстановления металла.



Способы устранения стука

Неисправность	Способ ремонта
Износ и задиры на кривошипной и поршневой головках.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замена шатунов.</li> <li>• Поиск и устранение неисправностей в системе смазки, замены масляного насоса и/или фильтра.</li> <li>• Очистка масляных каналов.</li> <li>• Замена моторного масла, использование триботехнических присадок.</li> </ul>
Изгиб силового стержня.	Шатун подлежит замене при обнаружении критического отклонения геометрии по изгибу или скручиванию силового стержня. Проверка силового стержня на изгиб выполняется на специальном стенде в автосервисе.
Разрушение резьбы болтов, разрушения в отверстиях крепления крышки кривошипной головки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замена болтов.</li> <li>• Замена шатуна при разрушении резьбы на крышке головки (просто заменить крышку головки нельзя).</li> </ul>
Возникновение в шатуне трещин.	Замена шатуна.



Избежать разбалансировки и возникновения критического износа и стука в новых местах позволяет достижение одинаковой массы всех шатунов. При выполнении замены детали взвешивают и выполняют стачивание металла с прилива на крышке нижней головки для достижения нужного результата.

Ссылка на источник [3]

## Практическая работа №10

### Подбор вкладышей

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение основных операций по подбору вкладышей кривошипно-шатунной группы.

Вкладыши автомобильного двигателя играют важную роль в его работе, взаимодействуя с шатуном, распределительным и коленчатым валами. За счет образующейся на его поверхности пленке масла исключается контакт металлических поверхностей деталей двигателя, что очень важно в условиях повышенной нагрузки и высоких температур.

Диагностика двигателя включает в себя, помимо прочего, и определение причин, по которым могут возникнуть поломки вкладыша. Такими причинами могут быть:

- Постоянное давление, которому подвергается вкладыш, что может привести к появлению трещин на его поверхности.
- Если масло загрязнено, то посторонние частицы могут поцарапать металл вкладыша и привести к быстрому износу.
- Наоборот, низкий уровень масла в системе означает сухость вкладыша, и тогда вал за считанные часы способен непоправимо разрушить деталь.
- Кроме того, нужно следить состоянием кислотно-щелочного баланса в картере, так как кислая среда разрушает поверхность элемента.

Следует помнить, что при высокой мощности силового агрегата все его комплектующие также подвергаются высоким нагрузкам. Вкладыши тут не

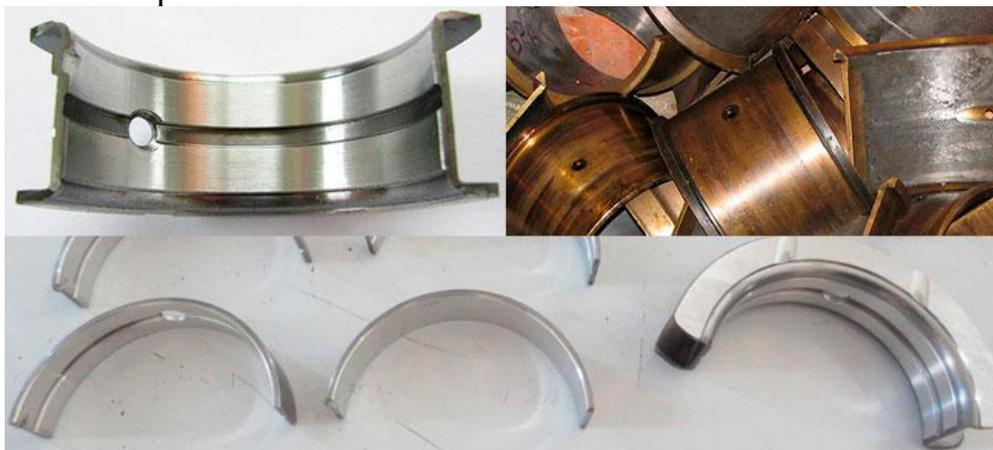
исключение. Поэтому для *спорткаров* и *форсированных моторов* важно особенно внимательно выбирать эту автозапчасть.

По каким признакам можно определить, что с деталью не все ладно?

- Об износе вкладыша может свидетельствовать низкое давление в системе подачи масла.
- Сильный шум также подскажет, что пора менять шатунные вкладыши.

Как правильно подобрать вкладыш в зависимости от материала

Если в автосервисе установили, что требуется капитальный ремонт двигателя и пора менять вкладыши, то к их выбору стоит подойти со всей ответственностью. Прежде всего, важно выбрать деталь в зависимости от мощности мотора.



Существует несколько типов вкладышей:

1. Алюминиевые
2. Медные
3. Свинцовые.

В настоящее время вкладыши выпускаются из нескольких видов материала, обычно при этом применяется *литье*. Алюминий применяется в моторах азиатского и азиатского производства, а европейцы предпочитают делать вкладыши из медных и свинцовых композитов, которые намного прочнее и поэтому выдерживают высокие нагрузки в дизельных моторах.

Алюминиевые сплавы применяются чаще, тому есть несколько причин. И наиболее важная состоит в том, что производители в заботе об окружающей среде пытаются исключить применение свинца в отрасли.

Так, в 1994-м стал широко использоваться сплав **A-500**, состоящий в основном из алюминия. Кроме того, в него добавили олово, кремний, а количество свинца уменьшили до 2 процентов.

Впоследствии, в сплаве **A-590** свинец вообще убрали, при этом прочность сплава только увеличилась за счет увеличения содержания олова и кремния. Теперь этот сплав способен выдержать нагрузки как в бензиновых двигателях на высоких оборотах, так и в дизельных моторах.

Алюминий, медь, свинец: за и против

Преимущество алюминиевых вкладышей еще и в том, что они достаточно недороги и устойчивы к износу. Кроме того, алюминий в

процессе работы почти не стирается и следовательно, его частицы не загрязняют масло.



Слабым местом алюминиевых вкладышей является их слишком мягкая поверхность, которая неустойчива к царапинам. Поэтому если масло загрязнено, то инородные частицы оставят борозды на металле вкладыша. Детали из меди и свинца более устойчивы к царапинам, посторонние частицы просто вязнут на них, не причиняя особого вреда.

Производители научились нивелировать этот недостаток, шлифуя поверхность вкладышей, а не раскатывая ее. При этом на поверхности детали остаются микроскопические бороздки, не влияющие на характеристики, но увеличивающие способность к поглощению загрязнения. Инородные включения оседают в них, в то же время такая поверхность лучше удерживает масляную пленку.

Еще один плюс алюминия – он выдерживает более высокие температуры плавления, чем медь или свинец. Поэтому двигатель с алюминиевым вкладышем более устойчив при перегреве, возникающем при детонации или перегрузках.

Поэтому можно с уверенностью утверждать, что вкладыши из алюминия подойдут к любому типу двигателя, конечно, при соблюдении периода замены масла. В то же время детали из сплавов свинца и меди не настолько прихотливы к очистке масла или к неровностям шеек вала.

Все же производители спорткаров по-прежнему предпочитают оснащать двигатели медно-свинцовыми элементами, поскольку они лучше алюминиевых выдерживают перегрузки.

Обычно вкладыши из меди и свинца выполняются из трех слоев. В основе лежит сталь, на которую наносят баббит слоем от 0,0125 до 0,015 миллиметров. С декоративной целью элемент могут покрыть напылением олова. Такой слой характеризуется способностью аккумулировать твердые включения и обеспечивать износоустойчивость и прочность. Деталь может спокойно выдержать давление до 25 тыс. кПа на см. кв., в то время как алюминий выдерживает только 13 тыс. кПа.

Несмотря на хорошие показатели алюминиевых и медно-свинцовых сплавов, автопроизводители продолжают эксперименты и разработки в этой области. Например, недавно выпустили вкладыш из чистой меди, с нанесением олова и никеля. Верхний слой в нем – все тот же баббит. При

одинаковых характеристиках в плане прочности, такие элементы намного экологичнее, долговечнее, но цена их стала заметно выше.

Поскольку наиболее распространенной причиной поломки вкладыша называют детонацию, то подобные детали с высоким запасом прочности могут противостоять нагрузкам. Но все же не всем по карману цена таких элементов.

Еще один вариант вкладыша – сочетание алюминия с покрытием *тефлоном*, который придает алюминиевой поверхности дополнительную устойчивость от царапин.

Вкладыши с покрытием

Почти все спортивные автомобили сейчас имеют в двигателях вкладыши с особым покрытием от признанных марок Federal Mogul/Speed Pro и Federal Mogul/Speed Pro.



Варианты покрытий позволяют уменьшать трение и препятствовать вредному воздействию температур, уменьшать износ детали. Кроме того, дополнительно такое покрытие позволяет уберечь мотор во время холодного или сухого старта, а также защищает агрегат, если вдруг упало давление масла.

Например, известная марка Federal Mogul запустила в производство технологию Duroshield, представляющую собой полимерное основание с дисульфатом молибдена. Пленка покрытия при этом не толще 0,075 мм, но она выдерживает мощность двигателя в 3 тыс. лошадиных сил!

В основе покрытия TriArmor от марки Dana Corporation – полимерный слой, с элементами графит и молибден.

Все эти разработки и эксперименты с покрытием не были бы нужны при безупречной работе двигателя. Но законы физики никто не отменял и поэтому приходится учитывать множество влияющих на состояние мотора факторов и предусматривать все варианты защиты автомобиля.

Обычно толщину масла на вкладыше считают в пропорции 0,001 мм (с допустимым отклонением 0,0125 мм) на сантиметр диаметра шейки вала. Но при наличии покрытия необходимости соблюдения таких правил нет, так как подобный слой придает вкладышу плотное прилегание и положительно влияет на его функции.

Дороговизна покрытий вкладышей вполне себя окупает, хотя разработка и внедрение новых технологий не так проста, как считается. Даже при небольшом нарушении технологии покрытие может отслоиться и тогда вся деталь приходит в негодность.

Хорошим примером может стать случай с гонщиком Аланом Калвики из команды NASCAR, для которой американская компания Swain Coatings разработала и выпустила лимитированную серию вкладышей. Во время гонки на автомобиле Алана вышел из строя ремень, установленный на маслonaсосе, тем не менее гонщик смог проехать еще пять кругов и показать достойный результат. На обычном вкладыше двигатель просто не смог бы работать.

Ссылка на источник [3]

Практическая работа №11 Расточка цилиндров двигателей.  
Практическая работа №12 Хонинговка цилиндров двигателей. Практическая работа №13 Гильзовка цилиндров двигателей.

Количество часов на выполнение работы: 6 часов

Цель работы: Изучение основных операций восстановления гильз цилиндров и шатунов методами механической обработки.

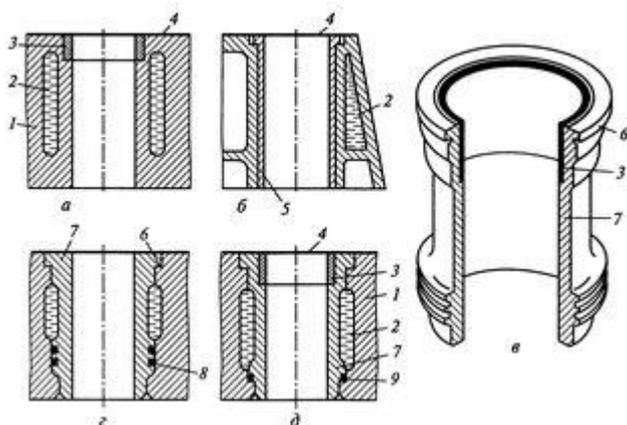
Оборудование, приспособления, инструмент: Расточной станок 2А78И, хонинговальный станок ЗН533

Теоретическая часть.

Расточка

Цель: восстановить внутреннюю поверхность гильз цилиндров под поршень ремонтного размера. Некоторые особенности расточки:

- Гильзы растачивают на вертикально-расточных станках.
- Перед растачиванием измеряют диаметры всех цилиндров в области работы верхнего поршневого кольца и определяют ближайший ремонтный размер.
- Расточка выполняется с припуском (обычно 0,08–0,15 мм) для последующего хонингования.



Хонингование

Цель: устранить дефекты геометрии цилиндров, создать поверхность с заданной шероховатостью для эффективного удержания масла. Некоторые особенности хонингования:

- Хонинговальная головка с алмазными или керамическими брусками вращается и одновременно движется вверх-вниз, создавая сетку на поверхности цилиндра.
- Во время обработки используется смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), чтобы предотвратить перегрев и удалить стружку.
- После хонингования проверяется геометрия цилиндра, шероховатость поверхности и угол хонинговальной сетки.

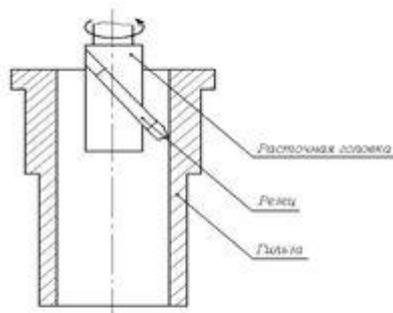


Рисунок 1 – Схема хонингования гильзы цилиндров

### Гильзовка

Цель: установить специальные металлические втулки (гильзы) в цилиндры блока двигателя для восстановления рабочей поверхности, которая со временем изнашивается из-за трения поршней, высоких температур и других факторов. Некоторые особенности гильзовки

Гильзы изготавливаются или подбираются под конкретный блок цилиндров.

- Их внешняя поверхность обрабатывается для обеспечения надёжной фиксации в блоке.
- Гильзы запрессовываются в блок цилиндров с использованием прессы или термического метода (нагрев блока и охлаждение гильзы).
- В случае с мокрыми гильзами устанавливаются уплотнительные кольца для предотвращения утечки охлаждающей жидкости.
- После установки гильзы подвергаются хонингованию — процессу создания микрошероховатой поверхности для лучшего удержания масла и приработки поршневых колец.

### Содержание работы

Сущность метода ремонтных размеров заключается в том, при восстановлении двух сопрягаемых деталей обработке под новый, отличный от исходного, размер, который называют ремонтным, подвергают одну из деталей (например, гильза блока цилиндров). а вторая деталь (например, поршень) не обрабатывается, так как она имеет уже соответствующий ремонтный размер. Ремонтные размеры таких деталей заранее известны и стандартизированы, они поставляются централизованно как запасные части

ремонтных размеров.

Метод ремонтных размеров позволяет значительно уменьшить трудоемкость ремонта.

При сборке сопряжения используется селективный (или групповой) метод. Он позволяет при относительно грубых квалитетах точности обработки сопрягаемых деталей разбивкой на размерные группы, с более узкими полями допусков обеспечить высокую точность сборки (см. методические указания «Комплектование деталей кривошипно-шатунного механизма методом групповой взаимозаменяемости»)

### Последовательность растачивания

Растачивание гильзы цилиндра выполняется на станках расточной группы (2А78Н; 278, 278Н), а также на многошпиндельных полуавтоматах.

Для соблюдения точности соосности наружной и внутренней поверхностей растачиваемой гильзы необходимо, чтобы ось гильзы точно совпадала с осью вращения резцовой головки шпинделя. Такая соосность может быть достигнута различными способами:

- креплением на шпинделе специального конуса, который при опускании в отверстие гильзы своими образующими выставляет соосью гильзу, свободно установленную на столе станка;
- установкой в головку шпинделя специальной шариковой оправки, настроенной на размер обрабатываемого цилиндра (гильзы);
- вворачиванием в торцовое резьбовое отверстие резцовой головки специального индикаторного центроискателя, которым окончательно проверяют соосность.

Для установки резца с целью получения требуемого размера необходимо определить установочный размер «к»,

Установочный размер «к» определяют по формулам:

$$a = \frac{D_p - d}{2}$$

$$k = a + d = \frac{D_p - d}{2} + d = \frac{D_p + d}{2}$$

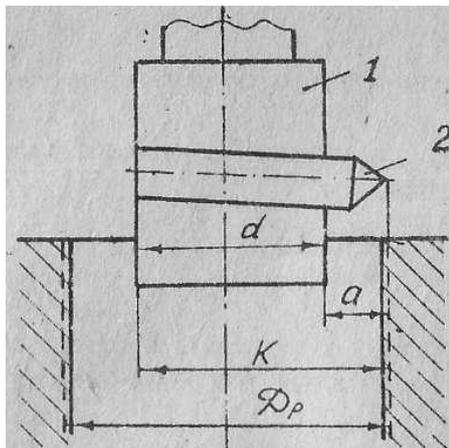


Схема расточки. 1 - резцовая головка; 2 - резец; а - вылет резца; D - диаметр расточки; d - диаметр резцовой головки; К- установочный размер

#### Параметры режима

Обрабатываемый материал	Глубина резания, мм	Подача, S мм/об	Скорость резания, V м/мин	Материал инструмента (резца)
чугун				
НВ 170-229	0,1-0,15	0,05-0,10	100-120	ВКЗМ
НВ 229-269	0,1-0,15	0,05-0,10	80-100	ВКЗМ

Высокое качество расточки обеспечивают резцы, оснащенные пластинками эльбора (кубического нитрида бора), а также кристаллами синтетического и природного алмаза.

Расточка цилиндра (или гильзы) выполняется в такой последовательности:

1 Определяется диаметр расточки ( $D_p$ ). Он равен ближайшему ремонтному размеру, уменьшенному на величину припуска на хонингование (0,03- 0,08 мм).

2 По формуле (4.2) определяется настроечный размер «к» (см. рис.4.1), на который при помощи микрометра устанавливается резец и закрепляется фиксирующим винтом. После фиксации резца производится обязательная проверка правильности установки резца микрометром.

3 По выбранной из таблицы 4.1 скорости резания определяют частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_p}$$

4.1.4. Выбирают подачу S, затем при помощи соответствующих рукояток управления устанавливают требуемую частоту вращения и величину подачи.

Основное время расточки определяют по формуле:

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где  $L_p$  - длина хода резцовой головки.

Величину врезания и перебега при расчетах можно принять суммарно равной 5 - 6 мм.

#### 5 Хонингование гильзы цилиндра

##### 5.1 Особенности процесса



### 4.2.3. Режимы хонингования

Рекомендуемые параметры режима хонингования приведены

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Материал бруска	Размеры бруска, мм	Окружающая скорость, $V_{ок}$ , м/мин	Возвр. поступ. скорость, $V_{в.п.}$ , м/мин	$\frac{V_{ок}}{V_{в.п.}}$	Припуск на диаметр, мм
чугун	Предварительная	64С10	В=10-13 $l_{бр}$ -100, 125; 150	40-80	17-22	3-5	0,04-0,08
	Окончательная	64СМ20		30-50	10-15	5-8	0,005-0,01

Окружная скорость определяется как и при растачивании, т.е.

$$V_{окр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин}$$

где  $D$  - диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

$n$  - частота вращения хонинговальной головки, мин;

Скорость возвратно-поступательного движения головки, м/мин

$$V_{в.п.} = \frac{2L \cdot n_2}{1000}$$

где  $L = l_{отв} + 2l_{пер} - l_{бр}$  - длина рабочего хода хонинговальной головки, мм;

$l_{отв}$  - длина гильзы цилиндра, мм;

$l_{пер}$  - перебеги бруска за пределы отверстия (принимается равный 13-15 мм);

$l_{бр}$  - длина бруска, мм;

$n$  - число двойных ходов хонинговальной головки в минуту.

Возвратно-поступательная скорость определяется по нормативам (см. табл.4.2), а затем корректируется в соответствии с паспортными данными станка.

По известному фактическому значению  $V_{в.п.ф}$  определяют, число двойных ходов в минуту  $n_2$  из формулы (4.6):

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_{в.п.ф}}{2L}$$

Основное время хонингования определяют по формуле:

$$T_o = \frac{n_1}{n_2}, \text{ мин}$$

где  $n_1$  - число двойных ходов, необходимое для снятия припуска на

хонингованию.

Значение  $n_1$  определяют по формуле:

$$n_1 = \frac{a_x}{b}$$

где  $a_x$  - припуск на сторону, мм;

$b$  - слой металла, снимаемый за один двойной ход (для чугуна можно принять 0,0002 мм).

Порядок выполнения работы

6.1 Изучить устройство и управление станками для расточки и хонингования гильз цилиндров.

6.2 Освоить методику установки резца для расточки цилиндра на заданный размер, а также порядок выбора к расчета параметров режима расточки; произвести расточку гильзы на требуемый ремонтный размер.

6.3 Освоить методику выбора режимов хонингования. Выполнить операцию хонингования гильзы в соответствии с техническими условиями.

Ссылка на источник [3]

#### Практическая работа №14

Ремонт поверхностей постелей коренных подшипников.

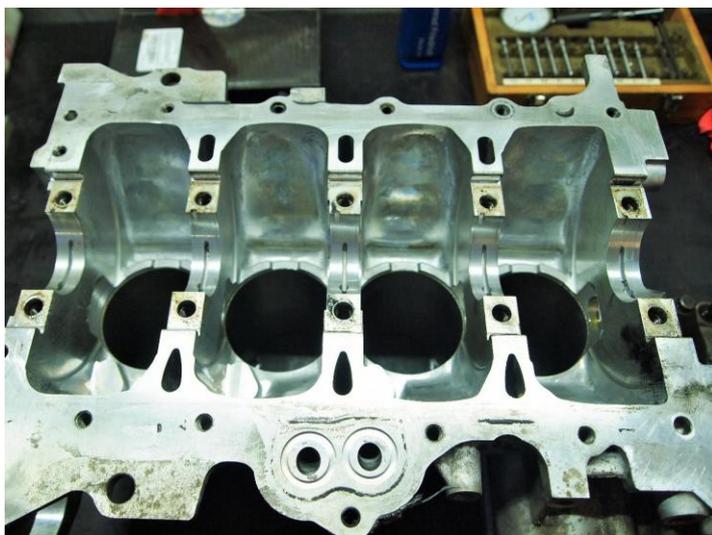
Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение основных операций по ремонту постелей коренных подшипников коленчатого вала.

Износ постели коленчатого вала

Коленчатый вал в блоке цилиндров устанавливается коренными шейками в специальные посадочные места – они называются «коренные опоры коленчатого вала» и выглядят следующим образом:





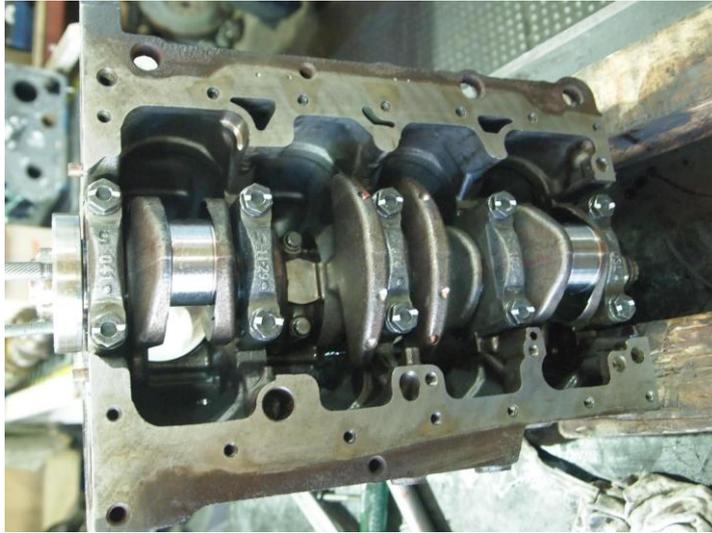
В опоры коренных шеек коленчатого вала устанавливаются вкладыши, на которые укладывается коленчатый вал:



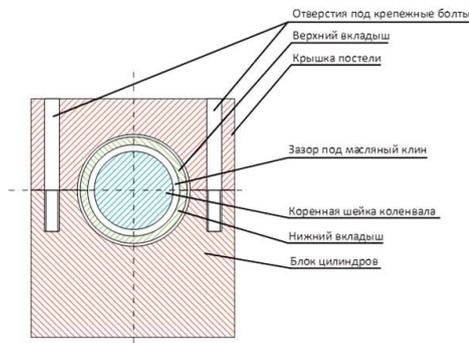
Сверху коренные шейки коленвала закрываются крышками, в посадочные места которых также устанавливаются вкладыши:



Вот так выглядит коленвал, установленный в блок цилиндров:

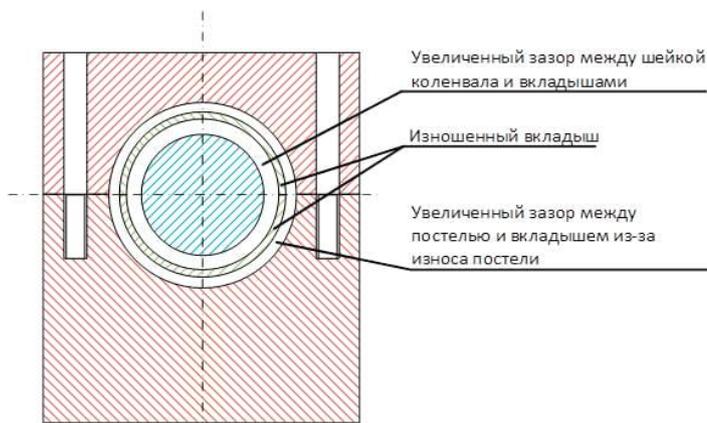


Схематично коренная шейка коленвала, установленная в блоке цилиндров, выглядит так:

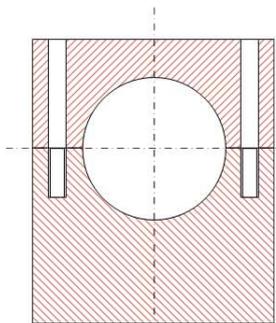


В такой конструкции практически отсутствует трение металла по металлу – между поверхностями вкладышей и шейки коленчатого вала присутствует масляный клин – масляная пленка, возникающая благодаря подаче масла под давлением. Масло подается через отверстия, просверленные в коленчатом вале и во вкладышах специально для этой цели. Несмотря на это, в любом двигателе вкладыши со временем изнашиваются, то есть, становятся тоньше. Из-за этого увеличивается зазор между вкладышем и шейкой коленчатого вала. Это приводит к снижению давления масла, и как следствие - к повышенной нагрузке на сам вкладыш, и на постель коленчатого вала. В конечном итоге изнашиваются не только вкладыш и шейка коленчатого вала, но и постель коленчатого вала. В крайнем, аварийном случае, вкладыш проворачивает в посадочном месте, он перекрывает отверстие для подачи масла, и от масляного голодания начинают страдать все детали, расположенные дальше по магистрали подачи масла. Но посадочное место от проворота вкладыша страдает сразу, и довольно существенно.

Схематичное изображение изношенного узла:



А вот так схематично выглядит коренная опора коленчатого вала после того, как коленчатый вал и вкладыш сняты:



Реальный износ опоры выглядит, например, так:



А вот так может выглядеть износ в крышке:



Что будет, если не восстанавливать постель коленчатого вала?

Принципиально возможно при наличии повреждений постели коленчатого вала ничего не делать с ней – просто поставить новые

вкладыши, отшлифовать при необходимости коленчатый вал под ремонтный размер (или поставить новый), и собрать мотор. Но это плохо, и вот почему:

- При изменении геометрии постели очень высока вероятность того, что нарушится соосность коренных опор. В лучшем случае она нарушится настолько, что после сборки коленчатый вал не будет вращаться. Это хороший вариант, так как в этом случае проблема будет очевидна сразу и ее придется решать так или иначе. В противном случае мотор заведется и будет работать, но проработет он, скорее всего, недолго.

- Даже если соосность не нарушена, останется проблема большого зазора между вкладышем и опор. Это приведет к ухудшению смазки узла, что, в свою очередь, приведет к ускоренному износу и необходимости повторного ремонта.

При восстановлении обе проблемы устраняются. Нужные размеры опор – и есть основная цель работы, а соосность обеспечивается технологией восстановления.

Таким образом, вариант «не восстанавливать», хотя принципиально и реализуем, на практике не имеет смысла – если, конечно, целью не стоит собирание максимума практических знаний о несоблюдении технологии ремонта. Как правило, мотор ремонтируют все же чтобы ездить, поэтому сделаем вывод о необходимости ремонтировать постели коленчатых валов, если те имеют повреждения.

#### Способы ремонта постелей коленчатых валов

Технологий ремонта достаточно много, конкретный технологический маршрут зависит от конкретного двигателя и его состояния, но общую методику мы опишем.

Первое, что надо понять, имея задачу восстановления постелей коленчатых валов – существуют ли для данного двигателя вкладыши ремонтных размеров, под увеличенный диаметр постели. Если да, и износ постелей не превышает этих размеров – то остается расточить постели под ремонтный размер. Конкретная методика будет описана ниже.

Если ремонтных вкладышей не существует – остается расточка под номинальный размер. Также возможна ситуация, когда постели изношены настолько, что расточка под ремонтный размер уже невозможна – в этом случае применяется нанесение (напыление, наваривание) дополнительного металла, который и растачивается в необходимый размер.

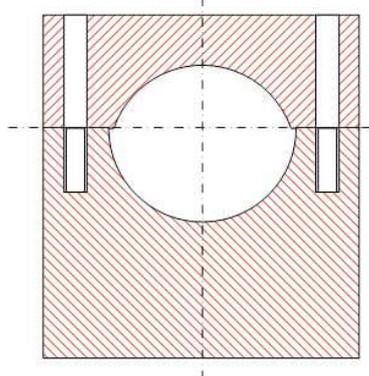
Расточка в любом случае производится на горизонтально-расточном станке, подобном приведенному на фото ниже, а вот технологии восстановления используются разные.

#### Расточка в номинальный размер с занижением крышек коренных опор

В этом случае снимается около 0.5 мм (зависит от конкретного случая) с плоскости, которой крышка постели коленчатого вала примыкает к ответной части. После этого крышки устанавливают на свои штатные места.

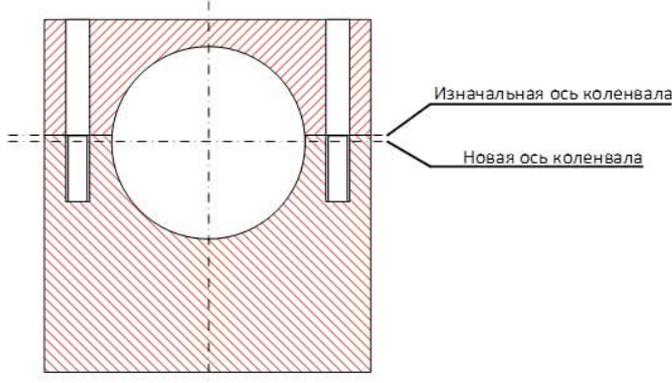
Постель после этого приобретает эллипсность, а значит – ее можно расточить в необходимый размер.

На эскизе показана заниженная крышка, установленная на коренную опору. Величина занижения утрирована для наглядности:



Явный плюс этого способа – восстановление номинального размера и использование штатных вкладышей. Минус заключается в том, что ось коленчатого вала смещается, и при большом смещении это может быть критично для работы двигателя. Как правило, после измерения износа постелей коленвала становится ясно, на какую величину придется занижать крышки, и на сколько уйдет ось. Исходя из этого делается вывод, подходит ли такой способ для данного конкретного случая.

На эскизе показана постель коленчатого вала, восстановленная с занижением крышки. Отмечено смещение оси коленчатого вала:

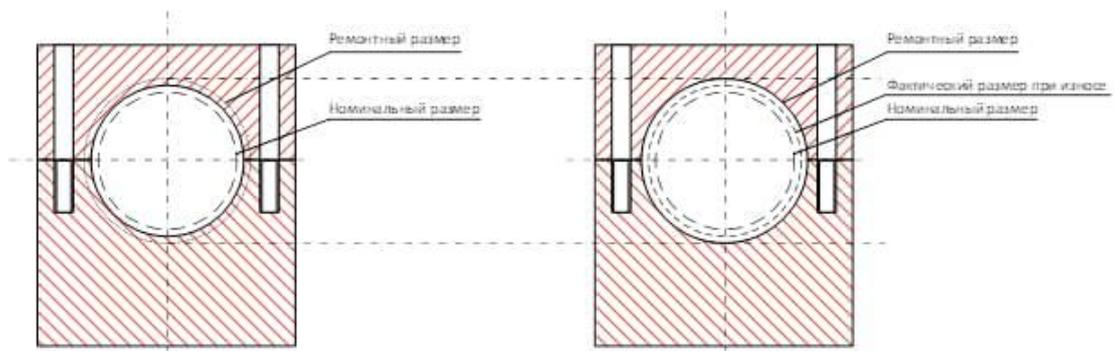


Этот способ не подходит, в конструкции двигателя применены «разрывные» крышки опор, которые изготавливаются методом «отламывания». В этом случае поверхность соприкосновения крышек с постелью неровная. Занижать ее пришлось бы на несколько миллиметров, а это ведет к критическому изменению геометрии двигателя, не совместимому с его работоспособностью.

Расточка постелей коленчатого вала в ремонтный размер

В этом случае крышки постелей устанавливаются на свои штатные места без каких-либо доработок. После этого постели растачиваются в ремонтный размер.

На эскизе показано состояние «до» и «после»:



Это, в целом, наилучший вариант – он не приводит к смещению оси коленчатого вала, и в целом мотор после него максимально близок к «оригинальному» состоянию. Кроме того, способ подходит и для моторов с «разрывными» крышками постелей. Как уже говорилось выше, минус только в том, что не для всех моторов существуют вкладыши ремонтных размеров.

Расточка в номинальный размер после нанесения металла

Бывает и так, что ремонтных размеров постели не предусмотрено в принципе, и найти чего-то подходящего тоже нельзя. Бывает и так, что износ велик настолько, что все ремонтные размеры уже «пройжены». В этих случаях приходится наносить (например, напылением) слой металла, и затем растачивать в номинальный размер. Схематически процесс показан на эскизе ниже:

Ссылка на источник [3]

## Практическая работа №15

### Подбор и установка поршневой группы

Количество часов на выполнение работы: 2 часов

Цель работы: Изучение основных операций по подборке и установке поршневой группы.

Перед сборкой двигателя все детали промываются, производится их тщательный осмотр и контрольные замеры для определения их технического состояния и возможности их использования при сборке.

Затем производится комплектование деталей и подборка отдельных групп деталей и узлов.

Если износ шеек коленчатого вала не превышает допустимого, то он комплектуется с вкладышами подшипников номинального размера. Если износ коренных и шатунных шеек коленчатого вала больше допустимого, то он комплектуется коренными и шатунными вкладышами увеличенной толщины одного из ремонтных размеров, определяемых по наиболее изношенной из коренных и из шатунных шеек. При этом производится перешлифовка коренных и шатунных шеек вала под размеры соответствующих комплектов ремонтных вкладышей.

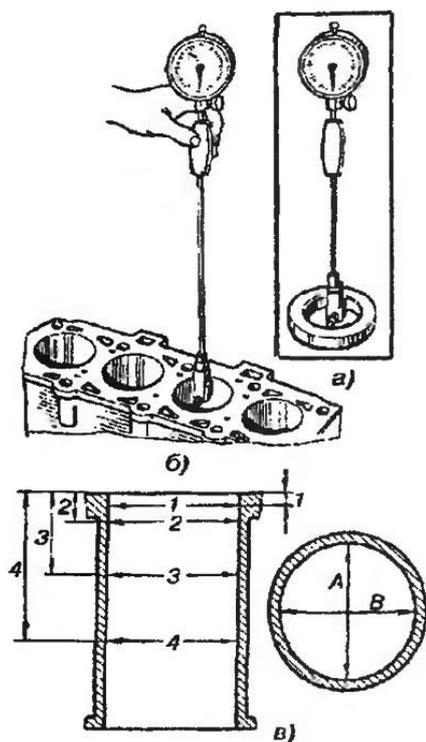
При невозможности ремонта коленчатого вала он заменяется на новый и комплектуется вкладышами номинального размера, а перед установкой в

блок цилиндров производится его балансировка в сборе с маховиком и сцеплением.

При установке сцепления на маховик для его центрирования в запрессованный в торце коленчатого вала подшипник вставляют специальную оправку, или первичный вал коробки передач.

При установке коленчатого вала смазываются моторным маслом и устанавливаются в гнезда блока цилиндров и крышек вкладыши коренных подшипников, затем укладывается коленчатый вал, устанавливаются в пазы упорные полукольца и крепятся крышки коренных подшипников.

При необходимости замены деталей поршневой группы производится подбор поршней к цилиндрам (гильзам) по размерам таким образом, чтобы между гильзой и поршнем обеспечивался оптимальный зазор, равный 0,05—0,07 мм. Для этого производится измерение цилиндра в нескольких поясах по высоте в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью индикаторного нутромера. Глубина поясов для замера цилиндров двигателей приведена в табл.



Измерение цилиндров индикаторным нутромером: а - установка нутромера на ноль по калибру, б - проведение замера, в - пояса замеров; А и В - направления измерений; 1, 2, 3, 4 - номера поясов

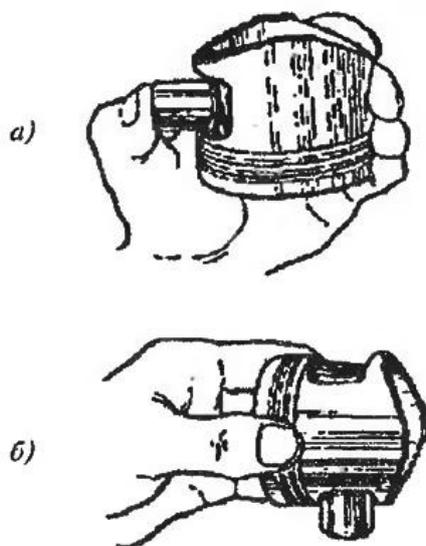
Пояса для замеров цилиндров двигателей

№ пояса замера	Глубина пояса замера от верхней плоскости блока (гильзы) цилиндров двигателей, мм, моделей			
	ВАЗ-2108	МеМЗ-245	ВАЗ-2105, -2106	УЗАМ-331, -412
1	5	10	5	10
2	15	53	15	50
3	45	77	50	100
4	80	—	90	125

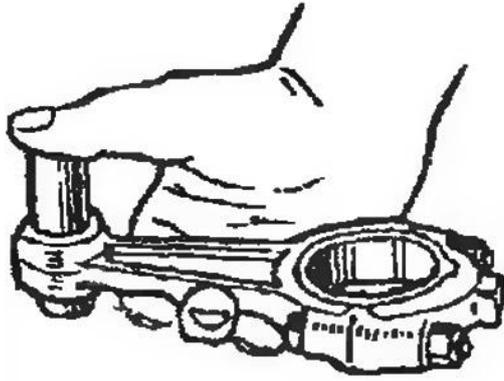
Установка нутромера на ноль при измерении диаметра цилиндров производится с помощью калибра. Измерение диаметра поршня производится только в плоскости, перпендикулярной поршневому пальцу на расстоянии от днища поршня 51,5 мм у двигателя ВАЗ-2108, 52, 4 мм — у двигателя ВАЗ-2106 и на расстоянии 22,5 мм от нижнего торца юбки поршня — у двигателей УЗАМ-331 и -412. Подбор поршней к цилиндрам производится без поршневых колец при комнатной температуре. Помимо размеров поршни, устанавливаемые на один двигатель, должны подбираться по массе. Массы самого легкого и самого тяжелого поршней на двигателе не должны различаться более чем на 2,5...3,0 г, в связи с чем поршни при изготовлении сортируются по массе на соответствующие группы и имеют необходимую маркировку.

В одном цилиндре должны быть установлены поршень, поршневые кольца, палец и шатун одной размерной группы. Массы поршневых комплектов (поршень, поршневой палец, поршневые кольца и шатун) разных цилиндров одного двигателя не должны различаться между собой по массе более чем на 8 г. Шатуны, устанавливаемые на один двигатель, также не должны отличаться по массе более чем на 8 г. При необходимости замены одного шатуна производится его подгонка по массе путем снятия металла с бобышек на крышке и головке шатуна.

Поршневые пальцы подбираются к поршням и шатунам таким образом, чтобы при комнатной температуре на двигателях ВАЗ смазанный моторным маслом палец входил нажимом большого пальца в отверстие поршня (рис. 209, а) и не выпадал из него под действием собственной массы (рис. 209, б), а в головку шатуна входил с натягом, после нагрева шатуна до 240°C. На остальных двигателях поршневой палец должен от усилия пальца руки входить в верхнюю головку шатуна, а в отверстие поршня входить после нагрева последнего в воде до 60...85°C.

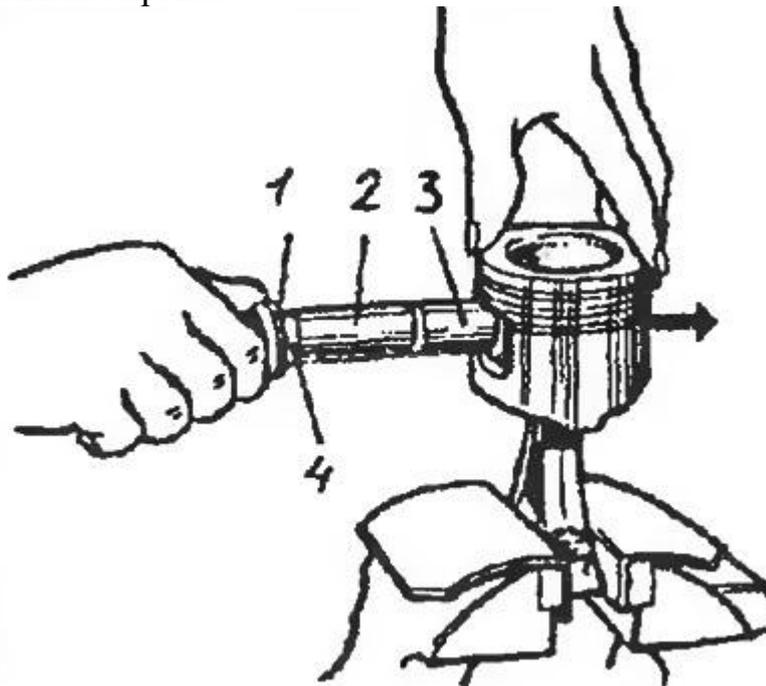


Установка поршневого пальца (а) и проверка его посадки (б)



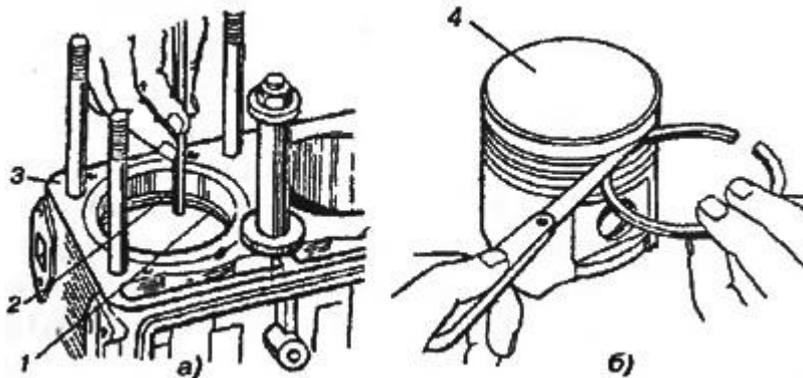
Проверка правильности подбора поршневого пальца к втулке малой головки шатуна

После подбора поршней, пальцев и шатунов производится их сборка с нагревом, как отмечалось выше, соответственно шатуна (двигатели ВАЗ) или поршня (остальные двигатели). Для запрессовки поршневого пальца в верхнюю головку шатуна и в поршень на двигателях ВАЗ применяется специальная оправка



Запрессовка поршневого пальца двигателей ВАЗ в верхнюю головку шатуна с помощью оправки: 1 - рукоятка оправки с упорным буртиком; 2 - поршневой палец; 3 - направляющая; 4 - дистанционное кольцо

Поршневые кольца подбираются к цилиндрам в соответствии с их размерами по зазору в замке кольца, вставленного в соответствующий цилиндр двигателя и зазору между торцом кольца и его канавкой в поршне. Зазоры, рекомендуемые при подборе поршневых колец, приведены в табл.



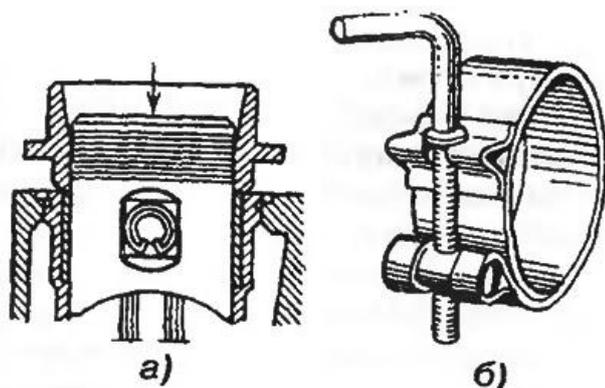
Проверка зазора в замке поршневого кольца (а) и бокового зазора между поршневым кольцом и канавкой в поршне (б): 1 - поршневое кольцо; 2 - щуп; 3 - блок цилиндров двигателя; 4 - поршень

Зазоры, рекомендуемые для подбора поршневых колец

Двигатель	Зазор в замке кольца, установленного в калибре или в цилиндре	Зазор, мм, между кольцом и канавкой поршня по высоте кольца	
		компрессионного	маслосъемного
ВАЗ-2108	0,25...0,4	0,04...0,0075 <sup>*2</sup>	0,02-0,055
	0,25...0,5 <sup>*1</sup>	0,03...0,0065 <sup>*3</sup>	
МеМЗ-245	0,21...0,55	0,045...0,077 <sup>*2</sup>	
	0,9... 1,5 <sup>*1</sup>	0,025-0,057 <sup>*3</sup>	
ВАЗ-2105, -2106	0,03...0,45 <sup>*2</sup>	0,045...0,077 <sup>*2</sup>	0,020-0,0052
	0,25...0,4 <sup>*3</sup>	0,25-0,057 <sup>*3</sup>	
УЗАМ-331, -412	0,35-0,45	0,06...0,87 <sup>*2</sup>	0,041-0,068
ЗМЗ-402	0,3-0,5	0,05-0,082	0,135-0,335
	0,3...0,7 <sup>*1</sup>		

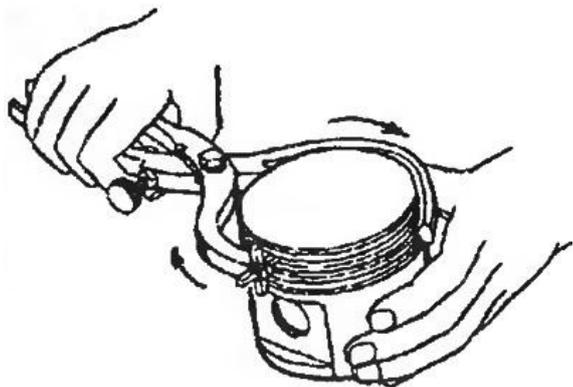
\*1 Маслосъемное кольцо.  
 \*2 Верхнее компрессионное кольцо.  
 \*3 Нижнее компрессионное кольцо.

После подбора колец они устанавливаются в канавки поршня с помощью специального приспособления, а поршень с кольцами в цилиндр — с помощью специальной оправки (рис. 213, а) или ленточного устройства (рис. 213, б). Поршневые кольца устанавливаются на поршень так, как показано на рис. 10, причем замки соседних поршневых колец не должны находиться на одной линии, а должны располагаться под углами 90°...180°. Обычно при установке трех поршневых колец выдерживают одинаковые углы между их замками, равные 120°.



Приспособления для установки поршня с кольцами в цилиндр: а - оправка (в форме стального конусного кольца); б - ленточное приспособление

Перед установкой поршневых колец на уже работавший в двигателе поршень, необходимо тщательно прочистить его канавки от нагара с использованием специального приспособления



Очистка нагара в канавках поршней с помощью приспособления

Перед установкой съемных гильз в блок цилиндров необходимо тщательно очистить посадочные поверхности гильз от отложений. Затем, установив предварительно гильзы с новыми уплотнительными медными кольцами в цилиндры и прижав их к блоку усилием 5...7 кгс, проверить выступание верхнего торца гильзы над плоскостью блока цилиндров, которое должно быть у двигателей УЗАМ-331 и 412 в пределах 0,01...0,08 мм. При необходимости выступание гильз регулируют подбором толщины уплотнительных колец. Перед окончательной установкой уплотнительную прокладку, опорный торец и установочный пояс гильзы следует покрыть тонким слоем нитроэмали для обеспечения герметичности посадки гильзы в блоке.

Детали резьбовых соединений, имеющие более двух ниток сорванной резьбы, заменяют на новые, остальные детали прогоняют соответствующими метчиками и плашками.

Все устанавливаемые на двигатель при сборке детали, особенно используемые повторно, должны быть тщательно очищены, промыты, а их рабочие поверхности смазаны моторным маслом.

Затяжку ответственных резьбовых соединений при сборке необходимо производить с требуемым моментом

Общая сборка двигателя производится в обратном порядке

### Самостоятельная работа №1

Конспектирование по теме: Основные причины возникновения неисправностей двигателей и их последствия

Количество часов на выполнение - 2 часа.

Цель работы: Ответить на контрольные вопросы по теме: Диагностирование неисправностей механической части и систем управления двигателем

Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, методические указания

Содержание задания:

1. Записать тему самостоятельной работы.
2. Записать цель самостоятельной работы.
3. Записать задание самостоятельной работы.
4. Ознакомиться с методическими указаниями.

Ссылка на источник [3]

### Самостоятельная работа №2

Ответить на контрольные вопросы по теме: Диагностирование неисправностей механической части и систем управления двигателем

Количество часов на выполнение - 2 часа.

Цель работы: Ответить на контрольные вопросы по теме: Диагностирование неисправностей механической части и систем управления двигателем

Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, методические указания

Содержание задания:

1. Записать тему самостоятельной работы.
2. Записать цель самостоятельной работы.
3. Записать задание самостоятельной работы.
4. Ознакомиться с методическими указаниями.

Ссылка на источник [3]

### Самостоятельная работа №3

Ответить на контрольные вопросы по теме: Регламентное обслуживание двигателей

Количество часов на выполнение - 2 часа.

Цель работы: Ответить на контрольные вопросы по теме: Регламентное обслуживание двигателей

Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, методические указания

Содержание задания:

1. Записать тему самостоятельной работы.
  2. Записать цель самостоятельной работы.
  3. Записать задание самостоятельной работы.
  4. Ознакомиться с методическими указаниями.
- Ссылка на источник [3]

#### Самостоятельная работа №4

Конспект по теме Дефектовка и дефектоскопия деталей двигателей  
Количество часов на выполнение - 2 часа.

Цель работы: Конспект по теме Дефектовка и дефектоскопия деталей двигателей.

Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, методические указания

Содержание задания:

1. Записать тему самостоятельной работы.
  2. Записать цель самостоятельной работы.
  3. Записать задание самостоятельной работы.
  4. Ознакомиться с методическими указаниями.
- Ссылка на источник [3]

Самостоятельная работа. Ответить на контрольные вопросы по теме:  
Ремонт отверстий в деталях двигателей

Количество часов на выполнение - 2 часа.

Цель работы: Ответить на контрольные вопросы по теме: Ремонт отверстий в деталях двигателей  
Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, методические указания

Содержание задания:

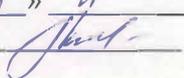
1. Записать тему самостоятельной работы.
  2. Записать цель самостоятельной работы.
  3. Записать задание самостоятельной работы.
  4. Ознакомиться с методическими указаниями.
- Ссылка на источник [3]

Методические указания по дисциплине МДК.01.03. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей составлены в соответствии с рабочей программой.

**Составитель:**

Савенков Дмитрий Викторович, преподаватель

**Методические указания рассмотрены и рекомендованы к утверждению** на заседании цикловой комиссии Монтажа и ремонта промышленного оборудования

Протокол № 3 от « 6 » И 2025 г.  
Председатель ЦК  Т.В. Данилова

**СОГЛАСОВАНО:**

Заместитель декана по учебно-производственной работе

 П.М. Макогон  
« 6 » И 2025г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заместитель декана  
по учебной работе

 И.А. Чинская