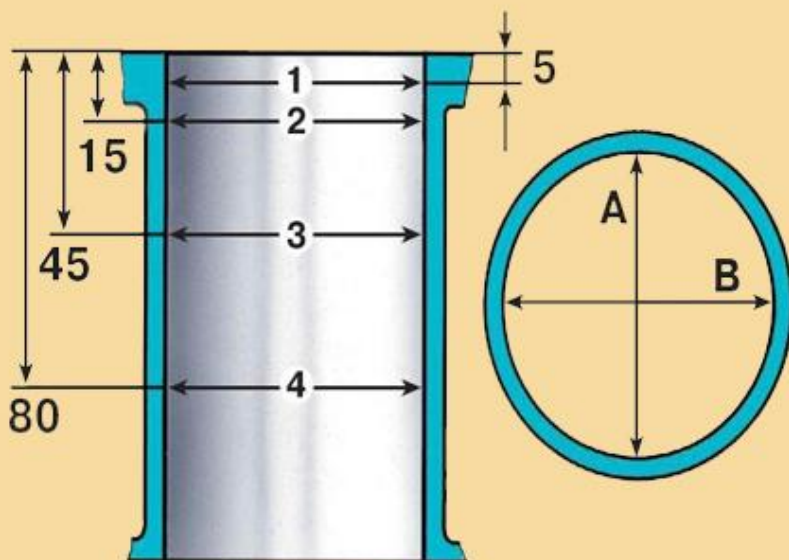


Технология ремонта машин

Дефектация деталей машин



Кафедра надежности и ремонта машин

УДК 631.372, 621.43

ББК 39.33

Составители: канд. техн. наук, доц. **В.Н. Хрянин**,
ст. преподаватель **М.А. Попов**,
ст. преподаватель **А.П. Илясов**

Рецензент канд. техн. наук, доц. **А.А. Долгушин**

Технология ремонта машин. Дефектация деталей машин: метод. указания по вып. лабор.-практ. работ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; сост.: В.Н. Хрянин, М.А. Попов, А.П. Илясов. – Новосибирск, 2020. – 32 с.

В методических указаниях приведены основные способы и последовательность выполнения дефектации деталей при ремонте машин.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторно-практических работ студентами очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки Агроинженерия и Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института НГАУ протокол № 398 от 21 августа 2020 г.).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ВВЕДЕНИЕ.....	4
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	4
1. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ.....	5
2. МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	5
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	5
4. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	8
5.1. Дефектация гильзы (цилиндра) ДВС.....	9
5.2. Дефектация блока цилиндров ДВС	11
5.3. Дефектация шатунов ДВС.....	13
5.4. Дефектация коленчатого вала ДВС	15
5.5. Дефектация распределительного вала ДВС	23
5.6. Дефектация зубчатых колес	25
5.7. Дефектация подшипников качения	26
6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА.....	28
7. ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ	31

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания выполнены в рамках рабочих программ по дисциплинам «Технология ремонта машин», «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» и в полном объеме соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Цель работы: формировать профессиональные навыки и компетентность студентов - будущих специалистов по выполнению технологических процессов ремонта машин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стребков, С. В. Технология ремонта машин: учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 222 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/21917. - ISBN 978-5-16-105182-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989542>
2. Технология ремонта машин: учебник / В.М. Корнеев, В.С. Новиков, И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. В.М. Корнеева. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 314 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook. - ISBN 978-5-16-106257-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989548>
3. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; под ред. Е.А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 448 с.
4. Богачев Б.А. Практикум по ремонту машин / Б.А.Богачев, А.А. Гаджиев, И.Н.Кравченко и др. — М.: КолосС, 2009. — 327 с.
5. Дефектация деталей и сопряжений. - [Электрон. Ресурс]. – Режим доступа: <https://mehanik--ua-ru.turbopages.org/s/mehanik-ua.ru/lektsiirmo/109-defektatsiya-detalej-i-sopryazhenij.html/> (дата обращения (22.08.2020 г)).
6. Дефектация типовых деталей двигателя внутреннего сгорания, коробки переключения передач: метод. указания по вып. лабор. практ. работ / Рязский дорожный техникум; Ю. В. Андриянов. – Рязань, 2014. – 69 с.

1. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Ознакомиться с методикой определения технического состояния основных деталей, а также с техническими условиями на их браковку;
2. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности;
3. Произвести дефектацию деталей. Результат дефектации – заключение о годности деталей к дальнейшему использованию – отразить в отчете;
4. Сдать рабочее место учебному мастеру;
5. Составить отчет о работе и сдать преподавателю.

2. МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Микрометры 25-50; 50-75; 75-100; 100-125; 125-150
2. Индикаторный нутромер НИ 50-100-1, 100-160-1 ГОСТ 868-82
3. Штангенглубиномер ШГК-250-0,02 ГОСТ 162
4. Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89
5. Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90 с призмой
6. Штангензубомер тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004
7. Плитки эталонные /набор для определения шероховатости поверхности
8. Шаблон для проверки радиуса галтелей коленчатого вала
9. Скалка для проверки соосности постелей коренных подшипников в блоке
10. Поверочная плита, призмы, поверочная линейка
11. Прибор для проверки шариковых подшипников
12. Набор деталей

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

20 минут – вводная информация преподавателя, контроль посещаемости занятий, постановка цели и задач лабораторно-практической работы

40 минут – изучение технических условий на дефектацию и браковку деталей, изучение правил техники безопасности при выполнении работ по дефектации и дефектоскопии деталей;

40 минут – изучение методик проведения дефектации деталей машин.

40 минут – проведение дефектации деталей.

15 минут – уборка рабочего места и сдача учебному мастеру.

25 минут – ответы на контрольные вопросы, оформление отчета и защита у преподавателя.

4. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Дефект – (от лат. defektus — изъян, недостаток) — каждое отдельное несоответствие продукции (машины, узла, детали) требованиям, установленным конструкторской (проектной) и/или нормативной документацией.

явный дефект — дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, предусмотрены соответствующие правила, методы и средства;

скрытый дефект — дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие правила, методы и средства;

критический дефект — дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо;

малозначительный дефект – дефект, который существенно не влияет на использование продукции по назначению и ее долговечность;

значительный дефект – дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность, но не является критическим;

устранимый дефект — дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно;

неустранимый дефект — дефект, устранение которого технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Конструктивные дефекты – дефекты, обусловленные неоптимальным выбором структуры изделия, ошибками в выборе конструктивных форм и размеров деталей, ошибками в выборе материалов деталей и подборе комплектующих элементов, заданием ошибочных требований к качеству изготовления узлов и деталей, неполным или некачественным проведением всех расчетов, необходимых для опре-

деления требований к конструктивным единицам изделия с учетом действующих нагрузок и подтверждения надежности изделия.

Технологические дефекты формируются в процессе изготовления (или восстановления) деталей, сборки конструктивных единиц, сборки и отладки станка или всей автоматической линии. К технологическим можно отнести дефекты, обусловленные несоответствием используемого сырья требованиям технологической документации, нарушением технологии производства продукции, неквалифицированными действиями персонала. По характеру проявления технологические дефекты можно разделить на механические дефекты, несоответствия геометрической формы и шероховатости, несоответствия свойств материалов, несоответствия электрических, магнитных, пневматических и оптических характеристик.

Дефекты эксплуатационного характера обусловлены нарушением правил эксплуатации изделия, условий хранения и транспортировки, интенсивным использованием изделия, естественным износом. К данным дефектам относятся механические повреждения в виде трещин, сколов, царапин, пластических деформаций и разрыва материала, коррозия, оплавление, окарины и т.д. Дефекты из-за нарушения правил эксплуатации изделия возникают из-за его использования не по функциональному назначению, нарушения процедур предварительной подготовки или работы промышленного оборудования, использования несоответствующих вспомогательных инструментов, оснастки и расходных материалов, интенсивном использовании оборудования при превышении его допустимой календарной производительности, несоблюдения условий внешней среды при функционировании оборудования, воздействия агрессивных сред.

Дефектация – операция технологического процесса ремонта машин и оборудования, заключающаяся в определении степени годности бывших в эксплуатации деталей и сборочных единиц к использованию на ремонтируемом объекте.

Номинальные размеры– это размеры деталей соответствующие конструкторской документации и рабочим чертежам.

Допустимые размеры– это размеры деталей, при которых она может быть поставлена на машину без восстановления и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного ресурса.

Предельные размеры – это размеры деталей, при достижении которых дальнейшее их использование невозможно или нецелесообразно.

Действительные размеры – это размеры, определенные измерениями с заданной степенью погрешности.

5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В процессе дефектации деталей при ремонте машин, как правило, контролируют только те параметры деталей, которые могут изменяться в процессе эксплуатации. Многие из контролируемых деталей имеют несколько дефектов, каждый из которых требует проверки. Для уменьшения трудоемкости дефектации необходимо придерживаться той последовательности, которая указана в технологических картах, где вначале приведены наиболее часто встречающиеся дефекты.

Основными задачами дефектации являются:

- определение пригодности узлов и деталей к дальнейшей эксплуатации;
- назначения вида ремонтно-восстановительных работ;
- контроль качества ремонтно-восстановительных работ.

Дефекты геометрических параметров деталей и сборочных единиц (размеров, формы, взаимного расположения рабочих поверхностей) выявляют путем измерения и сравнения фактических показателей с данными нормативно-технической документации, где приведены номинальные (или чертежные), допустимые и предельные размеры деталей.

Степень годности деталей к повторному использованию или восстановлению устанавливают по технологическим картам на дефектацию. В них указаны: краткая техническая характеристика детали (материал, вид термической обработки, твердость, размеры восстановления, отклонение формы и взаимного расположения поверхностей), возможные дефекты и способы их устранения, методы контроля, допустимые без ремонта, и предельные размеры. Оценку проводят сравнением действительных геометрических параметров деталей или других технологических характеристик с допустимыми значениями.

Проверку проводят с помощью универсального измерительного инструмента (штангенциркули, микрометры, индикаторные нутромеры, штангенрейсмасы, штангензубомеры, линейки, щупы и др.), специального измерительного инструмента (калибры, скобы, пробки и

др.), а также с помощью специальных приборов, приспособлений и оборудования (упругость пружин, поршневых колец, изгиб и скрученность шатуна и т.д.).

Подлежащие восстановлению считают детали, имеющие износ и другие отклонения, превышающие допустимые по техническим условиям, но восстановление которых является экономически целесообразным. К негодным относятся детали с такими повреждениями, при которых восстановление их невозможно и нецелесообразно.

В первую очередь контролируют те показатели, по которым наиболее вероятен выход за допустимые пределы. Места, подлежащие восстановлению, помечают краской.

Годные детали после дефектации транспортируют в комплектное отделение или на склад, требующие восстановления — на участки по их восстановлению, негодные — на склад утиля.

5.1. Дефектация гильзы (цилиндра) ДВС

Цилиндры автотракторных двигателей изнашиваются неравномерно. Возникает овальность и конусность, в верхней части гильзы цилиндра остается не изношенной пояска (рис. 1).

На гильзах (цилиндрах) могут иметь место задиры, трещины, коррозийные раковины, деформации.

Пригодность цилиндров к работе или возможность расточки их под тот или иной размер определяется:

- 1) наибольшей овальностью;
- 2) наибольшей конусностью;
- 3) наибольшим износом и наибольшим диаметром;
- 4) шероховатостью обработки рабочей поверхности;
- 5) величиной неравномерности износов стенок цилиндра с различных сторон;
- 6) наличием прочих дефектов (задилов, раковин и т.д.)

Последовательность и содержание выполняемых работ

1. Очистить гильзу и произвести внешний осмотр, записать марку двигателя и обнаруженные дефекты в журнал

2. Ознакомиться с техническими условиями на гильзу. Указать нормальный и ремонтный размеры гильзы данной марки двигателя.

3. Замерить внутренний диаметр гильзы микрометрическим нутромером. При помощи микрометра настроить индикаторный нутромер.

Определить овальность и конусность гильзы. Записать данные настройки в журнал.

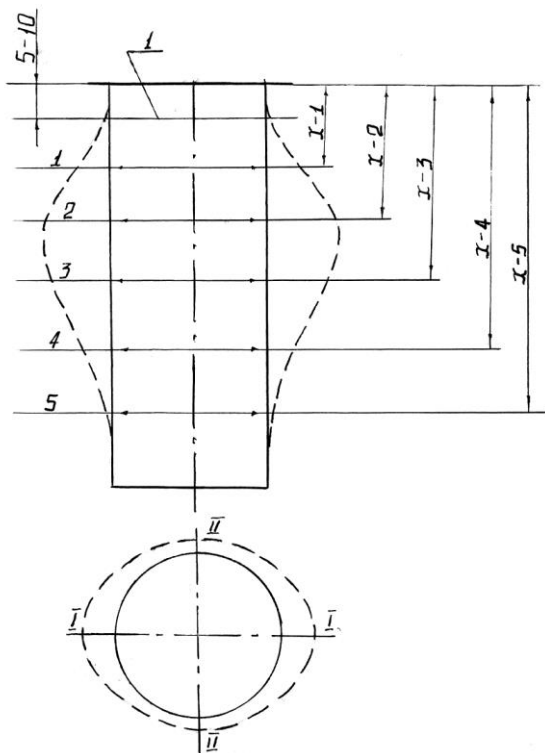


Рис. 1. Схема мест замеров диаметров цилиндров:
 I – место замера диаметра изношенного пояса;
 I-I – плоскость перпендикулярна оси коленчатого вала;
 II-II – плоскость параллельная оси коленчатого вала

4. В пояс наибольшего износа (20-30 мм от верхнего среза гильзы) найти наибольший диаметр и его направление, отметить мелом на стенке гильзы.

5. Провести замеры в 5-ти поясах и 3-х плоскостях. Данные занести в журнал.

6. Вычертить схему фактических износов цилиндра в плоскости I-I.

7. Сделать заключение о годности гильзы.

8. Определить возможность расточки гильзы под ремонтный размер.

5.2. Дефектация блока цилиндров ДВС

Блок цилиндров ДВС может иметь следующие дефекты. Нарушение соосности постелей коренных подшипников, нарушение геометрической формы этих отверстий, трещины водяной рубашки, срыв резьбы в отверстиях под болты и шпильки, нарушение посадочных мест под гильзы и др.

Последовательность и содержание выполняемых работ

1. Ознакомиться с техническими условиями на контроль блока.
2. Очистить и осмотреть блок.
3. Проверить наличие трещин, срывов резьбы и другие возможные повреждения.

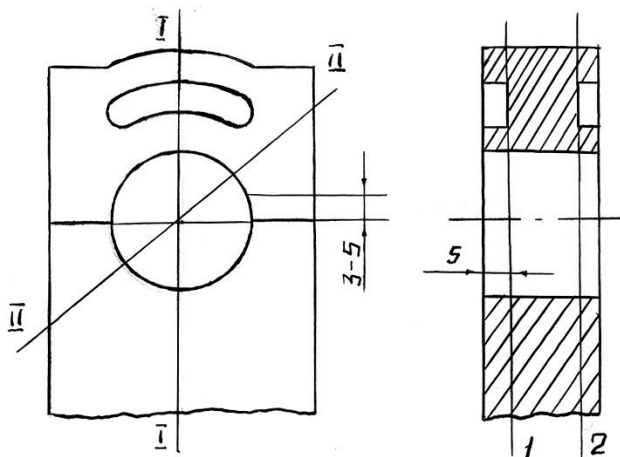


Рис. 2. Схема мест замеров диаметров отверстий под вкладыши в блоке: I-I, II-II, 2 – обозначение плоскостей, в которых производятся замеры

4. Замерить индикаторным нутромером отверстия под вкладыши коренных подшипников в двух поясах согласно рис.2.
5. Определить овальность и конусность отверстий. Данные замеров занести в таблицу.
6. Выставить все индикаторы (индикаторной скалки) на ноль, пользуясь проверочной плитой или проверочной линейкой (рис. 3).
7. Произвести проверку соосности отверстий под вкладыши коренных подшипников с помощью специальной индикаторной скалки (рис. 3). При нарушении соосности отверстий на величину более 0,03

мм (тракторные двигатели) или 0,02 мм (автомобильные двигатели) блок подвергают восстановлению. Данные занести в таблицу.

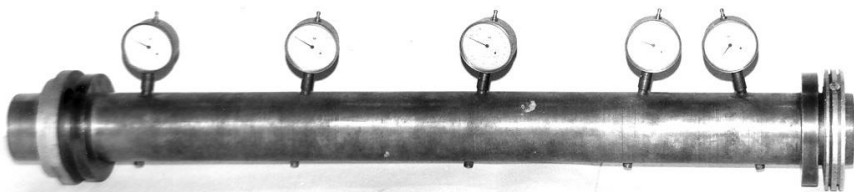


Рис. 3. Индикаторная скалка



Рис. 4. Приспособление для контроля износа посадочного буртика под гильзу цилиндров

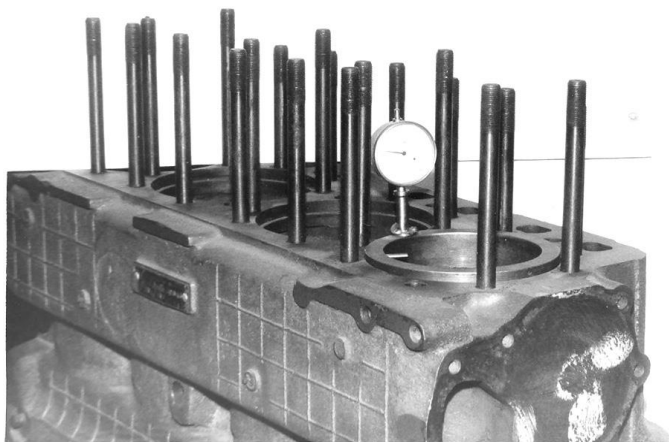


Рис. 5. Определение величины проседания буртика под гильзу с помощью индикаторной головки

8. Измерить состояние посадочного буртика под гильзу с помощью специальной индикаторной головки (рис. 4 и 5). Величина неравномерности износа на канавке под буртик гильзы не должна превышать 0,05 мм.

9. Дать заключение о годности блока цилиндров.

5.3. Дефектация шатунов ДВС

При эксплуатации ДВС на шатунах могут возникать различные дефекты. Поверхности отверстий верхней и нижней головки теряют свою форму и размеры вследствие ослабления посадки втулки и вкладышей, из-за деформации головок в результате действия сил поступательно движущихся частей и центробежной силы инерции массы вращающейся части шатунов, а так же из-за повреждений стыковых поверхностей шатуна и крышки. Нарушается расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна. Шатун может быть погнут, скручен, иметь смещение верхней головки относительно нижней (двойной изгиб), иметь трещины.

Последовательность и содержание выполненных работ

1. Ознакомиться с техническими условиями на контроль шатуна.
2. Очистить и осмотреть шатун. Установить крышку нижней головки шатуна и затянуть гайки шатунных болтов.

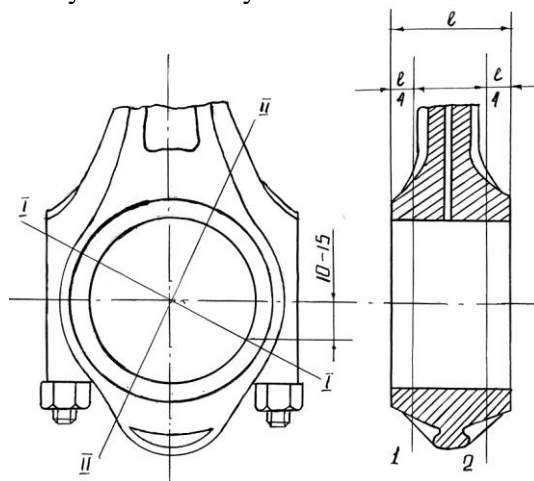


Рис. 6. Схема замеров диаметров нижней головки шатуна

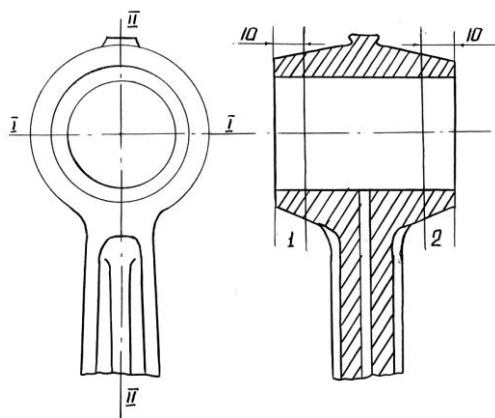


Рис. 7. Схема замеров диаметров верхней головки шатуна

3. Замерить индикаторным нутромером отверстие нижней головки шатуна в двух поясах согласно рис. 6. Определить овальность и конусность отверстия. Данные замеров занести в таблицу.

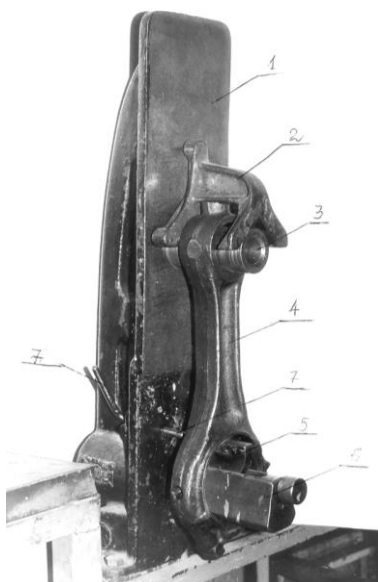


Рис. 8. Приспособление для проверки шатуна на изгиб и скрученность:

1 – плита; 2 – калибр; 3 – палец поршневой; 4 – шатун;
5 – сменные шпонки; 6 – регулирующие пальцы; 7 – ограничитель.

4. Замерить диаметр отверстия верхней головки шатуна согласно рис. 7. Определить овальность и конусность отверстий. Данные занести в таблицу.

5. Определить расстояния между осями отверстий нижней и верхней головки шатун, данные замера записать в журнал. Изменение межцентрового расстояния не более 0,05 мм. 6. Определить изгиб, двойной изгиб и скрученность шатуна. Данные занести в таблицу (рис. 8).

7. На основании проделанной работы дать заключение о годности шатуна.

5.4. Дефектация коленчатого вала ДВС

В процессе работы коленчатый вал изнашивается неравномерно. Возникает неравномерный износ коренных и особенно шатунных шеек, изнашивается упорный бурт ограничивающий осевое перемещение вала, посадочные места под шкив, под маховик, распределительную шестерню, шпоночные канавки, отверстия под болты крепления маховика. От чрезмерных нагрузок могут возникнуть изгиб и скручивание коленчатого вала, а так же биение фланца под маховик.

При износе коленчатого вала может возникнуть несоосность коренных шеек, непараллельность осей шатунных шеек (по отношению к коренным), изменение радиуса кривошипов, неточность геометрической формы шеек, несоответствующая шероховатость поверхности и другие дефекты.

Последовательность и содержание выполняемых работ

1. Ознакомиться с техническими условиями на дефектацию коленчатого вала.

2. Очистить и осмотреть коленчатый вал. Записать в журнал марку вала, его состояние (новый, изношенный, после ремонта) и обнаруженные дефекты.

3. Произвести проверку вала на наличие макро- и микротрещин коренных и шатунных шеек (магнитным дефектоскопом).

4. Замерить диаметры шатунных и коренных шеек коленчатого вала (микрометром или индикаторной скобой) в двух поясах и двух плоскостях. Данные замеров занести в таблицу.

5. Определить размеры коренных шеек. Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I-I, II-II (рис.9, а) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А-А и Б-Б (А-А для всех коренных шеек берется в плоскости кривошипа первой ша-

тунной шейки). Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном $1/4$ от ее общей длины; первый пояс ближе к носку вала. Результаты записать в отчет.

6. Определить размеры шатунных шеек. Измерить диаметры шеек микрометром. Измерение каждой шейки провести в поясах I-I и II-II (рис.9, б) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях: первая (А-А) - параллельно плоскости кривошипа замеряемой шейки, вторая (Б-Б) - перпендикулярно первой. Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном $1/4$ от ее общей длины. Результаты записать в отчет.

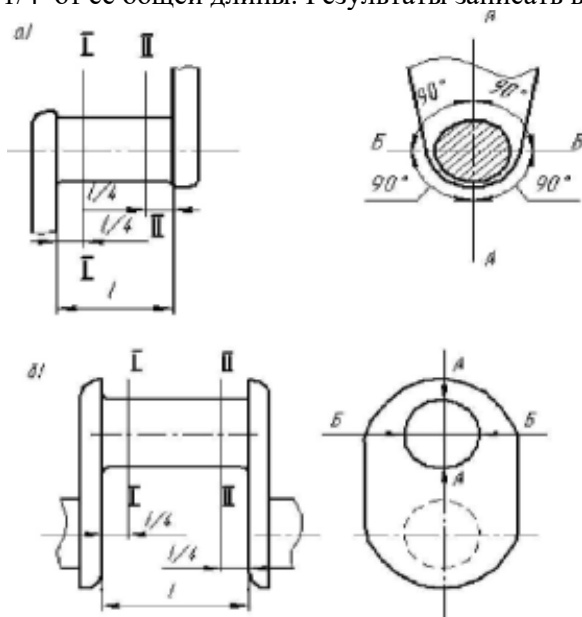


Рис. 9. Схема замера диаметров шеек коленчатого вала:
 а - коренных; б - шатунных.

7. Определить овальность и конусность шеек. Замерить шаблоном величину радиуса галтелей.

8. Определить шероховатость шеек вала.

Пользуясь техническими условиями указать:

- ремонтные размеры шеек вала для двигателей данной марки;
- допустимую овальность и конусность после ремонта, при которой возможна сборка двигателей без перешлифовки шеек коленвала;
- допустимую овальность и конусность после ремонта;
- минимальный допустимый радиус галтелей;
- нормальную шероховатость обработки поверхности шеек вала.

9. Определить изгиб коленчатого вала (по биению средней коренной шейки относительно крайней). Для этого проделать следующее.

Установить вал на призмы крайними шейками. Подвести индикатор мерительной ножкой сверху к поверхности средней шейки и проворачивая вал наблюдать за отклонением стрелки. (рис. 10)



Рис.10. Схема определения радиального биения коленчатого вала.

По величине отклонения стрелки и определить биение вала. При этом следует учитывать величину овальности шейки. Биение определяется как разность отсчетов индикатора и половины величины овальности шейки. По полученным результатам дать заключение о годности вала. Допустимый прогиб вала не более 0,02 мм

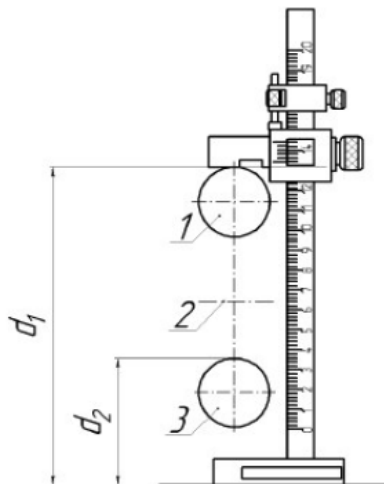


Рис.11. Схема определения радиуса кривошипа.

10. Определить величину радиусов кривошипа R для всех шатунных шеек (рис. 11), с помощью штангенрейсмаса. Для этого установить шатунную шейку в штангенрейсмас в верхнее положение 1 и измерить расстояние d_1 до опорной площадки, повернуть коленчатый вал в положение 3 на 180° и измерить расстояние d_2 (2 -ось коренных шеек).

Вычислить радиус кривошипа по формуле:

$$R = \frac{d_1 - d_2}{2}, \text{ мм}$$

Изменение радиуса кривошипа допускается не более $\pm 0,05$ мм.

11. Определить скрученность коленчатого вала (смещение осей шатунных шеек относительно оси первой шатунной шейки).

Измеренное значение скрученности коленчатого вала (снятое по показаниям приборов) при дефектации отличается от действительного его значения. На это влияют следующие параметры коленчатого вала:

1. величина и направление прогиба коленчатого вала;
2. износ шатунных шеек;
3. износ коренных шеек (при измерении на призмах износ 1-й и 5-й коренных шеек влияет на точность базирования коленчатого вала).

Поэтому для определения действительного параметра скрученности коленчатого вала при дефектации необходимо эти параметры контролировать и учитывать при дальнейшем анализе технического состояния коленчатого вала.

Для измерения скрученности коленчатого вала коленчатый вал устанавливался на измерительные призмы таким образом, чтобы плоскость, проходящая через ось коренных шеек и ось первой шатунной шейки, была параллельна плоскости мерительной плиты, на которой установлены призмы. Основные этапы измерения скрученности коленчатого вала и приспособления для осуществления этого представлены на рисунках 12-18.

Далее производится настройка отсчетного узла 8. Для этого отсчетный узел вертикально перемещается по стойке 12 до соприкосновения ножки индикатора 10 с измерительной базой 13. Расстояние r_n от оси коренных шеек до измерительной базы равно радиусу шатунной шейки номинального размера. Затем индикатор устанавливается на ноль с натягом. Таким образом, отсчетный узел готов к определению углового расположения шатунных шеек.

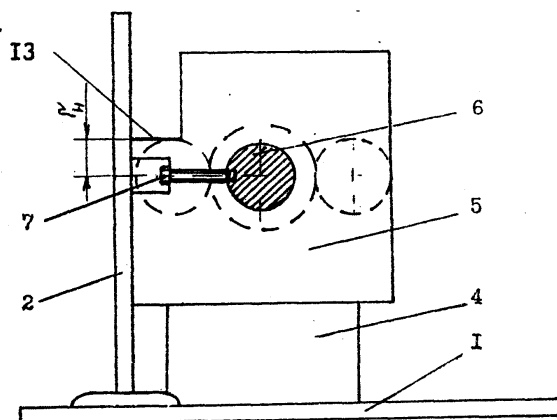


Рис.12. Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала под 180° . (вид сбоку)

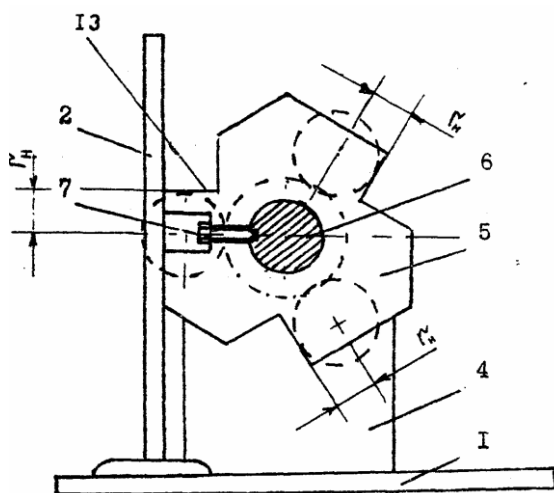


Рис.13 Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала под 120° . (вид сбоку)

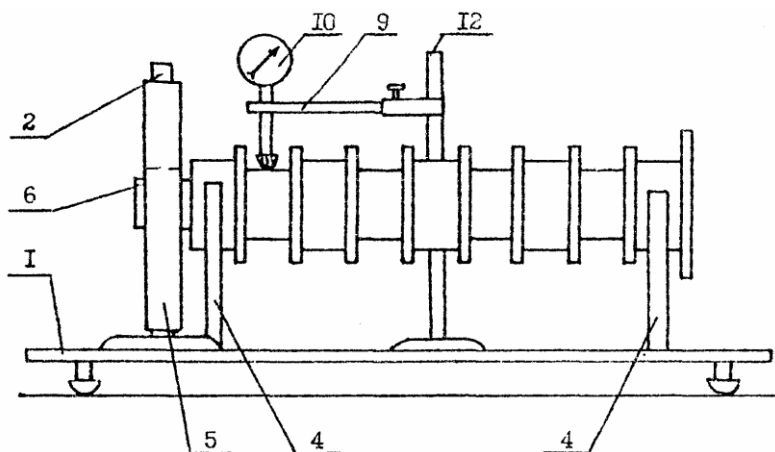


Рис. 14. Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала под 180° . (вид спереди)

Для измерения углового расположения 2, 3 и 4 шатунных шеек отсчетный узел 8 устанавливается ножкой индикатора 10 на соответствующую шатунную шейку.



Рис. 15. Базирование коленчатого вала на призмах с использованием приспособления, для установки вала и измерения углового расположения шатунных шеек (Патент № 2130168 (РФ))



*Рис. 16. Измерение углового расположения первой шатунной шейки
(положение стрелки индикатора ИЧ – 10 « $\pm 0,00$ мм»)*



*Рис. 17. Измерение углового расположения второй шатунной шейки
(положение стрелки индикатора – «- 0,39 мм»)*



Рис. 18. Измерение углового расположения третьей шатунной шейки (положение стрелки индикатора – «+ 0,40 мм»)

Скрученность вала определяются по формуле:

$$\gamma = \frac{\delta \cdot 360}{2\pi R} = \frac{\delta \cdot 180}{\pi R} = 57 \frac{\delta}{R}, \text{ град},$$

где γ – угол закручивания в градусах;

δ – показания индикатора в мм;

R – радиус кривошипа в мм.

Примечание. Максимальная скрученность вала не более 0,15-0,30° (мин) в зависимости от модели двигателя.

9. Определить возможный ремонтный размер коленчатого вала после предполагаемого восстановления.

Ремонтный размер коленчатого вала D_p будет равен:

$$D_p = D_\phi - 2\left(\sqrt{C^2 + \Delta R^2} + \delta\right), \text{ мм}$$

где D_ϕ – фактический диаметр наиболее изношенной шейки вала, мм;

C – максимальное значение скрученности шатунной шейки, мм;

ΔR – максимальное изменение радиуса кривошипа, мм;

δ – рекомендуемый припуск на обработку (межремонтный интервал) без учета деформации вала, мм.

5.5. Дефектация распределительного вала ДВС

В процессе работы на распределительный вал действуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает появление износов ($\Delta_{\text{изн}}$ до 0,05 мм), нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по торцам вершин кулачков), отклонения расположения ($\Delta_{\text{биения}}$ до 0,10 мм).

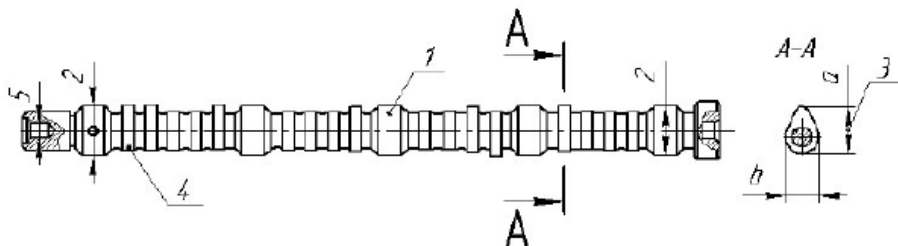


Рис. 19. Основные дефекты распределительного вала:

1 - изгиб вала; 2 - износ опорных шеек; 3 - износ кулачков; 4 - износ эксцентрика; 5 - износ шейки под распределительную шестерню

Рабочие распределительные валы должны отвечать нижеперечисленным техническим условиям:

- овальность и конусность коренных и шатунных шеек не должна превышать по длине шейки 0,02 мм (в некоторых случаях после ремонта допускается до 0,03 мм);
- биение вала по средней шейке должно быть не более 0,04 мм;
- шероховатость поверхностей опорных шеек должна не более - 0,63;
- смещение шпоночной канавки относительно диаметральной плоскости не должно превышать 0,1 мм;
- образующие поверхности кулачков, не обрабатываемых на конус, должны быть параллельны образующим опорных шеек вала, отклонение от параллельности не должно превышать 0,008 мм на длине кулачка;
- одноименные шейки должны быть шлифованы под один ремонтный размер.

Последовательность и содержание выполняемых работ

1. Ознакомиться с техническими условиями на дефектацию распределительного вала.

2. Очистить и осмотреть распределительный вал. Записать в журнал марку вала, его состояние (новый, изношенный, после ремонта) и обнаруженные дефекты.

Перед дефектацией распределительного вала, деталь необходимо тщательно осмотреть, визуально исследовав каждый элемент – оценив состояние поверхностей, наличие трещин или изломов, состояние всех отверстий.

3. Произвести проверку распределительного вала на наличие макро- и микротрещин коренных и шатунных шеек (магнитным дефектоскопом).

4. Произвести замеры опорных шеек. Изучив визуально состояние элементов распределительного вала необходимо провести замеры опорных шеек. Измерение каждой шейки провести в поясах I-I; II-II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А-А и Б-Б (плоскость А-А расположена в плоскости первого кулачка). (Рис. 20)

Признаки овальности. $\varnothing A - \varnothing B > 0,02\text{мм}$, сечению окружности опорной шейки характерна овальность. Причем значение овальности выше допустимого значения $-0,02\text{ мм}$.

$\varnothing A - \varnothing B = 0 \dots 0,02\text{ мм}$, овальности в сечении окружности шейки нет.

Признаки конусности $\varnothing I - \varnothing II > 0,02\text{мм}$, опорным шейкам характерна конусность. Причем значение конусности выше допустимого значения $-0,02\text{ мм}$. $\varnothing I - \varnothing II = 0 \dots 0,02\text{ мм}$, конусности шейки нет.

Значения $\varnothing A$, $\varnothing B$, $\varnothing I$, $\varnothing II$ определяется строго по схеме, с помощью рабочего, поверенного микрометра.

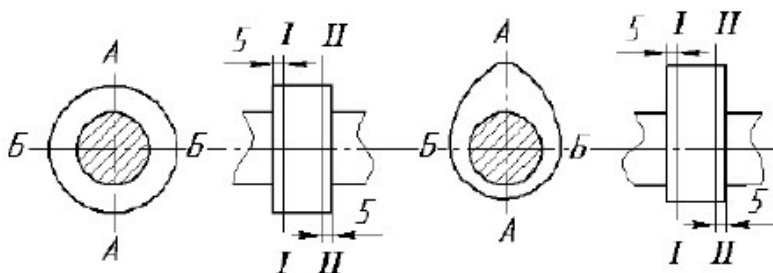


Рис. 20. Схема замера размеров шеек (а) и кулачков (б) распределительного вала:

5. Определить состояние кулачков распределительного вала.

Состояние определяется путем измерения микрометром диаметров цилиндрической части кулачков в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм. Кроме этого необходимо измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков (размер b , рис. 20, б) в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм, а так же высоту кулачков (размер a , рис. 20, б) в двух поясах. По результатам измерений рассчитать высоту подъема каждого клапана $h = a - b$ и конусности.

6. Определить изгиб распределительного вала. Радиальное биение распределительного вала определяют по средней шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю опорную шейку. Обеспечив натяг 2-3 мм, поворачивают коленчатый вал, пока стрелка не займет одно из крайних положений, затем поворачивают вал на 180° и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями определяет биение вала. Величина прогиба вала равна половине величины его биения.

Условия выбраковки распределительного вала. При наличии трещин, крупных и глубоких царапин, большого прогиба, разрушения шпоночных пазов и посадочных мест под установочные штифты, а также под шкивы или шестерней привода, разрушение резьбы в крепёжных отверстиях, значительных отклонений конусности и овальности опорных шеек и кулачков распределительный вал ремонту не подлежит, а подлежит выбраковыванию, то есть замене.

5.6. Дефектация зубчатых колес

При работе зубчатых колес возникают следующие дефекты:

1. Износ рабочей поверхности зубьев (по толщине);
2. Износ торцов зубьев (по длине);
3. Износ стенок шпоночных канавок и шлиц;
4. Поломки зубьев, отколы, выкрашивание (основной износ);
5. Трещины, износ посадочных мест и др.

Последовательность выполнения работ

1. Очистить и осмотреть зубчатое колесо.
2. Ознакомиться с техническими условиями.
3. Замерить толщину изношенных зубьев штангензубомером (рис.21а).
4. Проверить изношенные зубья шаблоном (рис.21в).

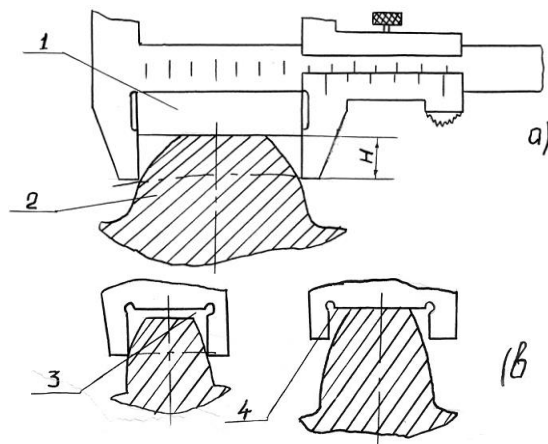


Рис. 21. Схемы определения износа зубьев по толщине:
 а) штангензубомером 1 – упор зубомера; 2 – измеряемая хорда
 (H – установленная высота для зубомера); в) – шаблоном
 3 – зазор – зуб годен; 4 – нет зазора – зуб не годен

5. Замерить штангенциркулем длину наиболее изношенного зуба с торца.

6. Замерить ширину шпоночной канавки при помощи калиброванной пластины или штангенциркулем. Сделать заключение о годности шестерен.

5.7. Дефектация подшипников качения

В процессе работы у подшипника возникают износы, механические и коррозионные повреждения тел качения, рабочих и посадочных поверхностей, увеличиваются зазоры и неравномерность вращения.

Большинство подшипников (75 %) выбраковывается из-за увеличения зазоров выше предельных значений, из-за износа посадочных поверхностей - 21 %. Повреждения рабочих поверхностей дорожек и тел качения встречаются у 11 % подшипников, поломки деталей - 9 %.

Подшипник в сборе проверяют по радиальному зазору, характеру вращения и состоянию тел качения, наружное и внутреннее кольца контролируют по размерам и шероховатости посадочных поверхностей и по состоянию беговых дорожек, номинальный диаметр наружного кольца определяют штангенциркулем, а номинальный размер отверстия по условному обозначению подшипника. [5]

Последовательность и содержание выполняемых работ

1. Ознакомиться с техническими условиями на дефектовку подшипников качения.

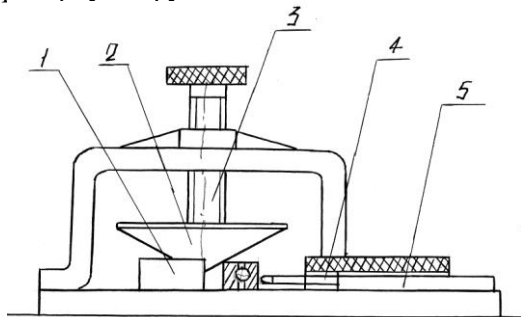
2. Очистить и осмотреть один шариковый подшипник. Записать номер и замеченные дефекты подшипника в журнал.

Перед дефектацией подшипника, деталь необходимо тщательно осмотреть, визуально исследовав каждый элемент – оценив состояние поверхностей, наличие трещин или изломов, состояние шариков, отверстия. Подшипники при вращении должны иметь ровный и мягкий, без заедания ход, сопровождающийся незначительным шумом.

3. Определить (на специальном приборе с индикатором) (рис. 22) радиальный зазор подшипника. Записать данные в журнал.

Принцип работы прибора основан на том, что по показанию индикатора 4 определяют величину зазора между внутренним и наружным кольцами шарикоподшипника. Проверяемый подшипник 1 укладывают торцевой частью на плиту и прижимают к ней конусом 2. Стрелка индикатора должна быть повернута на 1—2 оборота. В таком положении подшипник закрепляется на плите винтовым прижимом 3.

Чтобы определить радиальный зазор в подшипниках, необходимо наружное кольцо переместить вдоль оси ножки индикатора сначала в одну, а потом в противоположную стороны. По отклонению стрелки индикатора определяют величину радиального зазора в подшипнике. Для более точного определения зазора необходимо провести повторную проверку, провернув наружное кольцо подшипника на 90° .



*Рис. 22. Замер суммарного радиального зазора подшипника:
1 – подшипник; 2 – конус; 3 – винтовой прижим; 4 – индикатор;
5 – направляющая*

Размеры радиальных зазоров в радиальных однорядных шариковых подшипниках приведены в таблице.

Таблица – Значение допустимого радиального зазора у подшипников, в зависимости от значения внутреннего диаметра

d, мм	Sp, мкм		Величина контрольной нагрузки, Н
	Наименьший	Наибольший	
Свыше 18 до 30	10	24	50
»30 »40	12	26	100
»40 »50	12	29	100
»50 »65	13	33	100
»65 »80	14	34	150
»80 »100	16	40	150

4. Дать заключение о годности подшипника.

Условия выбраковки. Если действительные значения параметров подшипников вышли за пределы допустимых, то такие подшипники выбраковываются. Подшипники с трещинами на обоих кольцах и с глубокой коррозией на беговых дорожках отправляются в утиль.

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

6.1. Общие требования

К занятиям допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по охране труда, не имеющие медицинских противопоказаний, одетые в исправную одежду, застегнутую на все пуговицы (включая полы и рукава), обутые в исправную обувь.

Не допускаются до занятий обучающиеся не прошедшие инструктаж по охране труда, а также находящиеся в нетрезвом состоянии и под наркотическим воздействием. Не допускаются обучающиеся обутые в шлепанцы и одетые в шорты.

Обучающиеся выполняют работы под руководством преподавателя (учебного мастера) на закрепленных рабочих местах. К самостоятельной работе обучающиеся не допускаются. Запрещается изменение

задания или переход на другое рабочее место без разрешения преподавателя.

В процессе работы, обучающиеся должны соблюдать порядок проведения практических работ, содержать в чистоте рабочее место.

Обучающиеся обязаны прекратить выполнение заданий при обнаружении угрозы собственной безопасности и (или) безопасности окружающих.

Обучающиеся, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности, и с ними проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

6.2. Требования безопасности перед началом работы

Внимательно изучить содержание и порядок проведения работы, а также безопасные приемы его выполнения. Привести одежду в состояние, соответствующие безопасному выполнению работы: заправить и застегнуть полы, рукава и т. п.

Подготовить рабочее место: проверить наличие и исправности инструмента, навести порядок, убедиться в отсутствии опасных факторов, определить места складирования используемого инструмента, оснастки и приспособлений. О готовности к выполнению задания доложить преподавателю (учебному мастеру).

6.3. Требования безопасности во время работы

При выполнении работ соблюдать учебную дисциплину и помнить о том, что одним из основных условий безопасности является осмысление своих действий, которые необходимо согласовывать с действиями окружающих людей. Особую осторожность необходимо соблюдать при проворачивании или любом ином перемещении деталей и узлов машин, чтобы не травмировать друг друга. Предупреждать окружающих о намерении перемещения деталей и узлов машин, убедиться в том, что никто не находится в опасной зоне. Следить за тем, чтобы своими действиями не травмировать окружающих.

При выполнении работ обучающиеся должны быть внимательными и дисциплинированными и точно выполнять указания преподавателя (учебного мастера).

Инструмент и приспособления использовать только исправные и строго по назначению. В процессе работы не допускать загрязнения и захламления рабочего места и загромождение проходов.

Следить за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях, не прикасаться и не наклоняться близко к вращающимся и движущимся частям машин и механизмов.

Любое включение машин и оборудования производить только с разрешения и в присутствии преподавателя (учебного мастера). Перед включением убедиться в соблюдении требований безопасности, а именно:

- отсутствие людей в опасных зонах;
- отсутствие инструмента и приспособлений и др. предметов в рабочих и вспомогательных органах машины или оборудования;
- наличие защитных ограждений на вращающихся узлах и деталях.

Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования. Не оставлять без надзора не выключенные электрические устройства и приборы.

Информировать преподавателя (учебного мастера) о любом затруднении в выполнении задания.

6.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации, т. е. условий, при которых возможно травмирование людей, прекратить работу, информировать окружающих об опасности, поставить в известность преподавателя и под его руководством выполнить необходимые действия по устранению опасности.

При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появлении искрения, запаха горелой изоляции и т.д. немедленно отключить источник электропитания и сообщить об этом преподавателю.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему и немедленно информировать преподавателя.

При возникновении пожара покинуть помещение в соответствии с планом эвакуации.

6.5. Требования безопасности по окончании работы

Навести порядок на рабочем месте, машины и оборудование привести в исходное состояние, инструмент и приспособления убрать в

места хранения. Убедиться в устойчивом положении машин в целом и отдельных узлов и деталей.

Предъявить рабочее место преподавателю (учебному мастеру) для проверки.

7. ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ

В отчете должны быть отражены следующие вопросы:

1. Значение и задачи дефектации при ремонте машин.
2. Привести определения номинального, допустимого, предельного и действительного размеров
3. Перечислить параметры, которые необходимо контролировать при дефектации деталей.
4. Описать последовательность выполнения дефектации одной из контролируемых деталей. Привести технические условия на выбраковку этой детали.
5. Привести измерительный инструмент, который был использован при дефектации деталей.
6. Заполнить таблицу.

Наименование детали	Контролируе- мый параметр	Размеры		За- клю- чение
		допу- стимый	действи- тельный	

Контрольные вопросы

1. Дайте определение дефектации.
2. Какова роль дефектации в ремонтном производстве?
3. Перечислите виды дефектов деталей и способы их выявления.
4. Дайте определения номинального, допустимого, предельного и действительного размеров.
5. Какие параметры контролируются при дефектации деталей?
6. Какая нормативно-техническая документация применяется при дефектации деталей?
7. Какой измерительный инструмент применяется при дефектации деталей?

Составители: Хрянин Виктор Николаевич,
Попов Михаил Александрович
Илясов Александр Петрович

Технология ремонта машин

Дефектация деталей машин

Методические указания
к лабораторно-практической работе

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка

Подписано к печати 21 августа 2020 г. Формат 60 × 84^{1/16}
Объем 1,9 уч.- изд. л. Изд. № ____ Заказ № ____
Тираж 100 экз.

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147