



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

**Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»**

**В. М. Изойтко  
К. В. Буйкус**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

**Пособие**

**Минск  
БНТУ  
2021**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

В. М. Изоитко  
К. В. Буйкус

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Пособие для студентов специальностей  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(по направлениям)» по направлению  
1-37 01 06-01 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(автотранспорт общего и личного пользования)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск  
БНТУ  
2021

УДК 629.33.083.5(075.8)

ББК 39.33-08я7

ИЗ8

**Рецензенты:**

*Н. Н. Петюшев, В.В. Лахвич*

**Изоитко, В. М.**

ИЗ8      Технология производства и ремонта автомобилей : пособие для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01 «Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего и личного пользования)» / В. М. Изоитко, К. В. Буйкус. – Минск : БНТУ, 2021. – 50 с.

ISBN 978-985-583-682-8.

В пособии приведены содержание и порядок выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология производства и ремонта автомобилей».

УДК 629.33.083.5(075.8)

ББК 39.33-08я7

**ISBN 978-985-583-682-8**

© Изоитко В. М., Буйкус К. В. , 2021

© Белорусский национальный  
технический университет, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Лабораторная работа № 1. Дефектование блока цилиндров</b> .....	4
<b>Лабораторная работа № 2. Дефектование гильзы цилиндров двигателя</b> .....	13
<b>Лабораторная работа № 3. Дефектование коленчатого вала</b> .....	16
<b>Лабораторная работа № 4. Дефектование распределительных валов</b> .....	24
<b>Лабораторная работа № 5. Расточка гильз цилиндров под ремонтный размер</b> .....	29
<b>Лабораторная работа № 6. Хонингование гильз цилиндров двигателя</b> .....	40

# Лабораторная работа № 1

## ДЕФЕКТОВАНИЕ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

### 1.1. Цель работы

Целью работы является:

- 1) изучение технических условий на дефектовку блока цилиндров;
- 2) изучение дефектов и характера износа рабочих поверхностей блока цилиндров;
- 3) анализ результатов измерений и возможных методов восстановления блоков цилиндров.

### 1.2. Общие сведения

Основными дефектами блоков цилиндров, поступающих в капитальный ремонт, являются трещины, обломы и пробоины; забитость, срыв и износ резьбы в отверстиях под болты, шпильки и пробки; износ и деформация посадочных отверстий под гильзы цилиндров; износ гнезд под вкладыши коренных подшипников и их несоосность; износ отверстий под втулки распределительного вала и под толкатели и др.

### 1.3. Организация рабочего места

Для выполнения лабораторной работы необходимо следующее оборудование и инструмент:

- стол-подставка для блоков цилиндров;
- блок цилиндров;
- переносная лампа напряжением 6–12 В для осмотра блока цилиндров;
- индикаторные нутромеры с пределами измерений 50–100 мм и 100–160 мм;
- микрометры с пределами измерений 75–100 мм и 100–125 мм для настройки индикаторного нутромера;

- штангенциркуль с точностью 0,02 мм и пределами измерений 0–250 мм;
- динамометрический ключ для затягивания гаек болтов крышек коренных подшипников;
- приспособление для проверки несоосности гнезд под вкладыши коренных подшипников;
- приспособление для проверки неперпендикулярности осей цилиндров к оси коленчатого вала;
- приспособление для проверки межсосевого расстояния распределительного и коленчатого валов двигателя.

## **1.4. Порядок выполнения работы**

***1.4.1. Дефектовка блока цилиндров при внешнем осмотре.*** Произвести внешний осмотр блока цилиндров. Характер, расположение и размеры обнаруженных повреждений и дефектов записать в рабочую тетрадь.

Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

***1.4.2. Измерение диаметра посадочных поверхностей под гильзы цилиндров.*** С помощью индикаторного нутромера произвести замеры диаметров верхнего и нижнего посадочных поясков под гильзы в двух направлениях: параллельно и перпендикулярно к оси коленчатого вала. Результаты измерений записать в табл. 1.1.

Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

***1.4.3. Измерение диаметра гнезд под вкладыши коренных подшипников.*** При помощи индикаторного нутромера произвести измерения гнезд под вкладыши коренных подшипников в вертикальной и горизонтальной плоскостях блока цилиндров. Результаты замеров записать в табл. 1.2.

Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

Таблица 1.1

Результаты замеров посадочных поверхностей  
под гильзы цилиндров

Поверхность измерений	Направление замеров	№ цилиндров							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Верхний посадочный пояс под гильзу	Параллельно оси коленчатого вала								
	Перпендикулярно оси коленчатого вала								
	Овальность								
Нижний посадочный пояс под гильзу	Параллельно оси коленчатого вала								
	Перпендикулярно оси коленчатого вала								
	Овальность								

Таблица 1.2

Результаты замеров диаметра отверстий  
под вкладыши коренных подшипников

Плоскость измерений	Сечение	Номер коренной опоры коленчатого вала									
		1		2		3		4		5	
		Диаметр, мм	Износ, мм	Диаметр, мм	Износ, мм	Диаметр, мм	Износ, мм	Диаметр, мм	Износ, мм	Диаметр, мм	Износ, мм
Вертикальная	I-I										
	II-II										
Горизонтальная	I-I										
	II-II										
Овальность	I-I										
	II-II										

**1.4.4. Определение несоосности гнезд под вкладыши коренных подшипников.** Для проверки несоосности гнезд под вкладыши коренных подшипников применяется специальное приспособление (рис. 1.1).

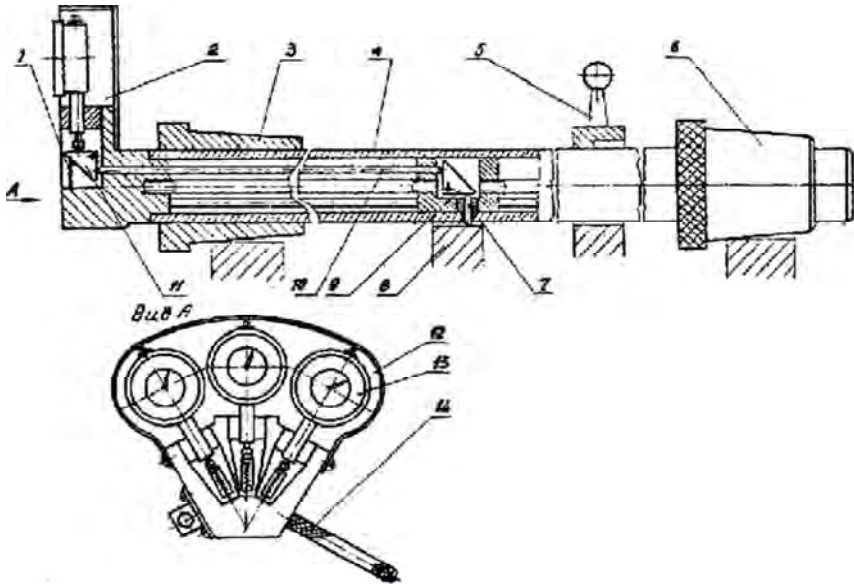


Рис. 1.1. Приспособление для проверки несоосности гнезд под вкладыши коренных подшипников:  
 1 – пружина; 2 – корпус; 3, 6 – втулки; 4 – труба; 5 – шаблон;  
 7 – измерительный плунжер; 8 – постель блока цилиндров;  
 9, 11 – рычаги; 10 – соединительная штанга; 12 – кожух;  
 13 – индикатор; 14 – рычаг

Принцип работы приспособления заключается в определении отклонений промежуточных постелей блока от номинальных значений при помощи индикаторов 13, настроенных по эталону 5. При этом отклонения индикатора от нулевого положения по часовой стрелке считаются положительными, а против часовой стрелки – отрицательными. Данные замеров с учетом знака записать в табл. 1.3.



Таблица 1.3

Результаты замеров несоосности гнезд  
под вкладыши коренных подшипников

Полость измерений	Расположение точек регистрации отклонений	Номера гнезд коренных подшипников				
		1	2	3	4	5
Вертикальная	в блоке					
	в крышке					
Горизонтальная	справа					
	слева					

Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

**1.4.5. Измерение перпендикулярности осей цилиндров к оси коленчатого вала двигателя.** Для проверки перпендикулярности оси цилиндра к оси коленчатого вала применяется индикаторное приспособление (рис. 1.2). Принцип работы приспособления заключается в определении разности показаний индикатора в двух положениях измерительного флажка при его контакте с верхней образующей скалки 1.

Результаты замеров записать в табл. 1.4. Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

**1.4.6. Определение межосевого расстояния постелей распределительного и коленчатого валов.** Измерение межосевого расстояния постелей распределительного и коленчатого валов производится при помощи приспособления (рис. 1.3).

Принцип работы приспособления заключается в определении показаний верхнего и нижнего индикаторов после предварительной установки их на нуль с помощью эталона. При этом отклонение стрелки верхнего индикатора от нулевого положения против часовой стрелки записывается со знаком (–) и свидетельствует об увеличении межосевого расстояния,

а по часовой стрелке – со знаком (+) (уменьшение данного расстояния). Отклонение нижнего индикатора по часовой стрелке – увеличение, а против – уменьшение межосевого расстояния.

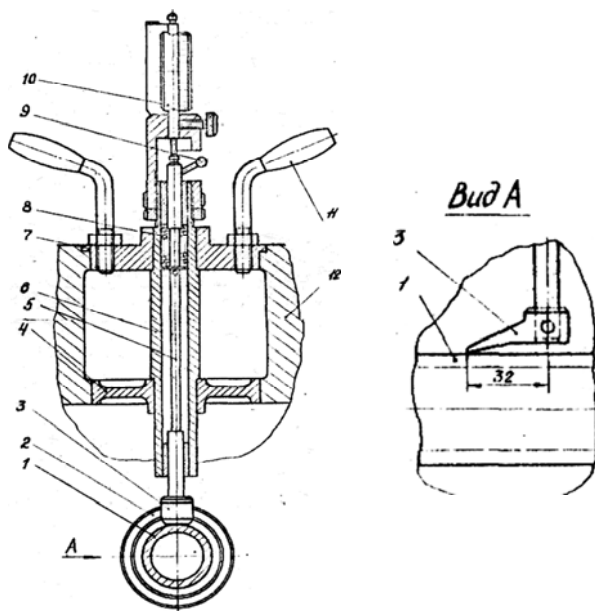


Рис. 1.2. Приспособление для проверки перпендикулярности оси цилиндра к оси коленчатого вала двигателя:

- 1 – скалка; 2 – конусная втулка; 3 – измерительный флажок;
- 4, 7 – установочные диски; 5 – плунжер;
- 6 – корпус измерительного устройства; 8 – пружина; 9 – рукоятка;
- 10 – индикатор; 11 – ручки; 12 – блок цилиндров двигателя

Таблица 1.4

Результаты замеров перпендикулярности осей цилиндров к оси коленчатого вала

Параметр	Номер цилиндра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Отклонениестрелки индикатора								

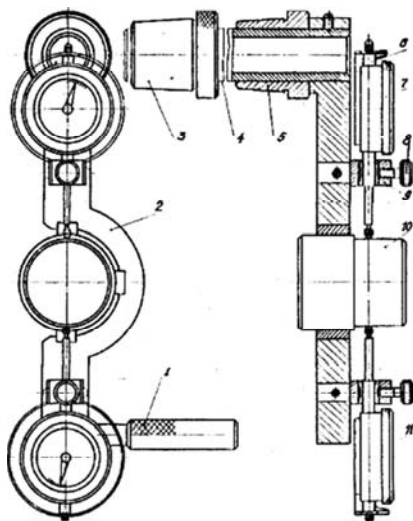


Рис. 1.3. Приспособление для контроля межосевого расстояния постелей распределительного и коленчатого валов:  
 1 – рукоятка; 2 – кронштейн; 3, 5 – установочные втулки; 4 – скалка;  
 6 – кожух; 7, 11 – индикаторы; 8 – винт; 9 – держатель; 10 – эталон

Результаты замеров записать в табл. 1.5. Сделать заключение о состоянии блока, сравнив полученные результаты с техническими условиями на дефектовку.

Таблица 1.5

Результаты замеров межосевого расстояния постелей распределительного и коленчатого валов

Место измерения	Показания индикаторов, мм			
	Верхнего	Нижнего	Среднее	Межосевое расстояние, мм
Со стороны передней торцевой поверхности блока				
Со стороны задней торцевой поверхности блока				

## 1.5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- 1) цель работы;
- 2) результаты внешнего осмотра, таблицы измерений (табл. 1.1–1.5) с оценкой состояния блока по измеренным параметрам;
- 3) анализ полученных результатов о состоянии блока в целом и заключение о способах устранения выявленных дефектов.

Таблица 1.6

### Технические условия на дефектовку блока цилиндров двигателя ЗИЛ-130

Наименование дефектов	Размеры, мм			Заключение
	номинальный	допустимый без ремонта	допустимый для ремонта	
1	2	3	4	5
Пробоины и обломы	–	–	–	Ремонтировать. Постановка заплат, приварка. Браковать при пробоинах и обломах, не поддающихся ремонту
Трещины	–	–	–	Ремонтировать. Заварка или заделка клеевыми композициями на базе эпоксидной смолы. Браковать при трещинах, не подлежащих ремонту
Износ верхнего посадочного отверстия под гильзу	125 <sup>+0,065</sup>	125 <sup>+0,11</sup> <sub>-0,02</sub>	–	Браковать при размере более 125,11 мм и менее 124,98 мм
Износ нижнего посадочного отверстия под гильзу	122 <sup>+0,063</sup>	122 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,02</sub>	–	Браковать при размере более 122,09 мм и менее 121,98 мм

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5
Деформация или износ гнезд под вкладыши коренных подшипников	79,5 <sup>+0,025</sup>	79,54	более 79,54	Ремонтировать. Растачивание гнезд до номинального размера, предварительно обработав стыковочную поверхность на величину 0,3–0,5 мм
Несоосность гнезд под вкладыши коренных подшипников	не более 0,02	0,05	–	Ремонтировать. Растачивание или хонингование гнезд до номинального размера, предварительно обработав стыковочную поверхность крышек на величину 0,3–0,5 мм
Износ отверстий под втулки распределительного вала: переднее и промежуточное отверстия заднее отверстие	55,5 <sup>+0,03</sup> 49,5 <sup>+0,027</sup>	55,56 49,56	Более 55,56 Более 49,56	Ремонтировать. Растачивание до ремонтного размера
Неперпендикулярность осей отверстий под гильзы к оси коленчатого вала	–	0,06 на длине 100 мм	–	Браковать при неперпендикулярности, превышающей допустимую величину
Межосевое расстояние постелей распределительного и коленчатого валов	130,2 <sup>+0,016</sup>	130,216 <sup>±0,025</sup>	–	Ремонтировать. Одновременное растачивание гнезд под вкладыши коренных подшипников и втулок распределительного вала
Непараллельность осей коленчатого и распределительного валов	–	0,06 на всей длине	–	Ремонтировать. Одновременное растачивание гнезд под вкладыши коренных подшипников и втулок распределительного вала

## Лабораторная работа № 2 ДЕФЕКТОВАНИЕ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

### 2.1. Цель работы

Целью данной работы является:

- 1) приобретение практических навыков по определению величины износа и искажения геометрической формы цилиндров;
- 2) приобретение опыта в назначении способов восстановления гильз цилиндров в зависимости от характера износа и других повреждений цилиндров.

### 2.2. Общие сведения

Износ цилиндров двигателей проявляется как в увеличении диаметра, главным образом, в области движения поршневых колец, так и в искажении первоначальной геометрической формы.

По высоте поверхность цилиндра изнашивается на конус, а в плоскости, перпендикулярной оси цилиндра, – на овал.

### 2.3. Организация рабочего места

На рабочем месте должно быть следующее оборудование и инструмент:

- стол-подставка для гильз цилиндров;
- гильзы, подлежащие измерению;
- микрометры МК с пределами измерений 75–100 мм или 100–150 мм в зависимости от диаметра измеряемых цилиндров;
- штангенциркуль с точностью 0,02 мм и пределами измерения 0–250 мм;
- масштабная линейка длиной 300 мм для определения высоты цилиндра и положения поясов измерений;
- индикаторный нутромер НИ со сменными наконечниками, обеспечивающими пределы измерений 50–100 мм или 100–160 мм в зависимости от диаметра измеряемых цилиндров;

- кусок мела;
- обтирочный материал.

Кроме того, на рабочем месте должны быть технические условия на дефектовку гильз, таблица ремонтных размеров цилиндров двигателей.

## 2.4. Порядок выполнения работы

Работу необходимо выполнять в следующем порядке:

- 1) подготовить табл. 2.1;

Таблица 2.1

Результаты измерений внутреннего диаметра  
гильзы цилиндра

Номер сечения	Плоскость, перпендикулярная оси коленчатого вала			Плоскость, параллельная оси коленчатого вала		
	Отклонение стрелки индикатора $S$ , мм	Диаметр цилиндра $D_{\perp}$ , мм	Износ $i_{\perp}$ , мм	Отклонение стрелки индикатора $S$ , мм	Диаметр цилиндра $D_{\parallel}$ , мм	Износ $i_{\parallel}$ , мм

2) измерить высоту цилиндра и отметить сечения замеров (рис. 2.1). Измерение ведут в двух плоскостях: перпендикулярной (наибольшего износа) и параллельной осям коленчатого вала. В табл. 2.1 записать средний результат минимум по трем измерениям;

3) по табл. 2.2 дать заключение с указанием ремонтного размера, под который следует расточить цилиндр;

4) построить графическую зависимость износа цилиндра от расстояния от верхней кромки.

## Ремонтные размеры цилиндров автомобильных двигателей

Двигатель	Номинальный диаметр, мм	Ремонтные размеры, мм		
		1	2	3
ЗИЛ-130	100,0 <sup>+0,06</sup>	100,5 <sup>+0,06</sup>	101,0 <sup>+0,06</sup>	101,5 <sup>+0,06</sup>
ЯМЗ-236	130,0 <sup>+0,06</sup>	130,5 <sup>+0,06</sup>	—	—

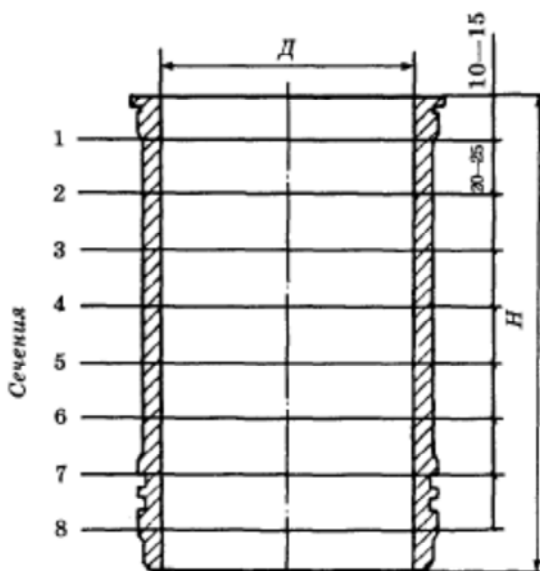


Рис. 2.1. Схема измерений внутреннего диаметра гильзы цилиндров

## 2.5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- 1) таблицу измерения гильзы цилиндров;
- 2) график износа гильзы цилиндров по высоте и его анализ;
- 3) заключение о степени износа гильзы цилиндров и ближайшем ремонтном размере, под который необходимо расточить гильзу.



Лабораторная работа № 3  
**ДЕФЕКТОВАНИЕ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА**

### **3.1. Цель работы**

Целью работы является:

- 1) изучение основных дефектов и характера износа рабочих поверхностей коленчатых валов;
- 2) освоение методики составления микрометражных карт и определения ремонтных размеров.

### **3.2. Общие сведения и указания к работе**

Коленчатые валы автомобильных двигателей работают в сложных условиях динамического нагружения силами давления газов и инерции возвратно-движущихся и вращающихся частей. Неравномерность нагрузок в течение цикла и их периодическая повторяемость вызывают неравномерный износ и искажение геометрической формы шеек, а также деформацию коленчатого вала, которая приводит к нарушению перпендикулярности оси вала к осям цилиндров и к ухудшению условий смазки шеек, к увеличению износа деталей цилиндропоршневой группы.

### **3.3. Организация рабочего места**

На рабочем месте должно быть следующее оборудование и инструмент:

- коленчатый вал;
- приспособление ПБ-500 для установки валов в центрах;
- индикатор часового типа ИЧ со стойкой для проверки прогиба, скрученности и отклонения осей коренных и шатунных шеек от оси первой шейки;
- микрометры МК с пределами измерений 25–50 и 50–75 мм;

- индикаторные нутромеры НИ с пределами измерений 18–36 и 50–100 мм;
- штангенрейсмус типа ШР с пределами измерений 40–400 мм для определения радиуса кривошипов коленчатого вала;
- штангенциркуль ШЦ-11 с пределами измерений 0–250 мм.

### 3.4. Порядок выполнения работы

1. Определить внешним осмотром наличие трещин, забоин, обломов и других дефектов, результаты записать в отчет.

2. Установить коленчатый вал в центры прибора (рис. 3.1) и произвести измерения диаметров коренных и шатунных шеек в двух сечениях, расположенных от щек примерно на 1/4 длины шейки (рис. 3.2). Полученные данные измерений записать в табл. 3.1.

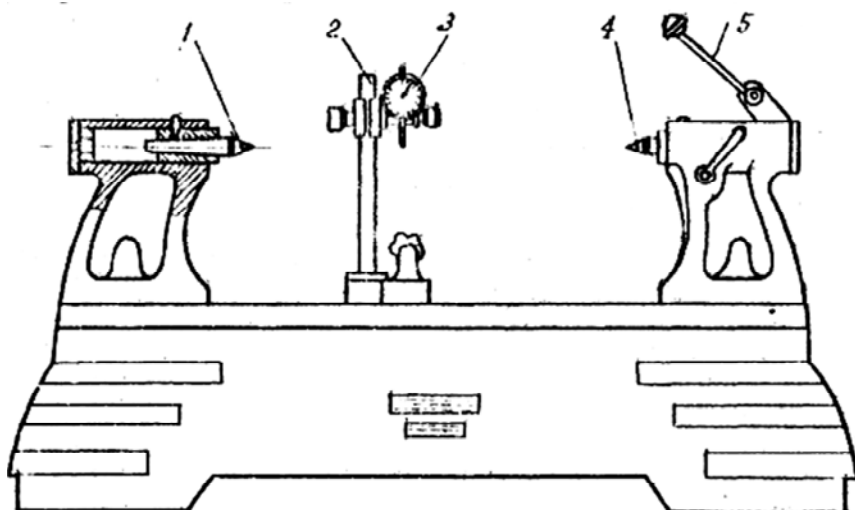


Рис. 3.1. Прибор ПБ-500 для определения деформаций коленчатого вала:

- 1 – центр передней бабки; 2 – стойка;
- 3 – индикаторная головка; 4 – центр задней бабки;
- 5 – рукоятка для отвода шпинделя задней бабки

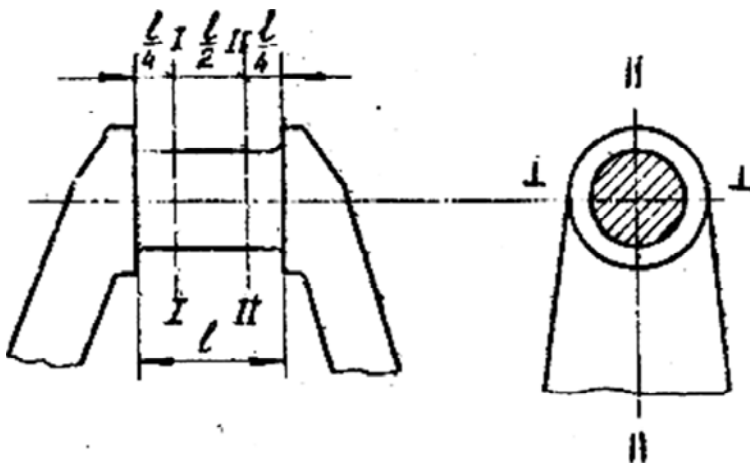


Рис. 3.2. Схема измерения диаметра шеек коленчатого вала:

I-I и II-II – пояса замеров; || и ⊥ – плоскости измерений  
(параллельная и перпендикулярная кривошину)

3. Произвести измерение прогиба коленчатого вала. Для этого необходимо подвести индикатор со стойкой к средней коренной шейке и установить наконечник измерительного стержня сверху в середине шейки вала. Поворачивая коленчатый вал, зафиксировать наименьшее отклонение стрелки индикатора, при котором установить стрелку на 0. При дальнейшем вращении коленчатого вала записывают максимальное отклонение стрелки индикатора.

Прогиб вала  $f$ , мм, определяют по формуле

$$f = 0,5C - 0,25O, \quad (3.1)$$

где  $C$  – величина отклонения стрелки индикатора;

$O$  – овальность средней коренной шейки.

Результаты измерений деформаций коленчатого вала заносят в табл. 3.2.

4. Определить биение торцевой поверхности фланца вала, результаты записать в табл. 3.2.

5. Определить радиальное биение фланца коленчатого вала.

6. Произвести измерения отклонений осей коренных шеек от оси первой коренной шейки, результаты записать в табл. 3.2.

7. Произвести измерения отклонений осей шатунных шеек от оси первой шатунной шейки, результаты занести в табл. 3.2.

8. Произвести измерение скрученности коленчатого вала. Для этого установить первую шатунную шейку в горизонтальной плоскости, зафиксировать вал и настроить индикатор на ноль. Затем передвинуть индикатор к последней шатунной шейке, лежащей в одной плоскости с первой, и отметить отклонение стрелки индикатора  $\delta$ . Данные замеров записать в табл. 3.2.

Скрученность вала  $\gamma$  определяют по выражению

$$\gamma = \frac{360\delta}{2\pi R} = 57 \frac{\delta}{R}, \quad (3.2)$$

где  $\delta$  – показание индикатора, мм;

$R$  – радиус кривошипа, мм.

9. Определить радиусы кривошипов коленчатого вала. Коленчатый вал установить так, чтобы первая шатунная шейка заняла крайнее верхнее положение, и с помощью штангенрейсмуса (рис. 3.3) определить высоту  $H$ . Повернув вал на  $180^\circ$ , замерить высоту  $h$ , когда шатунная шейка будет занимать крайнее нижнее положение. Повторить для остальных шатунных шеек. Результаты замеров записать в табл. 3.3.

Радиус кривошипа первой шатунной шейки определяют по формуле

$$R = \frac{H - h}{2}, \quad (3.3)$$

где  $H$  и  $h$  – показания штангенрейсмуса при верхнем и нижнем положениях шатунной шейки, мм.

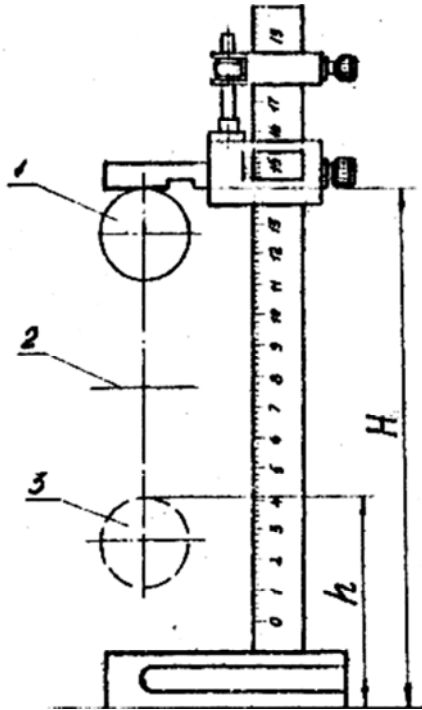


Рис. 3.3. Схема измерения радиуса кривошипа коленчатого вала:  
 1 – установка шатунной шейки в верхнем положении;  
 2 – положение оси коренных шеек;  
 3 – установка шатунной шейки в нижнем положении

Радиус кривошипа остальных шатунных шеек:

$$R_i = R_1 + \delta_i, \quad (3.4)$$

где  $R_1$  – радиус кривошипа первой шатунной шейки, мм;

$\delta_i$  – отклонение оси данной шатунной шейки от оси первой шейки, мм (берется с соответствующим знаком).

10. Сравнить результаты измерений параметров коленчатого вала с техническими условиями на дефектовку и сделать заключение о возможных способах восстановления детали.

Таблица 3.1

Результаты измерений диаметров шеек  
коленчатого вала двигателя

Номер шейки	Сечение замера	Направление измерения	Результаты замеров, мм										
			коренные шейки				шатунные шейки						
			диаметр	износ	овальность	конусность		диаметр	износ	овальность	конусность		
							⊥					⊥	
1	I-I	Параллельно плоскости кривошипа (  )											
		Перпендикулярно плоскости кривошипа (⊥)											
	II-II	Параллельно плоскости кривошипа (  )											
		Перпендикулярно плоскости кривошипа (⊥)											

Таблица 3.2

Результаты измерений деформаций коленчатого вала

Измеряемый параметр	Значение параметра
Биение вала по средней шейке, мм	
Овальность средней коренной шейки, мм	
Прогиб вала, мм	
Торцевое биение фланца, мм	
Радиальное биение фланца, мм	

Измеряемый параметр	Значение параметра
Отклонение осей коренных шеек, мм: 2-ой 3-ей 4-ой 5-ой	
Отклонение осей шатунных шеек, мм: 2-ой 3-ей 4-ой	
Отклонение стрелки индикатора при измерении скрученности, мм	
Скрученность вала, град.	

Таблица 3.3

### Результаты измерений радиуса кривошипов коленчатого вала

Измеряемые параметры	Номер кривошипа			
	1	2	3	4
Высота $H$ , мм				
Высота $h$ , мм				
Радиус кривошипа $R$ , мм				

#### Технические условия на дефектовку:

- биение коренных шеек (максимально допустимое 0,03 мм);
- биение посадочных поверхностей под звездочку и подшипник первичного вала коробки передач (максимально допустимое 0,04 мм);
- смещение осей шатунных шеек от плоскости, проходящей через оси шатунных и коренных шеек (максимально допустимое  $\pm 0,35$  мм);
- неперпендикулярность по отношению к оси коленчатого вала торцевой поверхности фланца. При проворачивании вала,

индикатор, установленный сбоку на расстоянии 34 мм от оси вала, не должен показывать биения более 0,025 мм;

– на коренных, шатунных шейках и на щеках коленчатого вала трещины не допускаются;

– на поверхностях коленчатого вала, сопрягаемых с рабочими кромками сальников, не допускаются царапины, забоины и риски.

Шейки следует шлифовать под ремонтный размер (табл. 3.4), если их износ больше 0,03 мм или овальность шеек больше 0,03 мм, а также если на шейках есть задиры и риски.

Таблица 3.4

Размеры шеек коленчатого вала автомобильного двигателя ВАЗ-2107

Наименование размера	Наименование шейки	
	коренная	шатунная
Номинальный	50,795 <sub>-0,020</sub>	47,834 <sub>-0,020</sub>
1 ремонтный	50,545 <sub>-0,020</sub>	47,584 <sub>-0,020</sub>
2 ремонтный	50,295 <sub>-0,020</sub>	47,334 <sub>-0,020</sub>
3 ремонтный	50,045 <sub>-0,020</sub>	47,084 <sub>-0,020</sub>
4 ремонтный	49,795 <sub>-0,020</sub>	46,834 <sub>-0,020</sub>

После шлифования на первой щеке коленчатого вала маркируют величину уменьшения коренных и шатунных шеек (например К 0,25; Ш 0,50).

### 3.5. Содержание отчета

Отчет по данной работе должен содержать:

- результаты внешнего осмотра коленчатого вала;
- результаты измерений диаметров коренных и шатунных шеек, параметров деформаций и радиуса кривошипа коленчатого вала;
- анализ полученных данных и заключение о способах устранения выявленных дефектов.



Лабораторная работа № 4  
**ДЕФЕКТОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ**

### **4.1. Цель работы**

В процессе выполнения лабораторной работы студент должен:

- изучить технические условия на дефектацию распределительных валов;
- изучить дефекты и характер износа рабочих поверхностей распределительных валов.

### **4.2. Общие сведения**

Основными дефектами распределительных валов являются погнутость вала, износ опорных шеек и кулачков, износ шестерни привода масляного насоса, износ и повреждение фланца или шейки крепления распределительной шестерни, износ шпоночной канавки, повреждение резьб.

### **4.3. Организация рабочего места**

На рабочем месте должно быть следующее оборудование и инструмент:

- приспособление ПБ-500 для установки валов в центрах;
- микрометры с интервалами измерений 25–50 мм и 50–75 мм; штангенциркуль, стойка с индикаторной головкой;
- распределительный вал, с закрепленным на нем градуированным диском для измерения профиля кулачков;
- обтирочный материал.

### **4.4. Порядок выполнения работы**

1. Определить внешним осмотром наличие трещин, забоин, обломов и других дефектов. Результаты осмотра записать в отчет.

2. Установить распределительный вал в центры прибора ПБ-500. С помощью индикаторной головки измерить биение и определить величину прогиба распредвала по неизношенному участку средней шейки.

3. Произвести измерения микрометром диаметров опорных шеек согласно схеме на рис. 4.1. Каждое измерение повторить минимум трижды, а среднее арифметическое значение занести в табл. 4.1.

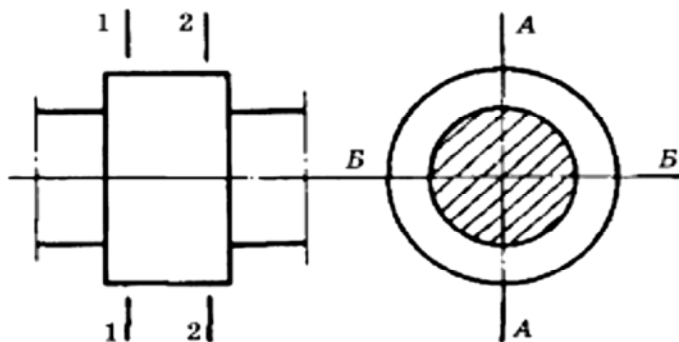


Рис. 4.1. Схема измерения шеек распредвала

Таблица 4.1

### Результаты измерения диаметров опорных шеек

Номер шейки	Плоскость сечения				Максимальная овальность, мм	Максимальная конусность, мм	Минимальный размер, мм
	1-1		2-2				
	Плоскость измерения						
А-А	Б-Б	А-А	Б-Б				
1							
2 и т. д.							

4. Произвести измерения кулачков распределительного вала в соответствии со схемой измерений на рис. 4.2 с целью

определения высоты подъема клапана  $h$  ( $h = H - d$ ). Результаты замеров занести в табл. 4.2.

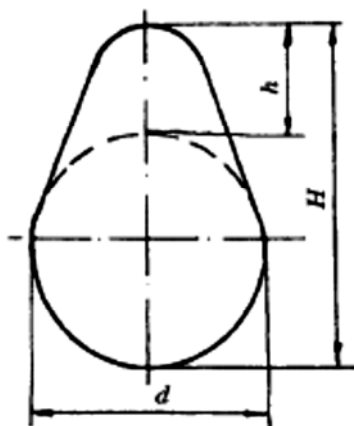


Рис. 4.2. Схема измерения кулачков

Таблица 4.2

### Определение размеров кулачков распределвала

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
Наибольший размер кулачка $H$ , мм								
Диаметр цилиндрической части $d$ , мм								
Высота кулачка $h$ , мм								

5. Произвести измерение профиля кулачков (одного впускного и одного выпускного) с помощью индикаторной головки. Нулевое деление градуированного диска совместить с осью симметрии или с наиболее удаленной от оси вращения точкой кулачка (рис. 4.3); шкалу индикаторной головки установить на 0. Поворачивая кулачок, произвести замеры профиля кулачка через каждые  $10^\circ$ . Результаты измерений занести в табл. 4.3.

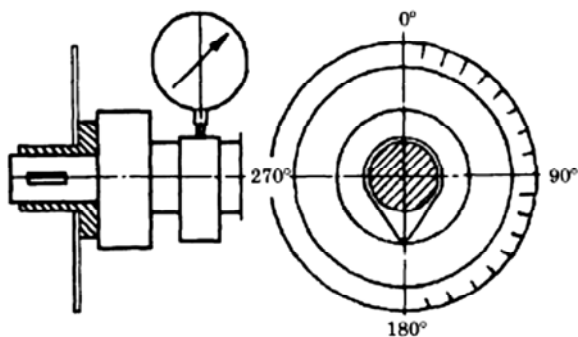


Рис. 4.3. Схема измерения профиля кулачков

Таблица 4.3

### Результаты измерения профилей кулачков

Угол поворота кулачка, град	Показания индикатора, мм		Угол поворота кулачка, град	Показания индикатора, мм	
	Впускной кулачок	Выпускной кулачок		Впускной кулачок	Выпускной кулачок
0	0	0	270		
10			280		
20			290		
30			300		
40			310		
50			320		
60			330		
70			340		
80			350		
90			360	0	0
100-260					

6. По результатам измерений вычертить профили кулачков в масштабе 4:1.

7. Сопоставить результаты измерений с требованиями технических условий и сделать заключение о состоянии распределительного вала.

## Технические условия на дефектовку

Ремонтные размеры шеек распределительного вала двигателя ЗМЗ-24 представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Размеры шеек коленчатого вала автомобильного двигателя ЗМЗ-24

Наименование размера	Наименование шейки				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Номинальный	52,00 <sub>-0,02</sub>	51,00 <sub>-0,02</sub>	50,00 <sub>-0,02</sub>	49,00 <sub>-0,02</sub>	48,00 <sub>-0,02</sub>
1-й ремонтный	51,80 <sub>-0,02</sub>	50,80 <sub>-0,02</sub>	49,80 <sub>-0,02</sub>	48,80 <sub>-0,02</sub>	47,80 <sub>-0,02</sub>
2-й ремонтный	51,60 <sub>-0,02</sub>	50,60 <sub>-0,02</sub>	49,60 <sub>-0,02</sub>	48,60 <sub>-0,02</sub>	47,60 <sub>-0,02</sub>
3-й ремонтный	51,40 <sub>-0,02</sub>	50,40 <sub>-0,02</sub>	49,40 <sub>-0,02</sub>	48,40 <sub>-0,02</sub>	47,40 <sub>-0,02</sub>
4-й ремонтный	51,20 <sub>-0,02</sub>	50,20 <sub>-0,02</sub>	49,20 <sub>-0,02</sub>	48,20 <sub>-0,02</sub>	47,20 <sub>-0,02</sub>

Кулачки шлифуют, если  $H - d < 6$  мм (рис. 4.2).

Вал подлежит восстановлению нанесением покрытия, если цилиндрическая часть кулачка  $d < 32$  мм, а диаметр эксцентрика менее 37,2 мм.

Допустимое без восстановления биение вала по средней шейке не более 0,05 мм.

Допустимое биение опорных шеек не более 0,03 мм.

Шероховатость шеек (в том числе после шлифования) не более 0,32 мкм.

## 4.5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- результаты внешнего осмотра;
- схемы измерения отдельных элементов распределительного вала;
- таблицы измерений;
- профили кулачков, вычерченные по результатам измерений;
- анализ полученных данных и заключение о способах устранения выявленных дефектов.

Лабораторная работа № 5  
**РАСТОЧКА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ  
ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР**

### **5.1. Цель работы**

Целью настоящей работы является:

- изучение технологического процесса восстановления гильз блока цилиндров автомобильных двигателей способом механической обработки под ремонтные размеры;
- приобретение практических навыков по выбору режимов резания, настройке и управлению станком для расточки гильз цилиндров.

### **5.2. Общие сведения и указания к работе**

Основным способом восстановления гильз цилиндров автотракторных двигателей с износом рабочих поверхностей сверх допустимых пределов является их расточка под увеличенный ремонтный размер.

Шероховатость поверхности после расточки составляет  $R_a = 1,25-1,0$  мкм. Однако качество рабочей поверхности гильз цилиндров автомобильных двигателей должно быть  $R_a = 0,32-0,25$  мкм. Поэтому после расточки цилиндров требуется финишная обработка-хонингование.

Для расточки применяют отделочно-расточной станок модели 2Е78П.

Основные технические данные станка 2Е78П:

- диаметр расточки, мм – 28–200;
- наибольший ход шпиндельной бабки, мм – 500;
- частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$  – 26–1200;
- подача, мм/об – 0,025; 0,05; 0,100; 0,200.

### 5.3. Организация рабочего места

На рабочем месте должно быть следующее оборудование и инструмент:

- отделочно-расточной станок 2Е78П с приспособлениями и инструментом к нему;
- комплект гильз цилиндров, подлежащих расточке;
- индикаторные нутромеры с пределами измерения 50–100 мм и 100–150 мм;
- микрометры для настройки нутромера с пределами измерения 75–100 мм или 100–125 мм в зависимости от диаметра растачиваемой гильзы цилиндров;
- штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм;
- масштабная линейка длиной 300 мм;
- ключ гаечный 24 мм;
- отвертка.

### 5.4. Устройство, принцип работы и управление станком

Станок модели 2Е78П (рис. 5.1) служит для тонкой расточки гильз цилиндров автотракторных двигателей в стационарных условиях.

Основные узлы станка: основание, колонна, стол, шпиндель, шпиндельная бабка, коробка скоростей и подач, пульт управления.

Основание 9 является базовой деталью, на которой устанавливаются все остальные узлы станка. Внутри основания располагаются электродвигатели главного движения и быстрых ходов шпиндельной бабки и стола.

Перемещение обрабатываемого изделия в двух взаимно перпендикулярных направлениях на станке осуществляется при помощи стола 8, состоящего из двух частей: нижней – салазок, перемещающихся в поперечном направлении по направляющим основания, и верхней – собственно стола, перемещающегося в продольном направлении по направляющим салазок.

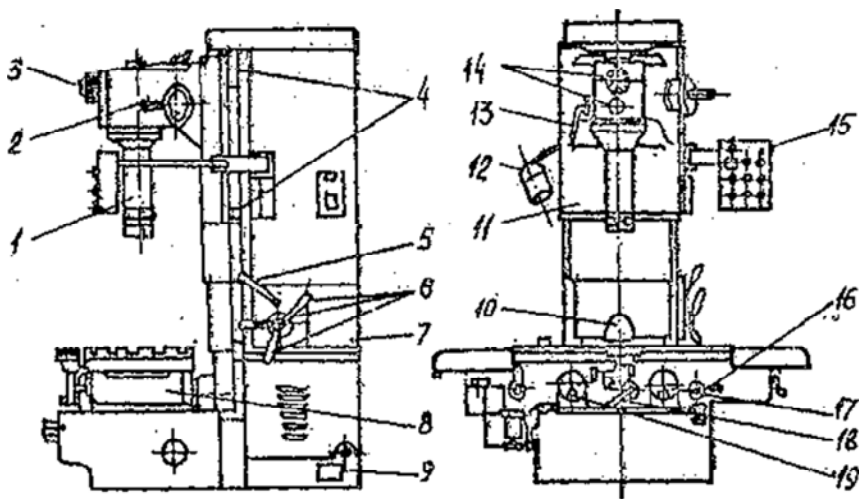


Рис. 5.1. Общий вид станка модели 2E78П и органы управления:  
 1 – шпиндель; 2 – маховик перемещения шпиндельной бабки вручную;  
 3 – лимб радиальной подачи резца; 4 – упоры автоматического  
 выключения движения шпиндельной бабки;  
 5 – рукоятка переключения подач; 6 – рукоятки переключения  
 скоростей шпинделя; 7 – колонна; 8 – стол; 9 – основание;  
 10 – коробка скоростей и подач; 11 – шпиндельная бабка;  
 12 – электроосвещение станка; 13 – рукоятка для отключения  
 шпинделя от кинематической цепи; 14 – индикатор;  
 15 – панель пульта управления; 16 – рукоятка для закрепления  
 стола от поперечного перемещения; 17 – маховик перемещений стола  
 вручную в поперечном направлении; 18 – рукоятка для закрепления  
 стола от продольного перемещения; 19 – маховик перемещения стола  
 вручную в продольном направлении

Установочные продольные и поперечные перемещения стола производятся вручную при помощи маховиков 17 и 19. В нужном положении стол фиксируется двумя рукоятками 16 и 18 при помощи эксцентриковых зажимов.

Колонна 7 крепится на основании. По ее направляющим – призматической и плоской – в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка 11. В ней расположены механизмы привода шпинделя 1, привода шпиндельной бабки



и ручных перемещений. Сменные шпиндели устанавливаются посадочным пояском в корпусе шпиндельной бабки и крепятся шестью гайками.

В нижней части колонны располагается установленная на основании коробка скоростей и подач 10. Управление коробкой, состоящее из рукоятки 5 переключения подач и трех рукояток 6 переключения скоростей, выведено на крышку, расположенную на правой стенке колонны.

Над крышкой установлены два конечных выключателя 4, ограничивающих перемещение шпиндельной бабки вверх и вниз.

Привод шпинделя осуществляется через клиноременную передачу. Ведомый шкив укреплен на валу, имеющем на шлицевом конце кулачковую полумуфту, при помощи которой вращение сообщается шпинделю. Включение кулачковой муфты осуществляется вручную рукояткой 13, расположенной на левой стенке шпиндельной бабки, через валик с эксцентричным пальцем.

Отключение шпинделя муфтой от кинематической цепи его привода облегчает вращение шпинделя от руки при установке и центрировании обрабатываемых деталей по оси расточки.

Механизм ручных перемещений состоит из вращающейся в подшипниках гайки-шестерни, находящейся в зацеплении с червяком. Червяк сидит на одном валу с маховиком 2. При вращении маховика червяк вращает гайку-шестерню, осуществляя перемещение шпиндельной бабки.

В шпиндельной бабке предусмотрено устройство для ручного радиального перемещения резца, которое позволяет осуществлять расточку отверстий различных диаметров и безрисочный вывод резца из обрабатываемого отверстия. Маховичок 3 ручного перемещения этого устройства с лимбом и индикатором расположен на передней стенке шпиндельной бабки.

Коробка скоростей и подач служит для передачи вращения от электродвигателя главного привода к валику привода

шпинделя и ходовому винту шпиндельной бабки. Она обеспечивает шпинделю двенадцать скоростей его вращения, четыре величины рабочих подач и ускоренное перемещение бабки.

Управление станком осуществляется с помощью панели пульта 15. Расположение органов управления на панели пульта приведено на рис. 5.2.

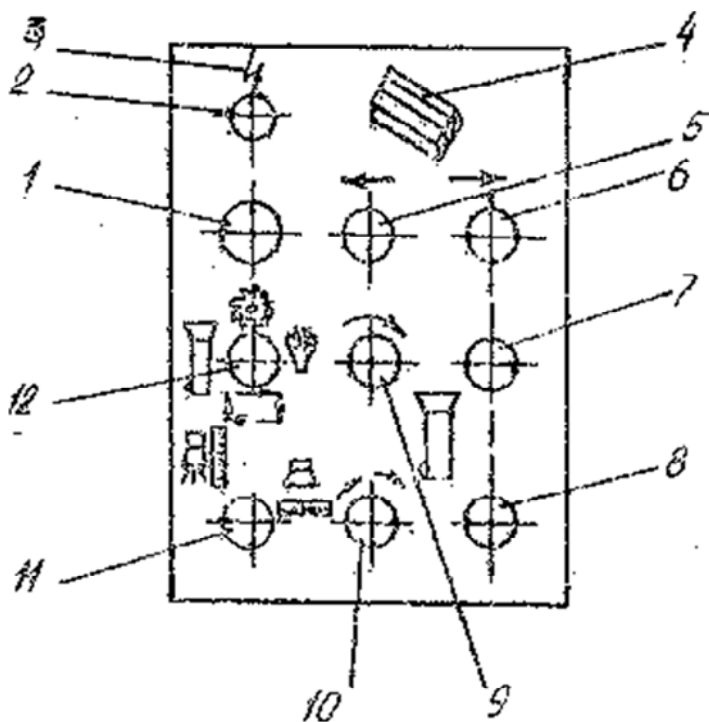


Рис. 5.2. Расположение органов управления на панели пульта:

- 1 – кнопка «Стоп» – останов станка; 2 – лампа «Сеть»;
- 3 – символ «Напряжение»; 4 – символ «Стол»; 5 – кнопка «Стол влево»;
- 6 – кнопка «Стол вправо»; 7 – кнопка «Шпиндель вверх» – быстрый ход шпиндельной бабки вверх; 8 – кнопка «Шпиндель вниз» – быстрый ход шпиндельной бабки вниз; 9 – кнопка «Вращение шпинделя»;
- 10 – кнопка «Проворот шпинделя»; 11 – переключатель «Освещение отсчетных линеек микроскопа»;
- 12 – переключатель «Шпиндель фрезерование, наладка, цикл»

## 5.5. Порядок выполнения работы

**5.5.1. Подготовка к работе.** Тщательно протереть рабочую поверхность гильзы цилиндра, измерить его диаметр в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (в плоскости продольной оси коленчатого вала и в плоскости, перпендикулярной к ней) в трех сечениях, равномерно расположенных по высоте цилиндра. Первое сечение должно совпадать с верхним положением верхнего компрессионного кольца. Результаты замеров занести в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Результаты измерений гильзы цилиндра  
двигателя \_\_\_\_\_

Схема замеров	Сечение	Диаметр гильзы цилиндра, мм		Максимальная овальность, мм	Максимальная конусность, мм
		В плоскости, параллельной оси коленчатого вала	В плоскости, перпендикулярной к оси коленчатого вала		
	Состояние цилиндра до расточки				
	I-I				
	II-II				
	III-III				
	Состояние цилиндра после расточки				
	I-I				
II-II					
III-III					

**5.5.2. Определение размера расточки гильзы.** Определить ближайший ремонтный размер, под который целесообразно произвести расточку гильзы:

$$D_{\text{расч}} = D_{\text{max}} + 2z, \quad (5.1)$$

где  $D_{\max}$  – максимальный диаметр цилиндра в наиболее изношенном поясе;

$z$  – суммарный припуск на обработку на сторону.

$$z = z' + z'', \quad (5.2)$$

где  $z'$  – припуск на растачивание на сторону,  $z' = 0,03-0,05$  мм;

$z''$  – припуск на хонингование на сторону,  $z'' = 0,02-0,04$  мм.

Полученную расчетную величину  $D_{\text{расч}}$  сравнить с данными табл. 5.2 и выбрать ближайший по отношению к расчетному ремонтный размер  $D_{\text{рем}}$ .

Диаметр расточки:

$$D_{\text{раст}} = D_{\text{рем}} - 2z''. \quad (5.3)$$

Таблица 5.2

Ремонтные размеры гильз цилиндров  
автомобильных двигателей

Марка двигателя	Номинальный диаметр, мм	Ремонтные размеры		
		1	2	3
ВАЗ-2107	$76,0^{+0,05}$	$76,2^{+0,05}$	$76,4^{+0,05}$	$76,6^{+0,05}$
ЗМЗ-24Д	$92,0^{+0,084}_{+0,024}$	$92,5^{+0,084}_{+0,024}$	$93,0^{+0,084}_{+0,024}$	$93,5^{+0,084}_{+0,024}$
ЗМЗ-53	$92,0^{+0,06}$	$92,5^{+0,06}$	$93,0^{+0,06}$	$93,5^{+0,06}$
ЗИЛ-130	$100,0^{+0,06}$	$130,25^{+0,06}$	$101,0^{+0,06}$	$101,5^{+0,06}$
ЯМЗ-236	$130,0^{+0,06}$	$130,5^{+0,06}$	–	–

**5.5.3. Установка гильзы.** Ось растачиваемого отверстия гильзы должна точно совпадать с осью шпинделя. Эксцентricность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. Соосность достигается при помощи приспособления для центрирования (рис. 5.2). Центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего пояса гильзы.

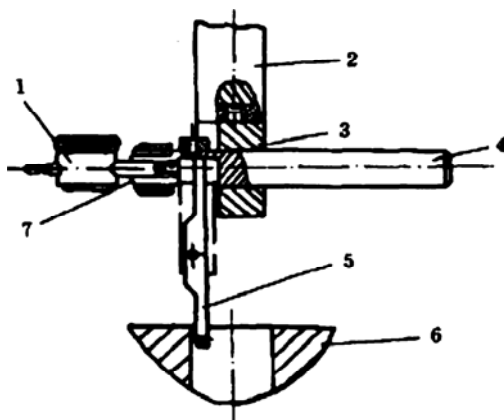


Рис. 5.2. Приспособление для центрирования:  
 1 – индикатор; 2 – шпиндель; 3 – колодка; 4 – державка;  
 5 – рычаг; 6 – гильза; 7 – гайка цангового зажима

При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки 13 (рис. 5.1) на шпиндельной бабке. Перемещение растачиваемой детали в продольном и поперечном направлениях при центрировании производится при помощи маховиков 17 и 19 продольного и поперечного движения стола или путем перемещения детали на плоскости стола ручным способом. Для закрепления детали стол имеет 5 Т-образных пазов.

**5.5.4. Установка инструмента.** После окончания центрирования гильзы резец подводится режущей кромкой к внутренней поверхности гильзы. Затем необходимо при помощи лимба 3 радиальной подачи резца (рис. 5.1) и индикатора 14 на шпиндельной бабке подать резец на величину, необходимую для получения нужного диаметра отверстия гильзы.

Вылет резца можно определить по формуле

$$L = \frac{D_{\text{раст}} + d_{\text{ш}}}{2}, \quad (5.4)$$

где  $d_{\text{ш}}$  – диаметр шпинделя, мм.

**5.5.5. Расчет режимов обработки.** Максимальная глубина резания

$$t_{\max} = \frac{D_{\text{раст}} - D_{\min}}{2}, \quad (5.5)$$

где  $D_{\min}$  – наименьший диаметр изношенного цилиндра до расточки, мм.

Подачу  $s$  при тонкой расточке чугунных поверхностей принимают в пределах 0,04–0,12 мм/об и округляют до ближайшего меньшего из имеющихся у станка.

Скорость резания  $V$ , м/мин, определяют по эмпирическим зависимостям или по справочным таблицам. В пределах указанных выше подач скорость резания деталей из серого чугуна можно принимать в пределах 100–200 м/мин.

Частоту вращения шпинделя станка  $n_{\text{ш}}$ , мин<sup>-1</sup>, определяют по формуле

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V}{\pi D_{\text{раст}}}. \quad (5.6)$$

Практически  $n_{\text{ш}}$  округляют до ближайшего меньшего значения по отношению к расчетному из имеющихся на станке.

Основное машинное время обработки  $T_0$ , мин, определяют по формуле

$$T = \frac{L+l}{sn_{\text{ш}}}, \quad (5.7)$$

где  $L$  – длина растачиваемого цилиндра, мм;

$l$  – величина холостого хода резца, мм.

**5.5.6. Расточка гильзы.** Установить рукоятки 5 и 6 (рис. 5.1) коробки скоростей и подач в положения, соответствующие выбранным значениям частоты вращения шпинделя и величины подачи.

Маховичком 2 ручной подачи подвести шпиндель к цилиндру так, чтобы резец касался верхнего торца цилиндра.

Проверить правильность установки и при необходимости отрегулировать положение упоров 4 автоматического выключения движения шпиндельной бабки.

Упор, ограничивающий перемещение шпиндельной бабки вниз, устанавливается таким образом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключателя при выходе резца из растачиваемого отверстия на 3–5 мм.

Установка упора, ограничивающего перемещение шпиндельной бабки вверх, производится с таким расчетом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключателя, когда шпиндель отойдет от растачиваемого отверстия на расстояние, достаточное для удобной смены инструмента или обрабатываемой детали.

Рукояткой 13 включить кулачковую муфту, при помощи которой шпиндель включается в кинематическую цепь привода и ему сообщается вращательное движение.

Включить основной электродвигатель нажатием кнопки «Пуск» на панели. Включение станка производить по разрешению преподавателя или учебного мастера.

По окончании расточки с помощью лимба 3 необходимо отвести резец от внутренней поверхности гильзы цилиндра, чтобы обеспечить безрисочный вывод резца из обработанного цилиндра. Включить на панели кнопку ускоренного подъема шпинделя и вывести его из цилиндра.

Измерить индикаторным нутромером диаметр расточенного цилиндра в трех сечениях и двух плоскостях и результаты записать в табл. 5.1. Определить максимальные значения овальности и конусности.

Сравнить полученную величину и отклонения абсолютного размера с табл. 5.2 ремонтных размеров и техническими условиями на ремонт.

После окончания работы необходимо привести рабочее место в порядок: очистить станок от стружки, протереть инструмент и приспособления, сложить инструмент в ящик и сдать учебному мастеру.

### **5.6. Составление отчета**

Отчет по выполненной работе должен содержать:

- краткое описание последовательности выполнения работы и необходимые при этом расчеты, эскизы, схемы;
- таблицу замеров цилиндра двигателя до и после расточки;
- анализ полученных результатов и заключение о выполненной работе.



Лабораторная работа № 6  
**ХОНИНГОВАНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ  
ДВИГАТЕЛЯ**

**6.1. Цель работы**

Целью работы является:

- изучение технологического процесса хонингования гильз цилиндров автомобильных двигателей;
- ознакомление с оборудованием и оснасткой для хонингования гильз цилиндров;
- приобретение практических навыков по настройке и управлению станком;
- проектирование технологической операции хонингования.

**6.2. Общие сведения и указания к работе**

Хонингование применяется для финишной обработки внутренних поверхностей (отверстий диаметром 5–1300 мм). В процессе хонингования обрабатываемая поверхность покрывается мельчайшей сеткой царапин в результате срезания выступов исходной шероховатости абразивными брусками, закрепленными в хонинговальной головке. Хонинговальная головка одновременно совершает вращательное и возвратно-поступательное движения. При этом достигается шероховатость поверхности  $R_a < 0,32$  мкм, точность размеров по 6–8 квалитетам и исправление геометрии отверстия. Исправление геометрии отверстия при хонинговании основывается на том, что при равной радиальной подаче всех брусков они испытывают различное давление в зонах наибольшего и наименьшего диаметра отверстия. Увеличение давления брусков на поверхность в зоне наименьшего диаметра вызывает более сильное режущее действие, а следовательно, и больший съем металла, чем в зоне наибольшего диаметра. Такое явление будет иметь место до полного устранения погрешности формы отверстия и выравнивания при этом давления всех брусков.

На рис. 6.1 показана схема процесса хонингования.

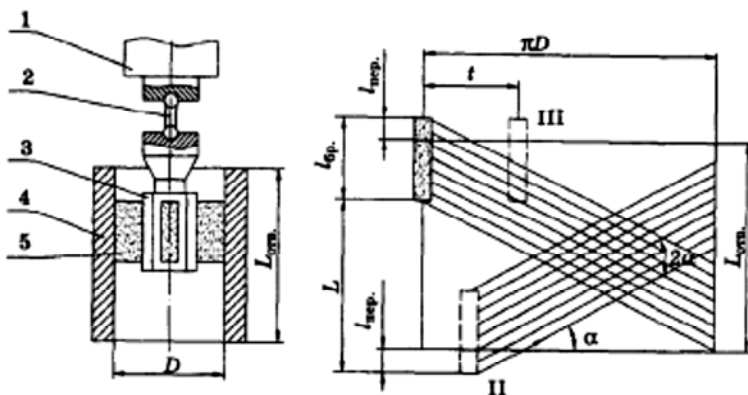


Рис. 6.1. Схема процесса хонингования:

- 1 – шпиндель станка; 2 – шарнирное устройство;  
 3 – хонинговальная головка; 4 – гильза; 5 – хонинговальный брусок;  
 $2\alpha$  – угол скрещивания следов;  $\alpha$  – угол подъема следа;  
 II, III – крайние положения бруска за один двойной ход

Хонингование ведется при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания для удаления стружки и продуктов износа с поверхности брусков и поверхности цилиндра. Кроме того, СОЖ отводит часть выделяющегося при резании тепла. Состав СОЖ: керосин с добавлением 10–20 % индустриального масла И12-А.

Хонингование производится на вертикальных хонинговальных станках. Разжатие брусков в хонинговальной головке производится устройствами с ручным, гидравлическим или пневматическим приводами.

Характеристики хонинговальных брусков выбирают в зависимости от наименования и свойств материала цилиндра, требуемой шероховатости и условий хонингования. С увеличением давления и зернистости съём металла увеличивается. Чем выше требования к шероховатости, тем мельче должна быть зернистость бруска.

С увеличением зернистости твердость брусков должна быть выше. Абразивный брусок характеризуется видом абразивного материала, зернистостью, твердостью, структурой, видом связки, классом, типом и габаритными размерами. Для хонингования цилиндров двигателей рекомендуется применять как абразивные бруски из корунда или зеленого карборунда, а также из синтетических алмазов, стойкость которых в 100–200 раз выше. Основные параметры режима хонингования: окружная скорость вращения хонинговальной головки и скорость ее возвратно-поступательного движения.

Для хонингования гильз цилиндров применяют станок хонинговальный вертикальный одношпиндельный ЗГ833.

Конструкция станка позволяет осуществлять:

- вращательное и возвратно-поступательное движение хонинговальной головки с одновременным радиальным перемещением брусков;

- возвратно-поступательное движение невращающейся хонинговальной головки.

Основные технические данные станка ЗГ833:

диаметр обрабатываемых отверстий, мм – 67,5–145;

длина обрабатываемых отверстий, мм – 150–450;

частота вращения хонинговальной головки,  $\text{мин}^{-1}$  – 155; 280; 400;

скорость возвратно-поступательного движения, м/мин – 8; 11,5; 18.

### **6.3. Организация рабочего места**

Для выполнения работы на рабочем месте должны быть:

- станок вертикально-хонинговальный ЗГ833;

- хонинговальная головка (в зависимости от диаметра обрабатываемого цилиндра);

- гильза цилиндра двигателя после расточки;

- приспособление для установки и крепления гильзы на столе станка;

- индикаторные нутромеры с пределами измерения 75–100 и 100–125 мм;
- микрометры с пределами измерения 75–100 и 100–125 мм;
- штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм;
- масштабная линейка длиной 300 мм;
- набор слесарного инструмента.

#### 6.4. Устройство и принцип работы станка

На рис. 6.2 представлен общий вид станка ЗГ833, предназначенного для хонингования гильз цилиндров автотракторных двигателей.

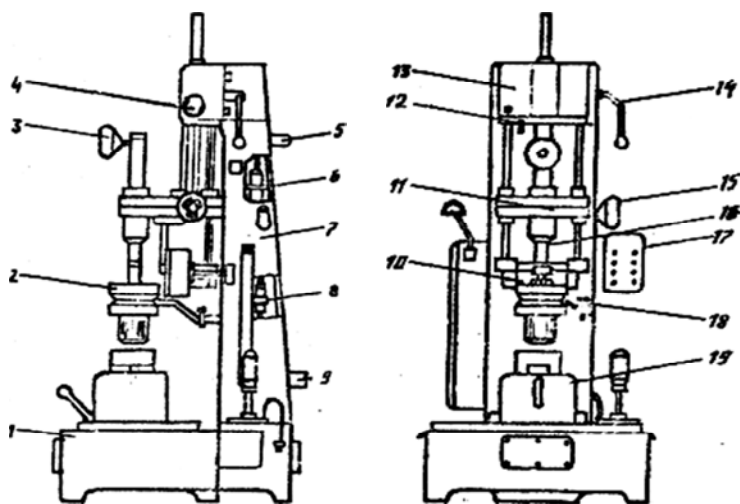


Рис. 6.2. Хонинговальный станок ЗГ833:

- 1 – основание; 2 – шпиндель; 3 – маховик разжима хона;
- 4 – кулачки регулировки хода ползуна; 5 – электродвигатель  
возвратно-поступательного движения;
- 6 – приводвозвратно-поступательного движения; 7 – колонна;
- 8 – привод вращения шпинделя; 9 – электродвигатель вращения шпинделя;
- 10 – редуктор; 11 – ползун; 12 – конечный выключатель;
- 13 – коробка передач; 14 – рукоятка реверса;
- 15 – маховик ручного привода хона; 16 – поводок; 17 – пульт;
- 18 – кран подачи охлаждающей жидкости; 19 – приспособление для гильз

Основание *1* станка представляет собой плиту коробчатой формы, внутренняя полость которой является резервуаром для охлаждающей жидкости. На верхней рабочей плоскости располагается устройство для установки и закрепления гильз *19*. На колонне *7* расположены привод вращения шпинделя *8* с электродвигателем *9*, привод возвратно-поступательного движения *6* с электродвигателем *5* и пульт управления *17*. Редуктор *10* служит для передачи вращательного движения от электродвигателя через трехручьевой шкив клиноременной передачи, ведущую и ведомую шестерни, шлицевой вал поводку хонинговальной головки *16*. Коробка подач *13* установлена на верхнем торце колонны *7* и служит для преобразования вращательного движения привода в возвратно-поступательное движение и передачи его с помощью зубчатой рейки на ползун *11*. На коробке подач монтируется фрикционный электромагнитный тормоз и механизм реверсирования.

На рис. 6.3 представлен пульт управления станком.

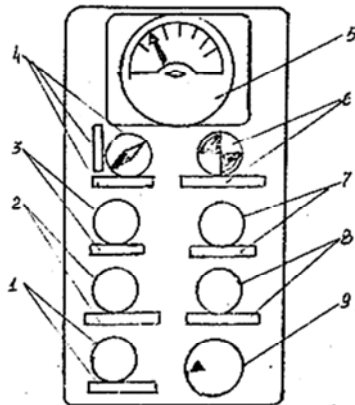


Рис. 6.3. Пульт управления:

- 1 – кнопка «конец цикла»;
- 2 – кнопка «шпиндель пуск»;
- 3 – кнопка «толчковый»;
- 4 – переключатель режимов «ввод хона» и «ручной»;
- 5 – указатель нагрузки;
- 6 – сигнальная лампа;
- 7 – кнопка «подача-пуск»;
- 8 – кнопка «шпиндель-стоп»;
- 9 – кнопка «общий стоп»

## 6.5. Порядок выполнения работы

**6.5.1. Подготовка к работе.** Протереть поверхность гильзы цилиндра и измерить ее в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех сечениях по длине. Результаты измерений занести в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Результаты измерения гильз цилиндров  
двигателя \_\_\_\_\_

Сечения	Диаметр гильзы цилиндра, мм		Овальность, мм		Конусность, мм		
	плоскость № 1	плоскость № 2, перпендикулярная плоскости № 1	по сечениям	максимальная	в плоскости № 1	в плоскости № 2	максимальная
I-I II-II III-III	перед хонингованием						
I-I II-II III-III	после хонингования						

*Примечание.* Сечения I-I и III-III расположены на расстоянии 10–15 мм от верхнего и нижнего краев гильзы, сечение II-II – в средней части.

**6.5.2. Расчет режимов обработки.** Припуск на хонингование на сторону

$$Z'' = \frac{D'_{\text{рем}} - D_{\text{min}}}{2}, \quad (6.1)$$

где  $D'_{\text{рем}}$  – нижнее отклонение ремонтного размера  $D_{\text{рем}}$ , мм;

$D_{\text{min}}$  – минимальный диаметр расточенного цилиндра, мм.

Выбрать по рекомендациям табл. 6.2 скорости вращательного и возвратно-поступательного движений хонинговальной головки и величину коэффициента  $\lambda$ .

Таблица 6.2

Рекомендуемые параметры процесса хонингования

Характер обработки	Припуск на диаметр, мм	Скорость вращательного движения хонинговальной головки $V_{\text{ок}}$ , м/мин	Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки $V_{\text{вп}}$ , м/мин	Соотношение между скоростями вращательного и возвратно-поступательного движения $\lambda$	Удельное давление брусков $P_0$ , Н/см <sup>2</sup>
Предварительная	0,04–0,08	40–80	17–22	3–6	8–120
Окончательная	0,005–0,01	30–50	8–15	4–8	3–50

Частота вращения шпинделя хонинговальной головки

$$n_p = \frac{1000V_{\text{ок}}}{\pi D_{\text{рем}}}. \quad (6.2)$$

Уточнить  $n_p$  и  $V_{\text{вп}}$  по паспорту станка из условия  $n_p \leq n_c$  и  $V_{\text{вп}} \leq V_{\text{вп}}^c$  при принятом  $\lambda$  ( $n_c$  и  $V_{\text{вп}}^c$  – частота вращательного и скорость возвратно-поступательного движения шпинделя по технической характеристике станка).

Длина хонинговального бруска  $l_{бр}$ , см, определяют по формуле

$$l_{бр} = \left( \frac{1}{3} - \frac{3}{4} \right) L_{отв}, \quad (6.3)$$

где  $L_{отв}$  – длина обрабатываемого отверстия, см.

Усилие разжима брусков

$$P = P_0 l_{бр} b x \operatorname{tg}(\varphi + \theta), \quad (6.4)$$

где  $P_0$  – удельное давление брусков, Н/см<sup>2</sup> (принимается по табл. 6.1);

$b$  – ширина бруска, см;

$x$  – число брусков в хонинговальной головке;

$\varphi$  – угол конуса разжима,  $\varphi = 10\text{--}15^\circ$ ;

$\theta$  – угол трения,  $\theta = 6^\circ$ .

Перебег брусков

$$l_{пер} = 1/3 l_{бр}. \quad (6.5)$$

Длина рабочего хода хонинговальной головки  $L$ , см, определяют по формуле

$$L = L_{отв} + 2l_{пер} - l_{бр}. \quad (6.6)$$

Количество двойных ходов хона в 1 мин  $n_2$ , дв.ход/мин, определяют по формуле

$$n_2 = \frac{1000V_{вп}}{2L}. \quad (6.7)$$



Количество двойных ходов хона для снятия припуска:

$$n_1 = \frac{Z''}{t_i}, \quad (6.8)$$

где  $t_i$  – слой металла, снимаемый за один двойной ход хона, мм, ( $t_i = 0,0004$ – $0,002$  мм для чугуна,  $t_i = 0,001$ – $0,0016$  мм для закаленной стали).

Основное машинное время обработки  $T_o$ , мин, определяют по формуле

$$T_o = \frac{n_1}{n_2}. \quad (6.9)$$

**6.5.3. Выполнение работы.** При выполнении работы необходимо:

1) установить и закрепить бруски в держателях хонинговальной головки;

2) присоединить головку к шпинделю станка, застопорить с помощью кольца;

3) сжать бруски, для чего маховик 3 (рис. 6.2) механизма разжима вращать по часовой стрелке;

4) установить гильзу в приспособление 19 (рис. 6.2) и закрепить;

5) установить требуемые параметры  $n_c$  и  $V_{вп}^c$  в соответствии со схемой наладки станка (клиноременные передачи);

6) установить ограничительные кулачки 4 (рис. 6.2) реверса в соответствии с рассчитанной величиной хода хонинговальной головки, для чего:

– включить станок включателем на задней стенке колонны 7 (рис. 6.2). При этом должна загореться контрольная лампа на пульте управления (рис. 6.3);

– убедиться, что ползун 11 (рис. 6.2) вместе с хонинговальной головкой находится в крайнем верхнем положении и са-

мопроизвольно не опускается (при самопроизвольном опускании нажать кнопку 9 «общий стоп») (рис. 6.3);

- поставить переключатель режимов 4 в положение «ввод хона» (рис. 6.3);

- нажать кнопку 7 «подача – пуск» (рис. 6.3) для включения электродвигателя подачи (при самопроизвольном опускании ползуна нажать кнопку 9 «общий стоп»);

- кратковременными толчками кнопкой 13 «толчковый» (рис. 6.3) подвести хонинговальную головку к обрабатываемому отверстию на расстояние не менее 50 мм (если хонинговальная головка опускается без остановок, нажать кнопку 9 «общий стоп» или перевести переключатель 4 из положения «ввод хона» в положение «ручной»);

- переключатель режимов 4 поставить в положение «ручной» и маховиком 15 (рис.6.2) ввести хонинговальную головку в отверстие цилиндра;

- ослабить крепление кулачков на диске 4 (рис. 6.2) механизма реверсирования хода ползуна, рукоятку реверса 14 (рис. 6.2) установить в положение «вниз», после чего опустить хонинговальную головку в отверстие цилиндра так, чтобы длина бруска над кромкой цилиндра составляла значение  $l_{\text{пер}}$ ;

- подвести кулачок с выступом на диске 4 (рис. 6.2) механизма реверса до соприкосновения его торца с поводком переключателя реверса и закрепить его;

- маховиком 15 (рис. 6.2) опустить хонинговальную головку в цилиндр на величину хода хонинговальной головки  $L$ , пользуясь шкалой на диске механизма реверса, и в этом положении закрепить второй кулачок (рукоятка 14 должна быть в положении «вверх», а торец второго кулачка при этом должен соприкоснуться с поводком конечного переключателя реверса);

- установить переключатель режимов 4 в положение «ввод хона», нажать кнопку 3 «толчковый» и проверить ход хонинговальной головки (при ненормальном движении нажать кнопку 9 «общий стоп»);

- 7) произвести обработку гильзы, для чего:
- маховиком 3 (рис. 6.2) механизма разжима брусков установить требуемое усилие;
  - открыть кран подачи охлаждающей жидкости;
  - нажать кнопку 2 «шпиндель – пуск» и произвести хонингование гильзы цилиндра в течение рассчитанного времени  $T_0$ ;
  - по окончании цикла обработки нажать кнопку 1 «конец цикла» (хонинговальная головка должна выйти из отверстия цилиндра вверх и остановиться в крайнем верхнем положении);
- 8) произвести замеры диаметра гильзы и данные занести в табл. 6.1;
- 9) снять гильзу со станка, выключить станок, убрать рабочее место;
- 10) оформить отчет и сдать преподавателю зачет по проделанной работе.

## **6.6. Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

- краткое описание процесса хонингования;
- расчеты режима;
- таблицу измерений;
- заключение по результатам работы.

Учебное издание

**ИЗОИТКО** Владимир Михайлович  
**БУЙКУС** Кястас Вито

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

Пособие для студентов специальностей  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(по направлениям)» по направлению  
1-37 01 06-01 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(автотранспорт общего и личного пользования)»

Редактор *Е. О. Германович*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 27.09.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 2,32. Тираж 100. Заказ 495.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.