

Министерство образования Российской Федерации

Восточно-Сибирский государственный  
технологический университет

Кафедра «Автомобили»



**Лабораторный практикум  
по ремонту автомобилей.**

**Часть 1. Дефектовочные и комплектовочные работы.**

Пособие к выполнению лабораторных работ по курсу «Основы технологии производства и ремонт автомобилей» для студентов специальности 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Составители: Бадиев А.А., Алексеев В.М., Барбаев Г.Б.

Улан-Удэ  
2002

ББК 39.33-08

Б75

УДК 629.113.004.5 (038)

Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. Часть 1. Дефектовочные и комплектовочные работы. / А.А. Бадиев, В.М. Алексеев, Г.Б. Барбаев. – Улан-Удэ, 2002. – 74 с.; ил., табл.

В пособии приведены основные положения по организации и проведению лабораторных работ, методика выполнения дефектовочных и комплектовочных работ.

Оно может быть использовано при формировании учебного курса «Технология ремонта автомобилей», чтении лекций, проведении практических занятий, консультаций, организации самостоятельной работы студентов, а также инженерно-техническими работниками автотранспортных и авторемонтных предприятий и служб автосервиса в рамках повышения квалификации.

Пособие предназначено для преподавателей и студентов очной и заочной форм обучения специальности 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство».

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**Организационно-методические указания.** В ходе выполнения лабораторных работ студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по дефектации, комплектованию, сборке, ремонту деталей, разработке технологических операций, установлению технически обоснованных норм времени, пользованию руководством по капитальному ремонту автомобилей (РК) и оформлению технологических документов, приобретают навыки, необходимые в их последующей практической деятельности.

Выполнение лабораторных работ требует самостоятельности и высокой творческой активности учащихся. При этом необходимое внимание должно уделяться вопросам качества, производительности труда, экономии трудовых и материальных затрат.

**Подготовка к выполнению лабораторных работ.** Прежде чем приступить к выполнению работы, студент должен изучить ее содержание, после чего преподаватель путем опроса проверяет готовность учащегося к работе. Особое внимание при этом обращается на знание студентами правил техники безопасности.

**Отчет о выполнении лабораторной работы.** О выполнении работы каждый студент предъявляет преподавателю отчет, оформленный в соответствии с предъявляемыми требованиями. После защиты результатов работы и оценки ее качества преподавателем студенты допускаются к следующей работе.

Содержание и форма отчетов по лабораторным работам максимально приближены к производственно-технологическим документам. Формы и вариант заполнения отчетов приводятся в приложении. Бланки для отчетов печатаются централизованно или вычерчиваются учащимися перед выполнением работы по формам, приведенным в приложении.

**План проведения лабораторных работ.** Структура лабораторных занятий по времени может быть следующей, в минутах:

|   |    |
|---|----|
| Организационная часть (проверка присутствующих и др.)...                                  | 3  |
| Проверка готовности учащихся к лабораторной работе (опрос, тестовый контроль знаний)..... | 10 |
| Проверка комплектности рабочих мест....   | 5  |
| Отработка исходных данных, проектирование операций, расчеты, выполнение схем, эскизов...  | 20 |
| Изучение органов управления станка (прибора) и правил техники безопасности.....           | 7  |
| Выполнение технологической (расчетной) операции...  | 35 |
| Организационно-техническое обслуживание рабочего места и защита результатов работы.....   | 10 |

В зависимости от конкретных условий могут быть приняты и другие организационно-методические решения проведения лабораторных занятий.

## **2. ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ**

**Помещение, оборудование, оснастка.** Материальную базу для проведения лабораторных работ желательно размещать в двух помещениях (отделение дефектации и комплектования и отделение ремонта) площадью 50—60 м<sup>2</sup> каждое. Комплект оснащения рабочего места приведен в описании каждой лабораторной работы.

Для каждой подгруппы учащихся предусмотрены два рабочих места: учебное — для оформления документов, выполнения расчетов, работы с литературой; специализированное — для выполнения технологической операции.

Работы по дефектации и комплектованию выполняются на лабораторном столе, который оснащен комплектом приборов, инструмента и ремонтного фонда для выполнения работ в данном отделении. На станках, верстаках и столах цифрами обозначены номера проводимых на них лабораторных работ.

**Документы.** Комплект документов и наглядных пособий для проведения лабораторной работы может включать в себя следующее:

- методические указания по выполнению работы;
- выписки из РК-200-РСФСР-2/1-2025-80 (технические требования на дефектацию, сборку, комплектование, ремонт и т. д.);
- чертежи дефектуемых и ремонтируемых деталей;
- справочную информацию (режимы резания, наплавки, операционные эскизы, нормативы времени, характеристики режущего инструмента, схемы управления станком, основные данные, необходимые для дефектации и комплектования деталей, и т. д.);
- описи комплектности рабочего места;
- правила техники безопасности.

**Техника безопасности и противопожарные меры.** В отделении ремонтных работ все станки являются источниками повышенной опасности. Во избежание несчастных случаев при выполнении лабораторных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и пожарной безопасности. К лабораторным работам учащиеся допускаются только после усвоения ими указанных правил, что подтверждается росписью учащегося в журнале. Средствами пожаротушения лаборатория должна быть обеспечена по установленным нормам. В лаборатории должна быть также аптечка с медикаментами, необходимыми для оказания первой помощи при несчастных случаях. Вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте проводит преподаватель, ведущий занятия. Проведение инструктажа фиксируется в специальном журнале лаборатории.

### 3. ДЕФЕКТОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

**Цель работ** — закрепление и развитие знания, способов, средств и техники дефектации деталей, приобретение практических навыков определения дефектов и их сочетаний, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

**Содержание работы:** подготовка исходных данных для дефектации деталей; определение технического состояния деталей; сортировка деталей по результатам контроля; назначение способа ремонта и содержания операций по подефектной технологии; оформление отчета о результатах работы.

#### *Работа № 1. ДЕФЕКТАЦИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ И ГИЛЬЗ*

**Конструктивно-технологическая характеристика деталей.** Блок цилиндров двигателя ЗМЗ-24<sup>1</sup> отливается из алюминиевого сплава АЛ4 ГОСТ 2685—75, гильза — из серого чугуна СЧ 22-44 ГОСТ 1421—79, вставка — из легированного чугуна № 1 по ТУ завода-изготовителя, твердость вставки *НВ* 156—197.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее цифровые значения относятся к автомобилю ГАЗ-24 «Волга»

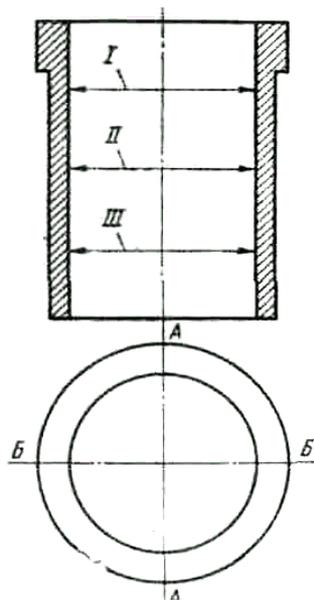


Рис.1.Схема обмера отверстия в гильзе

Основные конструктивные элементы блока цилиндров: стенки рубашки охлаждения и верхнего картера, посадочные отверстия под втулки распределительного вала, посадочные отверстия под гильзу, гнезда под вкладыши коленных подшипников; привалочные поверхности под головку блока, крышку распределительных шестерен, картера сцепления и др.

Конструктивные элементы гильзы—отверстие под поршень, посадочная и наружная поверхности, буртик.

Блок цилиндров относится к классу «толстостенных корпусных деталей», гильза — к классу «полых цилиндров». Заготовки получают отливкой и подвергают низкотемпературному отжигу и старению.

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

Установочной базой служат: для блока — привалочная

поверхность масляного картера, для гильзы — фаски отверстия под поршень.

**Вид и характер дефектов. Способы их устранения.** В процессе работы двигателя на блок цилиндров и гильзу воздействуют силы трения, внутренние напряжения в металле, вибрация, агрессивность среды и др. Все это приводит к износам ( $\Delta$ изн до 0,150 мм,  $\Delta$ нецил до 0,120 мм)<sup>2</sup>, нарушениям качества поверхности (задиры, риски, коррозия), механическим повреждениям (трещины, отколы, дефекты резьб) и отклонениям расположения (непараллельность, неперпендикулярность и др.).

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

**Оборудование и оснастка рабочего места:** лабораторный стол, лупа 4-кратного увеличения, калибр-пробка резьбовая МП—6Я, калибр-пробка НЕ 25,03 мм<sup>3</sup>, штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166—80), микрометр рычажный МР-100<sup>4</sup> (ГОСТ 4381—80), индикаторный нутромер НИ 80-100 ГОСТ 868—82).

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию блока и гильзы у цилиндров (табл. 2).

Таблица 2

| Содержание перехода   | Указания по выполнению  |
|---|---|
| 1. Ознакомиться с организацией рабочего места и проверить его комплектность | Уяснить специализацию рабочего места, назначение и расположение оборудования, оснастки, деталей, документов и справочной информации, уровень механизации труда. |

<sup>2</sup> Здесь и далее буквой  $\Delta$  (дельта) с соответствующим индексом обозначаются наименование и величины погрешности размера, формы и расположения.

<sup>3</sup> Калибр-пробка НЕ 25,03 мм может быть заменена индикаторным нутромером НИ 18-50 (ГОСТ 868—82).

<sup>4</sup> Микрометр рычажный МР-100 может быть заменен микрометром гладким МК-100 (ГОСТ 6507—78); то же и в последующих работах.

| Содержание перехода   | Указания по выполнению  |
|---|---|
|   | Проверить по описи комплектность  |
| 2. Изучить конструктивно-технологическую характеристику деталей, условий работы и возможные дефекты | Уяснить конструктивные элементы деталей и технологические требования к ним, вид и род трения, характер воспринимаемых нагрузок, агрессивность среды, вид и характер дефектов, способы и средства дефектации, методы устранения дефектов и технологию ремонта, требования РК 200-РСФСР-2025—73 на ремонт   |
| 3. Изучить оборудование и оснастку  | Уяснить правила пользования инструментом и правила техники безопасности.<br>Подготовить инструмент к работе.  |
| 4. Подготовить исходные данные  | Назначить конструктивные элементы, подлежащие дефектации:<br>а) блок цилиндров (стенки рубашки охлаждения и верхнего картера, резьбовое отверстие под шпильку крепления головки блока. отверстия под толкатели);<br>б) гильза цилиндров (отверстие под поршень, посадочная поверхность).<br>Название конструктивных элементов записать в графу «2» разд. 2.2 отчета (см. прилож. 1).<br>Для каждого конструктивного элемента, подлежащего дефектации, определить технологические параметры (точность размера, формы и расположения; требования к качеству поверхности; величину допустимого износа, ремонтные размеры) и их значения, а также способы и средства контроля<br>Значения технологических параметров записать в графу «3», а наименования способов и средств дефектации — в графу «5» разд. 2.2 отчета. |
| 5. Определить состояние блока цилиндров.  |   |
| 5.1. Осмотреть  | Установить наличие  |

| Содержание перехода   | Указания по выполнению   |
|---|--|
| блок цилиндров  | выбракованных признаков, а при их отсутствии — места расположения и характер трещин, отколов, рисок, царапин, выработки и других видимых дефектов.<br>Результаты записать в графу «4» разд. 2.2 отчета   |
| 5.2. Определить состояние резьбы в отверстиях под шпильки крепления головки цилиндров | Поочередно вернуть в резьбовые отверстия калибр-пробку резьбовую МП—6Н. Калибр должен плотно вворачиваться в отверстие. Покачивание и осевое перемещение калибра свидетельствуют о необходимости ремонтных воздействий<br>Результаты контроля по каждому из отверстий записать в графу «4» разд. 2.2 отчета  |
| 5.3. Определить состояние отверстий под толкатели                                     | Попытаться ввести калибр-пробку в отверстие. Если калибр проходит, отверстие требует ремонтных воздействий.<br>Результаты по каждому из отверстий записать в графу «4» разд. 2.2 отчета  |
| 6. Определить состояние гильзы цилиндров  |  |
| 6.1. Осмотреть гильзу цилиндров   | Указания по выполнению см. п. 5.1  |
| 6.2. Замерить отверстие под поршень   | С помощью индикаторного нутромера (или пневматического длиномера) замерить диаметр отверстия в поясах 1—1, II—II, III—III (рис. 1) и взаимно перпендикулярных плоскостях (А—А и Б—Б).<br>Результаты записать в разд. 2.4 отчета. Пояс 1—1 располагают ниже выработки от верхнего поршневого кольца; II—II — посередине гильзы; III—III — на 20 мм выше нижнего обреза гильзы |
| 6.3. Определить величину общего износа ( $I_{общ}$ ), мм                              | $I_{общ} = D_u - D_n$<br>где $D_u$ — наибольшее значение диаметра всех замеренных гильз (использовать величину с   |

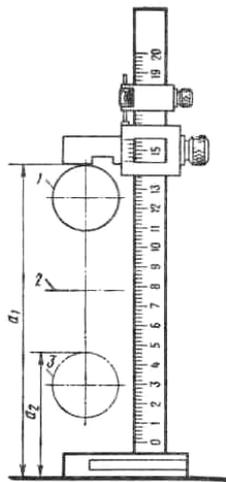
| Содержание перехода   | Указания по выполнению   |
|---|--|
|   | <p>наибольшим износом);</p> <p><math>D_n</math> — диаметр гильзы до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу)</p>  |
| 6.4. Определить величину одностороннего неравномерного износа (И), мм | <p><math>I = \beta \cdot I_{\text{общ}}</math></p> <p>где <math>\beta</math> — коэффициент неравномерности износа (<math>\beta = 0,4</math>).</p>  |
| 6.5. Определить нецилиндричность (овальность и конусообразность), мм  | <p><math>\Delta_{\text{ов}} = D_{\text{А-А}} - D_{\text{Б-Б}}</math></p> <p><math>\Delta_{\text{кон}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}</math></p> <p>Для каждого отверстия под поршень получить три значения овальности и два — конусообразности и занести их в разд. 2.4 отчета. Наибольшее значение записи в разд. 2.2 отчета</p> |
| 6.6. Определить размер обработки отверстия под поршень ( $D_p$ ), мм  | <p>Расчет вести по гильзе с предельным размером отверстия под поршень</p> <p><math>\Delta_p = D_{\text{и}} + I + 2Z</math></p> <p>где <math>Z</math> — минимальный односторонний припуск на обработку (для расточки и хонингования <math>2Z = 0,150</math> мм).</p> <p>Записи расчетов вести в разд. 2.1 отчета.</p>                 |
| 6.7. Назначить категорию РР для всех гильз ( $D_{\text{pp}}$ ), мм    | <p>Сравнить результаты расчета со значениями РР (табл. 4 из РК 200-РСФСР-2025—73) и выбрать ближайшее большее значение</p> <p><math>D_{\text{pp}} \geq D_p</math></p> <p>где <math>D_{\text{pp}}</math> — категорийный ремонтный размер.</p> <p>Категорию РР (значение диаметра) записать в графу «4» разд. 2.2 отчета</p>           |
| 6.8. Определить состояние посадочной поверхности                      | <p>Замерить микрометром диаметр посадочной поверхности гильз в одном поясе (посередине) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях.</p> <p>Результаты записать в таблицу разд. 2.4 отчета.</p> <p>Наибольший действительный размер по каждой гильзе записать в графу «4» соответствующей строки разд. 2.2 отчета</p>                 |
| 7. Сделать  | Сравнить действительное  |

| Содержание перехода  | Указания по выполнению  |
|--|---|
| заключение   | состояние деталей с требованиями РК и в графу «б» разд. 2.2 отчета записать категорию их состояния по данному параметру каждого конструктивного элемента, подлежащего дефектации («без ремонта»), «в ремонт», «брак»). При направлении детали «в ремонт» указать способ устранения дефекта  |
| 8. Назначить технологические операции для устранения дефектов деталей, направляемых «в ремонт» | Наименование операций, вспомогательных и технологических переходов записать в разд. 2.3 отчета  |
| 9. Организационно-техническое обслуживание рабочего места                                      | Привести в исходное положение инструмент, детали, документы, протереть инструмент, детали, оборудование и поверхность стола ветошью. Сдать рабочее место дежурному. Подписать отчет   |
| 10. Сдача отчета и защита результатов работы   | Предъявить преподавателю заполненный бланк отчета, при этом учащийся должен уметь объяснить (при необходимости обосновать) выполненные расчеты и принятые технологические решения, знать основные характеристики оборудования, оснастки, инструмента, применявшихся при выполнении лабораторной работы, знать содержание технологической инструкции |

#### **Контрольные вопросы и задания**

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

*Работа № 2. ДЕФЕКТАЦИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА*  
**Содержание работы.** См. стр. 7.



**Оборудование и оснастка рабочего места.** Лабораторный стол, прибор ПМБ-500 для установки деталей в центрах и проверки биения, стойка микрометра С-IV, штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197-70), лупа 4-кратного увеличения, микрометр рычажный МР-75 (ГОСТ 4381-80), микрометрический глубиномер 0-100 (ГОСТ 4381-80), штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1 (ГОСТ 166-80), штангенрейсмус ПР-250-0,05 (ГОСТ 164—80), штангенглубиномер (ГОСТ 162—80), индикатор часового типа (ГОСТ 577—68).биномер 0—100 (ГОСТ 4381—80), штангенциркуль ШЦ-1-160-0,1 (ГОСТ 166—80), штангенрейсмус ПР-250-0,05 (ГОСТ 164—80), штанген-глубиномер (ГОСТ 162—80), индикатор часового типа (ГОСТ 577—68).

Рис. 3. Схема определения радиуса кривошипа коленчатого вала:

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

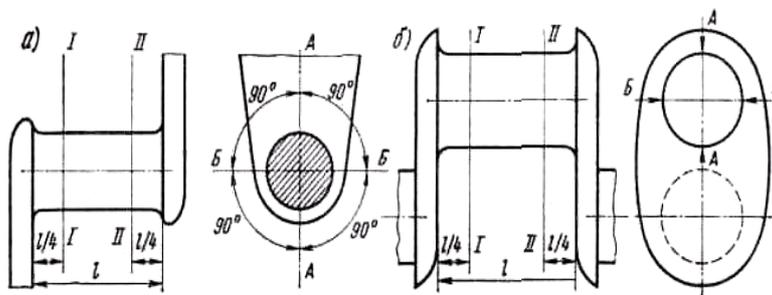


Рис. 2. Схема замера диаметров шеек коленчатого вала:  
а — коренных; б — шатунных

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

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

Установочной базой служат фаски в отверстиях под храповик и под подшипник ведущего вала коробки передач.

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

Возникающие дефекты устраняются обработкой под ремонтные размеры (РР), слесарно-механической обработкой, наплавкой под слоем легирующего флюса. Биение устраняется пластическим деформированием (правкой).

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию коленчатого вала (табл.

3).

### Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные конструктивные элементы коленчатого вала и его дефекты.
2. Какие параметры характеризуют состояние шеек коленчатого вала?
3. Как проверить коленчатый вал на прогиб?
4. Как влияет изменение радиуса кривошипа коленчатого вала на работу двигателя?
5. Как определить значение ремонтного размера для шеек коленчатого вала?

Таблица 3

| Содержание перехода  | Указания по выполнению  |
|--|---|
| 1, 2, 3  | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2   |
| 4. Подготовить исходные данные   | <p>Назначить конструктивные элементы, подлежащие дефектации (коренные и шатунные шейки, первый кривошип, коленчатый вал), их названия записать в графу «2» разд. 2.2 отчета (см. прилож. 1).</p> <p>Для каждого конструктивного элемента определить технологические параметры (размеры пб рабочему чертежу, допустимые без. ремонта, ремонтные требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочей поверхности) и их значения, а также способы и средства дефектации.</p> <p>Значение параметров и наименования способов и средств дефектации записать в графу «5» разд. 2.2 (см. прилож. 1).</p> |
| 5. Проверить состояние фасок центровых отверстий и резьбы под храповик | <p>На центровых фасках не должно быть забоин. Вал с поврежденными центровыми фасками устанавливать на прибор ПБМ нельзя.</p> <p>При наличии сорванных ниток в резьбе определяют их число</p>  |
| 6. Установить вал в центры ПБМ-500                                     | С разрешения преподавателя  |
| 7. Определить состояние коленчатого вала                               |   |
| 7.1. Осмотреть коленчатый вал  | <p>Установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии — места расположения и характер отколов, рисков, задиров, выработки и других видимых дефектов.</p> <p>Результаты записать в графу</p>  |

| Содержание перехода   | Указания по выполнению  |
|---|---|
|   | «4» разд. 2.2 отчета  |
| 7.2. Определить размеры коренных шеек   | Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах 1—1, II—II (рис. 2, а) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А—А и Б—Б (А—А для всех коренных шеек берется в плоскости кривошипа первой шатунной шейки). Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном 1/4 от ее общей длины; первый пояс ближе к носку вала. Результаты замеров записать в разд. 2.4 отчета (см. табл. 4) |
| 7.3. Определить величину общего износа (Иовщ) для всех шеек, мм               | $I_{\text{овщ}} = d_n - d_i$ ,<br>где $d_n$ — диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу); $d_i$ — минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом)  |
| 7.4. Определить величину одностороннего неравномерного износа (И), мм         | $I = \beta \cdot I_{\text{овщ}}$ ,<br>где $\beta = 0,6$ — коэффициент неравномерности износа  |
| 7.5. Определить нецилиндричность (овальность и конусообразность), мм          | $\Delta_{\text{ов}} = d_{\text{А-А}} - d_{\text{Б-Б}}$<br>$\Delta_{\text{кон.}} = d_{\text{I-I}} - d_{\text{II-II}}$<br>Для каждой шейки получить два значения овальности и два — конусообразности. Наибольшие значения записать в разд. 2.2  |
| 7.6. Определить размер обработки коренных шеек (при износе в пределах РР), мм | Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ,<br>$d_p = d_i - I - 2Z$ ,<br>где $d_p$ — наибольший предельный размер ремонтируемой шейки; $Z$ — минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z = 0,05$ ).<br>Записи расчетов вести в разд. 2.1 отчета   |
| 7.7. Назначить категорию РР для всех коренных шеек ( $d_{pp}$ ), мм           | Сравнить результаты расчета со значениями РР (табл. 15) из РК 200-РСФСР-2025—73) и выбрать ближайшее меньшее значение $d_{pp}$  |

| Содержание перехода  | Указания по выполнению   |
|--|--|
|  | $\leq d_p$ .<br>Категорию РР, диаметр и допуск записать в графу «б» разд. 2.2 отчета   |
| 7.8. Измерить длину первой коренной шейки                            | Замер вести микрометрическим глубиномером в двух местах под углом $180^\circ$ . Значения записать в графу «4» разд. 2.2 отчета   |
| 7.9. Определить размеры шатунных шеек                                | Измерить диаметры шеек микрометром. Измерение каждой шейки провести в поясах I—I и II—II (рис. 2,6) 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 замеров (табл. 4) записать в разд. 2.4 отчета |
| 7.10. Определить величину общего износа (Иобщ) для всех шеек, мм     | $I_{общ} = d_n - d_i$ ,<br>где $d_n$ — диаметр шейки до начала эксплуатации, $d_i$ — минимальный диаметр шейки   |
| 7.11. Определить величину одностороннего неравно-меного износа, мм   | $I = \beta \cdot I_{общ}$  |
| 7.12. Определить нецилиндричность шеек, мм                           | $\Delta_{ОВ} = d_{А-А} - d_{Б-Б}$<br>$\Delta_{КОН.} = d_{I-I} - d_{II-II}$ .<br>Для каждой шейки получить два значения овальности и два — конусообразности. Наибольшие значения записать в разд. 2.2 отчета  |
| 7.13. Определить размер обработки шатунных шеек, мм                  | Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ,<br>$d_p = d_i - H - 2Z$<br>Записи расчетов вести в разд. 2.1 отчета   |
| 7.14. Назначить категорию РР для всех шатунных шеек ( $d_{pp}$ ), мм | Сравнить результаты расчета со значениями РР и выбрать ближайшее меньшее $d_{pp} < d_p$ .<br>Категорию РР, диаметр и допуск записать в графу «б» разд. 2.2 отчета  |

| Содержание перехода                                      | Указания по выполнению   |
|--|--|
| 7.15. Измерить длину первой шатунной шейки, мм           | Измерение вести штангенциркулем, губками для внутренних измерений<br>Значение длины записать в графу «4» разд. 2.2 отчета  |
| 7.16. Определить величину радиуса кривошипа ( $R_{кр}$ ) | Измерить радиус Кривошипа (рис. 3), для чего установить первую Шатунную шейку в верхнее положение и штангенрейсмусом замерить расстояние $a_1$ до опорной площадки, повернуть коленчатый вал на $180^\circ$ и замерить расстояние $a_2$ . Вычислить $R_{кр}=(a_1-a_2)/2$   |
| 7.17. Определить радиальное биение коленчатого вала      | Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю коренную шейку. Обеспечив натяг, поворачивают коленчатый вал, пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на $180^\circ$ и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит биение вала. Величина прогиба вала равна половине величины его биения |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 7—10 табл. 2.

Таблица 4

| Объект измерения | Пояс измерения   | Плоскость измерений      | Номера шеек |   |   |   |   |
|------------------|------------------|--------------------------|-------------|---|---|---|---|
|                  |                  |                          | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коренные шейки   | 1—1              | А—А<br>Б—Б<br>Овальность |             |   |   |   |   |
|                  | II-II            | А—А<br>Б—Б               |             |   |   |   |   |
|                  | Конусообразность | Овальность А-А<br>Б-Б    |             |   |   |   |   |
| Шатунные шейки   | 1-1              | А—А<br>Б—Б<br>Овальность |             |   |   |   |   |
|                  | II—II            | А—А<br>Б—Б               |             |   |   |   |   |

|  |                       |                          |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|
|  | Конусооб-<br>разность | Овальность<br>А—А<br>Б-Б |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|

### Работа № 3. ДЕФЕКТАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

**Содержание работы.** См. стр. 7.

**Оборудование и оснастка рабочего места;** лабораторный стол, прибор для установки деталей в центрах ПБМ-500, лупа 4-кратного увеличения, микрометр рычажный МР-50 и МР-75 (ГОСТ 4381— 80), индикатор часового типа (ГОСТ 577—68). шаблоны с профилем впускных и выпускных кулачков.

**Конструктивно-технологическая характеристика детали.**

Основные конструктивные элементы распределительного вала — опорные шейки, впускные и выпускные кулачки, шейка под распределительную шестерню, резьба под болт крепления шестерни, эксцентрик привода топливного насоса, шестерня привода распределителя, центровые отверстия.

Требования к точности размеров, формы, расположения и шероховатости основных поверхностей аналогичны требованиям, предъявляемым к коленчатому валу.

**Вид и характер дефектов. Способы их устранения.** В процессе работы на распределительный вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает появление износов (Лиан  $D^{\circ} 0,05^{мм}$ ) нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по торцам вершин кулачков), отклонения расположения (Л биения До 0,10мм).

Дефекты, если они не обладают браковочными признаками, устраняют обработкой под ремонтные размеры (РР), слесарно-механической обработкой, пластическим деформированием, вибродуговой наплавкой, наплавкой под слоем легирующего флюса.

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию распределительного вала (табл. 5).

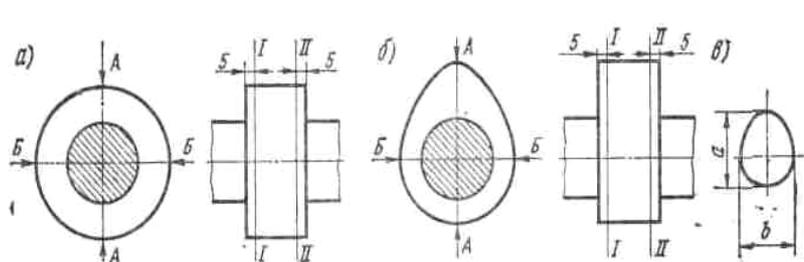


Рис. 4. Схема обмера опорных шеек (а) и кулачков (б, в) распределительного вала

Таблица 5

| Содержание перехода            | Указания по выполнению   |
|--------------------------------|--|
| 1, 2, 3                        | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2  |
| 4. Подготовить исходные данные | <p>Названия конструктивных элементов, подлежащих дефектации (опорные шейки, кулачки, распределительный вал) записать в графу 2, разд. 2.2 отчета (см. прилож. 1).</p> <p>Для каждого конструктивного элемента определить технологические Параметры (размеры по рабочему чертежу,</p> |

| Содержание перехода   | Указания по выполнению   |
|---|--|
|   | допустимые без ремонта, ремонтные, требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочих поверхностей). Назначить способы и средства дефектации. Значения параметров записать в отчет  |
| 5. Проверить состояние центровых отверстий                            | При наличии повреждений распределительный вал устанавливать на прибор ПБМ нельзя   |
| 6. Установить вал в центры ПБМ-500                                    | С разрешения преподавателя   |
| 7. Определить состояние вала  |  |
| 7.1. Осмотреть распределительный вал                                  | Установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии—места расположения и характер рисок, царапин, выработки и других видимых дефектов.<br>Результаты записать в графу «4» разд. 2.2 отчета   |
| 7.2. Определить размеры опорных шеек, мм                              | Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I—I и II—II (рис. 4, а) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А—А и Б—Б (плоскость А—А расположена в плоскости первого кулачка)<br>Результаты замера записать в разд. 2.4 отчета (табл. 6) |
| 7.3. Определить величину общего износа (Иобщ) для всех шеек, мм       | $I_{общ} = d_n - d_i$ ,<br>где $d_n$ — диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу); $d_i$ — минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом)  |
| 7.4. Определить величину одностороннего неравномерного износа (И), мм | $I = \beta I_{общ}$ ,<br>где $\beta = 0,6$ —коэффициент неравномерности  |
| 7.5. Определить неци-линдричность шеек                                | $\Delta_{СВ} = d_{А-А} - d_{Б-Б}$<br>$\Delta_{КОН.} = d_{I-I} - d_{II-II}$ .<br>Для каждой шейки получить  |

| Содержание перехода  | Указания по выполнению   |
|--|--|
|  | два значения овальности и два — конусообразности. Наибольшие значения записать в разд. 2.2 отчета  |
| 7.6. Определить размер обработки опорных шеек при износе в пределах РР, мм | Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ<br>$dp = d_{и} - H - 2Z.$ где $dp$ — наибольший предельный размер ремонтируемой шейки; $Z$ — минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z=0,05$ )  |
| 7.7. Назначить категорию РР для всех опорных шеек ( $d_{pp}$ ), мм         | Записи расчетов вести в разд. 2.1 отчета<br>Сравнить результаты расчета со значениями РР (табл. 15 из РК 200-РСФСР-2025—73) и выбрать ближайшее меньшее значение $d_{pp} < dp$ . Категорию РР, диаметр и допуск записать в графу «б» разд. 2.2 отчета  |
| 7.8. Определить состояние кулачков (см рис. 4. б, в)                       | Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков (размер $b$ , рис. 4, а) в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм (рис. 4,б). Измерить высоту кулачков (размер $a$ , рис. 4, в) в двух поясах. Рассчитать высоту подъема каждого клапана $h = a - b$ .<br>Результаты записать в разд. 2.4 отчета (см. табл. 6).<br>Наименьший действительный размер цилиндрической части и высоты подъема клапана записать в графу «4» разд. 2.2 отчета.<br>Определить состояние кулачков по профилю, для чего опереть шаблон на кулачок и установить характер износа. Определить необходимость ремонтных воздействий. |
| 7.9. Определить радиальное биение распределительного вала                  | Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю опорную шейку. Обеспечив натяг,  |

| Содержание перехода | Указания по выполнению  |
|---------------------|---|
|                     | поворачивают вал пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180° и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит биение вала. Прогиб I вала равен половине его биения |

Таблица 6,а.

| Пояс измерений |       | Плоскость измерений      | Номера шеек распределительного |   |   |   |   |
|----------------|-------|--------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|
|                |       |                          | 1                              | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Опорные шейки  | 1—1   | А—А<br>Б—Б<br>Овальность |                                |   |   |   |   |
|                | II-II | А—А<br>Б—Б<br>Овальность |                                |   |   |   |   |

Таблица 6,б.

| Кулачки                   | Места замера                         | Номер кулачков |   |   |   |   |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------|---|---|---|---|
|                           |                                      | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 |
| впускные<br><br>выпускные | А<br>В<br>h= a-b<br>Конусообразность |                |   |   |   |   |
|                           | А<br>В<br>h= a-b<br>Конусообразность |                |   |   |   |   |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 7—10 табл. 2.

### Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные конструктивные элементы распределительного вала и его дефекты.
2. Какие параметры характеризуют состояние опорных шеек и кулачков распределительного вала?
3. Как определить наибольший предельный размер шейки, по которому назначается категория ремонтного размера (РР)?
4. Как проверить распределительный вал на прогиб?
5. В какой последовательности устанавливается микрометр на «О»?
6. Как проверить профиль кулачка распределительного вала?

### Работа № 4. ДЕФЕКТАЦИЯ ШАТУНА

Содержание работы. См. с. 7.

**Оборудование и оснастка рабочего места:** стол дефектовщика, источник сжатого воздуха с давлением до 0,6 МПа, тиски слесарные, прибор для контроля шатунов, пневматический гайковерт (ГОСТ 10210—74), динамометрический ключ с головками, индикаторные нутромеры НИ 18-50 и 50-100 (ГОСТ 868—82), микрометры рычажные МР-50 и МР-75 (ГОСТ 4381—80), штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 (ГОСТ 166—80).

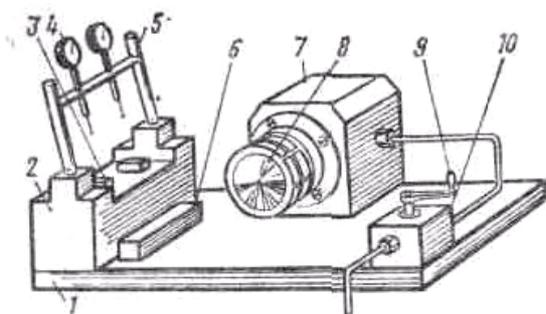
**Конструктивно-технологическая характеристика детали** Основные конструктивные элементы шатуна — верхняя и нижняя головки, стержень шатуна, отверстия под болты нижней головки.

Требования к точности размеров обрабатываемых поверхностей в пределах квалитетов 4—5; отклонения формы не должны превышать половины поля допуска на размер; отклонения расположения не должны превышать 0,02—0,05 мм на 100 мм длины. Шатуны должны соответствовать заданной массе. Расстояние между осями головок выдерживается с точностью до 0,1 мм. Шероховатость обрабатываемых отверстий не грубее  $Ra = 0,63$  мкм.

Установочными базами служат основные рабочие поверхности.

**Вид и характер дефектов. Способы их устранения.** В процессе работы на шатун действуют значительные нагрузки от давления газов в цилиндрах и инерционных сил, что вызывает напряжение изгиба и кручения в условиях повышенной температуры и контактных циклических нагрузок на поверхности отверстий. Это вызывает появление износов отверстий (Дизн до 0,05 мм) и торцов нижней головки (Дизн до 0,1 мм)- Деформация от изгиба и скручивания может достигать  $\Delta_{изг} = 0,2$  мм на 100 мм длины. Износы устраняют слесарно-механической обработкой или железнением; деформации — правкой «вхолостую» с последующей термической стабилизацией. При механических повреждениях шатун бракуют.

**Прибор для контроля шатунов** (рис. 5) состоит из плиты 1, на которой устанавливают основание измерительного узла 2, корпуса 7 пневматического привода цангового разжима 8 и распределительного крана. Основные детали прибора: контрольные площадки 3, скоба 5 индикаторов, индикаторы 4 часового типа, цанговый разжим, рукоятка 9 распределительного крана 10 управления разжимом, эталон 6 для установки индикаторов на «0»



**абота на приборе:** произвести установку шкал индикаторов на «0», для чего поместить эталон на площадки; скобу с индикаторными головками отвести в верхнее положение;

измерительные стержни индикаторов опереть на верхнюю часть эталона; установить шкалы на «0» и скобу отвести в горизонтальное положение; вставить оправку в отверстие верхней головки шатуна (как вставляют поршневой палец); закрепить шатун с оправкой в сборе в приспособление, для чего нижнюю головку шатуна надеть на цанговый разжим и дослат до упора, поворачивая шатун против часовой стрелки, опустить верхнюю головку с оправкой на площадки основания (обеспечить давление воздуха в системе до 0,4—0,5 МПа) и повернуть рукоятку распределительного крана против часовой стрелки до упора; записать показания стрелок индикаторов при горизонтальном положении скобы, определить разность показаний  $H$  (в мм); рассчитать величину изгиба

$$X_{изг} = 100h / L$$

где  $L$ —измерительная база (расстояние между измерительными стержнями индикаторов), мм; скобу с индикаторными головками установить вертикально (до упора), найти разность показаний ( $\delta$ , мм); рассчитать величину скрученности стержня шатуна  $X_c = 100 \delta / L$ . Снять шатун с прибора, для чего скобу перевести в горизонтальное положение, ручку крана повернуть по часовой стрелке (до упора), снять шатун и вынуть оправку из отверстия

верхней головки.

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию шатуна (табл. 7).

Таблица 7

| Содержание перехода                      | Указания по выполнению  |
|--|---|
| 1, 2, 3                                  | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2   |
| 4. Подготовить исходные данные           | <p>Назначить конструктивные элементы, подлежащие дефектации (нижняя и верхняя головки, шатун в сборе), их названия записать в графу «2» разд. 2.2 отчета (см. прилож. 1).</p> <p>Для каждого конструктивного элемента определить и записать в отчет значения параметров (точность размера, формы и расположения; требования к качеству поверхности; величину допустимого износа, ремонтные размеры), а также способы и средства их контроля</p>   |
| 5. Определить состояние шатуна           |   |
| 5.1. Осмотреть шатун                     | <p>Установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии—места расположения и характер рисков, царапин, выработки и других видимых дефектов.</p> <p>Результаты записать в графу «4» разд. 2.2 отчета</p>  |
| 5.2. Определить состояние нижней головки | <p>Затянуть гайки болтов крышки динамометрическим ключом с требуемым моментом и последовательностью (см. РК 200-РСФСР-2025—73).</p> <p>Измерить диаметр отверстия индикаторным нутромером. Измерение провести в поясах I—I и II—II (рис. 6, в), находящихся на расстоянии <math>l_1=1/4</math> и <math>l_2=3/4</math> от ширины головки и в плоскостях: А—А (перпендикулярно плоскости разъёма), Б—Б и В—В (под углом <math>45^\circ</math> от плоскости А—А в обе стороны) Результаты замеров (табл. 8) записать в разд. 2.4 отчета. Наибольшую из полученных величин записать в графу «4» соответствующей строки разд. 2.2 отчета</p> |
| 5.3. Определить                          | $\Delta_{ОВ} = D_{\max} - D_{\min}$   |

| Содержание перехода  | Указания по выполнению   |
|--|--|
| нецилиндричность отверстия (овальность и конусообразность), мм | $\Delta_{\text{КОН}} = D_{\text{I-I}} - D_{\text{II-II}}$ .<br>Полученные значения записать в разд. 2.4 отчета. Для нижней головки получить два значения овальности и три— конусообразности. Наибольшие из них записать в разд. 2.2 отчета   |
| 5.4. Определить величину износа (Иизн), мм                     | $\text{Иизн} = D_{\text{max}} - D_{\text{n}}$ ,<br>где $D_{\text{max}}$ —наибольший диаметр отверстия, определенный при замерах; $D_{\text{n}}$ —диаметр отверстия до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему чертежу).<br>Знание величины износа позволяет правильно выбрать способ устранения дефекта            |
| 5.5. Определять состояние верхней головки                      | Измерить диаметр отверстия индикаторным нутромером. Измерения провести в поясах I— I и II—II (рис. 6,6), находящихся на расстоянии $L_1=1/4$ и $L_2=3/4$ от длины головки и в плоскостях Г—Г и Д—Д. Результаты замеров записать в разд. 2.4 отчета (см. табл. 8). Наибольшую из полученных величин записать в графу «4» разд. 2.2 отчета |
| 5.6. Определять нецилиндричность отверстия                     | $\Delta_{\text{Иов.}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}$<br>$\Delta_{\text{КОН}} = D_{\text{I-I}} - D_{\text{II-II}}$ .<br>Полученные значения записать в разд. 2.4 отчета   |
| 5.7. Определить величину износа (Иван), мм                     | $\text{Иизн} = D_{\text{max}} - D_{\text{n}}$ ,<br>где $D_{\text{max}}$ —наибольший диаметр отверстия, определенный при замерах; $D_{\text{n}}$ — диаметр отверстия до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему чертежу).   |
| 5.8. Определить состояние шатуна в сборе, мм                   | Измерить расстояние между осями<br>$L=1+0,5 (D1+D2)$ ,<br>где $l$ —расстояние между головками; $D1$ —диаметр отверстия нижней головки; $D2$ — диаметр отверстия верхней головки. Произвести настройку прибора для контроля шатуна.<br>Измерить непараллельность и  |

| Содержание перехода | Указания по выполнению   |
|---------------------|--|
|                     | перекос осей верхней и нижней головок для определения величины изгиба и скручивания. Результаты замеров записать в отчет |

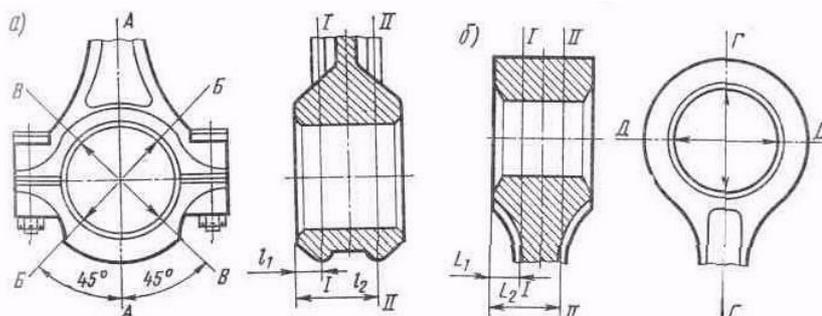


Рис. 6. Схема замеров диаметров отверстий нижней (а) и верхней (б) головок шатуна

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным пп.7—10 табл 2.

Таблица 8, а

| Пояс измерений  |                           | Значения диаметров, мм |     |     | Овальность | Значения диаметров, мм |     | Овальность |
|-----------------|---------------------------|------------------------|-----|-----|------------|------------------------|-----|------------|
|                 |                           | А-А                    | Б-Б | В-В |            | Г-Г                    | Д-Д |            |
| Нижняя головка  | 1—1                       |                        |     |     |            |                        |     |            |
|                 | II—II<br>Конусообразность |                        |     |     |            |                        |     |            |
| Верхняя головка | 1—1                       |                        |     |     |            |                        |     |            |
|                 | II—II<br>Конусообразность |                        |     |     |            |                        |     |            |

Таблица 8, б

| Положение индикаторов | Показания индикаторов |   |   | Вид деформации | Хизг. | Хс |
|-----------------------|-----------------------|---|---|----------------|-------|----|
|                       | 1                     | 2 | 3 |                |       |    |
| Вертикальное          |                       |   |   |                |       |    |
| Горизонтальное        |                       |   |   |                |       |    |

Примечание. Если база измерений отлична от 100 мм, произвести пересчет величины деформации  $X_{изг}$  или  $X_c$ . Полученные результаты записать в таблицу

### Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные конструктивные элементы шатуна и его дефекты.
2. Какие параметры характеризуют состояние верхней и нижней головок шатуна?
3. Как определить изгиб шатуна?
4. Как определить скручивание шатуна?
5. Каковы причины деформации шатуна?

## Работа № 5. ДЕФЕКТАЦИЯ ПРУЖИН

Содержание работы: изучение конструкции пружин и условий их работы, определение состояния основных конструктивных элементов, изучение конструкции прибора для дефектации пружин и способов их контроля; оформление отчета о результатах работы.

Оборудование и оснастка рабочего места: лабораторный стол, источник сжатого воздуха с давлением 0,6 МПа, контрольно-проверочная плита, прибор для определения упругости пружин, лупа 4-кратного увеличения, штангенциркуль ШЦ-11-200-0,05 (ГОСТ 4381—80), линейка металлическая ГОСТ 427—75), угольник (ГОСТ 3749—77), набор щупов (ГОСТ 882—75).

**Конструктивно-технологическая характеристика пружин клапана.** Конструктивными элементами пружин (рис. 9) являются опорные и рабочие витки.

Отклонения от размеров пружин, указанных в чертежах, не должны превышать по наружному диаметру 0,2—0,4 мм, а по числу витков — 0,2 витка; концевые витки пружины должны быть завиты в замкнутом кольце и зашлифованы перпендикулярно к образующей поверхности пружины на длине не менее 0,75 длины окружности; зазор между концевыми и рабочими витками не должен превышать 3 % от номинального шага между рабочими витками; отклонения от перпендикулярности опорных поверхностей пружины в свободном состоянии к ее образующей не должно превышать 1 %; опорные поверхности должны быть плоскими по длине не менее 3/4 длины окружности концевой витка; концы опорных витков пружины должны иметь толщину не менее 15 % от диаметра проволоки; витки пружины должны быть концентричны между собой (отклонения от концентричности не должны превышать 2 % от среднего диаметра пружины).

При обжатии под нагрузкой пружина не должна иметь остаточных деформаций, отклонения нагрузок от номинальных не должны превышать  $\pm 6\%$ .

**Вид и характер дефектов.** В результате эксплуатации пружины теряют жесткость, витки деформируются, нарушается концентричность витков, появляются трещины, обломы, поверхность опорных витков изнашивается.

При наличии дефектов, превышающих значения, допустимые без ремонта, пружины бракуются.

**Устройство прибора для контроля упругости пружин.** Прибор рис. 10 состоит из корпуса 3, основания 2, столика 4, тормозной камеры 7, линейки 9, динамометра 1, штока 5, камеры 7, линейки 9, динамометра 1, штока 5, указателя длины 8, контргайки 6, маховика грубой настройки 10, маховика тонкой настройки 11.

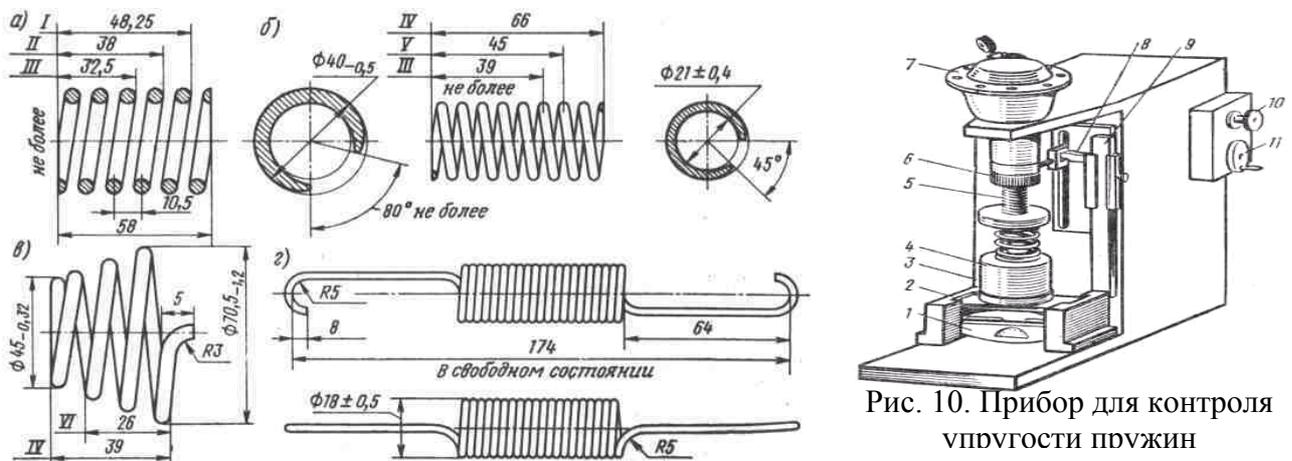


Рис. 9. Основные виды автомобильных пружин:

а — пружина клапана двигателя; а — пружина сцепления; в — пружина рычага пере ключе ,ия передач; г — пружина стяжная колодок тормоза;

I — под нагрузкой 268—308 Н; II — под нагрузкой 600—680 Н; III — при сжатии до соприкосновения витков; IV — в свободном состоянии; V — под нагрузкой 780—870 Н VI — под нагрузкой 240—280 Н.

**Работа на приборе:** давление воздуха в системе довести до 0,2 — 0,4 МПа, установить пружину на столик прибора, шток тормозной камеры вывернуть до упора в опорный виток пружины и завернуть контргайку *б*, запомнить положение стрелки указателя длины *δ* (начало отсчета длины пружины), вращать по часовой стрелке маховик грубой настройки до начала открытия воздушного крана (шток камеры переместится на 2 — 3 мм вниз), вращать по часовой стрелке маховик тонкой настройки, сжимая пружину до соприкосновения витков, вращать маховик тонкой настройки против часовой стрелки (нагрузка снимается, пружина возвращается в первоначальное состояние), повторить последние два перехода, маховик тонкой настройки вращать по часовой стрелке, сжимая пружину до длины заданной техническими условиями. Стрелка динамометра покажет величину силы сжатия. Вращать маховик тонкой настройки против часовой стрелки до приведения пружины в первоначальное состояние записать длину пружины в свободном состоянии.

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию пружин (табл. 12).

Таблица 12

| Содержание перехода                  | Указания по выполнению  |
|--------------------------------------|---|
| 1, 2, 3                              | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2   |
| 4. Подготовить исходные данные       | <p>Установить принадлежность нескольких пружин к агрегату автомобиля соответствующей марки, для чего: определить тип пружины; измерить длину пружины в свободном состоянии (<i>H</i>), наружный диаметр (<i>Ø</i>), число витков (<i>n</i>), шаг пружины и диаметр проволоки (<i>l</i>, <i>и</i>); полученные результаты сопоставить с требованиями чертежа и сделать заключение о принадлежности пружин к агрегату.</p> <p>Для каждого конструктивного элемента (опорные и рабочие витки, пружина) определить параметры, их значения, а также способы и средства дефектации (см. п. 5.2).</p> <p>На пружину, принятую для дефектации, заполнить графы 2, 3, 5 разд. 2.2 отчета</p> |
| 5. Определить состояние пружины      |   |
| 5.1. Осуществить визуальный контроль | С помощью лупы 4-кратного увеличения установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии — места расположения и характер  |

| Содержание перехода                 | Указания по выполнению   |
|-------------------------------------|--|
|                                     | отколов, выработки и других видимых дефектов. Результаты записать в графу «4» разд. 2.2 отчета   |
| 5.2. Определить значения параметров | Измерить наружный диаметр в трех поясах (по концам и в середине), высоту, шаг и толщину опорных витков. Зазор между концами опорных витков и рабочими витками, перпендикулярность плоскостей опорных витков и образующей пружины, concentricity витков между собой. Результаты измерений (табл. 13) записать в разд. 2.4 отчета              |
| 5.3. Определить усилие пружины      | Установить пружину на приспособление и определить усилие нагрузки (на сжатие или растяжение) по заданной длине (см. РК 200-РСФСР-2025—73). Уменьшение усилия по сравнению с нормативом свидетельствует о потере пружиной упругости. Последовательность определения усилия пружины изложена выше. Остаточная деформация пружин не допускается |
| 6. Сделать заключение               | Сравнить действительное состояние пружин с требованием РК 200-РСФСР-2025—73 и в графу «б» разд. 2.2 отчета записать категорию ее состояния («без ремонта», «брак»)   |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 9, 10 табл. 2.

Таблица 13

| Параметры   | Номер пружины |   |   |   |
|-------------|---------------|---|---|---|
|             | 1             | 2 | 3 | 4 |
| Тип пружины |               |   |   |   |
| H           |               |   |   |   |
| n           |               |   |   |   |
| D           |               |   |   |   |
| t           |               |   |   |   |
| d           |               |   |   |   |
| P           |               |   |   |   |

Примечание. Результаты измерения других параметров при дефектации писать графу «4» разд. 2.2 отчета.

## Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите конструктивные и технологические требования к элементам пружин.
2. Каковы возможные дефекты пружин?
3. Каковы способы и средства дефектации пружин?
4. По каким параметрам и с какой целью осуществляется подбор пружин для одного агрегата?
5. Как влияет изменение свойств пружин на работу двигателя, сцепления, тормозов?

### Работа № 6. ДЕФЕКТАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

**Содержание работы.** Подготовка исходных данных для дефектации, определение технического состояния подшипников, сортировка подшипников по результатам контроля, определение условий монтажа и демонтажа подшипников, оформление отчета о результатах работы.

**Оборудование и оснастка рабочего места:** лабораторный стол, прибор для проверки радиального зазора, лупа 4-кратного увеличения, штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166—80), микрометры рычажные МР-25, -50, -75 (ГОСТ 4381—80), нутромер НИ 18-50 (ГОСТ 868—82).

**Конструктивно-технологическая характеристика подшипников.** Основными конструктивными элементами подшипников качения являются наружное кольцо, внутреннее кольцо, тела качения и сепаратор.

Основной характеристикой подшипника качения является его тип, который указывает на направление воспринимаемой нагрузки и форму тел качения. Существующая классификация содержит десять типов подшипников качения, которые обозначаются цифрами от 0 до 9.

Подшипники изготавливаются пяти классов точности 0, 6, 5, 4 и 2 (перечень дан в порядке повышения точности). На автомобилях применяют в основном подшипники класса 0. Для отремонтированных подшипников установлены три класса точности — НР, ОР и УР (класс НР соответствует классу 0 нового подшипника).

Точность размеров подшипника определяется допускаемыми отклонениями по внутреннему и наружному диаметрам, а также по ширине колец. Характеристика подшипников качения класса точности 0 приведена в табл. 14.

Таблица 14

| Интервал номинальных диаметров $d, D$ , мм | Нижнее допустимое отклонение, мкм |      |      |
|--|-----------------------------------|------|------|
|  | $dm$                              | $Dm$ | $B$  |
| Свыше 18 до 30                             | —10                               | —9   | —120 |
| »30 »50                                    | —12                               | —11  | —120 |
| »50 »80                                    | —15                               | —13  | —150 |
| »80 »120                                   | —20                               | —15  | —200 |
| »120 »150                                  | —25                               | —18  | —250 |

Параметры подшипников обозначаются следующим образом:  $d$  — диаметр отверстия внутреннего кольца;  $D$  — диаметр наружной поверхности наружного кольца;  $B_n, B_v$  — ширина колец подшипников,  $S_r$  — радиальный зазор,  $dm, Dm$  — средние диаметры внутреннего и наружного колец:

$$D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2};$$

$$d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2},$$

где  $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$  — наибольшие;  $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$  — наименьшие значения диаметра, полученные при измерении.

Вследствие того, что кольца подшипников имеют малую толщину и сравнительно легко деформируются после сборки с валами и корпусами, их годность определяется средними значениями диаметров  $D_m$ ,  $d_m$ .

На рабочих поверхностях подшипников не допускаются темные пятна или раковины, забоины, вмятины, глубокие риски или царапины, выкрашивание или шелушение.

На монтажных поверхностях подшипника допускаются: выработка не более 60 % рабочей поверхности на одном торце кольца (в пределах допуска на его ширину); следы зачистки мелких забоин и ржавчины; единичные грубые шлифовальные риски; единичные мелкие токарные риски, охватывающие 2/3 окружности кольца, длиной каждая не более 1/2 окружности; пучок мелких токарных рисок общей шириной не более 1/4 ширины кольца и длиной не более 1/2 окружности; чернота размером не более 10 % площади шлифовальной поверхности; ожоги, видимые без травления.

Подшипники при вращении должны иметь ровный и мягкий, без заедания ход, сопровождающийся незначительным шумом.

Зазор между кольцами и телами качения в подшипнике до посадки его на рабочее место называется начальным радиальным зазором.

Размеры радиальных зазоров в радиальных однорядных шариковых подшипниках приведены в табл. 15.

Таблица 15

| d, мм          | Ср. 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                              |

**Вид и характер дефектов.** Условия работы подшипника зависят от типа и места установки. В общем случае условия работы определяются воздействием сил трения, коррозии, температуры, вибрации и переменной по величине многократной контактной нагрузки.

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 %.

на

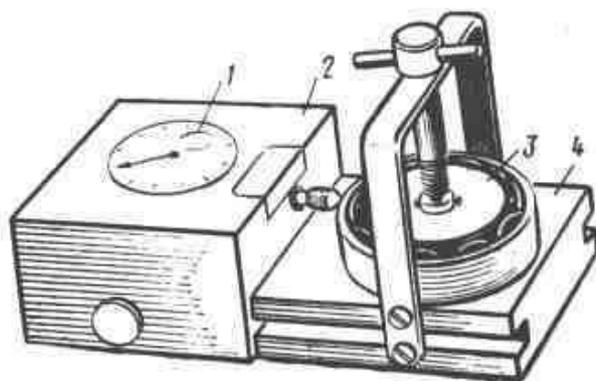


Рис 11. Прибор для определения радиального зазора

**Прибор для определения радиального зазора подшипников качения** (рис. 11) включает в себя основание 4, прижим 3, передвижную каретку 2 с индикатором часового типа 1. Проверяемый подшипник устанавливают на основании и закрепляют прижимом. Стержень индикатора упирают в наружное кольцо подшипника, обеспечивая натяг. Разность показаний стрелки индикатора при ручном перемещении (усилия нажатия

пальцев см. табл. 15) наружного кольца до упора в продольном направлении определит радиальный зазор.

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, предельные отклонения размеров находят по табл. 14. Если действительные значения параметров подшипников вышли за пределы допустимых, то такие подшипники выбраковываются.

Ниже приводится технологическая инструкция на дефектацию подшипников (табл. 16).

Таблица 16

| Содержание перехода                         | Указания по выполнению   |
|---|--|
| 1, 2, 3                                     | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2.   |
| 4. Подготовить исходные данные              | Названия конструктивных элементов, подлежащих дефектации (наружное и внутреннее кольца, подшипник в сборе), записать в графу «2» разд. 2.2 отчета (см. прилож. 1).<br>Параметры и их значения, определяющие состояние проверяемых деталей подшипника, записать в графу «3» разд. 2.2 отчета  |
| 5. Определить состояние подшипников в сборе | Установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии—характер и места дефектов. Результаты записать в графу «4» разд. 2.2 отчета.<br>Проверить на шум и легкость вращения. Объективные ощущения характера вращения записать в отчет.<br>Измерить радиальный зазор в подшипнике. Зазор определяют при трех положениях кольца через 120°. Наибольшее из |

| Содержание перехода                      | Указания по выполнению  |
|--|---|
|  | полученных за цикл измерений значение записать в графу «4» разд. 2.2 отчета   |
| 6. Обмерить посадочные поверхности колец | Измерить $D$ , $d$ и $B$ в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.<br>Рассчитать $D_m$ , $d_m$<br>Результаты замеров и расчетов (табл. 17) записать в разд. 2.4 отчета  |
| 7. Сделать заключение                    | Сопоставить действительное состояние подшипника с требованиями ГОСТ 520—71 или РК 200-РСФСР-2025—73 и отнести его к одной из двух категорий: «без ремонта», «в брак»<br>В разд. 2.3 отчета записать правила монтажа подшипниковых узлов |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 9,10 табл. 2

Таблица 17

| Параметры | Номера подшипников |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 1                  |     | 2   |     | 3   |     | 4   |     | 5   |     |
|           | Плоскости замеров  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|           | А-А                | Б-Б | А-А | Б-Б | А-А | Б-Б | А-А | Б-Б | А-А | Б-Б |
| $D$       |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| $D_m$     |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| $B_H$     |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| $d$       |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| $d_m$     |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| $B_b$     |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sp        | $0^\circ$          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|           | $120^\circ$        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|           | $240^\circ$        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

### Контрольные вопросы и задания

1. Как расшифровывается условное обозначение подшипника качения
2. Назовите типы подшипников качения и их детали.
3. Каковы основные дефекты подшипников качения и причины их возникновения?
4. Какие параметры определяют состояние посадочных поверхностей подшипников?
5. Как определить радиальный зазор в подшипниках качения и как он влияет на работу механизма?

#### 4. КОМПЛЕКТОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

*Цель работ* — уяснение сущности метода групповой взаимозаменяемости. Приобретение практических навыков в расчете размерных групп деталей и подборе сопряженных деталей по ремонтным размерам и размерным группам.

Уяснение работы, выполняемой комплектовщиком, включая пользование средствами контроля и руководством по капитальному ремонту.

##### *Работа № 7. РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП ПРИ КОМПЛЕКТОВАНИИ ПОРШНЕЙ С ГИЛЬЗАМИ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ*

**Содержание работы:** подготовка и анализ исходных данных о размерах, точности и характере посадки сопрягаемых поверхностей деталей гильза цилиндра — поршень, определение числа размерных групп данного соединения.

**Основные понятия и определения.** Поверхности деталей делят на сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* — это поверхности, которыми детали соединяются в подгруппы, группы и механизмы. Диаметры отверстий обозначают  $D$ , а диаметры валов  $a$ . Размеры выражают численные значения линейных величин (диаметров, длин) и делят их на номинальные ( $D, d$ ), действительные ( $D_i, d_i$ ), предельные ( $D_{max}, d_{max}, D_{min}, d_{min}$ ). Предельные размеры характеризуют точность действительных размеров и погрешности обработки.

Точность размера определяется величиной поля допуска ( $TD, Td$ ). Поле допуска определяют его величиной и положением относительно номинального размера. Алгебраическую разность между размером действительным (предельным) и номинальным называют отклонением ( $E, e$ ). Различают верхнее ( $ES, es$ ) и нижнее ( $EI, ei$ ) отклонения.

*Посадка* — характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров  $S$  (или натягов  $N$ ). Характер соединения должен обеспечивать надежность эксплуатации изделия.

В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяются на посадки с зазором, с натягом и переходные. Допуск посадки ( $ТП$ ) равен сумме допусков отверстия и вала, составляющих соединение  $ТП = TD + Ta$ .

Для посадок с зазором допуск равен допуску зазора ( $TS$ ) или разности предельных зазоров

$$ТП = TS = S_{max} - S_{min}$$

Для посадок с натягом допуск посадки равен допуску натяга ( $TN$ ) или разности натягов

$$ТП = TN = N_{max} - N_{min}$$

Допуск переходной посадки равен сумме максимального зазора и максимального натяга

$$ТП = S_{max} + N_{max}$$

**Сущность сборки по методу групповой взаимозаменяемости.** Уровень качества изделий определяют качеством поступающих на сборку деталей и сборочных единиц, а также качеством выполнения сборочных работ, т. е. обеспечением требуемой точности сборки.

Под точностью сборки понимают степень соответствия действительных значений параметров, характеризующих характер соединения сопряженных деталей, значениям, обусловленным технической документацией.

Точность зазоров, натягов и пространственного расположения деталей в соединении может быть достигнута методами полной, неполной или групповой взаимозаменяемости, регулированием и пригонкой.

Сборка по методу полной взаимозаменяемости возможна при соблюдении условия  $ТП = TS$ , или  $ТП = TN$ .

Соединения деталей двигателя (гильза — поршень, поршень — поршневой палец — верхняя головка шатуна и некоторые другие) собирают по методу групповой взаимозаменяемости, так как сборка их по методу полной взаимозаменяемости технически и

экономически нецелесообразна (производственные допуски деталей соединения значительно больше, чем технические требования к допуску посадки). В таких случаях существующий производственный допуск на изготовление деталей соединения (гильзы и поршня) искусственно уменьшают ( $TD/n$ ,  $Td/n$ ), чтобы получить равенство  $TII = TS$  или  $TII = TN$ . По этим суженным допускам ( $TDг$ ,  $Tdг$ ) детали сортируют на размерные группы. При сборке деталей соединения, относящихся к одной размерной группе, будет обеспечена посадка по методу полной взаимозаменяемости в соответствии с требованиями технической документации. Этим достигается стабильность посадок в соединениях, что предопределяет их надежность в работе и долговечность. Размерная группа обозначается буквой, цифрой или краской.

### Методика расчета размерных групп деталей соединения при групповой взаимозаменяемости (селективный подбор)

1. Установить исходные данные — размеры деталей и требования РК200-РСФСР-2025—73к характеру посадки соединения (номинальный диаметр и производственные допуски, предельные значения допусков посадки).

2. Определить величины допусков и соответствующие предельные отклонения размеров деталей соединения ( $TD$ ,  $Td$ ,  $ES$ ,  $EI$ ,  $eS$ ,  $ei$ ). Построить графическое расположение полей допусков.

3. Определить варианты возможных типов посадок в зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала:

$$S'_{\max} = ES - ei; \quad S'_{\min} = EI - eS;$$

$$N'_{\max} = eS - EI; \quad N'_{\min} = ei - ES,$$

где  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$  — действительные минимальный и максимальный зазоры;  
 $N'_{\min}$  и  $N'_{\max}$  — действительные натяги.

Сделать вывод о возможности применения вариантов посадок исходя из условий работы данного соединения. Установить метод обеспечения точности сборки (полная или групповая взаимозаменяемость).

4. Найти число размерных групп деталей соединения ( $n$ ), т. е. определить, во сколько раз надо уменьшить существующий производственный допуск, чтобы получить равенство  $TII = TS$  и, следовательно, обеспечить условия точности сборки  $n = TII/TS$ .

5. Определить условный (групповой) допуск деталей соединения ( $TDг$  и  $Tdг$ ) по формулам  $TDг = TD/n$ ;  $Tdг = Td/n$ .

6. Установить наибольшие ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ) и наименьшие ( $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ) размеры в каждой размерной группе исходя из величины группового допуска и действительного отклонения деталей. Предельные размеры каждой размерной группы в отдельности обеспечат посадку, требуемую РК200-РСФСР-2025—73 и необходимую точность сборки соединения. Результаты записать в табл. 18.

Таблица 18

| Отверстие |                            |                       | Вал            |                            |                       |
|-----------|----------------------------|-----------------------|----------------|----------------------------|-----------------------|
| EI,<br>ES | $D_{\max}$ -<br>$D_{\min}$ | Обозначение<br>группы | $ei$ ,<br>$eS$ | $d_{\max}$ -<br>$d_{\min}$ | Обозначение<br>группы |
|           |                            |                       |                |                            |                       |

**Пример.** Рассчитать число размерных групп для комплектования поршней с гильзами цилиндров двигателя «Москвич-412» и последующей их сборки методом групповой взаимозаменяемости.

1. Исходные данные:

Гильза цилиндра —  $\varnothing 0,82^{+0,06}_{+0,01}$  мм; поршень  $\varnothing 0,82^{-0,01}_{-0,06}$  мм. Посадка с зазором  
 $S_{\max} = 0,08$  мм;  $S_{\min} = 0,06$  мм. Допуск зазора  $TS = 0,02$  мм.

2.  $TD=0,05$  мм;  $Td=0,05$  мм;  $ES=0,06$  мм;  $EI=0,01$  мм;  $eS=-0,01$  мм;  $ei=-0,06$  мм;  
 $TII = TD + Td = 0,05 + 0,05 = 0,10$  мм; вывод:  $TII > TS$ .

Графическое расположение полей допусков (см. рис. 12).

3.  $S'_{max} = ES - ei$ ;  $S'_{max} = 0,06 \cdot (-0,06) = 0,12$  мм;

$S'_{min} = EI - eS$ ,  $S'_{min} = 0,01 \cdot (-0,01) = 0,02$  мм.

Вывод: варианты посадок, характеризующиеся  $S_{max} = 0,12$  мм и  $S_{min} = 0,02$  мм, не соответствуют требованиям Р К 200- РСФСР-2025–73. Для обеспечения требуемой точности сборки необходим подбор по методу групповой взаимозаменяемости.

4. Чтобы получить равенство  $TII = TS$  (условие обеспечения точности сборки), необходимо определить число размерных групп:

$$n = TII / TS = 0,10 / 0,02 = 5$$

5. Определяем групповой допуск размерной группы

$$TD_{г} = TD / n = 0,05 / 5 = 0,01 \text{ мм};$$

$$Td_{г} = Td / n = 0,05 / 5 = 0,01 \text{ мм}.$$

6. Составить таблицу размерных групп деталей соединения (табл. 19). Расчет

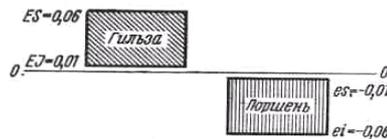


Рис. 12. Графическое расположение полей

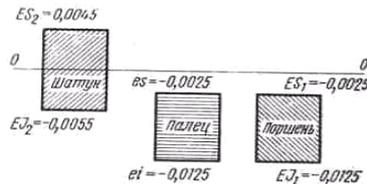


Рис. 13. Графическое расположение полей

показывает, что величина зазора для каждой размерной группы лежит в пределах 0,08—0,06 мм, что соответствует требованиям РК200–РСФСР–2025–73.

**Задачи для решения.** Рассчитать число размерных групп для комплектования поршней с гильзами цилиндров двигателя и последующей сборки их методом групповой взаимозаменяемости.

1. Для двигателя ЗИЛ-130: диаметр отверстия под поршень  $D = 100^{+0,06}$ ; диаметр юбки поршня  $d = 100^{+0,02}_{-0,04}$ ; посадка с зазором  $S_{max} = 0,05$ ;  $S_{min} = 0,03$ ; допуск зазора  $TS = 0,02$  мм.

Для двигателя ЗИЛ-120: диаметр отверстия под поршень  $D = 101,56^{+0,06}$ ; диаметр юбки поршня  $d = 101,56^{+0,02}_{-0,08}$ ; посадка с зазором  $S_{min} = 0,06$ ;  $S_{max} = 0,10$ ; допуск зазора  $TS = 0,04$ .

Таблица 19

| Гильза            |                         |                           | Поршень                      |                          |                           |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $ES, EI,$<br>мм   | $D_{max}-D_{min}$<br>мм | Обозна<br>чение<br>группы | $es, ei,$<br>мм              | $d_{max}-d_{min},$<br>мм | Обозна<br>чение<br>группы |
| $82^{+0,06}$<br>6 | 82,06—<br>82,05         | A                         | $82^{-0,01}$<br>$82^{-0,02}$ | 81,99—<br>81,98          | A                         |
| $82^{+0,05}$<br>5 | 82,05—<br>82,04         | B                         | $82^{-0,02}$<br>$82^{-0,03}$ | 81,98—<br>81,97          | B                         |
| $82^{+0,04}$<br>4 | 82,04—<br>82,03         | C                         | $82^{-0,03}$<br>$82^{-0,04}$ | 81,97—<br>81,96          | C                         |
| $82^{+0,03}$<br>3 | 82,03—<br>82,02         | D                         | $82^{-0,04}$<br>$82^{-0,05}$ | 81,96—<br>81,95          | D                         |

| Гильза          |                           |                       | Поршень               |                            |                       |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| $ES, EI,$<br>мм | $D_{\max}-D_{\min}$<br>мм | Обозначение<br>группы | $es, ei,$<br>мм       | $d_{\max}-d_{\min},$<br>мм | Обозначение<br>группы |
| 82 $+0,0$<br>2  | 82,02—<br>82,01           | Е                     | 82 $-0,05$<br>$-0,05$ | 81,95—<br>81,94            | Е                     |

### Контрольные вопросы

1. Каково содержание данной лабораторной работы?
2. Какова цель комплектовочных работ?
3. Каковы основные понятия и определения размерной точности?
4. Каковы основные понятия и определения точности посадки?
5. Как осуществляется сборка по методу групповой взаимозаменяемости?

### Работа № 8. РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП ПРИ КОМПЛЕКТОВАНИИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА (ПОРШЕНЬ—ПОРШНЕВОЙ ПАЛЕЦ—ШАТУН)

**Содержание работы:** подготовка и анализ исходных данных о размерах, точности и характере посадки сопрягаемых поверхностей деталей поршень — поршневой палец — шатун, определение числа размерных групп данных соединений.

**Основные понятия и определения.** См. лабораторную работу № 8.

**Сущность сборки по методу групповой взаимозаменяемости.** См. лабораторную работу № 8.

Методика расчета размерных групп деталей соединения при групповой взаимозаменяемости (селективный подбор) в данной лабораторной работе соответствует методике расчета, рассмотренной в лабораторной работе № 8. Только здесь рассматриваются два соединения: отверстия в бобышках поршня — наружный диаметр поршневого пальца и наружный диаметр поршневого пальца — отверстие во втулке верхней головки шатуна.

**Пример.** Рассчитать число размерных групп для комплектования поршней с поршневыми пальцами и поршневых пальцев с втулками верхней головки шатуна двигателя «Москвич-412» и последующей их сборки методом групповой взаимозаменяемости.

1. Исходные данные, мм:

диаметр отверстия в бобышках поршня  $D_1 = 22_{-0,0125}^{-0,0025}$  ;

диаметр пальца  $d = 22_{-0,0125}^{-0,0025}$  ;

диаметр отверстия во втулке верхней головки шатуна  $D_2 = 22_{-0,0055}^{+0,0045}$  Расчет ведется

параллельно для двух соединений: I — поршень — палец; II — палец — шатун. Характер посадки для соединения поршень — палец:  $S_{\max} = 0,0025$ ;  $N_{\max} = 0,0025$  мм. Допуск посадки (зазора и натяга) —  $TSN = 0,0050$  мм. Характер посадки для соединения палец — шатун:  $S_{\max} = 0,0095$ ;

$S_{\min} = 0,0045$  мм. Допуск посадки (зазора)  $TS = 0,0050$  мм.

2. Величины допусков и предельные отклонения деталей соединения:

$TD_1 = 0,0100$  мм;  $Td = 0,0100$  мм;  $ES_1 = -0,0025$  мм;

$EI_1 = -0,0125$  мм;  $eS = -0,0025$  мм;  $ei = -0,0125$  мм;

$TI = TD_1 + Td = 0,0100 + 0,0100 = 0,0200$  мм;  $TI > TSN$ .

$TD_2 = 0,0100$  мм;  $Td = 0,0100$  мм;  $ES_2 = 0,0045$  мм;

$EI_2 = -0,0055$  мм;  $eS = -0,0025$  мм;  $ei = -0,0125$  мм;

$TI = TD_2 + Td = 0,0100 + 0,0100 = 0,0200$  мм;  $TI > TS$ .

Графическое расположение полей допусков (см. рис. 13).

3. Варианты возможных типов посадок:

$$S'1_{max} = ES_1 - e = -0,0025 - (-0,0125) = 0,0100 \text{ мм};$$

$$N'1_{max} = eS - EI_1 = -0,0025 - (-0,0125) = 0,0100 \text{ мм};$$

$$S'11_{max} = ES_2 - ei = 0,0045 - (-0,0125) = 0,0170 \text{ мм};$$

$$N'11_{max} = eS - EI_2 = -0,0025 - (-0,0055) = 0,0030 \text{ мм}.$$

Вывод: варианты посадок, характеризующиеся для первого соединения  $S'1_{max} = 0,0100$  и  $N'1_{max} = 0,0100$  мм и для второго соединения  $S'11_{max} = 0,0170$  и  $N'11_{max} = 0,0030$  мм не соответствует требованиям РК200–РСФСР–2025–73. Для обеспечения требуемой точности сборки необходим подбор по методу групповой взаимозаменяемости, для чего выполняют следующие расчеты.

4. Число размерных групп:

$$n_1 = T_{П1} / T_{SN} = 0,0200 / 0,0050 = 4$$

$$n_2 = T_{П2} / T_S = 0,0200 / 0,0050 = 4$$

5. Групповой допуск размерной группы:

$$TD_{г1,2} = TD_{1,2} / n = 0,0100 / 4 = 0,0025 \text{ мм};$$

$$Td_{г1,2} = Td / n = 0,0100 / 4 = 0,0025 \text{ мм}.$$

6. Таблица размерных групп деталей соединений (табл. 20).

Таблица 20

| Поршень |                       |                      |             | Палец  |                     |                      |             |
|---------|-----------------------|----------------------|-------------|--------|---------------------|----------------------|-------------|
| ES, EI  | $D_{1max} - D_{min}$  | Обознач. группы      |             | es, ei | $d_{max} - d_{min}$ | Обознач. группы      |             |
| 22      | -0,0025<br>-0,0050    | 21,9975-<br>-21,9950 | I<br>роз.   | 22     | -0,0025<br>-0,0050  | 21,9975-<br>-21,9950 | I<br>роз.   |
| 22      | -0,0050<br>-0,0075    | 21,9950-<br>-21,9925 | II<br>кор.  | 22     | -0,0050<br>-0,0075  | 21,9950-<br>-21,9925 | II<br>кор.  |
| 22      | -0,0075<br>-0,0100    | 21,9925-<br>-21,9900 | III<br>зел. | 22     | -0,0075<br>-0,0100  | 21,9925-<br>-21,9900 | III<br>зел. |
| 22      | -0,0100<br>-0,0125    | 21,9900-<br>-21,9875 | IV<br>гол.  | 22     | -0,0100<br>-0,0125  | 21,9900-<br>-21,9875 | IV<br>гол.  |
| Шатун   |                       |                      |             |        |                     |                      |             |
| ES, EI  | $D_{2max} - D_{1min}$ | Обознач. группы      |             |        |                     |                      |             |
| 22      | +0,0045<br>+0,0020    | 22,0045-<br>-22,0020 | I<br>роз.   |        |                     |                      |             |
| 22      | +0,0020<br>+0,0005    | 22,0020-<br>-21,9995 | II<br>кор.  |        |                     |                      |             |
| 22      | -0,0005<br>-0,0030    | 21,9995-<br>-21,9970 | III<br>зел. |        |                     |                      |             |
| 22      | -0,0030<br>-0,0055    | 21,9970-<br>-21,9945 | IV<br>гол.  |        |                     |                      |             |

Расчеты показывают, что величины зазоров и натягов для каждой размерной группы лежат в пределах, предусмотренных РК 200–РСФСР–2025–73.

**Задачи для решения.** Рассчитать число размерных групп для комплектования

сопряженных поверхностей поршень — поршневой палец и поршневой палец — шатун и последующей сборки их методом групповой взаимозаменяемости.

1. Для двигателя ЗИЛ-130: диаметр отверстия в бобышках поршня  $D_1 = 28_{-0,0150}^{-0,0050}$ ; диаметр пальца  $d = 28_{-0,0100}$ ; диаметр втулки верхней головки шатуна  $D_2 = 28_{-0,0030}^{+0,0070}$ ; характер посадки соединения поршень — палец  $\frac{-0,0025}{-0,0075}$ ; допуск натяга  $TN = 0,0050$ , характер посадки соединения палец—шатун  $\frac{+0,0095}{+0,0045}$ ; допуск зазора  $TS = 0,0050$  мм.

2. Для двигателей автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-24: диаметр отверстий в бобышках поршня  $D_1 = 25_{-0,0100}$ , диаметр пальца  $d = 25_{-0,0100}$ ; диаметр втулки верхней головки шатуна  $D_2 = 25_{-0,030}^{+0,0070}$ ; характер посадки соединения поршень—палец  $\frac{+0,0025}{-0,0025}$ ; допуск зазора и натяга  $TSN = 0,0050$ ; характер посадки соединения палец—шатун  $\frac{+0,0095}{+0,0045}$  допуск зазора  $TS = 0,0050$  мм.

#### Контрольные вопросы

1. Каково содержание данной лабораторной работы ?
2. Как определить наибольшие и наименьшие предельные размеры сопряженных поверхностей ?
3. Как графически изобразить поле допусков обоих соединений ?
4. Чему равняется допуск посадки обоих соединений ?
5. В чем заключается сущность сборки по методу полной взаимозаменяемости ?

### Работа № 9. КОМПЛЕКТОВАНИЕ ПОРШНЕЙ С ГИЛЬЗАМИ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

**Содержание** работы: определение разницы в массе поршней, выявление вариантов характера посадки без подбора соединяемых деталей, сортировка деталей на размерные группы и их комплектование, проверка результатов подбора.

**Оборудование и оснастка рабочего места:** лабораторный стол, пневматический длиномер 316-1 (ГОСТ 11198—78) с калибрами, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 (ГОСТ 166—80), микрометр рычажный МР-100 (ГОСТ 4381—80), нутромер НИ 50-100 (ГОСТ 868—82).

**Основные требования к сопряженным поверхностям.** Поршни и гильзы, подвергающиеся комплектации, должны быть одной категории (одного ремонтного размера или размера по чертежу).

Комплектование начинают с подбора поршней по массе ( $540 \pm 2$ ) г, разница которой у поршня в сборе с шатуном, пальцем и поршневыми кольцами должна быть не более 8 г. Изменение массы шатуна в сборе с поршнем осуществляется подбором перечисленных выше деталей.

Изменение массы поршня осуществляется фрезерованием торца бобышек до размера не менее 23 мм от оси отверстия под палец. Изменение массы шатуна осуществляется фрезерованием прилива на верхней головке до размера не менее 19 мм от центра головки и фрезерованием прилива на крышке нижней головке до глубины не менее 36 мм от ее центра.

Поршни и гильзы для обеспечения селективной сборки рассортировывают на пять размерных групп с групповым допуском 0,012 мм. Обозначения размерной группы (А, 1В, 2Д и др.) выбивают на днище поршня, у гильзы — на ее верхнем торце. Размерная группа поршней, устанавливаемых на двигатель, должна соответствовать размерной группе гильз цилиндров. Допускается подбор поршней из соседних групп (только для двигателя ЗМЗ-24). После подбора на днище поршня ставят клеймо, соответствующее порядковому номеру

цилиндра.

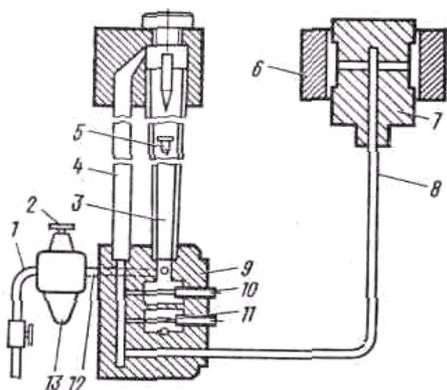


Рис. 14. Схема пневматического дилномера

**Устройство и работа пневматического дилномера.** Пневматический дилномер (рис. 14) предназначен для измерения диаметров отверстий и валов с точностью до 0,0010 — 0,0001 мм. Действие его основано на измерении расхода воздуха, который зависит от величины зазора между торцами сопел и стенками проверяемой детали. Каждому зазору, т. е. каждому размеру проверяемой детали, соответствуют свой расход воздуха и свое положение поплавка в трубке, которое определяют по шкале, тарируемой по результатам измерения установочных калибров.

Воздух по шлангу / поступает из сети в блок фильтра со стабилизатором 13, где он очищается от масла и механических примесей и получает постоянное давление, необходимое для работы дилномера за счет вращения винта 2. От стабилизатора воздух через шланг 12 поступает в канал в основании прибора под стеклянную трубку 3 с поплавком 5, из которой через шланг 8 попадает в измерительный калибр 7. При введении калибра в проверяемое отверстие детали 6 диаметр последнего определяется по положению поплавка 5 на шкале прибора. Между торцами сопловых отверстий калибра и стенками детали воздух выходит в атмосферу. С одной стороны трубки расположена миллиметровая шкала, а с другой — шкала, проградуированная с применяемым калибром. На основании 9 установлены краны 10 и 11, служащие для регулирования потока воздуха. Верхний кран 10 служит для пропускания воздуха в трубку 4 помимо трубки 3. Нижний кран 11 выпускает воздух в атмосферу после прохождения отсчетного устройства, минуя калибр.

Отсчетные устройства пневматического дилномера могут иметь 1—10 трубок для одновременного измерения соответствующего числа параметров (один параметр — одна трубка и т. д.).

Необходимые пределы измерений обеспечиваются путем применения трубок различной конусности (1:400 и 1:1000). Требуемая точность достигается подбором массы поплавка и диаметра сопла на измерительном калибре (табл. 21).

Таблица 21

| Конусность трубки | Диаметр сопла, мм | Предел шкалы измерения, мкм, при поплавке |        | Показания прибора (цена деления 0,001 мм) при поплавке |        |
|-------------------|-------------------|---|--------|--|--------|
|                   |                   | тяжелом                                   | легком | тяжелом  | легком |
| 1:400             | 0,7               | 100                                       | 70     | 1,6  | 2,8    |
|                   | 1,0               | 90  | 50     | 2,3  | 4,0    |
|                   | 1,5               | 63  | 35     | 3,5  | 6,0    |
|                   | 2,0               | 45  | 25     | 4,6  | 8,0    |
| 1:1000            | 0,7               | 40  | 24     | 5,0  | 8,0    |
|                   | 1,0               | 30  | 18     | 7,0  | 12,0   |
|                   | 1,5               | 22  | 12     | 10,5   | 18,0   |
|                   | 2,0               | 15  | 9      | 14,0   | 24,0   |

Измерительный калибр представляет собой пробку или кольцо, имеющие два диаметрально расположенных сопла (рис. 15). Наружный диаметр калибра  $d$  должен быть меньше наименьшего диаметра проверяемого отверстия  $D_1$  на 0,005—0,015 мм в зависимости от номинального диаметра. Диаметр по торцам сопел  $d_1$  калибра должен быть

меньше наименьшего контролируемого отверстия при диаметре сопла 0,7 мм—на 0,070 мм; 1,0 мм — на 0,040 мм; 1,5мм— на 0,030 мм; 2,0 мм — на 0,020 мм.

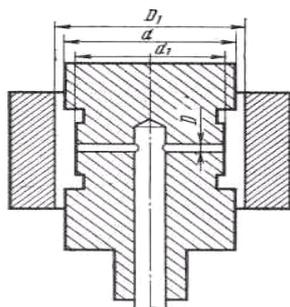


Рис. 15. Схема измерительного

### Работа прибора.

1. Настроить прибор: отрегулировать положение поплавка (винтами стабилизатора) и счетного устройства (см. рис. 14), учитывая, что при заворачивании винта 3 стабилизатора предельное положение поплавка перемещается вверх, при отворачивании — вниз (перед началом регулировки проверить давление воздуха по манометру, установленному в корпусе стабилизатора давления, и при необходимости отрегулировать его на 0,15МПа).

2. Измерительный калибр ввести в установочное кольцо, соответствующее измеряемому отверстию (оно должно иметь наименьший предельный размер), после чего с помощью регулировочных винтов сместить поплавок в нижнюю часть шкалы и сделать на ней соответствующую отметку.

3. Ввести измерительный калибр в другое установочное кольцо (имеющее наибольший предельный размер) и с помощью крана параллельного пропускa воздуха 7 установить необходимую длину шкалы. При этом необходимо, чтобы начало шкалы не сместилось. Против крайних положений поплавка делают отметки.

4. Участок между отметками разбивают в соответствии с разностью размеров между установочными калибрами, определяя значение каждого деления.

5. Вводят измерительный калибр в измеряемое отверстие и по положению 7поплавка определяют диаметр отверстия. Для определения размера вала используют измерительный калибр, представляющий собой кольцо.

Ниже приводится технологическая инструкция по комплектации поршня с гильзой (табл. 22).

Таблица 22

| Содержание перехода                   | Указания по выполнению   |
|---------------------------------------|--|
| 1, 2, 3                               | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2  |
| 4. Подготовить исходные данные        | <p>Определить требования к посадке комплектуемых сопряжении и допустимую разницу в массе поршня в сборе с шатуном, пальцем и кольцами, полученные значения записать в п. 2.1 отчета (см. прилож. 3).</p> <p>В графе 1 п. 2.2 отчета указать наименование комплектуемой детали («поршень», «гильза» и т. д.); в графе 2—условный номер детали (1, 2, 3 ...), выбитый на днище и на торце буртика гильзы; наименование «поршень» в графу 1 записывается 2 раза: первый раз для записи разницы в массе, второй — для записи действительного диаметра юбки</p> |
| 5. Определить разницу в массе поршней | На чашку весов, где находится шатун, поршневые кольца и палец, уложить поочередно все  |

| Содержание перехода                                     | Указания по выполнению  |
|---|---|
|   | <p>четыре поршня, определить их массу.</p> <p>Величину разницы в массе комплекта более 8 г записать в графу «3» отчета, а в графе «4» указать, насколько уменьшить массу и у какой поверхности детали</p>   |
| <p>6. Отсортировать поршни для селективного подбора</p> | <p>А. Замерить диаметр поршня (точность 0,001 мм) в нижнем сечении юбки перпендикулярно оси пальца. Полученный размер проверить при помощи пневматического длиномера.</p> <p>Б. Сравнить действительный размер юбки поршня с предельными значениями размерных групп и определить группу, к которой относится поршень.</p> <p>В. Полученные значения записать в п. 2.2 отчета</p>                                |
| <p>7. Сортировать гильзы для селективного подбора</p>   | <p>Замерить диаметр отверстия под поршень в поясе на расстоянии 60 мм от верхнего торца гильзы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и записать наименьшее из двух значений.</p> <p>Повторить п. 6.Б.</p> <p>Повторить п. 6.В (точность замера 0,001 мм).</p> <p>Полученный размер проверить при помощи пневматического длиномера</p>  |
| <p>8. Подобрать детали соединения</p>                   | <p>Инвентарные номера деталей комплекта и обозначения размерных групп записать в разд. 2.3 отчета и проверить правильность подбора, для чего: для каждого соединения определить величину зазора и записать его; полученные значения зазоров сравнить с требованиями РК 200-РСФСР-2025—73. При их несоответствии попытаться получить необходимый зазор подбором поршней и гильз из соседних размерных групп.</p> |

| Содержание перехода | Указания по выполнению  |
|---------------------|---|
|                     | Скомплектованные по размерным группам детали уложить в тару для отправки на сборку. |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 9,10 табл. 2.

### Работа № 10. КОМПЛЕКТОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ (ПОРШЕНЬ–ПОРШНЕВОЙ ПАЛЕЦ–ШАТУН)

**Содержание работы:** выявление вариантов характера посадки без подбора соединяемых деталей; сортировка деталей на размерные группы и их комплектование; проверка результатов подбора.

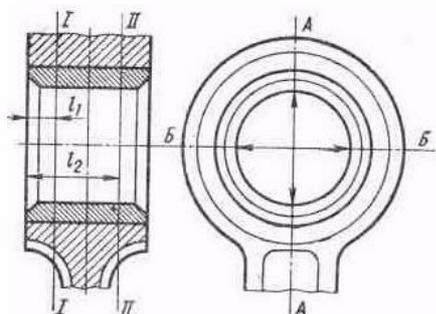


Рис. 16. Схема замеров диаметра отверстия втулки верхней головки шатуна

**Оборудование и оснастка рабочего места:** лабораторный стол, пневматический длиномер 316-1 (ГОСТ 11198–78) с калибром, комплектовочная тара, штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), микрометр рычажный МР-25 (ГОСТ 4381—80), нутромер НИ 18-50 (ГОСТ 868—82).

**Основные требования к сопряженным поверхностям.** Для обеспечения точности сборки соединений поршень — поршневой палец и поршневой палец — шатун эти детали по размерам их сопрягаемых поверхностей рассортировываются на четыре размерные группы с групповым допуском 0,0025 мм. Сортировка на группы производится при температуре  $20 \pm 3$  °С.

Принадлежность к данной группе отмечается пометкой масло-стойкой краской: у поршня — на торцах бобышек, у пальца — на внутренней цилиндрической поверхности, у шатуна — на наружной поверхности верхней головки.

Соответствие цвета определенной группе указывается в руководстве по капитальному ремонту соответствующего автомобиля.

При сборке поршня с шатуном размерная группа поршневого пальца и отверстия в верхней головке- шатуна должны соответствовать размерной группе отверстия под палец в поршне.

**Устройство и работа пневматического длиномера.** См. лабораторную работу № 10.

Ниже приводится технологическая инструкция на комплектацию деталей поршень—палец—шатун (табл. 23).

Таблица 23

| Содержание перехода                            | Указания по выполнению   |
|--|--|
| 1, 2, 3  | См. пп. 1, 2, 3 табл. 2  |
| 4. Подготовить исходные данные                 | Определить требования к посадке комплектуемых сопряжении поршень — палец и палец — шатун, полученные значения записать в п. 2.1 отчета               |
| 5. Сортировать поршни для селективного подбора | Диаметр отверстий бобышек измеряют в одном поясе (посередине) и в двух плоскостях (параллельно и перпендикулярно оси поршня).<br>Из четырех значений |

| Содержание перехода   | Указания по выполнению  |
|---|---|
|   | <p>диаметров бобышек поршня в отчет записывают наибольшие. Точность замера 0,0001 мм. Полученные размеры проверить при помощи пневматического длиномера.</p> <p>Сравнить действительные размеры отверстий бобышек с предельными значениями их размерных групп и определить группу для каждого поршня. Полученные значения записать в п. 2.2 отчета</p>  |
| <p>6. Сортировать поршневые пальцы для селективного подбора</p> | <p>Замерить диаметры каждого пальца в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и четырех поясах. Из восьми полученных размеров в отчет записать наименьшее значение. Точность замера 0,0001 мм. Полученный размер проверить при помощи пневматического длиномера.</p> <p>Сравнить диаметры поршневых пальцев с предельными значениями их размерных групп и определить группу для каждого поршневого пальца. Полученные значения записать в п. 2.2 отчета</p>  |
| <p>7. Сортировать шатуны для селективного подбора</p>           | <p>Внутренний диаметр втулки верхней головки замерить в двух взаимно перпендикулярных направлениях по двум поясам (рис. 16). Из четырех полученных размеров в отчет записать наибольшее значение. Точность замера 0,0001 мм. Полученный размер проверить при помощи пневматического длиномера.</p> <p>Сравнить действительные внутренние диаметры втулки верхней головки шатуна с предельными значениями размерных групп и определить группу для каждого шатуна. Полученные значения записать в п. 2.2 отчета</p> |
| <p>8. Подобрать детали соединения</p>                           | <p>Подобрать детали одной размерной группы для соединений поршень — палец и палец — шатун. Инвентарные</p>  |

| Содержание перехода | Указания по выполнению   |
|---------------------|--|
|                     | <p>номера комплектов деталей и обозначения размерных групп записать в п. 2.3 отчета (см. прилож. 3).</p> <p>Проверить правильность подбора, для чего для каждого соединения определить величину зазора или натяга и записать их, полученные значения зазора или натяга сравнить с требованиями РК 200-РСФСР-2025—73.</p> <p>Скомплектованные по размерным группам детали уложить в комплектующую тару для отправки на посты сборки</p> |

В заключение выполняются переходы, аналогичные приведенным в пп. 9, 10 табл. 2.

#### **Контрольные вопросы к лабораторным работам № 10 и 11**

1. Каково содержание данных лабораторных работ?
2. Где и как указываются размерные группы у деталей соединения?
3. Чем характеризуется посадка сопряженных поверхностей комплектуемых деталей?
4. Как определить разницу в массе шатунно-поршневой группы?
5. Каково число размерных групп и величина группового интервала для комплектуемых деталей методом групповой взаимозаменяемости?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ремонт автомобилей / Под ред. С.И. Румянцева. М.: Транспорт, 1988.
2. Технология ремонта автомобилей / Под ред. Дехтеринского Л.В.. М.: Машиностроение, 1979.
3. Ремонт автомобилей / Под ред. Дехтеринского Л.В.. М.: Транспорт, 1992
4. Капитальный ремонт автомобилей: Справочник / Под ред. Р.Е. Есенберлина. М.: Транспорт, 1989.
5. А.Г. Боднев, Н.Н. Шаверин. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. Учебное пособие для техникумов. М.: Транспорт, 1989.
6. Справочник технолога авторемонтного производства / Под ред. Г.А. Малышева. М.: Транспорт, 1977.

## СОДЕРЖАНИЕ

### **1. Основные положения по организации и проведению лабораторных работ**

### **2. Оборудование рабочих мест**

### **3. Дефектовочные работы**

Работа №1. Дефектация блока цилиндров двигателя и гильз

Работа №2. Дефектация коленчатого вала

Работа №3. Дефектация распределительного вала

Работа №4. Дефектация шатуна

Работа №5. Дефектация пружин

Работа №6. Дефектация подшипников качения

### **4. Комплектовочные работы**

Работа №7. Расчет размерных групп при комплектовании поршней с гильзами цилиндров

Работа №8. Расчет размерных групп при комплектовании КШМ (поршень-поршневой палец-шатун)

Работа №9. Комплектование поршней с гильзами цилиндров двигателя

Работа №10. Комплектование деталей КШМ (поршень-поршневой палец-шатун)

### **Список литературы**