ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ имени С. М. Кирова»

В. В. Балихин, доктор технических наук, профессор
Н. Ю. Иванов, доцент

РЕМОНТ МАШИН

Учебное пособие
по выполнению лабораторных работ
с элементами НИРС
для студентов специальностей 150405, 190603

Санкт-Петербург
2008

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
методической комиссией лесомеханического факультета
Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии
25 марта 2008 г.

Отв. редактор
доктор технических наук, профессор **В. В. Балихин**

Рецензенты:
лаборатория модифицирования поверхностей материалов
Института проблем машиностроения РАН
(доктор технических наук, зав. лабораторией В. Г. Кузнецов),
доктор технических наук, профессор **П. И. Романов**
(директор научно-методического УМО вузов России, СПбГПУ)

УДК. 630.36

В. В. Балихин, Н. Ю. Иванов. **Ремонт машин:** Учебное пособие по выполнению лабораторных работ с элементами НИРС для студентов специальностей 150405, 190603. СПб.: СПбГЛТА, 2008. 128 с.

Представлено кафедрой технологии лесного машиностроения и ремонта.

Учебное пособие по дисциплине «Ремонт машин» отражает многолетний опыт проведения лабораторных занятий на кафедре технологии лесного машиностроения и ремонта Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии.

Учебное пособие соответствует тематике лабораторных работ, предусмотренных программой курса «Ремонт лесных машин» для специальностей 150405, 190603.

С целью облегчения проведения лабораторных работ в данном пособии приведены некоторые справочные сведения.

Табл. 22 . Ил. 56. Библ. 15 назв.

Темплан 2008 г. Изд. № 100.

© Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия (СПбГЛТА), 2008
© В. В. Балихин, Н. Ю. Иванов, 2008

FreeBusta is knowledge
without borders!



ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторно-практические занятия являются важной частью подготовки студентов, способствуют закреплению теоретических знаний, а также дают возможность приобрести некоторые навыки выполнения основных операций по ремонту машин лесной промышленности.

Лабораторно-практические работы выполняются студентами самостоятельно (за исключением некоторых работ, на что будет указано особо) под наблюдением и руководством преподавателя.

Перед каждой лабораторной работой студент должен заблаговременно ознакомиться по данным указаниям с ее содержанием и порядком выполнения на учебном рабочем месте, а по специальным инструкциям — усвоить правила техники безопасности. Прежде чем допустить студентов к лабораторным работам, преподаватель проверяет степень их подготовленности.

По работам, которые носят демонстрационный характер, проверка знаний студентов ведется после проведения занятий. К ним относятся работы по контролю технического состояния деталей средствами дефектоскопии.

Приступая к выполнению лабораторной работы, студенты обязаны проверить на своем рабочем месте наличие и состояние инструмента, приборов, оборудования и технической документации, предусмотренных перечнем материального обеспечения по каждой лабораторной работе.

По окончании работы студенты должны привести свои рабочие места в надлежащий порядок, после чего сдать их учебному мастеру.

После выполнения лабораторной работы каждый студент составляет отчет по установленной форме.

Если внешнее оформление отчета и полнота приведенных в нем сведений удовлетворяют предъявляемым требованиям, а результаты проверки отчета преподавателем положительны, то по выполненной работе студент получает зачет.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МИКРОМЕТРИРОВАНИЕМ

Лабораторная работа 1

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

Цель работы

Ознакомление с методами дефектовки блока цилиндров в соответствии с техническими условиями и выполнение на практике отдельных контрольных операций. Определение изменения размеров и геометрических форм рабочих поверхностей цилиндра в результате износа.

Содержание работы

Цилиндры двигателей внутреннего сгорания работают в тяжелых условиях. Рабочие поверхности цилиндров подвергаются интенсивному изнашиванию в условиях значительных давлений в зоне контакта сопряженных деталей, высоких температур и затрудненной смазки.

В процессе эксплуатации двигателей рабочие поверхности цилиндров изнашиваются неравномерно, в результате чего происходит искажение геометрической формы как по длине, так и по диаметру цилиндра (рис. 1).

Увеличение внутреннего диаметра и изменение формы рабочей поверхности цилиндров приводят к значительному увеличению рабочих зазоров, что сопровождается снижением мощности двигателя, увеличением расхода топлива и смазки.

Ремонт цилиндров заключается в том, что после тщательного обмера и изучения износа рабочих поверхностей цилиндры (гильзы) подвергаются расточке и хонингованию под ремонтный размер с последующей постановкой поршней и поршневых колец соответствующего ремонтного размера.

Если расточка под ремонтный размер уже не представляется возможной, производят замену гильз.

Оборудование рабочего места

1. Блок цилиндра двигателя ЯМЗ-236. 2. Блок цилиндра двигателя Д-48Т. 3. Индикаторный нутромер для цилиндров с пределом измерения 100÷160 мм. 4. Комплект плоско-параллельных концевых мер длины с принадлежностями. 5. Микрометр 100÷125 и 125÷150 мм. 6. Штангенциркуль с пределом измерения до 150 мм. 7. Линейка металлическая 300 мм. 8. Лупа 4-кратная. 9. Переносная лампа с напряжением 24 В в комплекте с понижающим трансформатором 220/24.10. Обтирочный материал. 11. Технические условия на контроль и сортировку деталей двигателя Д-48Т. 12. Технические условия на контроль и сортировку деталей двигателя ЯМЗ-236.

FreeBusta is knowledge without borders!

Порядок выполнения работы (по одному цилиндру)

1. Тщательно протереть рабочую поверхность (зеркало) цилиндра.

2. Произвести осмотр цилиндра с целью выявления возможных трещин, изломов и других дефектов, а также с целью выявления раковин, царапин, глубоких рисок, задиров, могущих повлиять на точность измерения. При осмотре пользуются лупой и переносной лампой.

3. Измерить линейкой длину цилиндра и установить количество сечений, в которых следует производить замеры.

При определении технического состояния перед ремонтом цилиндры измеряют в 4 сечениях:

а) на расстоянии 5÷10 мм от верхней плоскости цилиндра — неизнашиваемая часть цилиндра;

б) на расстоянии 10÷15 мм от верхней плоскости цилиндра — наиболее изношенная часть цилиндра;

в) посередине цилиндра;

г) на расстоянии 10÷15 мм от нижней плоскости цилиндра.

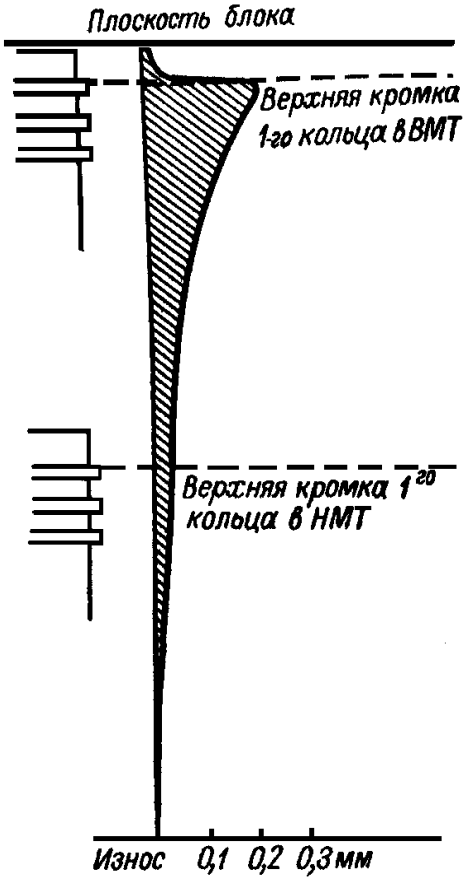


Рис. 1. Типичная кривая износа цилиндров по образующей

Для изучения характера износа и построения кривых износа измерения производят в большом количестве сечений, отстоящих одно от другого на расстоянии 30 мм. Сечения в цилиндрах отметить мелом или нанести на стойке индикаторного нутромера карандашные риски через 30 мм, начиная от осевой линии мерительных штифтов. Измерение в нужном сечении будет производиться после совмещения соответствующей риски на стойке нутромера с металлической линейкой на верхней плоскости блока цилиндров.

4. Измерить штангенциркулем диаметр цилиндра по его верхней неизнашивающейся кромке; размер округлить до целых миллиметров в сторону увеличения (D_1).

5. Подготовить индикаторный нутромер к работе:

а) подобрать сменную вставку в соответствии с диаметром цилиндра D_1, навернуть на нее контргайку и ввернуть вставку в нутромер;

б) установить набор мерительных плиток размером D_1 +1 мм в державку с мерительными губками.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

При отсутствии комплекта мерительных плиток допускается использование микрометров для настройки индикаторного нутромера;

в) установить микрометр на размер, равный диаметру цилиндра D_1, увеличенному на 1 мм.

Перед тем как пользоваться микрометром, необходимо проверить правильность его показаний по установленному калибру и, если требуется, произвести соответствующую настройку;

г) установить мерительные штифты нутромера между мерительными плоскостями губок набора мерительных плиток или между мерительными поверхностями микрометра и вывертывать сменную вставку до тех пор, пока стрелка индикатора не переместится на 5÷10 делений шкалы. Закрепить сменную вставку контргайкой и, не вынимая индикатор из микрометра, подвести нуль шкалы к стрелке индикатора. Размер $D_{усп}$ записать в таблице отчета.

6. Произвести измерения цилиндра в плоскости, перпендикулярной оси коленчатого вала (рис. 2):

а) нажать рукой на подвижный измерительный штифт нутромера и ввести нутромер в цилиндр до совмещения первой риски на стойке нутромера с линейкой, находящейся на верхней плоскости блока (1-е сечение);

б) покачивая головку нутромера в плоскости мерительных штифтов, наблюдать за максимальным отклонением стрелки индикатора (рис. 3). Значение максимального отклонения стрелки C записать в таблицу;

в) передвинуть нутромер в следующее сечение и произвести измерение в такой же последовательности. Перемещать нутромер следует наклонно, чтобы уменьшить износ измерительных штифтов.

7. Произвести измерения цилиндра в плоскости, параллельной оси коленчатого вала. Измерения производить в последовательности, указанной в п. 6.

Определить диаметры цилиндров и износы по сечениям:

$$D = D_{уст} - C,$$

где D – диаметр цилиндра в данной плоскости и сечении, мм; $D_{уст}$ — диаметр, на который был установлен нутромер; C — отклонение стрелки индикатора, мм.

Данные записать в таблицу.

FreeBusta is knowledge without borders!

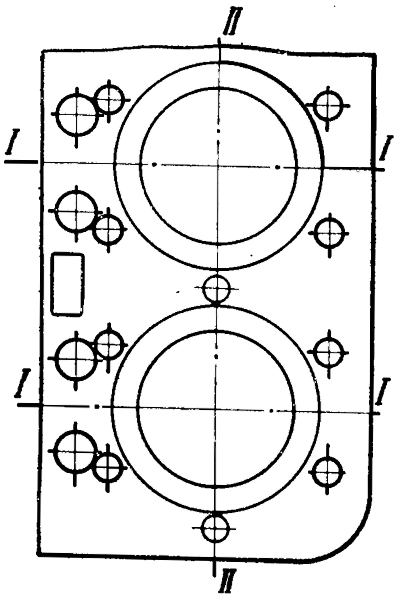


Рис. 2. Места замеров цилиндра двигателя: I–I — плоскость, перпендикулярная оси коленчатого вала; II–II — плоскость, параллельная оси коленчатого вал

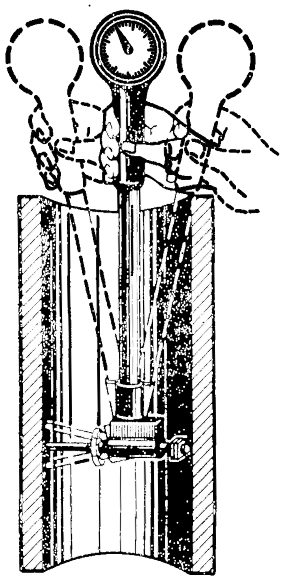


Рис. 3. Проверка состояния цилиндра двигателя индикаторным нутромером

8. Произвести подсчет наносов, конусности и овальности в замеренных сечениях и плоскостях:

а) износ

$$И = D - D_0 ,$$

где И — величина износа в данном сечении и данной плоскости, мм; D — диаметр цилиндра в тех же плоскостях и сечениях; D_0 — диаметр цилиндра до износа, номинальный (или ремонтный), взятый из технических условий;

б) конусность К равна разности между наибольшим и наименьшим диаметрами, взятыми в одной плоскости:

$$К = D_{наиб} - D_{наим} ,$$

где $D_{наиб}$ и $D_{наим}$ — соответственно наибольший и наименьший диаметры цилиндра в одной плоскости, но в разных сечениях, не считая верхнего неизнашивающегося сечения;

в) овальность О подсчитывается по формуле

$$О = D_{наиб} - D_{наим} .$$

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

9. Найти по техническим условиям допустимый износ, овальность и конусность, сравнить с ними действительные, сделать заключение о годности цилиндра к ремонту и назначить ремонтный размер.

10. Привести в порядок рабочее место и сдать его лаборанту.

11. Построить и проанализировать кривые износа цилиндра в плоскостях, перпендикулярной и параллельной оси коленчатого вала. По оси абсцисс отложить в масштабе величины износа цилиндра, а по оси ординат — длину цилиндра (верхнее сечение — вверху).

12. Составить отчет по установленной форме о выполненной лабораторной работе. Форма таблицы, рекомендуемая для записи измерений, прилагается (табл. 3).

Обработка результатов и составление отчета

Отчёт должен содержать следующие сведения:

Таблица 1

Характеристика блока цилиндров

Марка двигателя	Материал	Термическая обработка	Твердость

1. Номинальный диаметр цилиндров, мм.
Допустимая овальность цилиндров, мм.
Допустимая конусность цилиндров, мм.

Таблица 2

Ремонтные размеры, мм

I	II	III	IV

2. Оборудование, приборы, инструменты и их краткая характеристика.

3. Дефекты, установленные внешним осмотром. При необходимости для каждого из дефектов кратко указывается способ ремонта. Например:

— трещина на стенке картера — постановка заплаты;

— трещина на блоке в клапанной коробке — газовая сварка с общим подогревом блока цилиндров и т. д.

4. Паспорт цилиндров

Блок № .....

Диаметр по верхней кромке цилиндров, мм .....

Ремонтный размер предыдущей расточки, мм .....

Диаметр предыдущей расточки, мм .....

FreeBusta is knowledge without borders!

Таблица 3

Результаты измерений

Пояс обмера	Направление обмера	Номер цилиндра						Приме-чание
		1	2	3	4	5	6	
1-й пояс (верхний)	Параллельно плоскости оси коленчатого вала. Перпендикулярно плоскости оси коленчатого вала							
2-й пояс (средний)	*Овальность* Параллельно плоскости оси коленчатого вала. Перпендикулярно плоскости оси коленчатого вала							
3-й пояс (нижний)	*Овальность* Параллельно оси коленчатого вала. Перпендикулярно плоскости оси коленчатого вала							
	Овальность *Конусность* Параллельно плоскости оси коленчатого вала. Перпендикулярно плоскости оси коленчатого вала							

Овальность в каждом поясе вычисляется как разность диаметров, замеренных в одном и том же поясе, но в разных плоскостях.

Максимальная конусность определяется как разность $D_{наиб}$ и $D_{наим}$ в плоскостях I–I или II–II.

На основании полученных данных определяют ремонтный размер, под который следует расточить цилиндр (см. прил. 1, 2).

Лабораторная работа 2

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Цель работы

Ознакомление с приемами дефектовки коленчатого вала в соответствии с техническими условиями; приобретение навыков в определении биения и прогиба коленчатого вала; измерение диаметров коренных и шатунных шеек; расчет их износов и обнаружение искажения геометрических форм; измерение радиуса кривошипа и скрученности коленчатого вала.

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

Содержание работы

Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания является ответственной деталью, работающей в условиях знакопеременной нагрузки.

Специфический характер нагрузки на коленчатый вал вызывает неравномерный износ шеек вала как по длине, так и по сечению. По длине шейки, особенно шатунные, принимают форму конуса, по окружности — овала. Шатунные шейки изнашиваются больше, чем коренные (на 40÷50% и более).

По степени искажения геометрической формы шатунные шейки также изнашиваются больше коренных.

При выполнении работы по контролю технического состояния коленчатого вала исполнитель должен:

1) ознакомиться с техническими условиями на выбраковку и на состояние деталей после ремонта;

2) подобрать необходимый инструмент, приборы и приспособления;

3) убедиться в отсутствии усталостных трещин в шейках (шатунных и коренных) вала. При наличии кольцевых трещин вал выбраковывается;

4) изучить характер износа шатунных и коренных шеек вала;

5) сопоставить результаты измерений и наблюдений с требованиями технических условий.

Данная работа включает следующие операции:

1. Наружный осмотр коленчатого вала.

2. Измерение коренных и шатунных шеек; выявление величины и закономерности износа шеек.

3. Проверка коленчатого вала на прогиб.

4. Определение соосности коренных и шатунных шеек.

5. Определение скрученности коленчатого вала.

6. Определение радиального и торцевого биения фланца.

7. Определение величины радиуса кривошипа.

8. Определение возможности восстановления коленчатого вала и назначение ремонтного размера шеек на перешлифовку по техническим условиям.

Оборудование рабочего места

1. Призмы, поверочная плита, центры (рис. 4). 2. Индикатор со стойкой для определения прогиба вала. 3. Микрометры с пределами измерений 25÷60 мм, 50÷76 мм, 75÷100 мм с точностью 0,01 мм. 4. Штангенрейсмус с пределами измерений 40÷300 мм. 5. Штангенциркуль. Линейка масштабная 200 мм. 6. Документация: технические условия на выбраковку деталей (автомобиль ЗИЛ-130, трактор ТДТ-40, ТДТ-60 и др.), технические условия на ремонт, сборку и испытание после ремонта автомобилей и тракторов.

FreeBusta is knowledge
without borders!

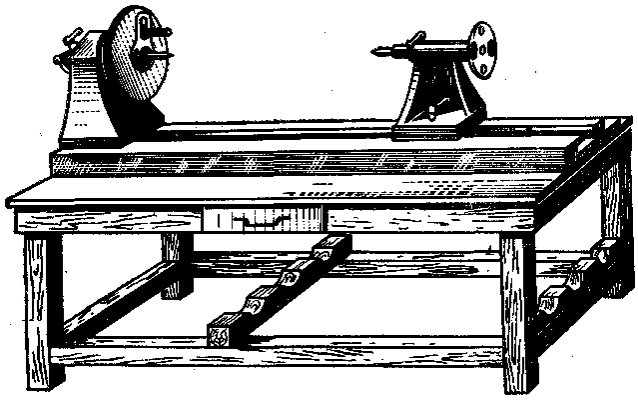


Рис. 4. Приспособление с центрами для проверки коленчатого вала

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническими условиями на выбраковку и на состояние деталей после ремонта.

2. Тщательно протереть коленчатый вал. Проверить состояние центровых отверстий.

3. Установить коленчатый вал в центрах, поджать шпиндель задней бабки и надежно закрепить его. Хомутиком соединить коленчатый вал с поворотным диском передней бабки.

Вращение коленчатого вала должно быть легким, но без заметного люфта. Если коленчатый вал не имеет центровых отверстий, то его укладывают крайними, коренными шейками на призмы, установленные на поверочной плите.

4. Проверить и, если необходимо, отрегулировать нулевое положение мерительного инструмента.

5. Проверить наружным осмотром наличие трещин, волосовых рисок, забоин.

6. Коленчатый вал повернуть в удобное для измерений положение и закрепить стопор шпинделя передней бабки.

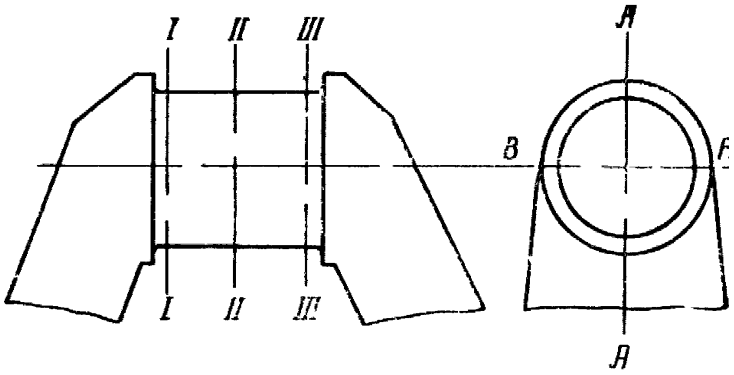


Рис. 5. Места замера шеек коленчатого вала

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Измерения каждой шейки производить в трех поясах, расположенных от щек вала на 1/3 длины шейки (рис. 5).

Измерения в каждом поясе производить в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Конусность шейки определяется как разность ее диаметров, измеренных в равных поясах, но в одной плоскости (например, *А–А),* а овальность — как разность диаметров, измеренных в одном и том же поясе (например *I−I*), но в разных плоскостях.

Наибольший износ коренной или шатунной шейки определяется как разность между диаметром предыдущего ремонтного размера шейки и наименьшим диаметром, полученным при ее измерении.

7. Проверить коленчатый вал на прогиб. Установить индикатор со стойкой (рис. 6) так, чтобы наконечник стержня упирался в середину средней коренной шейки вала. Медленно провернуть вал и при наименьшем отклонении большой стрелки индикатора установить ее на ноль. При дальнейшем вращении коленчатого вала записать максимальное отклонение большой стрелки индикатора. При такой настройке индикатор показывает удвоенную величину прогиба вала. Для валов, имеющих четыре коренных шейки, измерение необходимо произвести по двум средним шейкам и записать наибольшие показания. Истинный прогиб отличается от измеренного, его можно определить по формуле

$$h_p = h \cdot \frac{L}{l},$$

где h_P — истинный прогиб, мм; h — наибольший измеренный прогиб, мм; l — расстояние от середины крайней коренной шейки (со стороны средней шейки, имеющей наибольший прогиб) до середины средней шейки, мм; L — половина расстояния между серединам крайних коренных шеек, мм.

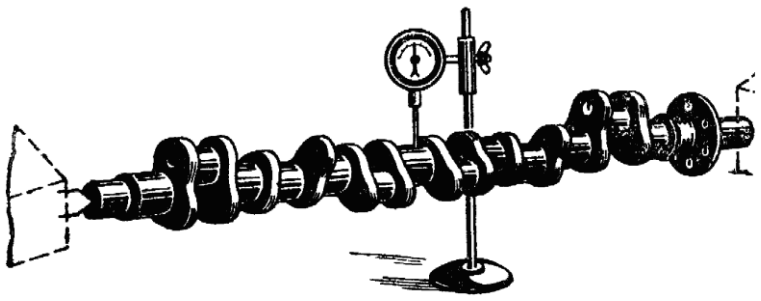


Рис. 6. Определение прогиба вала

8. Проверить торцевое и радиальное биение фланца вала. Установить индикатор со стойкой на плиту так, чтобы наконечник индикатора опирался в наружный торец фланца возможно ближе к посадочному диаметру с

FreeBusta is knowledge without borders!

натягом 1÷2 мм. Нуль большой шкалы индикатора поставить против стрелки. Медленно провернуть коленчатый вал и записать отклонение стрелки индикатора за полный оборот вала. Величина биения определяется как сумма двух крайних отклонений стрелки индикатора. Короткие, резкие колебания стрелки свидетельствуют о наличии забоин и рисок на поверхности и в расчет биения не принимаются.

Таким же образом производить измерение и величины радиального биения фланца.

9. Определить радиус кривошипа.

Радиус кривошипа для первой шатунной шейки определяют (рис. 7, 8) по формуле

$$R = \frac{a_1 - a_2}{2},$$

для остальных

$$R_Д = R \pm \delta.$$

5. Заключение студента о степени износа коленчатого вала с указанием способа и маршрута ремонта:

а) по результатам внешнего осмотра;

б) по результатам измерений.

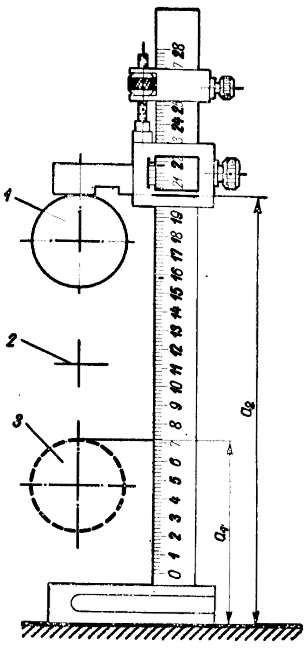


Рис. 7. Схема определения радиуса кривошипа коленчатого вала: *1* — ВМТ; *2* — ось коренных шеек, *3* — НМТ

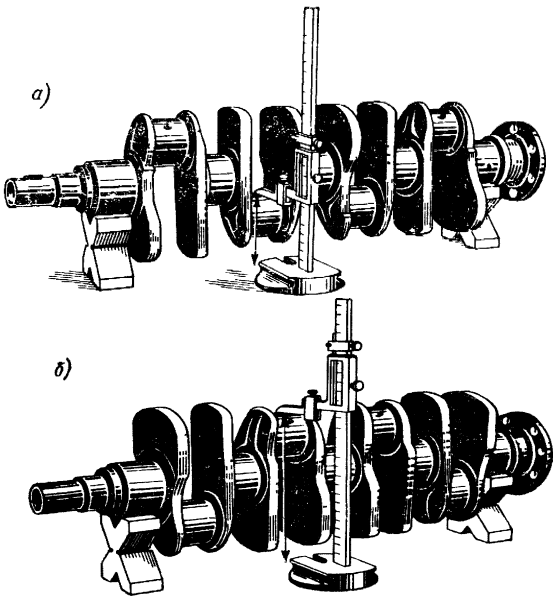


Рис. 8. Определение радиуса кривошипа коленчатого вала

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Лабораторная работа 3

КОНТРОЛЬ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ, ПРУЖИН И ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Цель работы

Ознакомление с приспособлениями и приемами контроля подшипников качения, пружин и поршневых колец; освоение методики определения радиальных и осевых биений подшипников качения; освоение методики определения упругости пружин и поршневых колец.

Содержание работы

1. Определение дефектов при осмотре подшипников, пружин и колец.
2. Измерение ширины, наружного и внутреннего диаметров подшипников.
3. Определение осевых зазоров в радиальных шариковых подшипниках и радиальных зазоров в цилиндрических роликовых подшипниках.
4. Измерение высоты клапанных пружин.
5. Проверка упругости поршневых колец и пружин.
6. Составление отчета.

Оборудование рабочего места

1. Микрометры для измерения наружных диаметров и ширины подшипников. 2. Индикаторный нутромер для измерения внутренних диаметров подшипников. 3. Приспособление для измерения радиального и осевого зазоров подшипников. 4. Эталонные подвижники. 5. Лупа. 6. Приборы для проверки упругости клапанных пружин и поршневых колец КП-0507А. 7. Набор щупов. 8. Штангенциркуль с нониусом 0,1 мм. 9. Набор подшипников качения автотракторных двигателей. 10. Набор клапанных пружин. 11. Набор компрессионных и маслосъемных колец.

Порядок выполнения работы

1. По указанию преподавателя взять подшипник качения, осмотреть его, пользуясь в необходимых случаях лупой.

При осмотре особое внимание обратить на обломы, трещины, цвета побежалости на наружном и внутреннем кольцах, шариках и сепараторах, выбоины, раковины, отпечатки и т. д. При этих дефектах подшипники выбраковываются,

Придерживая внутреннее кольцо рукой, быстро вращают наружное кольцо. Подшипник должен иметь ровный, без заедания, ход и производить незначительный шум. Неровность вращения характеризуется отдачей (толчком) внутреннего кольца на руку.

FreeBusta is knowledge without borders!

Величина допустимого шума и степень легкости вращения определяются сравнением с эталонным подшипником.

2. Измерить микрометром наружный диаметр подшипника. Внутренний диаметр измерить индикаторным нутромером. Результаты измерений и наблюдений записать в журнал.

3. Износ подшипников определить на приспособлении, состоящем из корпуса *1* и горизонтальной и вертикальной плит (рис. 9). На горизонтальной плите закреплена стойка *2* с перемещающейся на ней державкой *3* и индикатором *7*. Державка на стойке закреплена зажимом *4*. В вертикальную плиту ввернута гайка *6* для крепления подшипников при измерении радиальных зазоров. В набор принадлежностей к прибору входят две подставки *10* для определения осевых зазоров в подшипниках, четыре планки *8* для крепления подшипников на пальце *5* и шесть пластин *9* для определения осевых зазоров в радиальных шариковых подшипниках.

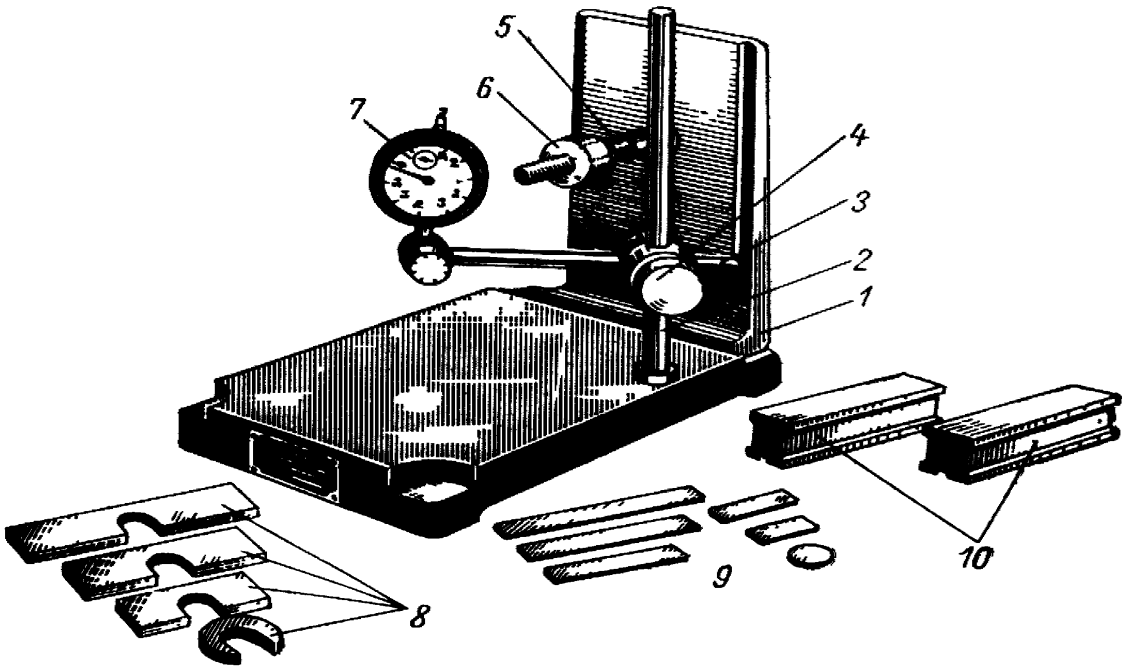


Рис. 9. Приспособление для контроля подшипников качения:
1 — корпус; *2* — стойка; *3* — державка; *4* — зажим; *5* — палец; *6* — гайка; *7* — индикатор; *8* — планки; *9* — пластины; *10* — подставки

Для определения осевого зазора на горизонтальную плиту приспособления (рис. 10) следует установить подставку и положить на них наружным кольцом проверяемый подшипник. На торец внутреннего кольца подшипника положить одну из пластин *9* соответствующей длины. Подвести к середине пластины наконечник измерительного стержня индикатора так, чтобы стрелка индикатора (большая) сделала примерно один оборот.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

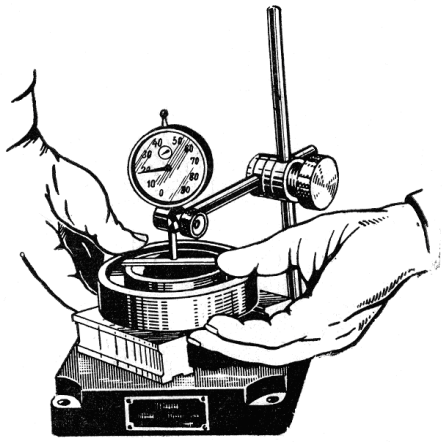


Рис. 10. Определение осевого зазора подшипника

Повернуть внутреннее кольцо подшипника на 1÷1,5 оборота, одновременно нажимая на него рукой, после чего установить нулевое деление шкалы индикатора против стрелки. Большими пальцами рук прижать наружное кольцо подшипника к подставкам, а указательными пальцами снизу приподнять внутреннее кольцо до предела вверх; стрелка индикатора при этом покажет осевой зазор подшипника. В такой последовательности произвести измерения еще три раза и подсчитать средний осевой зазор.

Радиальный зазор подшипника определить в приспособлении, изображенном на рис. 11. Проверяемый подшипник установить на палец приспособления и зафиксировать в определенном положении при помощи гайки и одной из скоб, опирающейся краями на торец внутреннего кольца подшипника.

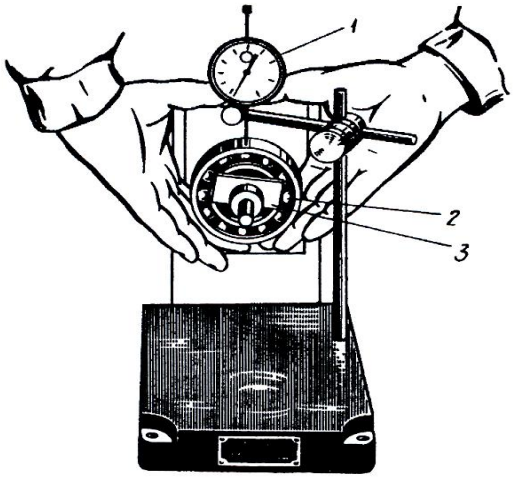


Рис. 11. Определение радиального люфта подшипника:
1 — индикатор; *2* — подшипник; *3* — скоба крепления подшипника

FreeBusta is knowledge
without borders!

На наружное кольцо в его верхней точке установить измерительный стержень индикатора. Нажимая пальцами руки на наружное кольцо снизу, заметить и записать величину отклонения стрелки индикатора. Поворачивая кольцо, повторить измерения в 2÷3 точках, равномерно расположенных по окружности кольца. По величине зазоров определить годность подшипника к работе. Предельно допустимые зазоры для шариковых радиальных подшипников: осевой 0,50÷0,75 мм, радиальный 0,20÷0,25 мм.

4. Подготовить прибор для контроля пружин, установить его в строго горизонтальном положении по отвесу, помещенному внутри прилива станины. Поставив основной и дополнительный грузы в нулевое положение и освободив весовые рычаги поворотом фиксатора, проверить точность весового механизма.

Установить на рычаге весов груз, соответствующий указаниям в технических условиях.

Поставить на предметный столик проверяемую пружину, освободить весовой механизм прибора. Сжимая пружину поворотом рукоятки прибора, добиться установления равновесия весового механизма. Измерить длину сжатой пружины, сравнить ее с длиной, указанной в технических условиях. Сделать вывод о техническом состоянии пружины (рис. 12).

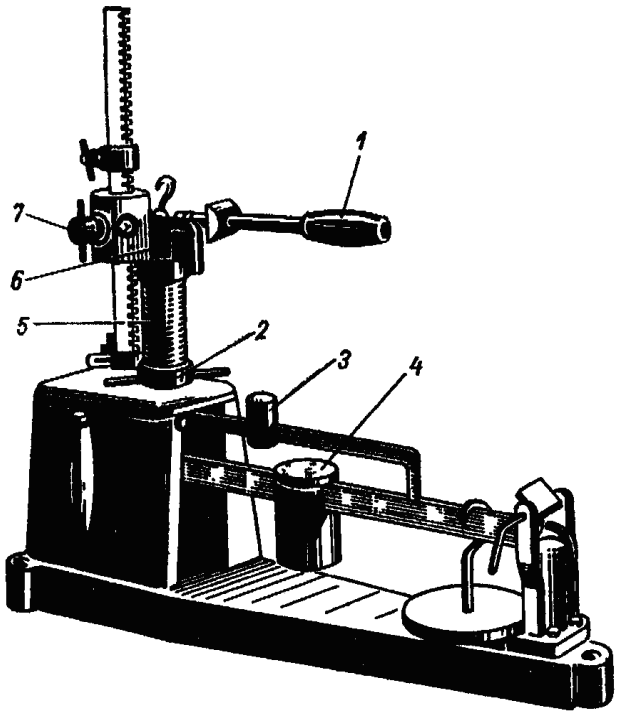


Рис. 12. Испытание клапанной пружины:
1 — рукоятка; *2* — предметный столик; *3, 4* — дополнительный и основной грузы; *5* — проверяемая пружина; *6* — каретка; *7* — стопорный винт

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

5. Поставить на предметный столик кольцо так, чтобы зазор в стыке был обращен к исполнителю работы в плоскости, параллельной плоскости предметного столика.

Нажать на рычаг и сжать кольцо так, чтобы зазор в замке был установлен согласно техническим условиям.

Весовой рычаг необходимо удерживать при этом рукой в равновесном положении. Закрепить подвижный кронштейн стопором и отпустить весовой рычаг. Меняя нагрузку, добиться равновесного положения весового рычага (со шкалой). Сравнить определенную таким образом нагрузку с установленной техническими условиями и сделать вывод о состоянии поршневого кольца (брак, годно).

Обработка результатов и составление отчета

Отчет должен содержать следующие сведения:

Таблица 4

Характеристика подшипников, колец и пружин

Тип подшипников, колец и пружин и обозначение их по ГОСТУ	Место установки

2. Оборудование, приборы, инструменты и их краткая характеристика.
3. Дефекты, установленные внешним осмотром.
4. Данные измерения.
5. Заключение о состоянии:
а) по результатам осмотра;
б) по результатам измерений.

Условные обозначения подшипников

В связи с обширным ассортиментом подшипников, выпускаемых промышленностью, ГОСТом предусмотрены условные обозначения в виде цифр, имеющихся на наружной обойме подшипника.

Первые две цифры справа, умноженные на 5, обозначают внутренний диаметр подшипника в миллиметрах, начиная с 20 мм.

Третья цифра справа обозначает серию подшипника, например:
легкая серия — 2 (редко 5);
средняя серия — 3 (редко 6);
тяжелая серия — 4.

Четвертая цифра оправа обозначает тип подшипника. Тип подшипника:
0 — радиальный шариковый однорядный;
1 — радиальный шариковый двухрядный сферический;
2 — радиальный однорядный с короткими цилиндрическими роликами;

FreeBusta is knowledge without borders!

3 — радиальный роликовый двухрядный сферический;
4 — роликовый с длинными цилиндрическими роликами или с иглами;
5 — роликовый с витыми роликами;
6 — радиально-упорный шариковый;
7 — роликовый конический;
8 — упорный шариковый;
9 — упорный роликовый.

Пятая и шестая цифры справа обозначают конструктивные особенности подшипника (наличие канавок, защитных и упорных шайб, фетровых уплотнений и т. д.).

Седьмая цифра справа указывает на особенности подшипника по ширине.

Пример

Шариковый радиальный однорядный подшипник со стопорной канавкой 50411 использован в качестве заднего подшипника вторичного вала коробки передач силового агрегата ЯМЗ-236.

1. Цифра 11 характеризует внутренний диаметр подшипника.

$$11 \times 5 = 55 \text{ мм}.$$

2. Цифра 4 обозначает тяжелую серию.

3. Цифра 0 обозначает тип подшипника — радиальный шариковый однорядный.

4. Цифра 5 указывает на конструктивную особенность — наличие стопорной канавки.

Лабораторная работа 4

ШАБРЕНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИХ

Цель работы

Ознакомление с приспособлениями и приемами шабрения, освоение порядка и приемов шабрения.

Содержание работы

Шабрение — операция окончательной обработки резанием поверхностей, состоящая в снятии очень тонких стружек металла путем соскабливания с помощью режущего инструмента, называемого шабер. К шабрению прибегают в тех случаях, когда необходимо обеспечить плотное прилегание сопряженных поверхностей. Данная операция является одной из наиболее распространенных при ремонте плоскостей, станин, кареток металлорежущих станков.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

За один проход шабером снимается слой металла толщиной 0,005÷0,07 мм; при среднем давлении на шабер толщина стружки составляет не более 0,01÷0,03 мм.

Припуски на шабрение устанавливают в зависимости от размеров обрабатываемых поверхностей (см. табл. 5).

Таблица 5

Припуски на шабрение плоскостей

Ширина плоскости, мм	Длина плоскости, мм				
	100…500	500…100	1000…2000	2000…4000	4000…6000
	Припуски на сторону, мм				
До 100	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30
От 101 до 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
От 500 до 1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Оборудование, материалы, инструмент

Станина, поверочная плита, линейка, краска (берлинская лазурь, железный сурик, голландская сажа), керосин, щетка, шаберы 3-х видов.

Порядок выполнения работ

Перед шабрением поверхность станины очистить от грязи, промыть керосином и протереть сухой тряпкой. Протереть рабочую поверхность поверочной плиты, покрыть ее поверхность тонким слоем краски. Установить поверочную плиту на поверхность станины рабочей поверхностью и с легким нажимом перемещать по поверхности станины в разных направлениях два-три раза. Снять поверочную плиту. На хорошо подготовленной поверхности окрашенные выступы располагаются по всей площади. Затем приступают к шабрению.

Шабрение производят в три перехода. Первый переход — черновое шабрение. Работа производится шабером с широким режущим лезвием (ширина шабера не должна превышать 20÷25 мм). Длина рабочего хода шабера 15÷25. Черновое шабрение считается законченным, когда вся пришабриеваемая поверхность при нанесении на нее краски покрывается крупными пятнами: 4÷9 пятен на площади 25×25 мм^2.

За второй переход — получистовой — производится более точное шабрение. Поверхность обрабатывают шабером шириной не более 12÷15 мм при длине рабочего хода 7÷12 мм. Толщина снимаемой стружки не превышает 0,005÷0,01 мм. После проверки на краску число пятен на

FreeBusta is knowledge without borders!

пришабренной поверхности должно быть от 18 до 16 на площади 25×25 мм^2.

Третий переход — чистовой — применяется для окончательной отделки поверхностей. Ширина шабера от 5 до 12 мм; шабрение ведется мелким штрихом (длина рабочего хода шабера 3÷5 мм). После выполнения третьего перехода пришабренная поверхность должна иметь на квадрате 25×25 мм^2 от 20 до 25 пятен.

Во время шабрения (каждый раз после удаления шабером покрытых краской мест) поверхность детали очищают щеткой и тщательно вытирают сухой тряпкой.

Приемы шабрения показаны на рис. 13.



Рис. 13. Приемы шабрения:
а — положение рук при шабрении плоскости; *б* — вид штрихов на пришабриваемой поверхности; *в* — положение рук при шабрении методом «на себя»

При шабрении шабер передвигают от себя, наклонив его к обрабатываемой поверхности под углом 30°. Можно шабрить и на себя, для этого шабер устанавливается под углом к обрабатываемой поверхности 75÷80°.

Обработка результатов и составление отчета

Таблица 6

Результаты наблюдений

Переход	Число пятен краски, на площади 25×25 мм^2	
	результаты	допуск
1		4. . .9
2		8. . .16
3		20. . .25

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Отчет должен содержать определение вида шабрения, определение количества пятен краски. В выводах необходимо сделать заключение о состоянии обработанных деталей.

Лабораторная работа 5

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СРЕДСТВАМИ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Контроль деталей машин проводится с целью выявления возможных дефектов, особенно внутри детали.

Сопоставление результатов, контроля с требованиями технических условий на контроль и сортировку деталей дает возможность сделать обоснованное заключение об их техническом состоянии. Все детали сортируются на три группы: годные к дальнейшему использованию; подлежащие восстановлению; негодные (выбракованные).

Контроль деталей осуществляется последовательно от визуальной оценки (наружного осмотра) и определения величины и характера дефектов с использованием различного контрольно-измерительного инструмента до применения совершенных средств контроля, позволяющих выявить в деталях скрытые дефекты.

Занятия по контролю деталей средствами дефектоскопии носят характер беседы с активной демонстрацией различных методов по выявлению таких дефектов, как мелкие поверхностные трещины типа волосовин, внутренние трещины, раковины, шлаковые включения, непровары и т. п.

Под активной демонстрацией в данном случае понимается непосредственное участие в контроле деталей самих студентов (по 2÷3 человека на одном учебном рабочем месте).

Занятия проводятся последовательно на трех рабочих местах, оборудованных установками для контроля деталей: магнитными дефектоскопами; ультразвуковым дефектоскопом; с использованием флуоресцентного анализа.

На каждом рабочем месте рассматриваются следующие основные вопросы:

1. Назначение данного метода контроля деталей и область его применения в ремонтной практике.

2. Сущность физического явления (процесса), которое является основой данного метода контроля технического состояния деталей.

3. Основные сведения из технической характеристики аппаратуры, которые определяют ее разрешающую способность при работе на предусмотренных режимах.

FreeBusta is knowledge without borders!

4. Устройство аппаратуры, используемой для контроля деталей по данному методу. Особенности устройства даются в кратком изложении по принципу блок-схемы.

5. Контроль детали на возможное наличие дефектов.

6. Заключение по результатам контроля о характере выявленных дефектов, техническом состоянии детали и эффективности данного метода контроля.

7. Составление отчета.

Контроль технического состояния деталей магнитными дефектоскопами

Цель работы

Ознакомление с методикой определения дефектов методом магнитной дефектоскопии.

Содержание работы

Магнитная дефектоскопия позволяет выявлять на деталях из ферромагнитных сталей, а также никеля, кобальта и ряда сплавов из них различные мелкие поверхностные дефекты типа волосовин, усталостных, закалочных и шлифовочных трещин.

Сущность магнитной дефектоскопии заключается в том, что при намагничивании контролируемой детали трещины создают участки с меньшей магнитной проницаемостью. На границах трещины создается магнитная полярность, то есть над дефектом создается местное магнитное поле. Выявляя магнитное поле над дефектом, обнаруживаем и сам дефект. Для определения этих участков применяется магнитный порошок, наносимый на поверхность детали в сухом виде или в виде суспензии.

На практике наибольшее распространение получило применение магнитной суспензии, состоящей из магнитного порошка, разведенного в масле, керосине или в водно-щелочном растворе.

В лаборатории используется суспензия на веретенном масле (на 1 л масла засыпается 25÷30 г порошка из восстановленных окислов железа).

При нанесении на намагниченную деталь суспензии магнитный порошок оседает четкими черными жилками в местах концентрации магнитных силовых линий, указывая характер трещин и их протяженность.

Таким образом надежно обнаруживаются трещины шириной от 0,01 до 0,001 мм, как выходящие на поверхность детали, так и залегающие на глубине в 2÷3 мм.

В зависимости от направления внутренних трещин применяются три способа намагничивания деталей:

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

1. Продольное намагничивание — для выявления дефектов в поперечном направлении; деталь при этом помещается в магнитное поле соленоида (рис. 14, а).

2. Циркулярное намагничивание — для выявления дефектов, расположенных в продольном направлении и под углом. Производится путем пропускания тока большой силы (до 7000 А) непосредственно через деталь или через медный стержень, пропущенный сквозь пустотелую деталь (рис. 14, б).

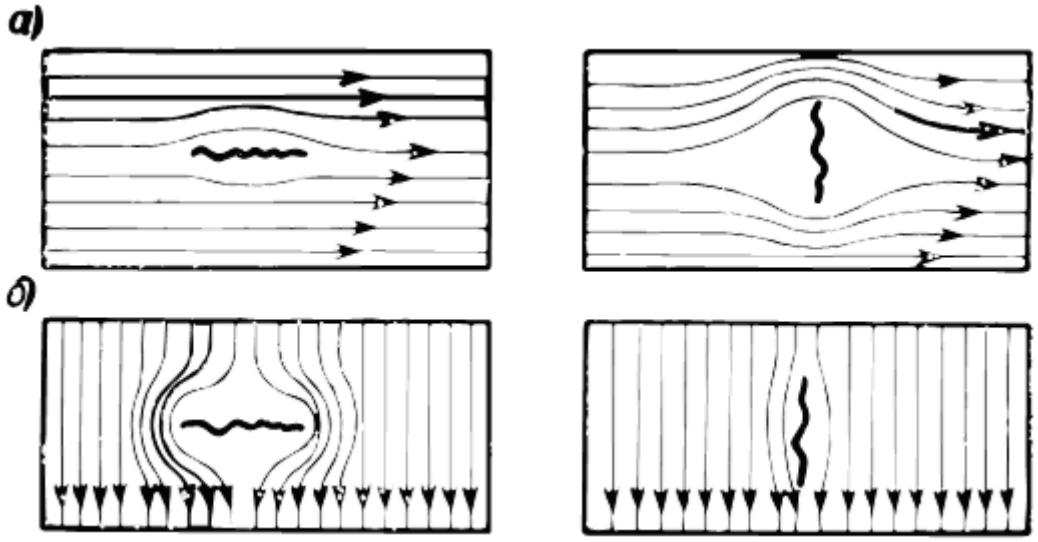


Рис. 14. Схема изменения магнитного поля при продольном (а) и циркулярном (б) намагничивании

3. Комбинированное намагничивание, позволяющее определить дефекты любого направления за одни прием.

После контроля магнитной дефектоскопией все детали, признанные годными, должны быть подвергнуты размагничиванию.

Метод магнитной дефектоскопии находит широкое применение на предприятиях, производящих капитальный ремонт оборудования, в том числе и лесозаготовительного. Недостатком метода магнитной дефектоскопии является трудность определения величины распространения трещины вглубь металла.

В лаборатории для контроля деталей магнитной дефектоскопией используется дефектоскоп М-217.

Краткая характеристика магнитного дефектоскопа М-217

Дефектоскоп производства Челябинского электромеханического завода (рис. 15) предназначен: 1) для намагничивания деталей (изделий);

FreeBusta is knowledge without borders!

2) размагничивания деталей; 3) непрерывного магнитного контроля и магнитного контроля на остаточном магнетизме.

Питание дефектоскопа однофазное от сети переменного тока напряжением 220 В.

Сила тока намагничивания до 1000 А. Максимальная потребляемая мощность — 7,5 кВт.

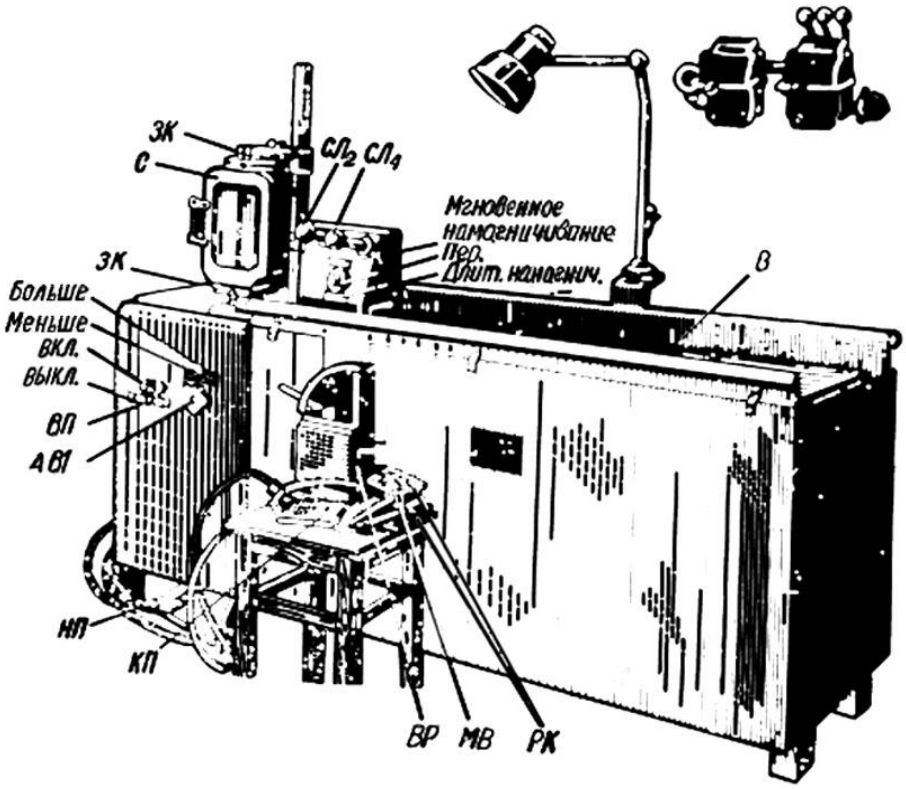


Рис. 15. Магнитный дефектоскоп М-217

В корпусе дефектоскопа смонтирована силовая часть — источник тока, с помощью которого создается намагничивающее поле. В него входят: силовой трансформатор, автотрансформатор, понижающий трансформатор с выходным напряжением 36 В.

На передней стенке корпуса смонтированы две рукоятки управления, из которых рукоятка *ВП* служит для включения и выключения дефектоскопа, а рукоятка *АВТ* — для регулировки силы тока намагничивания.

Намагничивающее устройство дефектоскопа состоит из двух контактов *ЗК,* съемочного соленоидами *С* и ножной педали включения *НП*. При нажатии на педаль нижний подвижной контакт *ЗК* надежно поднимает соленоид, включая его в цепь подмагничивания через верхний контакт *ЗК*.

К намагничивающему устройству относятся также три выносных контакта, из которых два — штыревые *РК* и один — плоский *КП.* В зависимо-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

сти от размеров контролируемых деталей могут быть использованы либо два штыревых для крупных деталей (например, коленчатые валы), либо штыревой и плоский для мелких деталей.

Параллельно обмотке автотрансформатора подключены две сигнальные лампы $СЛ_2$ и $СЛ_2$. Лампа $СЛ_1$ указывает на готовность дефектоскопа к работе, а лампа $СЛ_2$ сигнализирует о подаче напряжения на силовой трансформатор дефектоскопа.

Кроме ламп, на щитке смонтированы переключатель и амперметр. Переключатель позволяет пропускать в цепь намагничивания либо длительный, либо мгновенный ток.

Амперметр регистрирует силу тока намагничивания. При определении фактической силы тока показания, снятые по шкале амперметра, следует умножать на переводной коэффициент $К$, равный 36.

Первая значащая цифра шкалы «10» соответствует силе тока в 360 А. Каждое последующее деление шкалы соответствует 72 А.

Сила тока намагничивания зависит от размеров контролируемой детали и определяется по формуле

$$I = 350 \cdot R_1 ,$$

где R_1 — радиус наибольшего поперечного сечения детали, см; 350 — коэффициент, учитывающий напряженность магнитного поля, которая принята равной 70 эрст.

К дефектоскопу придается ванна $В$ для сбора магнитной суспензии при контроле крупных деталей типа коленчатых валов.

Оборудование рабочего места

1. Магнитный дефектоскоп М-217. 2. Ванна с магнитной суспензией. 3. Щипцы для мелких деталей. 4. Магнитный порошок. 5. Коленчатый вал с наличием усталостных трещин на галтелях. 6. Подставка с призмами для установки коленчатого вала на контроль. 7. Кружка с рожком для полива-ния шеек вала. 8. Ролики подшипника с наличием мелких трещины.

Порядок выполнения работы на магнитном дефектоскопе М-217

Объект контроля — ролик подшипника.

1. Включить два рубильника — один на главном щите, другой на рабочем месте.

2. Рассчитать потребную силу тока на намагничивание детали.

3. Поворотом рукоятки $ВП$ включить дефектоскоп. При этом лампа $СЛ_2$ на щитке загорается (см. рис. 15).

4. Подключить посредством вилки плоский выносной контакт к дефектоскопу.

FreeBusta is knowledge without borders!

5. Замыкая кратковременно (на 2÷3 сек) переносной штыревой контакт на плоский, произвести регулировку дефектоскопа на требуемую силу тока намагничивания рукояткой *АВТ* реостата. Поворот рукоятки по часовой стрелке увеличивает силу тока, и наоборот.

6. Рычажок переключателя *ПЕР* на щитке поставить в верхнее положение («мгновенное» намагничивание).

7. Установить контролируемую деталь на плоский контакт *КП;* штыревой переносный контакт плотно прижать к торцу детали.

8. Нажатием кнопки местного выключателя на штыревом контакте произвести намагничивание детали в течение 2÷3 сек, после чего отпустить кнопку.

В процессе намагничивания отметить фактическую величину потребляемого тока.

9. Выключить дефектоскоп из работы поворотом рукоятки *ВП.* Выключить рубильник на рабочем месте.

10. Поместить деталь на 30÷40 сек в ванну с магнитной суспензией.

11. Проверить и показать на детали мелкие трещины, вскрытые в процессе намагничивания деталей (рис. 16).

12. Указать на необходимость обязательного последующего размагничивания тех деталей, которые в результате контроля признаны годными.

13. Размагнитить контролируемые детали:

По 1-му способу с использованием соленоида:

а) включить дефектоскоп в работу при отрегулированной силе тока;

б) нажатием на педаль *НП* включить соленоид в цепь намагничивания;

в) ввести намагниченную деталь в поле соленоида и медленно вывести ее оттуда;

г) отпустить педаль, выключить дефектоскоп;

д) поместить деталь в ванну с магнитной суспензией, после чего убедиться в отсутствии рисунка и размагничивании детали.

По 2-му способу — с использованием выносных контактов:

а) включить дефектоскоп, изменяя регулировки силы тока намагничивания;

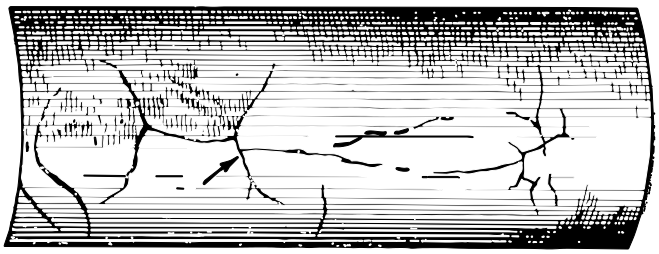


Рис. 16. Трещины, выявленные на детали со светлой поверхностью при помощи суспензии с черным порошком

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

б) установить намагниченную деталь на плоский контакт, а штыревой переносный контакт плотно прижать к торцу детали левой рукой;

в) нажать пальцем руки местный выключатель штыревого контакта, одновременно правой рукой быстро вращать против часовой стрелки рукоятку *ABT* реостата до тех пор, пока стрелка амперметра не займет нулевое положение;

г) выключить дефектоскоп;

д) выполнить операцию «д» для 1-го способа.

Контроль технического состояния деталей ультразвуковым дефектоскопом ДУК-66ПМ

Цель работы

Ознакомление с методикой определения дефектов ультразвуковым методом, определение глубины расположения дефекта детали.

Содержание работы

Ультразвуком называются упругие колебания, спектр частот которых лежит в диапазоне $2 \cdot 10^4 \div 1 \cdot 10^9$ Гц.

Способность ультразвуковых волн распространяться в упругих средах (особенно в металлах) и отражаться от границы двух сред, способствовала широкому применению ультразвуковой дефектоскопии для выявления внутренних пороков и дефектов в металлоизделиях.

Большая проникающая способность ультразвуковых колебаний ставит этот вид дефектоскопии на одно из первых мест среди прочих разнообразных физических методов контроля без разрушения испытуемых изделий.

Особенно широка и многообразна область применения импульсных ультразвуковых дефектоскопов в качестве средств контроля: деталей турбин и двигателей внутреннего сгораний, паровозов и тепловозов, автомобилей и тракторов, самолетов, а также рельс, поковок, листовых материалов, трубопроводов, сварных и заклепочных соединений и т. д.

У импульсных дефектоскопов излучателем и приемником ультразвуковых волн являются специальные щупы (плоские и призматические), в которые вмонтированы пьезоэлектрические элементы в виде пластинок из кварца или титаната бария.

С помощью щупов, устанавливаемых на обработанную поверхность контролируемой детали, короткие электрические импульсы генератора дефектоскопа преобразуются в ультразвуковые колебания, распространяющиеся в детали узким направленным лучом.

Пройдя через деталь и отразившись от противоположного ее торца (метод сквозного прозвучивания) или отразившись от дефекта (метод об-

FreeBusta is knowledge without borders!

ращения), ультразвуковой пучок воспринимается щупом, преобразуясь пъезоэлементом в электрические импульсы. После усиления в дефектоскопе электрические импульсы подаются на экран электронно-лучевой трубки в виде вертикальных стоячих волн, по которым определяется наличие тех или иных дефектов в детали.

Импульсный дефектоскоп, работающий по методу ограниченных эхосигналов, позволяет не только точно определять координаты дефекта, но и дать оценку его характера, формы и величины.

Недостатками ультразвукового метода являются жесткие требования к структуре металла и качеству поверхности детали.

Назначение дефектоскопа: обнаружение в металлических изделиях дефектов различного вида (трещины, пустоты, шлаковые включения, ликвации), а также дефектов в сварных соединениях.

Дефектоскоп одновременно позволяет определять непосредственно глубину залегания дефекта или полную толщину изделия (детали).

Таблица 7

Техническая характеристика дефектоскопа

Параметры	Плоские щупы		Призматические щупы
	рабочая частота, МГц		
	2,5	0,8	2,5
Максимальная глубина прозвучивания для стали, мм			Не менее 1000
Минимальная глубина прозвучивания для стали (мертвая зона), мм	10	22	2
Минимальная площадь обнаруживаемых дефектов в металле, мм^2:			
на глубине до 200 мм	2	20	—
на глубине до 500 мм	8	80	—
Пределы измерения толщины стального изделия, мм	10–2000	—	—
Максимальная погрешность измерения толщины по чистой плоской поверхности, %:			
на глубине 10–20 мм	+ 10	—	—
на глубине 20–100 мм	+ 5	—	—
на глубине свыше 100 мм	+ 2,5	—	—

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

1. Задающий генератор — вырабатывает электрические колебания с частотой 500 Гц, управляющие генератором импульсов и схемой развертки луча.

2. Генератор импульсов — формирует короткие электрические импульсы длительностью 1,5÷5 мк/сек, используемые для возбуждения пьезоэлектрического щупа.

3. Пьезоэлектрический щуп — преобразует энергию электрических колебаний в энергию ультразвуковых колебаний. Короткий импульс ультразвука от щупа распространяется в изделии и при наличии в нем внутреннего дефекта частично отражается на границе двух сред, возвращаясь обратно к щупу. За счет механического воздействия на пъезощуп отраженным импульсом на электродах щупа возникает электрический сигнал, поступающий на вход приемного усилителя.

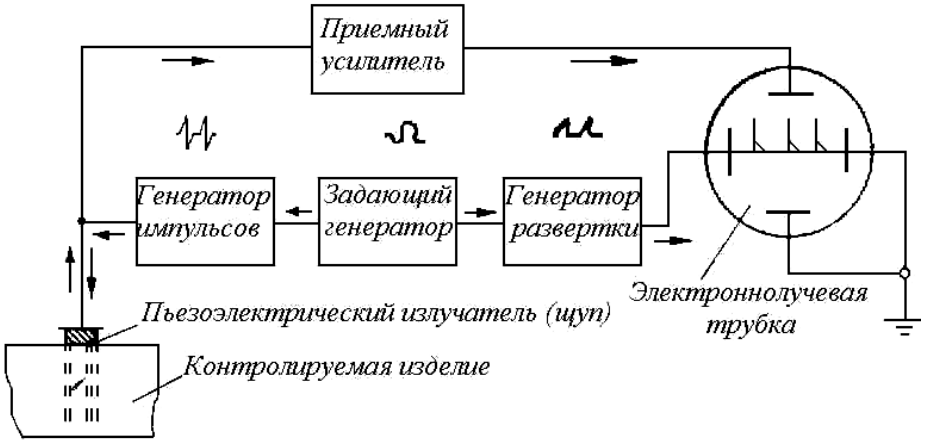


Рис. 17. Блок-схема импульсного дефектоскопа ДУК-66ПМ

4. Приемный усилитель — усиливает электрический сигнал и подает его с вертикального отклонения луча на экран электронно-лучевой трубки.

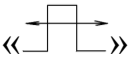
5. Генератор развертки — вырабатывает линейно возрастающее напряжение, подводимое к пластинкам горизонтального отклонения луча трубки.

6. Элекронно-лучевая трубка.

7. Контролируемое изделие.

Передняя панель дефектоскопа

Конструктивно дефектоскоп выполнен в виде переносного прибора. На передней панели расположены следующие основные органы управления (рис. 18):

- регулятор задержки строба «» ;
- переключатель диапазонов задержки строба «× 1 — × 2»;

FreeBusta is knowledge without borders!

- переключатель запуска развертки «» — «»;
- переключатель диапазонов регулировки развертки «» – »;

сдвоенный потенциометр:

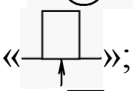
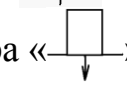
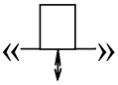
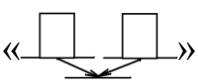
- нижний — для регулировки длительности развертки «»;
- верхний — для регулировки длительности строба «» с включателем звукового сигнализатора;
- аттенюатор «ΔdB» ступенями через 1 дБ, ступенями через 20 дБ;

сдвоенный потенциометр:

- нижний «» для регулировки глубины действия ВРЧ;
- верхний «» для регулировки крутизны напряжения ВРЧ с выключателем сети;



Рис. 18. Передняя панель ультразвукового дефектоскопа ДУК-66ПМ

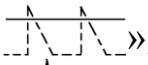
- световой индикатор включения дефектоскопа «» ;
- высокочастотный, входной разъем усилителя «»;
- высокочастотный выходной разъем генератора «»;
- переключатель способа контроля «» — «».

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

На левой боковой стенки дефектоскопа расположены следующие органы управления:

- регулятор частоты следования «»;
- переключатель режимов синхронизации «Z — Z»;
- гнездо подключения индуктивности «».

На правой боковой стенке дефектоскопа расположены следующие органы управления:

- регулятор уровня отсечки шумов «»;
- регулятор чувствительности АСД «»;
- ручки управления линией развертки: « ↔ » — смещение луча по горизонтали, « ↕ » — смещение луча по вертикали, «» — геометрия, «  » — астигматизм, «Θ» — фокус, « ☼ » — яркость.

Подготовка к работе

1. Заземлить дефектоскоп, для этого на задней стенке дефектоскопа имеется клемма « ⊥ ».

2. Установить переключатель напряжения сети (на задней стенке блока питания от сети) в положение, соответствующее напряжению сети. Переключатель «Заряд–Работа» в положение «Работа». Подключить к разъему ПИТАНИЕ блока питания кабель КН4.853.035 для подключения к сети переменного тока.

2.1. При питании от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 В с отклонением +10…–15% к разъему ПИТАНИЕ блока питания присоединить кабель КН4.953.036. При подключении кабеля к источнику постоянного тока — строго соблюдать полярность, указанную на контактах кабеля (вывод, обозначенный красный цветом, подключить к «+» внешнего источника постоянного тока).

Примечание. Вниманию потребителей! Неправильный выбор кабеля питания при включении дефектоскопа приводит к выходу из строя блока питания.

2.2. При питании от внутреннего источника постоянного тока вынуть блок питания от сети и вставить блок внутреннего источника постоянного тока.

3. Подсоединить дефектоскоп к источнику переменного тока. Поворотом ручки «» вправо включить питание дефектоскопа. При этом должен засветиться индикатор включения сети «  ».

4. С помощью ручек управления лучом (на правой боковой стенке) отрегулируйте положение и толщину линии развертки.

5. В целях предотвращения выхода из строя (вздутия) аккумуляторов внутреннего источника постоянного тока (блока аккумуляторов) рекомендуется эксплуатировать батарею до 50 % номинальной емкости, или в течение 4 часов непрерывной работы с фиксированием времени работы.

FreeBusta is knowledge
without borders!

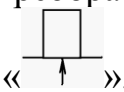
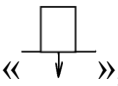
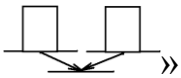
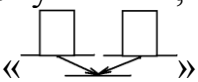
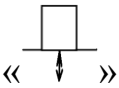
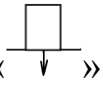
При питании дефектоскопа от аккумуляторов следует привести аккумуляторный блок в рабочее состояние, т. к. аккумуляторы поставляются в разряженном состоянии.

Для приведения в рабочее состояние блоки аккумуляторов подвергают циклам зарядка-разрядка с зарядкой в течение 10 ч.

Время зарядки полностью разряженного блока аккумуляторов составляет 13 ч.

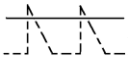
Порядок работы

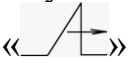
1. Подсоедините выбранный преобразователь к дефектоскопу.

2. При использовании раздельно-совмещенных преобразователей один соединительный кабель подсоедините к разъему «», а другой — к разъему «», Переключатель « — » установите в положение «». При использовании прямых и наклонных преобразователей этот переключатель переведите в положение «» и подключите один соединительный кабель к разъему «».

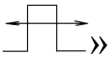
3. Подключите к разъему «**Θ**» (на левой боковой стенке дефектоскопа) соответствующую каждому преобразователю индуктивность (см. приложение 1).

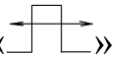
4. Установите преобразователь на поверхность контролируемой детали. Предварительно поверхность должна быть обработана до шероховатости не хуже $\sqrt{25}$ и покрыта слоем контактной смазки. В качестве смазки можно применить различные сорта машинного масла, вазелин, воду. Для получения наибольшей величины сигнала на экране ЭЛТ преобразователь желательно слегка перемещать по поверхности с легким нажимом.

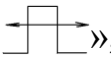
5. С помощью ручек «ΔdB», «», «» и «» установите нужную величину сигнала по экрану ЭЛТ дефектоскопа.

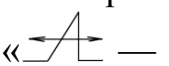
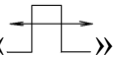
6. Ручками «» и «» можно выбрать такой режим работы, при котором в некоторой контролируемой зоне (приблизительно до 150 мм по стали Ст. 45) можно получить от дефектов с одинаковой площадью, но находящихся на разной глубине залегания, сравнительно одинаковые по величине сигналы на экране ЭЛТ дефектоскопа. Так как длительность импульса ВРЧ привязана к длительности развертки, то эхо-импульс выявляемого дальнего дефекта должен быть установлен ручкой «» в конце шкалы ЭЛТ.

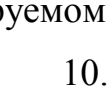
Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

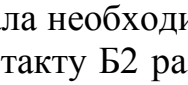
7. Для определения глубины залегания дефектов или определения толщины детали поворотом ручки «» совместите передний фронт прямоугольного импульса с передним фронтом импульса, отраженного от дефекта. Отсчет глубины производится непосредственно со шкалы глубиномерного устройства. При переводе переключателя «× 1 — × 2» в положение «× 2» значения шкалы необходимо умножить на два.

При работе с преобразователями наклонными необходимо заменить шкалу глубиномера. Для этого поворотом винта освободите установленную шкалу. Выбранную в соответствии с типом преобразователя наклонного шкалу установите в дефектоскоп. Затем поворотом ручки «» переместите стрелку глубиномера влево до упора и совместите установочную риску (в начале шкалы) со стрелкой глубиномера. Поворотом винта закрепите установленную шкалу.

8. Для получения звукового сигнала при появлении на экране ЭЛТ дефектоскопа сигнала, отраженного от дефекта, необходимо поворотом ручек «», «» (после включения) и переключением переключателя «× 1 — × 2» выбрать необходимую зону контроля. Поворотом ручки «» установить необходимую чувствительность схемы АСД, т. е. при какой величине сигнала по экрану ЭЛТ дефектоскопа будет раздаваться звуковой сигнал.

9. При необходимости контроля деталей толщиной более 570 мм или для более детального рассмотрения различных зон по глубине переведите переключатель «» в положение «» и поворотом ручки «» выберите необходимую зону (при установленном на контролируемом образце преобразователе).

10. С помощью ручки «» и переключателя «» можно изменить масштаб изображения по экрану ЭЛТ дефектоскопа.

11. При необходимости синхронизации дефектоскопа от внешнего сигнала необходимо переключатель «» перевести в положение «Z», к контакту Б2 разъема Ш1 и клемме «» подключить кабель от внешнего источника синхроимпульсов. Синхроимпульсы должны быть положительной полярности амплитудой 20 + 2 В длительностью 5,0 + 0,5 мкс.

12. При разряде аккумуляторов (при работе от аккумуляторов) схема защиты от переразряда отключает дефектоскоп. При этом допускается периодическое включение и отключение дефектоскопа. В этом случае необходимо заменить блок аккумуляторов.

13. Для зарядки аккумуляторов подключите (через кабель для разрядки аккумуляторов) блок аккумуляторов к блоку питания от сети. На блоке питания от сети переключатель «Работа–Заряд» перевести в положение

FreeBusta is knowledge
without borders!

«Заряд». После этого подключите сетевой кабель блока питания к сети. Время заряда 13 ч. Перезаряд недопустим. Перед установкой блока питания от сети в дефектоскоп переключатель «Работа–Заряд» обязательно переведите в положение «Работа».

Методики контроля

1. Выбор методики-УЗК контроля.

1.1. 0т правильного выбора методики УЗК контроля зависит достоверность обнаружения дефектов в контролируемом изделия. Контроль может осуществляться контактным или иммерсионным способом. Методики контроля могут быть разработаны для отдельного изделия или группы. Перед разработкой методики необходимо изучить технологию изготовления изделия, его микроструктуру, состояние поверхности, форму и размер изделия, предполагаемые размеры дефектов и их ориентацию. При составлении методики выбирается:

— частота УЗК;

— тип преобразователя прямого или наклонного;

— схема перемещения преобразователя и направление ввода УЗК в изделие;

— чувствительность дефектоскопа;

— индикация и регистрация показаний дефектоскопа;

— способ расшифровки показаний.

1.2. В данном разделе кратко излагаются лишь общие вопросы методики контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа. Более полно эти вопросы рассматриваются в специальной литературе.

2. Выбор частоты УЗК.

2.1. Частота УЗК выбирается в зависимости от размеров контролируемого изделия, коэффициента затухания УЗК в материале и уровня структурных помех. При контроле стальных кованных к катанных изделий средних размеров целесообразно применение преобразователей на частоту 2,5 МГц, при толщине более 1 м — 0,6; 1,25 МГц. Изделия толщиной 10÷20 мм целесообразно контролировать на частотах 5; 10 МГц.

2.2. Тонкие сварные швы (менее 15 мм) контролируются на частоте 5 МГц. Сварные швы толщиной 15÷200 мм — на частоте 2,5 МГц, более 200 мм — на частоте 1,25 МГц.

Контроль изделий из крупнозернистого материала и материалов с большим коэффициентом затухания УЗК производится на частотах 0,6; 1,25 МГц.

3. Выбор типа преобразователя.

3.1. В том случае, когда ожидаемые дефекты расположены в плоскости, параллельной поверхности ввода УЗК (поковки, прокат), следует применять прямые преобразователи (рис. 19, а). В том случае, когда ожидае-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

мые дефекты расположены в плоскости, не параллельной поверхности ввода УЗК (поковки, штампованные изделия, сварные швы) и при контроле изделий сложной формы, следует применять преобразователи наклонные (рис. 19, б).

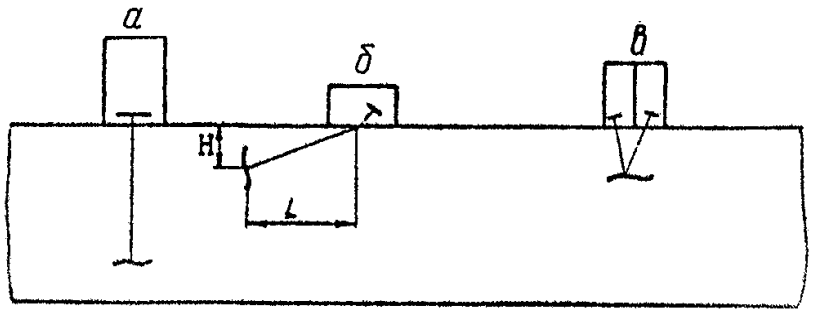


Рис. 19. Выбор типа преобразователя в зависимости от расположения выявляемого дефекта

При работе многократно отраженным лучом (рис. 20, б, в) глубина залегания дефекта определяется по формуле:

$$H = H_{\text{гл}} - n \cdot \delta \text{ — для четного } n;$$

$$H = (H_{\text{гл}} + n) \cdot \delta \text{ — для нечетного } n,$$

где $H_{\text{гл}}$ — показания глубиномера дефектоскопа, мм; δ — толщина материала изделия, мм; n — число отражений.

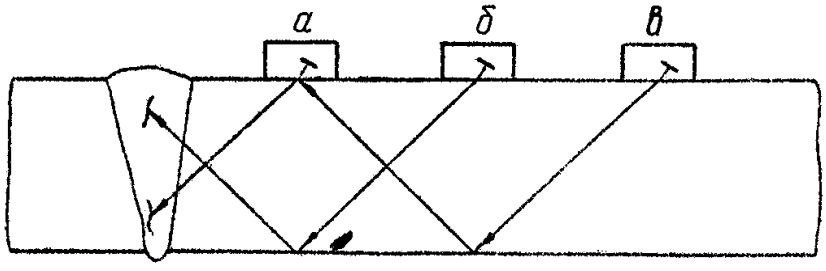


Рис. 20. Различные варианты контроля сварного соединения наклонными преобразователями

3.2. Для выявления дефектов, расположенных на небольшой глубине (1÷150 мм) и ориентированных параллельно поверхности ввода УЗК, применяют раздельно-совмещенные преобразователи 2,5 МГц 7° и 5 МГц 7° (рис. 19, в).

4. Выбор направления ввода УЗК в изделия и перемещения преобразователя наклонного или прямого.

FreeBusta is knowledge without borders!

4.1. Перед началом ультразвукового контроля следует определить участки изделия, где возможно возникновение дефектов и наиболее опасно их появление, выяснить вероятную ориентацию дефектов.

Направление прозвучивания целесообразно наметить по чертежу. Выбранное направление должно обеспечивать максимальную чувствительность. Далее следует определить, какие возможные эхо-сигналы (от канавок, проточек и др.) могут быть видны на экране ЭЛТ дефектоскопа в различных положениях преобразователя. Направление ввода УЗК в изделие следует выбирать так, чтобы импульсы УЗК падали на плоскость дефекта под углом, близким к прямому, что достигается подбором угла наклона преобразователя наклонного, но при этом надо учитывать и толщину изделия. При контроле сварных швов толщиной менее 20 мм целесообразно применять преобразователи наклонные с углом ввода УЗК 50°÷55°, при толщине 20÷25 мм — с углом ввода УЗК 40° и при толщине 120÷300 мм — с углом ввода УЗК 30°.

4.2. Для обеспечения контроля всего изделия необходимо преобразователь перемещать по поверхности изделия с определенным шагом. Шаг перемещения зависит от диаметра пьезоэлемента и должен быть не более $2R$, а для более надежного выявления — не более R (R — радиус пьезоэлемента).

5. Настройка на условную чувствительность.

5.1. Установку условной чувствительности целесообразно производить по контрольному образцу с искусственными дефектами. Контрольный образец следует изготовлять из материала, по составу и структуре аналогичному для каждого сортамента. Состояние поверхности контрольного образца должно быть таким же, как у контролируемого изделия.

5.2. При эхо-импульсном методе контроля чувствительность дефектоскопа определяется площадью минимального надежно выявляемого искусственного дефекта, выполненного в виде сверления с плоским дном (рис. 21, а). При контроле сварных швов можно в качестве контрольного образца использовать брусок металла с угловым искусственным дефектом-зарубкой (рис. 21, б).

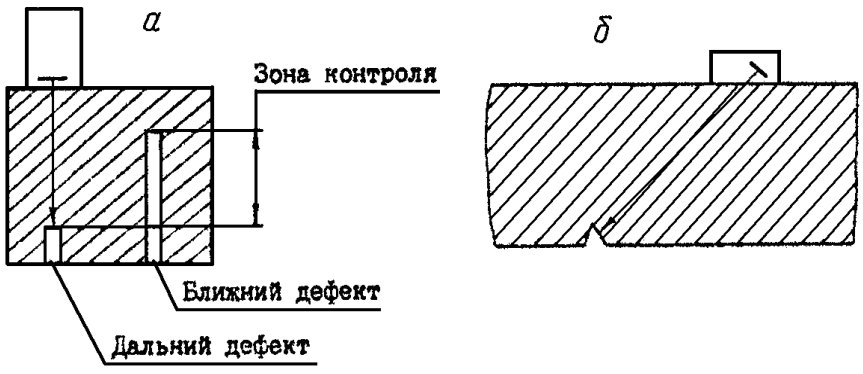
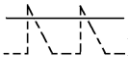


Рис. 21. Схема расположения искусственных дефектов в контрольных образцах

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Прежде всего определить зону контроля (по глубине), которую необходимо контролировать. В зависимости от выбранной зоны изготавливаются контрольные образцы (рис. 21, а).

5.3. Установка условной чувствительности по контрольным образцам производится следующим образом. На поверхность контрольных образцов наносится слой контактной смазки. Перемещая преобразователь по поверхности контрольных образцов, при оптимальном положении ручек управления дефектоскопа следует добиться максимального сигнала от искусственных дефектов в ближней и дальней зонах. Желательно с помощью ручек «ΔdB», «»,«» получить одинаковые по амплитуде сигналы на экране ЭЛТ дефектоскопа. Необходимо выбрать такой режим, когда в зоне между импульсами от ближнего дефекта и дальнего дефекта (при установке на контрольный образец с дальним дефектом) не будут наблюдаться ложные сигналы. При этом использовать регулятор уровня отсечки шумов «».

5.4. Поиск дефектов целесообразно производить при повышенной чувствительности по сравнению с установленной на контрольных образцах, т. е. с помощью переключателя «ΔdB» увеличить чувствительность дефектоскопа на 3÷5 дБ.

Возможны и другие способы установки условной чувствительности.

6. Индикация и регистрация показаний дефектоскопа.

6.1. В дефектоскопе предусмотрены два вида индикации сигналов: по экрану ЭЛТ и по звуковому сигналу схемы АСД. Кроме этого для индикации может применяться автоматический сигнализатор АС-3 (в составе установок для автоматического контроля).

7. Расшифровка показаний дефектоскопа.

7.1. В расшифровку показаний дефектоскопа входит расшифровка ложных сигналов и определение характера дефектов. Ложные сигналы на экране ЭЛТ дефектоскопа могут наблюдаться при контроле изделий простой и особенно сложной формы. При контроле изделий сложной формы с небольшими поперечными размерами и различными проточками, выступами будет наблюдаться сложная картина (рис. 22). Масштаб изображения на экране ЭЛТ дефектоскопа целесообразно выбирать таким, чтобы сигнал от противоположной стороны детали помещался в конце линии развертки.

7.2. При контроле изделий сложной формы временное положение ложных сигналов и их амплитуды следует зафиксировать. Сигналы, положение которых не совпадает с ложными, следует считать сигналами от дефекта. Увеличение амплитуды какого-либо сигнала может быть также признаком наличия дефекта.

FreeBusta is knowledge
without borders!

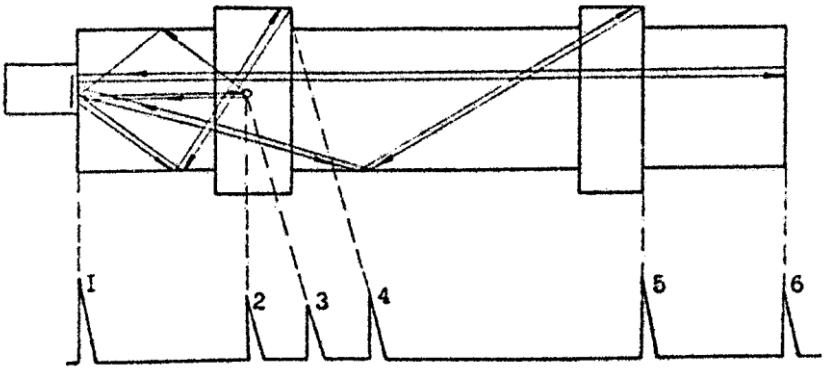


Рис. 22. Распространение УЗК в контролируемом изделии и осциллограмма отраженных сигналов:
1 — зондирующий импульс; 2 — импульс, отраженный от дефекта; 3 — импульс, отраженный от дефекта с боковой стенки; 4 — импульс, отраженный от выступа; 5 — импульс, отраженный от выступа; 6 — импульс, отраженный от дна

7.3. Оценка характера дефектов производится по некоторым косвенным признакам:

— от трещин, непровара интенсивное отражение наблюдается при направлении, перпендикулярном плоскости ориентации дефекта;

— от дефекта круглой формы, раковины, групп пор наблюдается интенсивное отражение при различных направлениях падающих на них ультразвуковых волн;

— сигналы от значительных по размеру круглых форм, а также от плоских дефектов при падении на них ультразвуковых волн наклонно имеют нарастание переднего фронта.

Обработка результатов и составление отчета

В отчете по указанию преподавателя отразить краткую технологию определения дефектов, а также глубину их залегания. Вычертить схемы контроля деталей плоскими и призматическими щупами.

Контроль технического состояния деталей с использованием флуоресцентного метода дефектоскопии

Цель работы

Ознакомление с методикой контроля деталей флуоресцентным анализом, определение величин дефектов и их расположения.

Содержание работы

Скрытые поверхностные дефекты на деталях в виде волосовых и усталостных трещин могут быть легко выявлены с помощью капиллярных

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

методов контроля, основанных на проникновении жидкости, смачивающей материал, в полости дефекта.

В ремонтной практике давно применяется так называемый керосино-во-меловой метод, но этот метод недостаточно чувствительный, он может применяться только при проверке неответственных деталей.

Для повышения чувствительности и точности определения границ распространения поверхностных трещин применяют специальные красители и люминесцирующие вещества. Многие органические и неорганические вещества при облучении ультрафиолетовыми лучами способны превращать поглощенную световую энергию в излучение другого спектрального класса.

Новое излучение называют фотолюминесцентным. В зависимости от длительности свечения различают флуоресценцию и фосфоресценцию. Первая практически исчезает одновременно с прекращением облучения, вторая длится заметный промежуток времени после окончания облучения.

В ремонтной практике и машиностроении для выявления поверхностных дефектов типа трещин применяется флуоресцентный метод контроля деталей из различных материалов: черных и цветных металлов, их сплавов, пластмасс, керамики.

Чувствительность люминесцентного метода позволяет надежно выявлять трещины от 0,002 мм по ширине и от 0,05 мм по глубине.

Основные узлы и детали дефектоскопа ДС-1М, а также схема включения в сеть представлены на рис. 23.

Общий вид люминесцентного дефектоскопа дается на рис. 24.

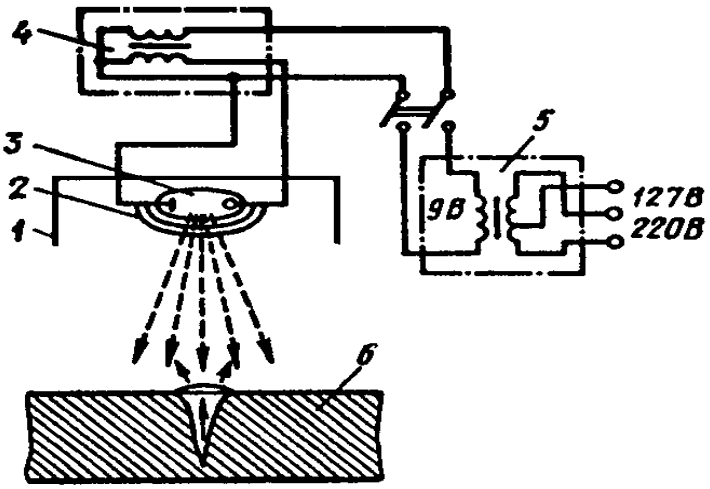


Рис. 23. Основные узлы и детали дефектоскопа ДС-1М:
1 — рефлектор; 2 — ультрафиолетовый светофильтр; 3 — ртутно-кварцевая лампа;
4 — высоковольтный трансформатор; 5 — силовой трансформатор;
6 — контролируемая деталь

FreeBusta is knowledge
without borders!



Рис. 24. Общий вид люминесцентного дефектоскопа

Сущность метода состоит в том, что на обезжиренную контролируемую поверхность детали, наносится тонкий слой флуоресцирующего раствора с последующей его выдержкой на детали от 5 до 10 мин.

Заполнивший трещину раствор потенциально фиксирует ее месторасположение на поверхности детали и конфигурацию.

Для повышения интенсивности выхода раствора из трещины поверхность детали посыпается порошкообразным селикагелем SiO_2, который после 5 мин выдержки стряхивается с детали.

Флуоресцирующий раствор, абсорбированный силикагелем из трещины к поверхности детали, при облучении ультрафиолетовыми лучами дает четкую световую картину расположения трещины на поверхности детали.

В качестве источника ультрафиолетового света обычно используются ртутно-кварцевые лампы типа ПРК (прямая ртутно-кварцевая) и СВД (сверхвысокого давления).

При горении ртутно-кварцевые лампы возникает сильная ионизация окружающего воздуха, что требует принудительной вентиляции помещения для удаления озона.

Оборудование рабочего места

1. Ртутно-кварцевая лампа ПРК-4 со светофильтром УСФ-3 (прибор ДС-1М). 2. Флаконы с притертыми пробками: а) для бензина на 150 г; б) для флуоресцирующего раствора на 100 г; в) для силикагеля в порошке на 100 г; а также кисточки с мягким волосом для бензина и флуоресцирующего раствора. 3. Воздушный компрессор лабораторного типа с рабочим давлением воздуха до 2 кг/см^2. 4. Малогабаритный калорифер для подогрева

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

воздуха в магистрали компрессора. 5. Противень 150×200×100 мм для сбора силикагеля при подготовке деталей к контролю. 6. Объекты контроля: а) ролики подшипника качения; б) кулачковые шайбы распределительного вала судового дизеля.

Порядок выполнения работы

Очистить деталь и обезжирить бензином контролируемую поверхность.

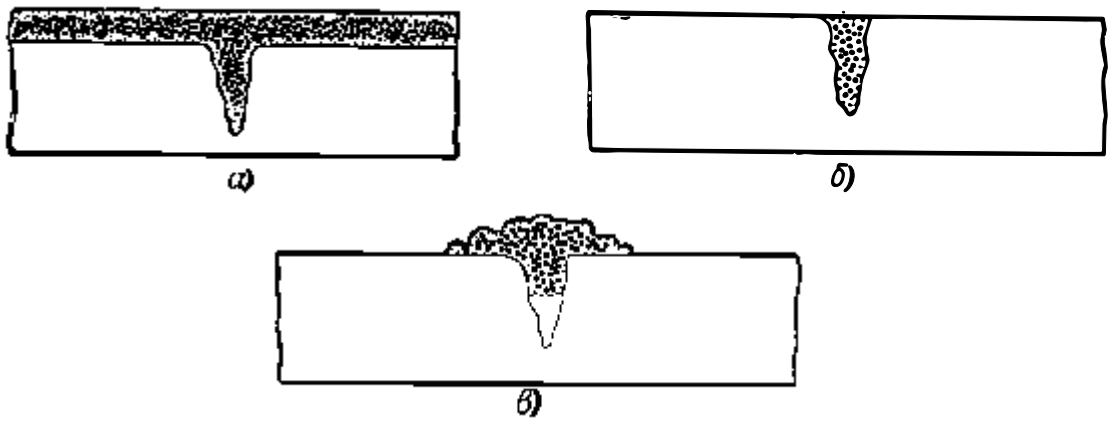


Рис. 25. Схема нанесения флуоресцирующего раствора:
а — жидкость нанесена на поверхность детали; *б* — жидкость удалена с поверхности детали; *в* — жидкость из трещины впитывается порошком.

2. Нанести кисточкой на поверхность детали слой флуоресцирующего состава с последующей выдержкой в 5÷10 мин.

Примечание. Рабочее место должно быть обеспечено подводом приточной воды со сливом в раковину.

Рецепт флуоресцирующего состава в объемном соотношении: трансформаторное масло — 1 ч; керосин — 3 ч; бензин — 1 ч; краситель-дефектоль (флуороль) — 0,02÷ 0,05% от общего объема.

3. Снять раствор с поверхности детали струей воды из водопроводного крана.

4. Просушить деталь струей сжатого горячего воздуха.

5. Нанести на поверхность детали слой порошка силикагеля.

6. После выдержки 5÷10 мин удалить излишки силикателя с детали (сдуть или стряхнуть над противнем) (рис. 16).

7. Осмотреть поверхность детали в ультрафиолетовом свете и определить количество трещин и их протяженность.

Обработка результатов и составление отчета

После того как с помощью флуоресцентного метода будут обнаружены дефекты, их необходимо зарисовать и по возможности определить величину. Технологию, оборудование, схемы отразить в отчете по указанию преподавателя.

FreeBusta is knowledge
without borders!

Лабораторная работа 6

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ХРОМИРОВАНИЕМ

Цель работы

Закрепить теоретические знания о сущности электролитического наращивания, изучить достоинства и недостатки хромирования, получить практические навыки по восстановлению деталей хромированием.

Содержание работы

Хромирование применяется с целью восстановления изношенных деталей (твердое хромирование), придания деталям эффектного вида и предохранения от коррозии (защитно-декоративное хромирование), а также для специальных целей (повышение твердости поверхности, износостойкости, кислотостойкости и т. д.).

Электролитическое наращивание хрома основано на явлениях электролиза, происходящего при пропускании постоянного тока через растворы электролитов. При растворении химических соединений в воде происходит электролитическая диссоциация — молекулы распадаются на ионы с определенными электрическими зарядами. Положительно заряженные ионы носят название катионов, отрицательно заряженные — анионов. При пропускании постоянного тока катионы начинают перемещаться к отрицательно заряженному электроду — катоду, анионы — к положительно заряженному электроду — аноду. Катодом служит наращиваемая деталь, а анодом — чаще всего металл (при хромировании сплав свинца и сурьмы).

В результате электролиза при хромировании на катоде (детали) выделяются металлический хром и водород, а на аноде — кислород. Количественно процесс электролиза подчиняется законам Фарадея:

$$G = c \cdot I \cdot t,$$

где G — теоретическое количество вещества, г; c — электрохимический эквивалент, г/А·ч; I — ток, А; t — время электролиза, ч.

Отношение практически полученной величины выхода металла G_g к теоретически вычисленной, выраженное в процентах, называется выходом по току η:

$$\eta = \frac{G_g}{cIt} \cdot 100\%.$$

Электрохимический эквивалент хрома равен 0,323 г/А·ч, а выход по току колеблется от 13 до 18%.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Оборудование рабочего места

1. Ванна хромирования. 2. Генератор постоянного тока серии НД 500/1000. 3. Приборный щит. 4. Промывочная ванна. 5. Ванная обезжиривания (с венской известью). 6. Полировальный станок. 7. Подвески. 8. Ареометр, термометр. 9. Микрометр МК 0-25. 10. Твердомер ПМТ-3. 11. Микроскоп. 12. Тиски, набор ключей. 13. Щетки и кисти. 14. Набор химических материалов.

Устройство и работа ванны хромирования

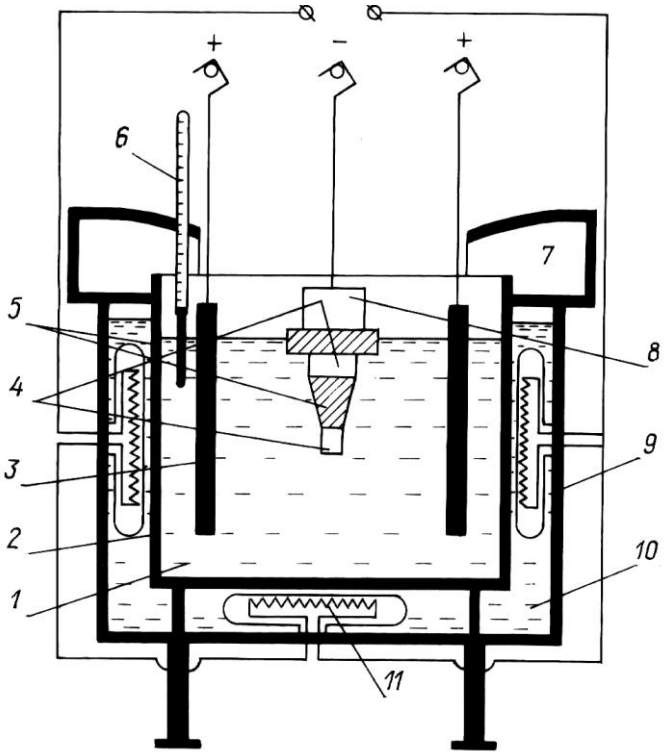


Рис. 26. Схема ванны хромирования:
1 — электролит; *2* — внутренняя ванна; *3* — аноды из сплава свинца и сурьмы; *4* — поверхности детали, подготавливаемые к хромированию; *5* — места детали, не подлежащие хромированию; *6* — контактный термометр; *7* — бортовой отсос; *8* — восстанавливаемая деталь; *9* — наружная ванна; *10* — теплоноситель (вода); *11* — электрические нагревательные элементы

Ванна хромирования (рис. 26) представляет собой две емкости: внутреннюю *2*, в которой находится электролит *1* и наружную *9*.

Электролит для хромирования состоит из хромового ангидрида CrO_3, серной кислоты H_2SO_4 и воды. Температура электролита при хромировании достигает 60°С. Подогретый до этой температуры электролит довольно агрессивен, поэтому внутренняя ванна должна иметь кислотостойкую

FreeBusta is knowledge
without borders!

футеровку. Обычно внутренняя ванна изготавливается из листовой стали толщиной 3÷5 мм, а изнутри она защищается листовым свинцом, причем швы свинцовой обкладки тщательно провариваются водородной сваркой. В качестве заменителя свинца широко используется винипласт.

Пространство *10* между внутренней и наружной стальными ваннами заполняется водой. Подогрев электролита производится змеевиками, по которым пропускается пар или вода, или электрическими нагревательными элементами *11*, установленными между внутренней и наружной стальными ваннами. Иногда освинцованный змеевик помещается непосредственно в хромовой ванне.

На специальных изоляторах сверху установлены анодные и катодные штанги. На анодные штанги навешиваются аноды *3* из сплава свинца и сурьмы, на катодную штангу — восстанавливаемая деталь *8*.

В процессе электролиза при бурном выделении водорода и кислорода вместе с газами выбрызгиваются мельчайшие капельки хромовой кислоты, которая, попадая в дыхательные пути человека, вызывает профессиональные заболевания. Кроме того, водород и кислород выделяются в пропорции взрывоопасной гремучей смеси.

Для создания безопасных условий работы ванны хромирования снабжаются бортовыми отсосами *7*, включенными в мощную приточно-вытяжную вентиляционную систему.

На качество и свойство хромового осадка в основном влияют температура электролита и плотность тока. Для обеспечения постоянства заданного температурного режима ванна хромирования должна иметь систему автоматического регулирования температуры с использованием термосигнализатора ТС-100 или электронного потенциометра ЭПВ-01, или контактного термометра *6*.

Порядок выполнения работы

Материалы методического руководства по данной лабораторной работе студенты должны изучать заранее, до прихода в лабораторию; на рабочем месте они должны сначала включить подогрев ванны хромирования и вентиляцию, а затем ознакомиться по специальной инструкции с правилами по технике безопасности.

Процесс хромирования довольно сложен и состоит из подготовки детали к хромированию, хромирования и обработки деталей после хромирования.

Подготовка детали к хромированию состоит из следующих операций: 1) шлифование изношенной детали; 2) промывка в бензине; 3) полировка; 4) изоляция нехромируемых мест; 5) монтаж деталей на подвеску; 6) обезжиривание деталей и промывка; 7) декапирование.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

1. Шлифование необходимо для обеспечения правильной геометрической формы изношенной поверхности. Шлифуют детали абразивными кругами с зернистостью от 40 до 80. Твердость круга подбирают исходя из твердости шлифуемой поверхности детали: чем тверже обрабатываемая поверхность, тем мягче должен быть абразивный круг, и наоборот. Окружная скорость вращений шлифовального круга 25÷30 м/сек; скорость вращения детали при шлифовании 12÷120 м/мин.

2. Полировка проводится для устранения следов шлифования и придания детали гладкой поверхности с помощью матерчатых и войлочных кругов и пасты ГОИ. Паста состоит в основном из окиси хрома Cr_2O_3 (зеленого цвета). При полировании она наносится на поверхность вращающегося круга. Затем к поверхности круга прижимается деталь и зерна окиси хрома, имеющие высокую твердость и острые грани, касаясь поверхности детали, механически срезают неровности и риски, оставшиеся после шлифования.

Полировка считается законченной, если на поверхности детали выведены следы абразивного круга. Полировка перед хромированием проводится лишь для деталей, у которых требуется обеспечить высокий класс чистоты поверхности после хромирования.

3. После полировки деталь нужно промыть в бензине и обдуть сжатым воздухом.

4. Места *5*, не подлежащие хромированию, изолируются листовым целлулоидом или смытой кинопленкой. В качестве изоляции применяют также цапон-лак или эмалит. Цапон-лак представляет собой раствор целлулоида в ацетоне, а эмалит — раствор нитроцеллюлозы в смеси органических растворителей. Отверстия в деталях обычно заглушают свинцовыми пробками.

5. Монтаж детали на подвеску является весьма ответственной операцией, благодаря которой обеспечиваются хороший контакт детали и равные расстояния между отдельными участками поверхности детали и анодами. При монтаже деталей на подвеску иногда применяют специальные экраны (электропроводные и неэлектропроводные), предохраняющие от образования на острых краях деталей ветвеобразных наростов. Для контроля в последующем толщины осадка хрома следует измерить микрометром поверхность *4*, подготавливаемую к хромированию, и данные записать в отчет.

6. Качество хромирования в первую очередь зависит от качества обезжиривания. При выполнении лабораторной работы применяется обезжиривание венской известью. Перед использованием венскую известь, представляющую собой смесь тонкоразмолотых окиси кальция и окиси магния, разводят водой до кашицеобразного состояния и протирают ею поверхность детали при помощи волосяной щетки. Детали, обезжиренные известью, промывают сильной струей холодной воды. Качество обезжири-

FreeBusta is knowledge
without borders!

вания определяется по равномерной смачиваемости поверхности деталей чистой водой.

7. Операция декапирования предназначена для окончательного удаления с поверхности деталей тончайших окислов, образующихся во время переноски деталей из одной ванны в другую, и выявления структуры основного металла. Декапирование может быть химическим и анодным. При химическом декапировании стальные детали погружают в слабый раствор серной кислоты (5%) на 1÷2 мин. При анодном декапировании детали выдерживают в хромовой ванне 5÷8 мин без тока для того, чтобы деталь нагрелась до температуры ванны. Затем включают ток, чтобы деталь стала анодом и выдерживают ее под током 30÷50 сек при плотности тока 20÷25 А/дм^2. Для переключения тока распределительный щит хромовой ванны оборудуется двусторонним перекидным рубильникам.

Таблица 8

Виды осадков в зависимости от режимов хромирования и условий работы детали

Условия работы детали	Виды осадка и толщина покрытия	Режимы хромирования	
		D_k, А/дм^2	t, °С
Детали неподвижных сопряжений (шейки валов под прессовые и подшипниковые посадки)	Блестящие и молочные осадки, толщина слоя по экономическим соображениям	30	45÷50
Хромированная поверхность детали работает на истирание при незначительных нагрузках до 6 кг/см^2, 600 кН/м^2	Блестящие осадки, толщина слоя 0,03÷0,12 мм	50	50÷55
Хромированная поверхность работает на истирание при средних нагрузках 5÷20 кг/см^2, 500÷2000 кН/м^2	Блестящие осадки, толщина слоя 0,05÷0,10 мм Молочные осадки	20÷30 35÷40	50÷55 60÷65
Хромированная поверхность работает на истирание при динамических нагрузках и значительных давлениях свыше 20 кг/см^2, 2000 кН/м^2	Молочные осадки, толщина слоя 0,03÷0,05 мм	30÷40 20÷25	60÷65 65÷70

8. Перед началом хромирования необходимо ареометром измерить плотность электролита и по номограмме с учетом температуры электролита определить содержание в нем хромового ангидрида. Можно также определить концентрацию хромового ангидрида по табл. 8, измерив плотность электролита при температуре 15°С в начале занятий. Добавляя хро-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

мовый ангидрид или воду, довести концентрацию CrO_3 до нормы. Для ванны с разбавленным электролитом концентрация CrO_3 равна 150 г/л к H_2SO_4 _ 1,5 г/л. Чаще применяется универсальная ванна с концентрацией хромового ангидрида CrO_3 — 250 г/л и H_2SO_4 — 2,5 г/л.

9. В зависимости от условий работы детали выбрать вид осадка хрома (блестящий, молочный, матовый) и задать соответствующие температуру электролита и плотность тока, обеспечивающие получение выбранного вида хрома.

Плотность тока, А/дм^2, находится по формуле

$$D_k = I/F,$$

где F — площадь поверхности, покрываемой хромом, дм^2.

Молочные осадки получаются при малой плотности тока и высокой температуре электролита; они наиболее мягкие из всех осадков хрома, имеют твердость 500÷600 НВ, пластичны, удовлетворительно смачиваются маслом, отличаются наибольшей износостойкостью.

Блестящие осадки образуются при средних значениях плотности тока и температуры электролита. Они имеют твердость до 900 НВ, отличаются хрупкостью, но обладают большой кислотостойкостью.

Матовые осадки получаются при высокой плотности тока и низкой температуре электролита. У них наибольшая твердость НВ — до 1200, но они очень хрупкие.

10. После окончания анодного декапирования рубильник переключается в исходное состояние, деталь становится катодом и начинается осаждение хрома при заданной плотности тока и температуре электролита.

Время хромирования детали определяется из выражения

$$t = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000}{D_k \cdot c \cdot \eta},$$

где t — время хромирования, ч; h — толщина слоя хрома, мм; D_k — плотность тока, А/дм^2; c — электрохимический эквивалент, г/А-ч (0,323 г/А·ч); η — выход по току для хрома и данного электролита (13%); γ — плотность электрохимического хрома, г/см^3 (6,9÷7,1 г/см^3).

Толщину слоя хрома h определяют по формуле

$$h = h_1 + h_2,$$

где h_1 — толщина хромового осадка на сторону, которая необходима для того, чтобы деталь получила после хромирования номинальный или соответствующий ремонтный размер; h_2 — припуск на шлифование после хромирования.

11. После окончания хромирования выключить рубильник и снять под-

FreeBusta is knowledge without borders!

веску с деталью с катодной штанги. Выключить источник постоянного тока.

В перечень операций по обработке деталей после хромирования входят:

12. Промывка в дистиллированной воде.
13. Промывка в холодной и горячей проточной воде.
14. Демонтаж подвесок.
15. Нагрев деталей в сушильном шкафу при температуре 150÷200°С.
16. Предварительный технический контроль.
17. Шлифование и доводка детали.
18. Окончательный технический контроль.

Детали после хромирования ополаскивают в ванне с дистиллированной водой в целях экономии хромового ангидрида, так как дистиллированная вода со смытым CrO_3 используется для доливки хромовой ванны. Затем деталь промывают в проточной холодной воде. Окончательное удаление электролита с детали производят промывкой в горячей проточной воде. Горячая вода не только хорошо смывает, но и нагревает деталь, что ускоряет ее сушку. После горячей промывки детали демонтируют с подвесок, снимают с них экраны и счищают изоляционные лаки ножом, а целлулоид развертывают. Нагрев деталей в сушильном шкафу производят для того, чтобы удалить водород из слоя хрома и одновременно высушить деталь. При контроле деталь тщательно осматривают и особое внимание обращают на качество сцепления хрома и основного металла. Проверку адгезии хромового осадка производят при удалении дендритов наждачными брусками, а также легким постукиванием по хромовому слою медным молотком. После обмера микрометром деталь шлифуют и доводят, а затем подвергают окончательному техническому контролю. Деталь должна по всем размерам удовлетворять техническим условиям и иметь качественное хромовое покрытие.

Если деталь отхромирована неудовлетворительно, нужно повторить процесс, для чего сначала необходимо снять наложенный хромовый слой. Снятие хрома в лаборатории производится погружением детали в раствор соляной кислоты (1 часть концентрированной соляной кислоты на 6÷9 частей воды) при температуре 30÷40°С. В этом растворе хром очень бурно разлагается с выделением водорода. За этим процессом нужно внимательно следить и не допускать травления основного металла. После травления деталь тщательно промывается.

Достоинства хромирования

1. Процесс происходит при температуре не выше 70°С, поэтому структура основного металла детали и ее термическая обработка не нарушаются.

2. Гладкий и пористый хром имеет высокую твердость.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

3. Пористый хром имеет высокую износостойкость.

4. Сцепление хрома с деталью хорошее, если подготовка и процесс хромирования произведены правильно.

5. Подбор материала ванны и способа подогрева электролита особых трудностей не представляют.

6. Фильтрация электролита требуется редко.

Недостатки хромирования

1. Длительность процесса и сложность подготовительных операций.

2. Возможность восстановления деталей с относительно небольшим износом, так как большие по толщине осадки хрома (сверх 0,3÷0,4 мм) являются менее износостойкими и дорогостоящими.

3. Низкий кпд хромовых ванн и относительно высокая стоимость хромирования.

4. Малая производительность (за 1 ч откладывается слой толщиной 0,015÷0,03 мм).

Студенты должны составить отчет по установленной форме с выполнением необходимых расчетов.

Лабораторная работа 7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЖЕЛЕЗНЕНИЕМ

Цель работы

Закрепить теоретические знания о процессе осаждения железа из горячих хлористых электролитов, освоить технологический процесс восстановления деталей железнением.

Содержание работы

Железнение получает все более широкое применение в ремонтном производстве для восстановления изношенных деталей. Наибольшего внимания заслуживает железнение в горячих хлористых электролитах, имеющих целый ряд преимуществ: осадок получается мелкозернистым и обладает высокими механическими свойствами; процесс получения покрытий отличается большой стабильностью; можно получать гладкие, прочные и плотные осадки железа толщиной 10÷15 мм и более; хлористые электролиты допускают значительно большую плотность тока и обеспечивают более высокую скорость осаждения металла (0,15÷0,50 мм/ч), чем сернокислые (0,05÷0,07 мм/ч).

Исходными материалами для приготовления хлористого электролита служат хлористое (двухвалентное) железо $FeC1_2 \cdot 4H_2O$ и соляная кислота

FreeBusta is knowledge without borders!

НС1. В этом случае катодом является восстанавливаемая деталь, а в качестве анода применяется мягкое железо (армко).

В процессе работы ванны молекулы хлористого железа, растворенные в воде, распадаются на ионы. Ионы Fe^{++} при электролизе будут разряжаться на детали (катоды) и покрывать ее слоем железа. Поскольку при железнении применены растворимые аноды, то ионы железа будут направляться в электролит взамен разрядившихся на катоде. Благодаря этому состав электролита почти не изменяется: электролит служит как бы передатчиком ионов железа от анода к катоду.

В процессе электролиза на катоде, кроме железа, в большом количестве выделяется водород, который активно поглощается осадком. Водород придает электролитическому железу хрупкость и повышает склонность осадка к отслаиванию. Однако уменьшение концентрации ионов водорода не должно быть значительным, так как на катоде одновременно протекают два процесса:

$$Fe^{++} + 2e \rightarrow Fe \quad \text{и}$$

$$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-.$$

Водород, образующийся при электролизе воды, выделяется из раствора в виде газа, а ион гидроксила ОН нейтрализуется ионами водорода. Но при недостатке ионов водорода образуется гидроокись железа:

$$Fe^{++} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2.$$

Гидроокись частично включается в осадок железа и ухудшает его качество. Поэтому для предупреждения выпадения в растворе гидроокиси железа (нерастворимые хлопья), необходимо поддерживать в электролите минимум водородных ионов, который зависит от концентрации железа в электролите, температуры электролита и плотности тока. Чем выше эти показатели, тем больше должно быть водородных ионов в электролите, т. е. выше минимум кислотности. Следует иметь в виду, что с повышением температуры электролита количество водорода, поглощаемого железом, уменьшается. Для устранения этого явления необходимо все время поддерживать высокую температуру электролита.

Оборудование рабочего места

1. Ванна для железнения (рис. 27). 2. Источник постоянного тока. 3. Приборный щит. 4. Ванна анодного декапирования. 5. Промывочная ванна. 6. Ванна обезжиривания (с венской известью). 7. Ванна щелочная. 8. Подвески. 9. Ареометр, термометр. 10. Микрометр МК 0–25. 11. Твердомер ПМТ-3. 12. Микроскоп. 13. Тиски, набор ключей. 14. Щетки и кисти. 15. Набор химических материалов.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Устройство и работа ванны для железнения

Для процесса железнения применяется такое же оборудование, как и при хромировании (источники постоянного тока, вспомогательное оборудование, оборудование для шлифования и полирования, ванны химической или электрохимической подготовки, измерительные приборы и инструмент и т. д.) Исключение составляет сама установка для железнения, которая должна удовлетворять следующим специфическим требованиям.

При железнении необходимо строго выдерживать заданные режимы электролиза, поэтому установку для железнения следует оборудовать устройствами, позволяющими сохранять и регулировать эти режимы.

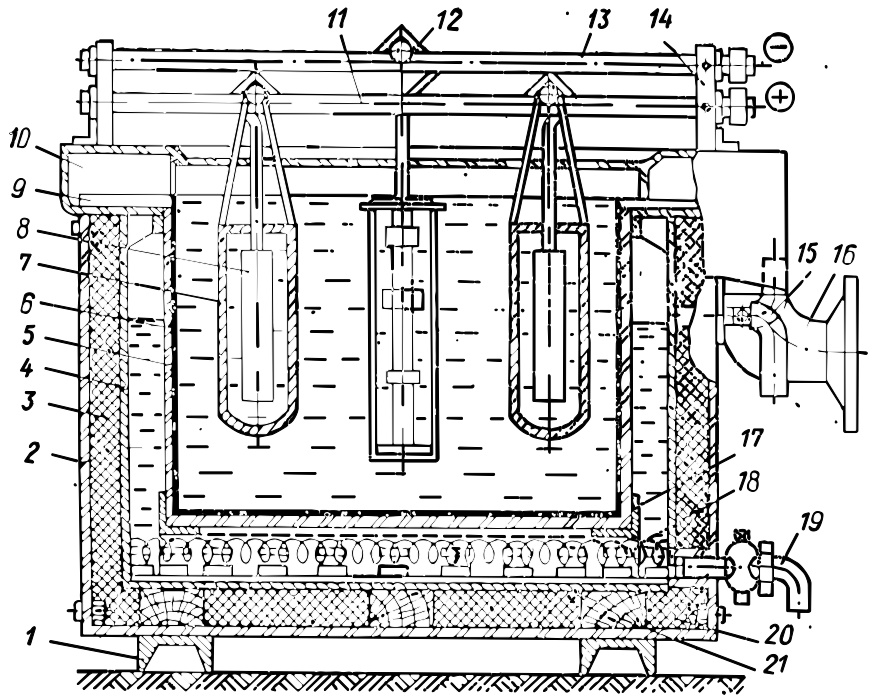


Рис. 27. Ванна для железнения:
1 — подставка; *2* — наружный кожух; *3* — теплоизоляционный материал; *4* — наружная стальная ванна; *5* — внутренняя стальная ванна; *6* — кислотоупорная футеровка; *7* — чехлы из стеклоткани; *8* — растворимые аноды из малоуглеродистой стали; *9* — кронштейн; *10* — бортовой отсос; *11* — анодная штанга; *12* — подвеска; *13* — катодная штанга; *14* — изоляционный кронштейн; *15* — трубопровод подачи воды в водяную рубашку; *16* — вентиляционный патрубок; *17* — опорные кронштейны; *18* — спираль электроподогревателя; *19* — патрубок для слива воды; *20* — теплоизоляционный материал; 21 — бруски

Горячие растворы хлористого железа вызывают интенсивную коррозию большинства металлов и их сплавов, применяющихся в обычных заводских условиях. При использовании этих металлов для изготовления ванны железнения возникающие коррозия стенок и падение кислотности

FreeBusta is knowledge
without borders!

электролита приводят к нарушению его состава и, следовательно, заданных свойств покрытий. Стали антихлор, хастеллой В и некоторые другие устойчиво работают во взаимодействии с хлористым электролитом при высокой температуре.

При железнении особенно большое значение имеет постоянство температур электролиза. Резкие колебания температуры во время электролиза, а также разная температура в верхних и нижних слоях электролита приводят к возникновению неоднородных свойств по толщине и по поверхности слоя и даже к отслаиванию осадка. Поэтому в установке для железнения необходимо предусмотреть устройства для перемешивания электролита и поддержания заданной температуры с точностью ± 1°.

В процессе железнения используются растворимые аноды, которые в производственных условиях изготовляют из малоуглеродистой стали. При растворении таких анодов электролит загрязняется шламом (нерастворимыми частицами). Шлам может отлагаться на катодной поверхности, что приводит к ухудшению механических качеств осадка и к появлению бугристости. Ввиду этого в установке для железнения необходимо предусмотреть устройство для поддержания прозрачности электролита (главным образом путем фильтрования).

Высокая температура процесса железнения (60÷80°) способствует испарению электролита. Так как испаряется в основном вода, то концентрация железа в электролите увеличивается, из-за чего нарушается постоянство механических свойств покрытия. Периодическая добавка воды в процессе электролиза приводит к коротким, но резким колебаниям температуры, что также сопровождается нарушением постоянства механических свойств покрытия. В установке для железнения желательно предусмотреть устройство для непрерывного добавления воды в электролит взамен испаряющейся (из расчета 9÷10 л/ч с 1 $м^2$ зеркала ванны).

6. В процессе железнения происходит непрерывное уменьшение количества свободной соляной кислоты, которая испаряется и расходуется на химические реакции при электролизе. Уменьшение кислотности электролита приводит к ухудшению механических свойств покрытия. Поэтому установка для железнения должна иметь устройство для добавления соляной кислоты.

7. Испарения электролита вредны для здоровья персонала, а также вызывают коррозию металлических деталей оборудования цеха. Поэтому ванна железнения должна быть оборудована местным отсосом (при норме отсоса с 1 $м^2$ зеркала ванны 50÷60 $м^3$/мин).

В соответствии с этими требованиями в установке для железнения лаборатории кафедры технологии лесного машиностроения и ремонта имеются следующие конструктивные элементы:

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

1. Ванна для железнения, изготовленная из нержавеющей стали 1Х18Н9Т.

2. Устройство для подвешивания деталей и анодов.

3. Устройство для нагрева электролита.

4. Устройство для поддержания уровня и кислотности электролита.

5. Устройство для фильтрации и перемешивания электролита.

6. Автоматическое устройство для поддержания постоянной температуры электролита.

7. Бак-отстойник.

8. Крышка для закрытия ванны в нерабочее время.

9. Вентиляционная система для отсоса вредных испарений.

10. Распределительный щит.

Порядок выполнения работы

Для нагрева электролита до высокой температуры требуется некоторое время, поэтому с момента появления студентов в гальванической лаборатории сразу же должен быть включен подогрев ванны. Одновременно нужно определить плотность электролита при 15,5°С.

Затем, после ознакомления с правилами по технике безопасности, студенты приступают к выполнению операций процесса железнения. Процесс железнения в основном аналогичен процессу хромирования и состоит из подготовки к железнению, железнения и обработки деталей после железнения.

В подготовку деталей к железнению, входят следующие операции: 1) очистка от грязи и масла; 2) механическая обработка восстанавливаемых поверхностей; 3) промывка деталей бензином; 4) зачистка поверхности деталей наждачной шкуркой; 5) изоляция участков поверхности, не подлежащих покрытию; 6) сборка деталей в подвесные приспособления; 7) обезжиривание известью; 8) промывка холодной проточной водой; 9) анодная обработка в 30%-м растворе H_2SO_4; 10) промывка холодной водой; 11) завешивание в электролит деталей, железнение и выдержка без тока.

1. Очистка деталей. Сильно загрязненные детали перед механической обработкой кипятят в 10%-м растворе каустической соды в течение 15÷20 мин. Детали с ржавчиной перед механической обработкой травят в растворе серной и соляной кислоты с последующей промывкой и сушкой. Неудаленные с поверхностей деталей ржавчина, масляные и другие загрязнения в процессе железнения реагируют с электролитом и могут явиться причиной отслаивания на тех участках поверхности детали, вблизи которых имелись эти загрязнения. После очистки детали промывают горячей водой.

2. Механическая обработка перед железнением необходима для устранения с восстанавливаемых поверхностей следов износа (овальности, ко-

FreeBusta is knowledge without borders!

нусности, рисок, задиров и т. д.). Гладкое покрытие толщиной более 0,5 мм может быть получено только на тщательно отшлифованной поверхности (чистота обработки должна быть R_a 1,6 мкм).

3. Промывка бензином производится для удаления с поверхности детали масляной пленки, образовавшейся при механической обработке.

4. Зачистка поверхности наждачной шкуркой («оживление» поверхности) производится для удаления с поверхности железнения окисной пленки и графита (с чугунных деталей).

Последующие четыре операции выполняются так же, как и при хромировании.

9. Анодная обработка. После обезжиривания и промывки производится анодная обработка поверхности детали. Эта операция проводится с целью: 1) удаления с поверхности детали тончайшей окисной пленки, образующейся на металле даже при кратковременном пребывании на воздухе; 2) протравливания верхнего металлического слоя и выявления кристаллической структуры покрываемого металла; 3) пассивирования поверхности детали, т. е. предохранения поверхности от взаимодействия с электролитом в момент завешивания детали в ванну.

Для анодной обработки рекомендуется электролит, состоящий из 30%-го раствора H_2SO_4 и 10÷25 г/л $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ плотностью 1,23 г/см^3. При анодной обработке применяются нерастворимые катоды (из свинца или нержавеющей стали), площадь которых должна в 3÷4 раза превышать площадь анода (детали). При анодной обработке обезжиренную деталь после промывки водой погружают в качестве анода в электролит и выдерживают в нем в течение 0,5÷3 мин при плотности тока 10÷60 А/дм^2 и комнатной температуре. После обработки поверхность детали должна иметь характерный матовый, тускло-серебристый цвет.

10. Промывка деталей. После анодной обработки детали тщательно промывают холодной водой с целью полного удаления остатков кислоты из всех углублений и полостей деталей.

11. Выдержка детали в ванне без тока необходима для разрушения пассивной пленки с тем, чтобы первые атомы железа осаждались на совершенно чистую поверхность и прочно с ней сцеплялись. Для этого детали после промывки погружают в электролит ванны железнения и выдерживают в нем без тока в течение 30÷70 сек.

Железнение. После выдержки без тока деталь, не вынимая из электролита железнения, подвешивают на катодную штангу и включают ток плотностью 5 а/дм^2, а затем в течение 5÷10 мин плотность тока доводят до расчетного значения. При постепенном увеличении плотности тока уменьшается поглощение водорода нижними слоями осадка, снижаются внутренние напряжения в осадке и повышается прочность сцепления покрытия с

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

основным металлом. Расчетное значение плотности тока выбирается в зависимости от требуемых качеств покрытия, а необходимая сила тока для обеспечения задаваемой плотности тока подсчитывается по формуле

$$I = S_k \cdot D_k,$$

где S_k — общая площадь, покрываемая осадком, дм^2; D_k — выбранная плотность тока, А/дм^2.

Электролит для твердого железнения состоит из следующих компонентов (г/л): хлористое железо $FeC1_2 \cdot 4H_2O$ — 220÷280, хлористый марганец $MnC1_2 \cdot 4H_2O$ — 10÷18, соляная кислота HC1 — 1,5÷2,5, остальное — вода. Температура электролита 55÷75° С. Плотность тока 25÷35 А/дм^2.

Микротвердость покрытий при этом составе электролита и режиме электролиза колеблется в пределах 500÷600 кг/мм^2.

Микротвердость покрытий зависит от температуры электролита, плотности тока и концентрации хлористого железа. Температура электролита является основной причиной, влияющей на микротвердость осадков. С увеличением температуры микротвердость снижается. С увеличением концентрации хлористого тока микротвердость также снижается. Влияние плотности тока противоположно — с увеличением плотности тока микротвердость осадков увеличивается.

Продолжительность железнения при заданных толщине покрытия и плотности тока определяется из выражения

$$t = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000}{D_k \cdot c \cdot \eta},$$

где t — время наращивания металла, ч; h — толщина покрытия, мм; D_k — расчетная плотность тока, А/дм^2; c — электрохимический эквивалент, г/А-ч (1,042 г/А·ч); η — выход железа по току (75%); γ — удельный вес железа, г/см^3 (7,8 г/см^3).

При выходе по току, равном 75%, указанное выражение может быть приведено к более простому виду:

$$t = 100 \cdot \frac{h}{D_k}.$$

Обработка деталей после железнения включает следующие операции:

1) промывка горячей водой при 80÷90°С;
2) нейтрализация в 10% -м горячем растворе щелочи;
3) промывка горячей водой при 80÷90°С;
4) снятие деталей с подвесок и удаление изоляции;
5) механическая обработка.

FreeBusta is knowledge without borders!

В результате тщательной промывки в горячей воде и щелочи поверхность слоя железнения становится более устойчивой против коррозии, чем поверхность основного металла.

Достоинства железнения

1. Процесс железнения ведется при температуре ниже 100°С, поэтому структура основного металла детали и ее термическая обработка не нарушаются.
2. Сцепление осадка с основным металлом вполне удовлетворительное, если подготовка детали и процесс железнения проведены правильно.
3. Простота состава электролита и доступность применяемых материалов.
4. Толщина слоя при железнении может быть 2 мм и более.
5. Твердость осадка при твердом железнении довольно высокая и легко регулируется.
6. Электрохимический эквивалент железа примерно в 3 раза выше, чем у хрома,
7. Выход по току при железнении в несколько раз выше, чем при хромировании.
8. Производительность процесса железнения примерно в 8÷10 раз выше, чем при хромировании.
9. Стоимость процесса железнения в несколько раз меньше стоимости процесса хромирования.

Недостатки железнения

1. Сложность подготовки детали к железнению.
2. Трудности подбора материала ванны и осуществления подогрева электролита.
3. Необходимость фильтрации и корректировки электролита.
4. Необходимость отдельного помещения для ванны железнения, так как при недостаточной вентиляции воздух насыщается парами соляной кислоты.

Студенты должны составить отчет по установленной форме с выполнением необходимых расчетов.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Лабораторная работа 8

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ НАТИРАНИЕМ ЦИНКОМ

Цель работы

Закрепить теоретические знания о сущности электролитического натирания, изучить достоинства и недостатки электролитического натирания цинком, получить практические навыки по восстановлению деталей электролитическим натиранием цинком.

Содержание работы

Электролитическое натирание металлов представляет собой разновидность безванного способа нанесения гальванических покрытий. Сущность его состоит в том, что адсорбирующий материал анода (тампон) соприкасается с деталью-катодом и при их относительном перемещении, подаче к тампону электролита и при прохождении постоянного тока на поверхности детали происходит отложение металла.

Схема электролитического натирания приведена на рис. 28.

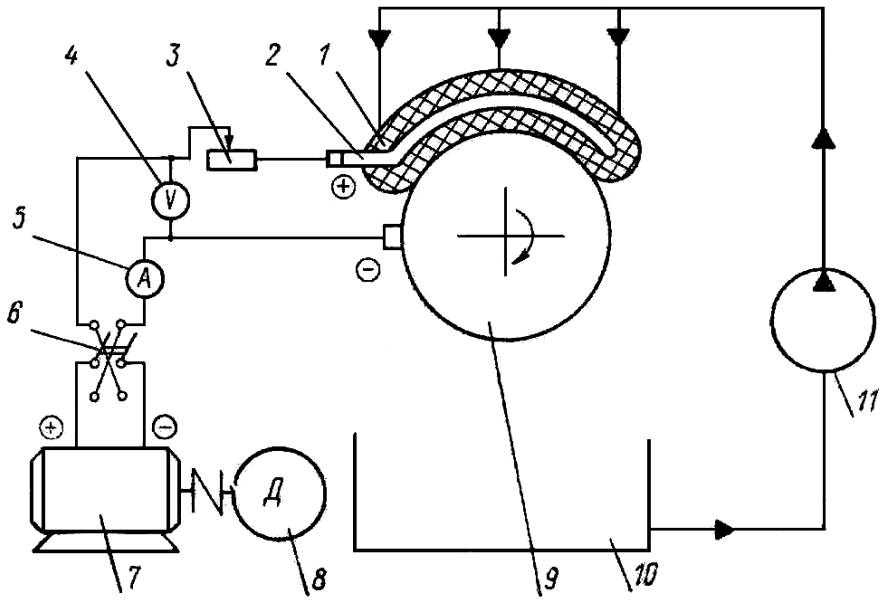


Рис. 28. Схема установки электролитического натирания металла:
1 — тампон; *2* — профильный анод; *3* — реостат; *4* — вольтметр; *5* — амперметр; *6* — перекидной рубильник; *7* — генератор постоянного тока; *8* — электродвигатель привода генератора; *9* — деталь; *10* — ванна с отработанным электролитом; *11* — химический насос

FreeBusta is knowledge without borders!

Деталь *9*, являющаяся катодом, закрепляется на установке электролитического натирания и вращается при натирании. К тампону *1*, намотанному на анод *2* и контактирующему с деталью, непрерывно подводится электролит из ванны *10* с помощью химического насоса *11*. При включении тока в тампоне, насыщенном электролитом, происходит процесс электролиза. Перекидной рубильник 6 используется для изменения полярности на аноде и катоде (детали), что необходимо для анодного декапирования. В качестве анода используется угольный или графитный стержень или металлическая пластина, выгнутая по профилю ремонтируемой поверхности детали (профильный анод). Для тампона *1* рекомендуются следующие адсорбирующие материалы: вата с чехлом из сукна, хлопчатобумажная ткань и т. д.

Электролитическим натиранием можно получать высококачественные осадки цинка, меди, железа, никеля, хрома, свинца и т. д. Относительное перемещение анода (катода) препятствует росту зародившихся кристаллов покрытий, снижает их внутренние напряжения, поэтому электролиз может проходить при высоких плотностях тока (до 150÷200 А/дм^2).

Гальваническое натирание целесообразно применять для восстановления неподвижных сопряжении (посадочных мест валов и осей, поверхностей отверстий под шариковые или роликовые подшипники в корпусных деталях). Для этих целей используют цинковые, железоцинковые и железные покрытия.

В технологический процесс электролитического натирания входят следующие операции: механическая обработка, обезжиривание, промывание в горячей воде и холодной воде, травление (декапирование), промывание в воде, осаждение металла.

Обезжиривание производится в венской извести в течение 1÷2 мин или в электролите следующего состава, г/л: едкий натр 20, углекислый натрий 30, тринатрийфосфат 10. Время электрохимического обезжиривания 25÷30 сек при D_k = 150÷250 А/дм^2.

Травление ведется химическим или электролитическим способом. Химическое травление осуществляется в растворе серной кислоты (150 г/л) и сернокислого натрия (50 г/л) в течение 1÷3 мин. Электролитическое обезжиривание производится в растворе серной кислоты (100–130 г/л) при D_k = 100÷150 А/дм^2 в течение 6÷30 сек при скорости относительного перемещения электродов 8÷10 м/мин.

Для электролитического натирания цинка используется сернокислый электролит следующего состава, г/л: сернокислый цинк 600, борная кислота 30, кислотность pH 3,0÷3,5. Применяется также хлористый электролит: хлористый цинк 400÷600, хлористый натрий 80÷100, белый декстрин 10÷15 г/л, pH электролита 3,2÷4,4. Плотность тока при натирании круглым анодом 120÷150 А/дм^2, при натирании профильным анодом 200÷ 250 А/дм^2. Ско-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

рость относительного перемещения электродов 10÷12 м/мин. Время для натирания заданного слоя определяется по формуле

$$t = \frac{h \cdot \gamma \cdot q}{D_k \cdot c \cdot \eta},$$

где t — время наращивания металла, ч; h — толщина заданного слоя, определяется величиной износа и припуском на обработку; см; D_k — расчетная плотность тока, А/дм^2; c — электрохимический эквивалент цинка, г/А ч (1,22 г/А·ч); η — выход металла по току, при натирании цинка η = 0,70÷0,75; γ — плотность осаждаемого металла — цинка, г/см^3 (7,14 г/см^3); q — отношение площади покрытия к площади контакта электродов — безразмерная величина.

Оборудование рабочего места

1. Установка для электролитического натирания цинком. 2. Весы лабораторные технические кватрантные ВЛТК-500. 3. Промывочная ванна. 4. Ванна обезжиривания (с венской известью). 5. Ванна щелочная. 6. Ареометр, термометр. 7. Микрометр МК 0–25. 8. Твердомер ПМТ-3. 9. Микроскоп. 10. Набор ключей. 11. Щетки и кисти. 12. Набор химических материалов.

Устройство и работа установки для электролитического натирания цинком

Для процесса электролитического натирания применяется такое же оборудование, что и при ванных способах нанесения гальванических покрытий (оборудование для шлифования и полирования, ванны химической или электрохимической подготовки, измерительные приборы и инструмент и т. д.) Исключение составляет сама установка для электролитического натирания (см. рис. 29), которая должна удовлетворять следующим специфическим требованиям.

При электролитическом натирании используется установка собственного изготовления на базе настольно-сверлильного станка. В шпиндель станка установлен вал, позволяющий закреплять на установке натираемые детали типа втулки по наружной поверхности.

В верхнем кожухе установки для электролитического натирания установлен бак с наружной воронкой. Электролит из бака поступает к тампону самотеком, стекает в ванну для сбора электролита установленной на столе установки, из которой он стекает в нижний бак. В основании установки находится силовой трансформатор с блоком выпрямителей и нижний бак. На лицевой поверхности основания установки расположены: амперметр, вольтметр, выключатель, перекидной рубильник.

FreeBusta is knowledge without borders!

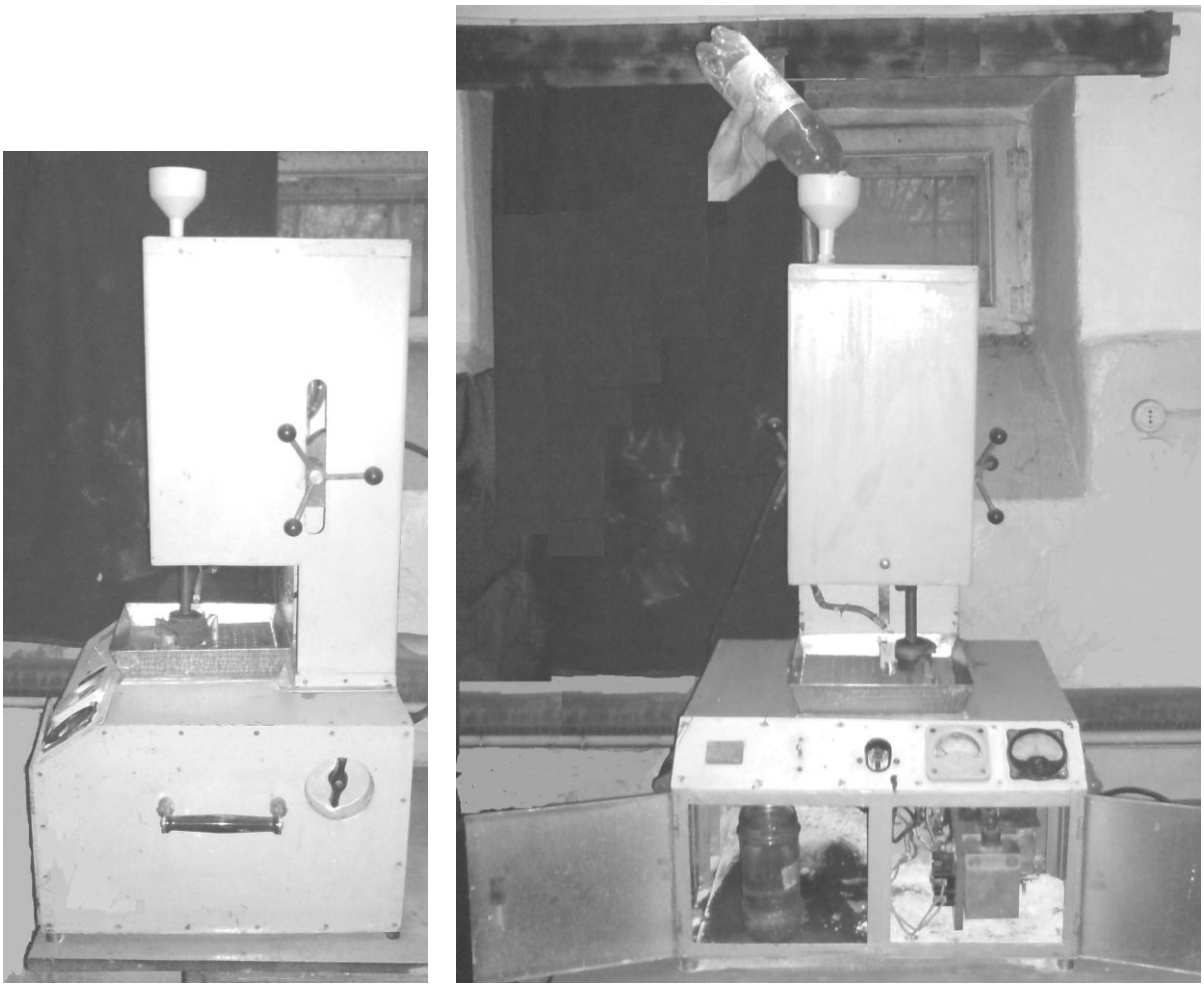


Рис. 29. Установки электролитического натирания металла

Порядок выполнения работы

Деталь (втулку), подлежащую натиранию цинком, предварительно взвешивают на весах, измеряют наружный диаметр с помощью микрометра.

Далее производится обезжиривание в венской извести в течение 1÷2 мин.

Подготовленную деталь закрепляют на установке для электролитического натирания.

В верхний бак установки заливают электролит следующего состава, г/л: сернокислый цинк 600; борная кислота 30; сернокислый алюминий 30; серная кислота 2÷3 капли; кислотность pH 3,0÷4,0; плотность тока D_K = 150÷180 А/дм^2; скорость относительного перемещения электродов 7÷12 м/мин.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Переключают перекидной рубильник в положение анодного декапирования и осуществляют электролитическое обезжиривание в течение 0,5÷1 мин.

Перекидной рубильник переводят в положение нанесения покрытия и осуществляют натирание цинком в течение 3 мин.

Деталь с нанесенным покрытием промывают в горячей воде и холодной воде и высушивают горячим воздухом.

Высушенную деталь (втулку) повторно взвешивают на весах, измеряют наружный диаметр с помощью микрометра для определения массы и диаметра после нанесения покрытия.

Достоинства натирания цинком

1. Процесс натирания цинком прост, устойчив.
2. Электролит доступен и не вреден для организма человека.
3. Осадок цинка обладает достаточной твердостью и при использовании его в подшипниковых узлах сглаживает динамические нагрузки.
4. В результате постоянного вращения детали на её поверхности образуется мелкокристаллическая структура, имеющая повышенные твердость и износостойкость по сравнению с крупнокристаллической структурой покрытия, получаемого при ванном нанесении.
5. Производительность вневанного нанесения электролитических покрытий в 10÷100 раз выше, чем ванных способов.

Недостатки натирания цинком

1. Вращающиеся детали установки для натирания увеличивают себестоимость её эксплуатации.
2. Быстрый износ тампона.
3. Необходимость более частой фильтрации и корректировки электролита.

Студенты должны составить отчет по установленной форме с выполнением необходимых расчетов.

FreeBusta is knowledge without borders!

Лабораторная работа 9

РАСТОЧКА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР

Цель работы

Изучить технологию расточки гильз цилиндров двигателей под ремонтные размеры.

Объект работы

Гильза цилиндра автомобильного или тракторного двигателя внутреннего сгорания (см. прил. 1, 2).

Оборудование рабочего места

1. Отделочно-расточной вертикальный станок модели 2733П (см. рис. 30)с набором приспособлений и инструментов.
2. Штангенциркуль ШЦ-2 с пределами измерений 0÷160 мм.
3. Индикаторный нутромер НИ с пределами измерений 100÷160 или 50÷100 мм (в зависимости от размера ремонтируемых гильз цилиндров двигателя).
4. Микрометр МК с пределами измерений 100÷125 или 75÷100 мм для настройки индикаторного нутромера.
5. Линейка длиной 300 мм.
6. Таблицы ремонтных размеров гильз цилиндров.
7. Универсальный динамометр УДМ-600[1] .
8. Переносной измерительный комплект К-51[2].
9. Микроскоп МБС-9[3].
10. Двойной микроскоп Линника МИС-11[4].

Краткая характеристика станка отделочно-расточного вертикального 2733П, приспособлений и инструментов

Станок отделочно-расточной вертикальный 2733П предназначен для ремонтной расточки блоков цилиндров и гильз судовых, автомобильных, тракторных и мотоциклетных двигателей, а также для сверления и расточки отверстий в отдельных деталях, размеры которых соответствуют технической характеристике станков.

На станке 2733П можно осуществлять тонкое фрезерование универсальным шпинделем. Можно проводить тонкую расточку в сталях, чугунах и цветных металлах; подрезку торца у растачиваемого отверстия и безрасточный вывод резца. Универсальным шпинделем, кроме операции расточ-

---

[1–4] Оборудование используется в проведении исследований режимов резания при шлифовании шеек коленчатых валов.

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

ки, можно производить сверление, зенкерование и развертывание. Они снабжены двумя шпинделями, один из которых установлен на станке.

Область применения — различные отрасли промышленности, в условиях индивидуального и мелкосерийного производства.

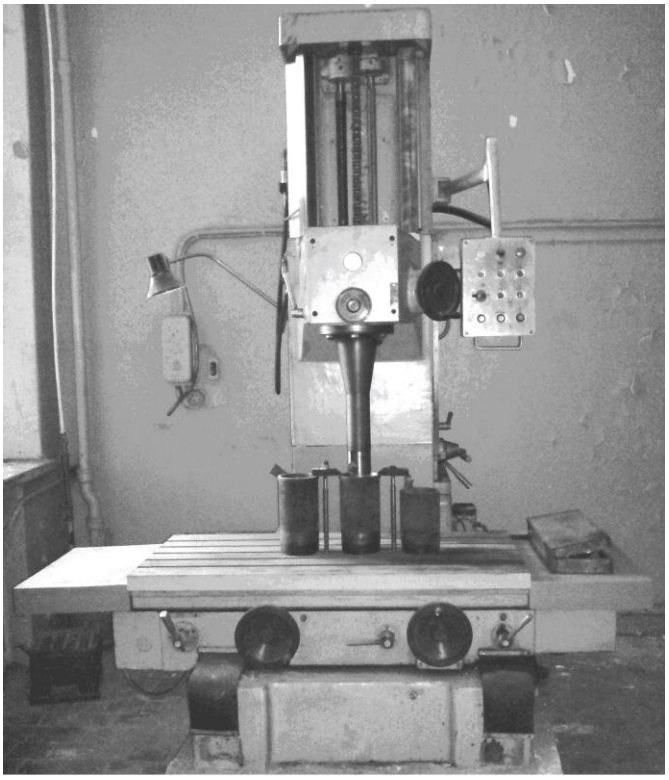


Рис. 30. Станок 2733П

Основные технические данные и характеристики

Габаритные размеры станков без отдельно расположенного агрегата СОЖ (длина×ширина×высота), мм, не более	2000×1700×2500
Габаритные размеры станков с отдельно расположенным агрегатом СОЖ (длина×ширина×высота), мм, не более	2000×1700×2500
Масса станка с электрооборудованием и шпинделем 2Е78П.72.000, кг, не более	3500
Масса станка с электрооборудованием, отдельно расположенным агрегатом СОЖ и принадлежностями, кг, не более	3580
Номинальный диаметр растачиваемого отверстия (по ГОСТ 9520-73), мм:	
наибольший	320
наименьший	28
Наибольший ход шпиндельной бабки (по ГОСТ 9520-73), мм	800
Расстояние от оси шпинделя до салазок шпиндельной бабки (вылет по ГОСТ 9520-73), мм	360
Расстояние от конца шпинделя в нижнем положении до рабочей поверхности стола (по ГОСТ 9520-73), мм	32

FreeBusta is knowledge without borders!

Продолжение

Наибольшие габаритные размеры обрабатываемого изделия (длина×ширина×высота), мм	1000×630×750
Наибольшая масса заготовки, устанавливаемой на столе, кг	300
Величина наибольшего перемещения стола, мм:	
в продольном направлении	1000
в поперечном направлении	140
Скорости быстрого хода в продольном направлении, м/мин	2300
Скорость рабочего хода в поперечном направлении, м/мин	105
Диаметр отверстий, мм:	
растачиваемых шпинделем Ø 48 мм	50÷82
растачиваемых шпинделем Ø 78 мм	82÷125
растачиваемых шпинделем Ø 120 мм	125÷200
растачиваемых шпинделем Ø 190 мм	200÷320
растачиваемых специальным шпинделем для расточки блоков V-образных двигателей	82÷125
Число ступеней частот вращения шпинделя	12
Пределы частот вращения шпинделя, $мин^{-1}$	26÷1200
Величина наибольшего вертикального перемещения шпиндельной бабки, мм	800
Число ступеней рабочих подач шпиндельной бабки	4
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	2000×1700×2500

Устройство станка

Основными составными частями и узлами станка (рис. 31) являются: основание, стол, колонна, шпиндельная бабка, коробка скоростей и подач, шпиндель, система смазки.

Основание является базовой деталью, на которой устанавливаются все остальные узлы станка. Сверху оно имеет направляющие, по которым перемещаются салазки и стол в целом, в поперечном направлении и привалочную плоскость, к которой крепятся колонна, коробка скоростей и подач. Внутри основания располагаются электродвигатели: главного движения — фланцевый, с перемещающейся подмоторной плитой и быстрых перемещений шпиндельной бабки, укрепленный на подмоторной плите.

Стол станка состоит из двух частей: нижней — салазок, перемещающейся в продольном направлении по направляющим салазок.

На передней и боковых стенках салазок устанавливаются датчики устройства цифровой индикации.

Колонна имеет направляющие, по которым в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка. В верхней части колонны на кронштейне укреплены ролики, по которым движется цепь противовеса, перемещающегося внутри колонны. Перед передней стенкой колонны расположены: ходовой винт шпиндельной бабки и шлицевой валик привода

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

шпинделя, укрепленные в верхней части колонны в приставных кронштейнах.

В нижней части колонны располагается установленная на основании коробка скоростей и подач. В задней стенке колонны в нише расположен электромотор.

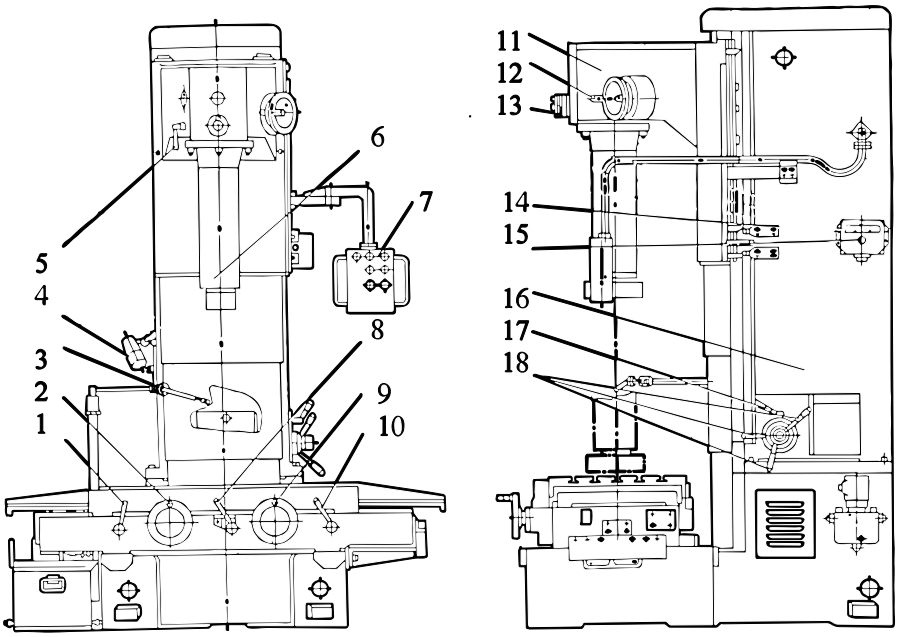


Рис. 31. Расположение основных составных частей станка 2733П:
1 − рукоятка стопора продольного перемещения стола; *2* − маховик продольного перемещения стола; *3* − трубка подвода специальной охлаждающей жидкости (СОЖ); *4* − светильник; *5* − рукоятка отключения шпинделя от кинематической цепи; *6* − сменный шпиндель; *7* − пульт управления; *8* − рукоятка общего стопора стола; *9* − маховик поперечного перемещения стола; — основание; *10* − рукоятка стопора поперечного перемещения стола; — коробка скоростей и подач; *11* − шпиндельная бабка; *12* − маховик ручного перемещения шпиндельной бабки; *13* − маховичок с лимбом радиальной подачи резца; *14* − упоры автоматического выключения движения шпиндельной бабки; *15* − индикатор состояния системы смазки станка; *16* − колонна; *17* − рукоятка переключателя подач шпиндельной бабки; *18* − рукоятка переключения скоростей шпинделя

Шпиндельная бабка *11* предназначена для перемещения шпинделя с резцовой головкой в вертикальном направлении по направляющим колонны. В ней расположены механизмы привода шпинделя, привода шпиндельной бабки и ручных перемещений.

Сменный шпиндель *6* устанавливается посадочным пояском в корпусе шпиндельной бабки и крепится шестью гайками. Привод шпинделя осуществляется клиноременной передачей. Ведущий шкив этой передачи укреплен на вращающейся в подшипниках шлицевой гильзе, которая при перемещении шпиндельной бабки скользит по шлицевому валику колонны,

FreeBusta is knowledge
without borders!

выходящему из коробки скоростей и подач. Ведомый шкив укреплен на валу, имеющем на шлицевом конце обгонную муфту кулачкового типа, при помощи которой сообщается шпинделю вращение от двигателя, а также от руки в направлении расточки при установке и центрировании обрабатываемых деталей.

Коробка скоростей и подач установлена на основании внутри колонны *16* и служит для передачи вращения от электродвигателя главного привода к валику привода шпинделя, ходовому винту шпиндельной бабки, а также для передачи вращения от электродвигателя быстрых перемещений ходовому винту шпиндельной бабки. Коробка обеспечивает шпинделю *6* двенадцать скоростей вращения, четыре величины рабочих подач и ускоренное перемещение шпиндельной бабки.

Внутри коробки расположены: червячная передача; коническая со спиральным зубом и цилиндрические прямозубые передачи, обеспечивающие необходимые передаточные отношения; механизмы переключения скоростей и подач; обгонная двухсторонняя муфта.

Снизу к коробке крепится стакан с валиком ведомого шкива привода быстрых перемещений.

Управление коробкой скоростей и подач осуществляется четырьмя рукоятками; три расположены на одной оси и предназначены для переключения скоростей вращения шпинделя *18*, четвертая *17* — для переключения величин подач (0,20; 0,10; 0,05; 0,025 мм/об).

Гильза в специальном приспособлении или блок цилиндров закрепляются на столе станка по оси шпинделя *6*.

В шпиндельную головку устанавливается один из четырех сменных шпинделей, обеспечивающий нужный диаметр расточки. С помощью маховичка с лимбом *13* радиальной подачи резца и индикатора производится установка резца на диаметр расточки. Рукоятка *5* служит для отключения шпинделя от привода, маховик *12* — для ручного вертикального перемещения шпиндельной бабки, рукоятки *17* и *18* — для переключения подач и скоростей вращения шпинделя.

С помощью кнопок и тумблера, расположенных на пульте управления *7*, обеспечивается быстрое перемещение шпиндельной бабки вверх и вниз, непрерывное и прерывистое вращение шпинделя, включение станка на режимы «Расточка» и «Цикл», остановка станка. При проведении расточки на режиме «Цикл» после окончания обработки шпиндель самостоятельно останавливается, а шпиндельная бабка автоматически перемещается в крайнее верхнее положение, выводя резец из цилиндра.

Кинематическая схема станка показана на рис. 32.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

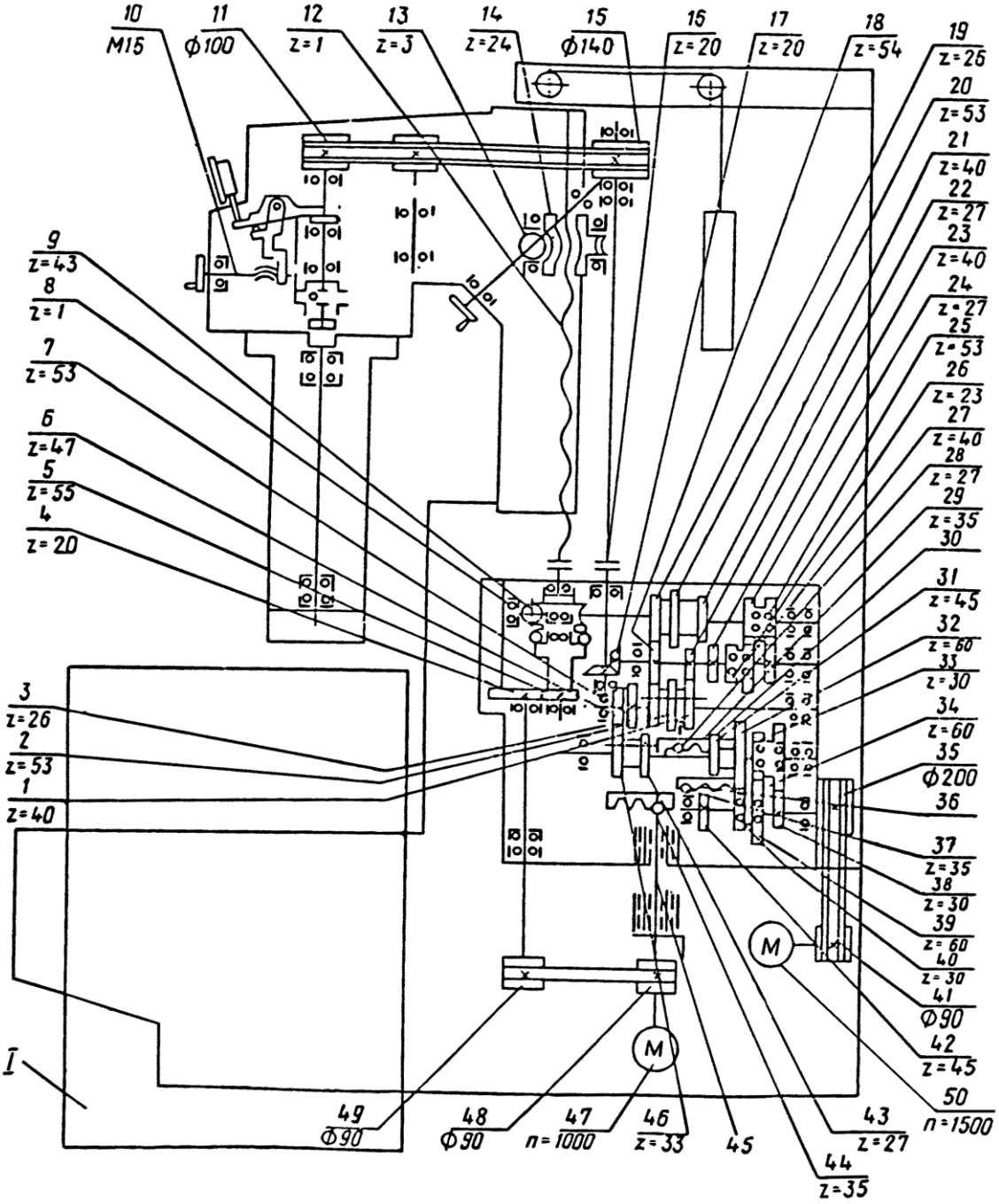


Рис. 32. Кинематическая схема станка 2733П:
1, 2; 3, 31, 32, 43, 46 − подвижные зубчатые блоки переключения скоростей; *4, 5*, − цилиндрическая передача; *6, 7, 19, 20; 21, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 39, 40* − зубчатые блоки; 8, 9 − червячная передача; *10* − винт радиальной подачи резца; *11, 15; 35, 41; 48, 49* − клиноременные передачи; *12* − червячный вал перемещения шпиндельной бабки; *13* − червяк ручного перемещения шпиндельной бабки; *14* − гайка − червячная шестерня; *16, 17* − коническая передача; *18, 22, 23, 31, 38, 42* − зубчатые колеса; *28, 29; 33, 37; 42; 44* − устройства для переключения зубчатых блоков (зубчатое колесо − вилка − рейка); 45 − шлицевой вал; 47 − электродвигатель ускоренного перемещения шпиндельной бабки; 50 − электродвигатель коробки скоростей и подач

FreeBusta is knowledge
without borders!

Для расточки гильз цилиндров применяются резцы с пластинками из металлокерамических сплавов ВК6М, ВК-3, ВК-2, из эльбора, из синтетических поликристаллических алмазных материалов типа карбонадо (АСПК) и баллас (АСБ).

Эльбор — это сверхтвердый синтетический материал на основе кубической модификации нитрида бора и азота. Делится: на эльбор-Р (композит 01, 05), гексанит-Р (композит 10).

Расточный резец имеет фигурную форму хвостовой части, позволяющую перемещать его устройством ручной подачи и закреплять в резцовой головке шпинделя прижимным винтом. Резец с пластиной из эльбора-Р показан на рис. 33.

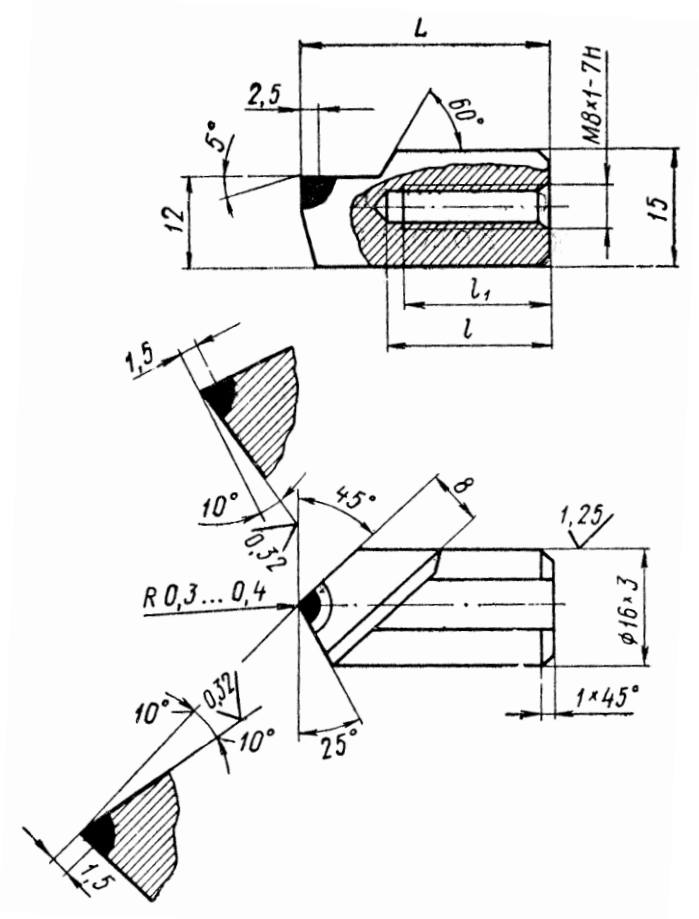


Рис. 33. Резец с пластинкой из эльбора-Р

Приспособление для центрирования обрабатываемой детали (рис. 34) предназначено для совмещения оси растачиваемого отверстия с осью шпинделя путем перемещения изделия на столе станка. Колодка приспособления ввинчивается в торец резцовой головки шпинделя. Рычаг свободно поворачивается на оси, касаясь упором на конце одного плеча обра-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

батываемой поверхности, другим — измерительного штифта индикатора *5*. Подвод рычага к поверхности отверстия производится перемещением державки *2* в колодке.

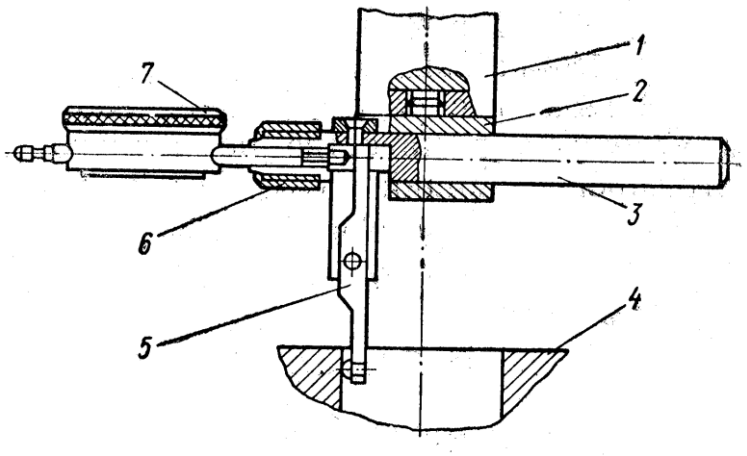


Рис. 34. Схема установки индикаторного приспособления для центрирования гильзы цилиндра:
1 − шпиндель станка; *2* − колодка приспособления; *3* − державка; *4* − гильза цилиндра; *5* − рычаг; 6 − цанговый зажим; *7* − индикатор

Возможность радиальной подачи резца, контролируемой по встроенному индикатору станка, обеспечивается специальным устройством шпинделя (рис. 35). Резец устанавливается в ползушке *5* резцовой головки шпинделя; внутри шпинделя проходит шток *3*, который служит для перемещения ползушки. Шток, связанный с индикатором, приводится в движение маховичком на шпиндельной бабке станка.

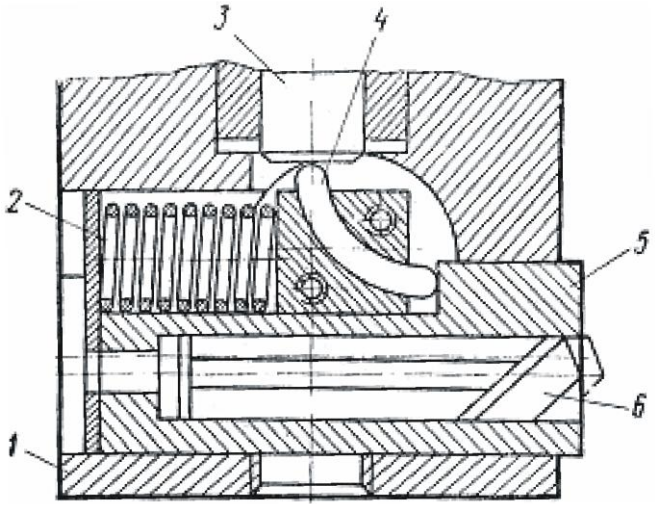


Рис. 35. Установка резца в резцовой головке шпинделя станка 2Е78ПН:
1 − резцовая головка шпинделя; *2* − пружина; 3 — шток; 4 — упор; 5 — подушка; 6 — резец

FreeBusta is knowledge without borders!

Последовательность выполнения работы

Расточка гильзы цилиндра

1. Измерить наименьший и наибольший внутренние диаметры раскачиваемой гильзы цилиндра, для чего:

— измерить диаметр гильзы штангенциркулем, назначить установочный размер, округлив полученное значение до целых миллиметров и увеличив на один миллиметр;

— настроить индикаторный нутромер на установочный размер по микрометру;

— индикаторным нутромером измерить наименьший диаметр D_{0min} гильзы цилиндра по ее верхней кромке и наибольший диаметр D_{0max} в зоне максимальной выработки на расстоянии 10÷40 мм от верхней кромки гильзы.

2. Пользуясь табл. 1 и 2, выбрать ремонтный размер D_1 гильзы цилиндра, ближайший к диаметру D_{0max}. При использовании учебной гильзы с размерами, не соответствующими техническим условиям, в качестве ремонтного размера выбрать диаметр, превышающий D_{0max} на 0,3÷0,4 мм.

3. Назначить диаметр расточки $D_Р$, учитывая припуск δ_X на последующую обработку хонингованием (δ_X = 0,06÷0,08 мм на диаметр),

$$D_р = D_1 - \delta_X.$$

Определить значения максимального припуска на расточку (по диаметру) δ_{Pmax} и максимальной глубины расточки h_{max}:

$$\delta_{Pmax} = D_р - D_{0min},$$

$$h_{max} = \delta_{Pmax} / 2.$$

4. Определить режимы резания при расточке (на основании рекомендаций литературных источников).

Глубина резания t выбирается в пределах 0,1÷0,3 мм в зависимости от h_{max}. Если h_{max} больше t, определить глубину резания при втором проходе резца:

$$t_г = h_{max} - t.$$

Частота вращения шпинделя n, об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot \upsilon_р}{\pi \cdot D_р},$$

где $\upsilon_Р$ — скорость резания (80÷120 м/мин); $D_Р$ — диаметр расточки, мм.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Подача шпинделя *S* выбирается в диапазоне 0,05÷0,12 мм/об.

По технической характеристике станка выбрать частоту вращения шпинделя, ближайшую к расчетной, и подачу шпинделя в рекомендуемых пределах.

5. Ознакомиться с устройством станка и приспособлений.

6. Закрепить гильзу цилиндра в приспособлении, установить приспособление с гильзой на стол станка приблизительно по оси шпинделя, не прижимая *к* столу планками.

7. Линейкой измерить длину цилиндра и отрегулировать упоры, ограничивающие вертикальное перемещение шпиндельной бабки. Верхний упор, ограничивающий перемещение бабки вниз, установить так, чтобы он нажимал на рычаг конечного переключателя после выхода резца из растачиваемого цилиндра на 3÷5 мм. Нижний упор должен остановить бабку, когда шпиндель выйдет из отверстия на расстояние, достаточное для удобной смены инструмента или обрабатываемой детали.

8. Отцентрировать гильзу цилиндра по оси шпинделя, для чего:

— рукояткой *5* (рис. 31) отключить шпиндель от его привода;

— ввернуть колодку *2* (рис. 34) индикаторного приспособления в торец резцовой головки шпинделя; переместить державку *3* приспособления так, чтобы его рычаг *5* мог свободно войти в гильзу при опускании шпиндельной бабки; нажимая на кнопку быстрого хода шпиндельной бабки вниз (в правом нижнем углу пульта управления *7* (рис. 31)), подвести шпиндель к гильзе цилиндра;

— вращая маховик *12* (рис. 31), опустить шпиндель, введя рычаг приспособления в гильзу на 3÷5 мм;

повернуть шпиндель, расположив индикаторное приспособление по направлению продольной оси стола; перемещая держалку *8* (рис. 34) в колодке *2*, прижать конец рычага *5* к внутренней поверхности гильзы с натягом 2÷3 мм;

— перемещая приспособление с гильзой на плоскости стола вручную в продольном и поперечном направлениях и поворачивая шпиндель, добиться точной центровки оси гильзы с осью вращения шпинделя (при повороте шпинделя на 180 градусов отклонение стрелки индикатора *7* не должно превышать 0,02 мм);

— вывести шпиндель из цилиндра вручную с помощью маховика *12* (рис. 31) или нажимая на кнопку «Шпиндель вверх» в правой части пульта управления *7*;

— вывернуть индикаторное приспособление из шпинделя.

9. Установить резец на диаметр расточки, для чего:

— с помощью маховичка *13* (рис. 31) с лимбом подать резец внутрь шпинделя; опустить шпиндель, введя резец в гильзу на 3÷5 мм; подвести

FreeBusta is knowledge without borders!

резец к внутренней поверхности гильзы до касания, отметить показания лимба и индикатора *13*;

— вращая маховик *12*, вывести шпиндель из цилиндра; с помощью маховичка *13* лимба и индикатора обеспечить добавочное движение резца на величину радиальной подачи *t*.

10. Установить рукоятки *17* и *18* станка (рис. 31) в положения, соответствующие режиму расточки. Рукояткой *5* соединить шпиндель с его приводом.

11. Включить станок на автоматический режим расточки «Цикл», для чего тумблер на пульте управления *7* установить в правое положение и нажать на центральную кнопку «Вращение шпинделя».

12. После окончания расточки, автоматического включения и подъема шпинделя ввернуть в шпиндель индикаторное приспособление, отключить резцовую головку от привода станка и, опустив приспособление в гильзу, проверить овальность ее верхней части; снять индикаторное приспособление.

13. Открепить и отодвинуть приспособление с гильзой. С помощью индикаторного нутромера проверить точность расточки по диаметру, определить овальность и конусность цилиндра, которые не должны превышать 0,02 мм. Осмотреть внутреннюю поверхность гильзы, проверить качество расточки. Шероховатость поверхности должна соответствовать R_a = 0,63÷2,5 мкм.

14. Составить отчет по выполненной работе, используя бланк или журнал по специальной форме.

Исследование режимов резания при растачивании

Рентабельность технологического процесса обработки деталей достигается обеспечением наибольшей возможной производительности при наименьших затратах на обработку деталей. Технологическая производительность процесса резания при растачивании определяется выражением

$$П_Т = C \cdot t \cdot S \cdot \upsilon,$$

где t — глубина резания, м; S — продольная подача, м; υ — скорость резания, м/с; C — коэффициент, учитывающий размерность элементов режимов резания ($C = 10^{-6}$).

Уровень режимов резания (глубины резания, подачи и скорости резаний) зависит от элементов технологической системы СПИД, включающей характеристику оборудования, приспособлений, режущего инструмента, обрабатываемой заготовки, обработанной поверхности, технологического процесса. Поэтому при выборе рентабельных режимов резания учитываются ограничения, накладываемые на значения их параметров системой СПИД.

В настоящее время в промышленности появились новые эффективные инструментальные материалы, для которых еще не полностью исследова-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

ны и установлены возможные режимы резания, а рекомендуемые в литературных источниках режимы имеют слишком широкие пределы. В связи с этим представляет актуальность задача исследования режимов резания при растачивании деталей новыми инструментами и оптимизации режимов для конкретных условий. Решение этой задачи связано с исследованием и определением величин сил резания, исследованием стойкости резцов, шероховатости поверхности и других показателей.

В процессе лабораторных занятий могут быть выполнены следующие исследования:

1. Исследование и определение сил резания при растачивании в зависимости от рекомендуемых режимов резания при применении инструментов из композитных материалов (карбонадо или АСПК, эльбор-Р или композит 01, композит 05, гексанит-Р или композит 10) в сравнении с резцами, оснащенными твердыми сплавами.

Силу резания P обычна раскладывают на три взаимно перпендикулярные составляющие: P_Z, P_Y, P_X. Зависимость составляющих силы резания от режимов обработки выражается степенной функцией

$$P_Z(P_Y, P_X) = Cpt^{Xp}S^{Yp}\upsilon^{np},$$

где Cp — коэффициент, характеризующий условия обработки; t, S, υ — режимы резания соответственно мм, мм/об, м/мин; x_p, y_p, n_p — показатели степени.

Измерение составляющих сил резания производят динамометром УДМ-600 с проволочными датчиками омического сопротивления, в котором закрепляется гильза цилиндра.

2. Исследование и определение периода стойкости резцов при растачивании в зависимости от рекомендуемых режимов резания при применении инструментов из композитных материалов в сравнении с резцами, оснащенными твердыми сплавами.

Определение периода стойкости резца до переточки производят, измеряя его взнос по задней грани на микроскопе МБС-9 и по увеличению технологической мощности растачивания, замеряемой ваттметром комплекта К-51. Комплект подсоединяется к клеммам электродвигателя станка.

3. Исследование параметров шероховатости поверхности гильз цилиндров в зависимости от рекомендуемых режимов резания при растачивании инструментами из композитных материалов и резцами, оснащенными пластинками из твердых сплавов.

В этой работе с поверхностей расточенных гильз цилиндров снимаются слепки; параметры шероховатости поверхностей определяются с помощью микроскопа МИС-11.

FreeBusta is knowledge without borders!

4. Определение удельной энергопроизводительности растачивания гильз цилиндров при тех же условиях, что и в предыдущих исследованиях. Этот параметр показывает, сколько можно снять металла при данных режимах и затрате электроэнергии 1 кВт·с.

5. Анализ полученных результатов и определение рациональных режимов резания при растачивании гильз цилиндров резцами с пластинами из композитных и металлокерамических материалов.

Проведение перечисленных исследований по единой программе и методике в течение нескольких последовательных занятий составляет комплексную студенческую научную работу.

Лабораторная работа 10

ХОНИНГОВАНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы

Изучить технологию доводки абразивными брусками гильз цилиндров двигателя после расточки.

Объект работы

Расточенная гильза цилиндра автомобильного или тракторного двигателя внутреннего сгорания (см. прил. 1, 2).

Оборудование рабочего места

1. Полуавтомат хонинговальный вертикальный 3К833М с комплектом приспособлений и инструментов.
2. Хонинговальные головки (хоны) с брусками для предварительной обработки и окончательной доводки.
3. Штангенциркуль ШЦ-2 с пределами измерений 0÷160 м.
4. Индикаторный нутромер НИ с пределами измерений 100÷160 или 50÷100 мм (в зависимости от диаметра гильзы цилиндра двигателя).
5. Микрометр МК с пределами измерений 100÷125 или 75÷100 мм для настройки индикаторного нутромера.
6. Линейка металлическая длиной 300 мм.
7. Таблица ремонтных размеров гильз цилиндров.

Краткая характеристика полуавтомата хонинговального вертикального 3К833М, хона, хонинговальных брусков

Полуавтомат хонинговальный вертикальный 3К833М (рис. 36) предназначен для хонингования отверстий в гильзах, блоках, шатунах двигателей внутреннего сгорания и других деталях.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Технические данные полуавтомата 3К833

Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Диаметр хонингования, мм:	
наибольший	125
наименьший	30
допустимый	165
Длина хонингования, мм:	
наименьшая	30
наибольшая	400
Ход шпинделя, мм (рис. 37)	500
Расстояние от оси шпинделя до направляющих (вылет), мм	300
Расстояние от торца шпинделя до поверхности фундаментной плиты, мм:	
наибольшее	1200
наименьшее	700
Размер рабочей поверхности стола (ширина) (длина), мм	500×1000
Количество Т-образных пазов	3
Расстояние между Т-образными пазами, мм (рис. 38)	140
Конус шпиндели по ГОСТ 25557-82	Морзе 4 АТ6
Количество скоростей шпинделя	3
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	
Скорость возвратно-поступательного движения (регулирование бесступенчатое), м/мин	3...18 0,6...2,0
Давление в гидросистеме возвратно-поступательного движения шпинделя, МПа	3,0…4,0
Ход толкателя разжима брусков, мм	40
Давление в гидросистеме разжима брусков, МПа	0,6…20
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кг/см	1950
Наибольшее осевое усилие на шпинделе, кг/см	450
Торможение шпинделя имеется	
Короткие хода имеются	
Температурный интервал работы полуавтомата, °С	1...50
Габаритные размеры полуавтомата, мм:	
длина	1295
ширина	1145
высота	2755
Масса полуавтомата, кг	1520

FreeBusta is knowledge without borders!

Продолжение

Система охлаждения

Марка СОЖ	Рекомендуется применять нетоксичные жидкости с температурой вспышки более 150 °С
Насос охлаждения	Х14-22 М
Подача насоса охлаждения, л/мин	22
Фильтр сетчатый 0,04А	22 С42-52 или гидроциклон ХЖ-33
Вместимость бака СОЖ, л	90

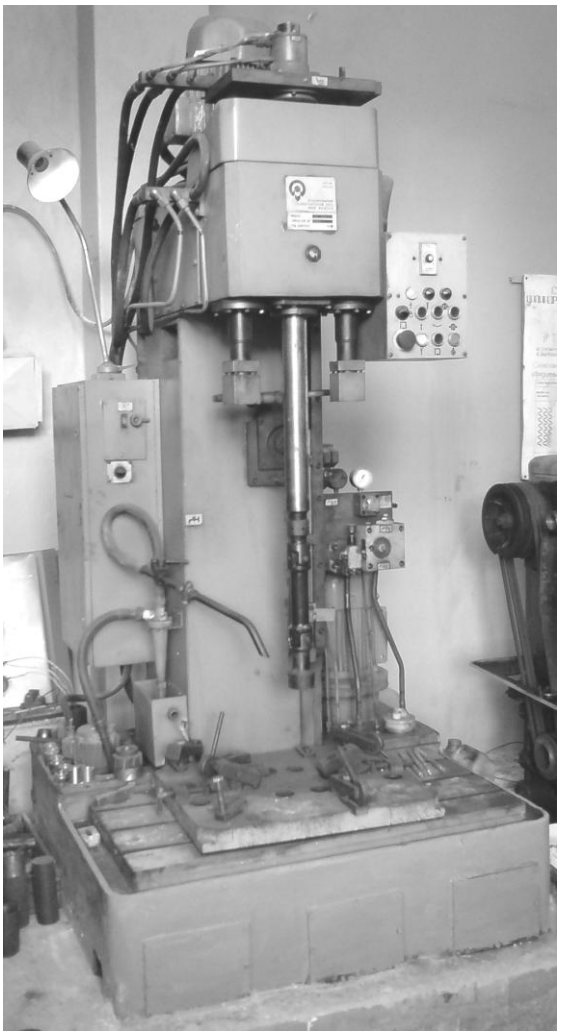


Рис. 36. Полуавтомат хонинговальный вертикальный 3К833

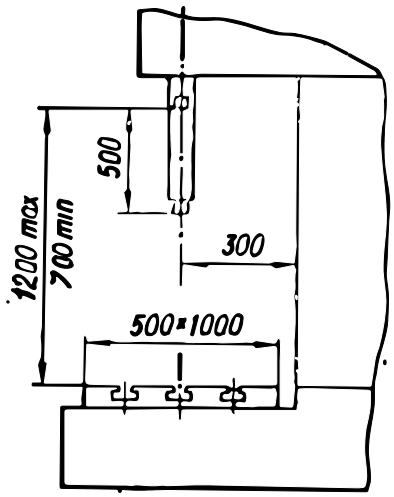


Рис. 37. Габариты рабочего пространства

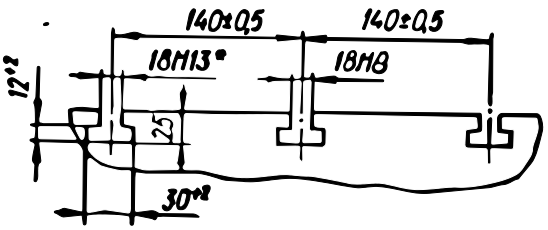


Рис. 38. Эскиз Т-образных пазов
* 2 паза

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Устройство и работа полуавтомата и его составных частей

Полуавтомат с обозначением составных частей показан на рис. 39.

Кинематическая схема (рис. 40) обеспечивает три скорости вращения шпинделя. Изменение частоты вращения обеспечивается подвижным трехступенчатым блоком.

Полуавтомат состоит из основания, привода вращения, двух гидроцилиндров главного движения, механизма управления, гидроузлов, цилиндра разжима, установки для очистки и подачи СОЖ, электрооборудования.

На плите фундаментной установлена колонна, к верхнему торцу которой крепится общий корпус привода вращения, с двумя гидроцилиндрами главного движения и цилиндром разжима, с правой стороны — пульты управления, с левой — электрошкаф, с лицевой стороны — механизм управления, с задней — гидроаппаратура с трубопроводами.

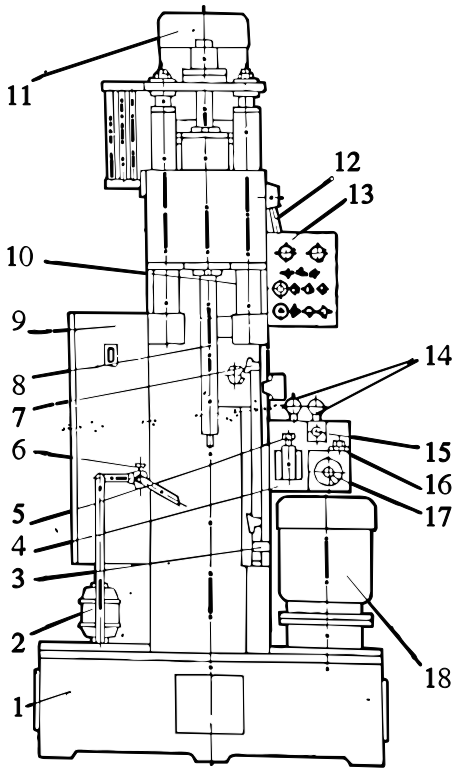


Рис. 39. Расположение составных частей полуавтомата:
1 – основание; 2 – электродвигатель подачи СОЖ; 3 – кулачок (СТОП); 4 – гидропанель; 5 – регулировка давления в гидросистеме разжима брусков; 6 – кран подачи СОЖ; 7 – кулачки управления возвратно-поступательным движением; 8 – шпиндель; 9 – электрошкаф; 10 – гидроцилиндр возвратно-поступательного движения; 11 – электродвигатель привода коробки передач; 12 – рукоятка переключения скорости; 13 – пульт управления; 14 – манометры (контроль давления)кнопка (СТОП); 15 – золотник включения манометра; 16 – регулировка давления в гидросистеме возвратно-поступательного движения; 17 – регулировка скорости возвратно-поступательного движения; 18 – электродвигатель гидросистемы

FreeBusta is knowledge without borders!

Установка для очистки и подачи СОЖ выполнена отдельной сборочной единицей.

Основание состоит из плиты фундаментной *1* (рис. 41) и колонны *2*.

Плита фундаментная коробчатой формы, внутренняя полость которой является резервуарами для охлаждающей жидкости и рабочего масла. На зеркале плиты имеются продольные Т-образные пазы, дающие возможность закреплять приспособления.

Колонна — литая стойка коробчатой формы, на которой монтируются все основные узлы полуавтомата, с правой стороны имеется окно, закрытое крышкой *3*, через которое открывается доступ к трубопроводам и механизму управления.

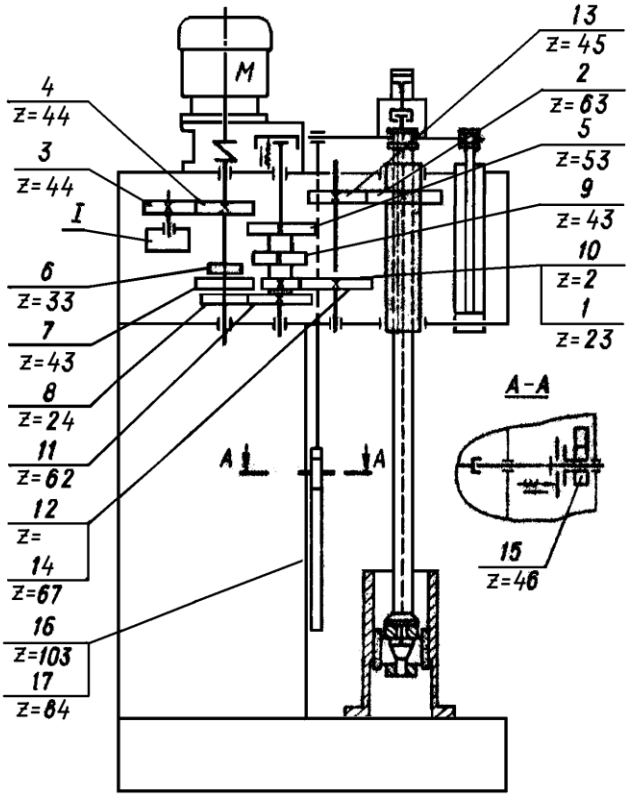


Рис. 40. Схема кинематическая: 1 − насос С12-51М-2; 1,2,3,4,5 − зубчатые блоки механизма ручного перемещения стола; 5,6 − цилиндрическая передача; 6,7,8 − подвижный трехступенчатый блок шестерен; 9,10 − зубчато-реечные передачи перемещения передней и задней бабки; 11,12,13, 14,15,16 − клиноременная передача привода шпинделя передней бабки; 17 − электродвигатель; 18,19 − цепная передача; 20,21;22, 23 − цилиндрические передачи механизма ручной поперечной подачи шлифовальной бабки

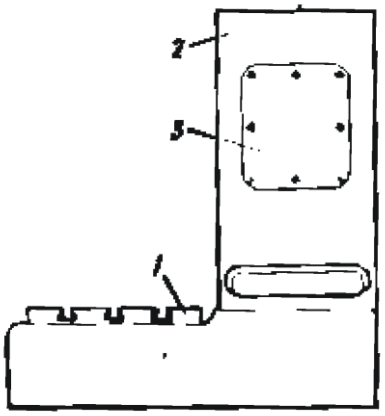


Рис. 41. Основание

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Привод вращения. Корпус привода вращения − литой коробчатой формы, внутри которой монтируются три шлицевых вала с шестернями, гильза с подвижной пинолью, два гидроцилиндра возвратно-поступательного движения, система смазки.

Изменение чисел оборотов шпинделя обеспечивается подвижным блоком шестерен *6, 7, 8* (рис. 40), который удерживается через упорный подшипник вилкой; вилка в свою очередь фиксируется на направляющей штанге подпружиненным шариком.

Коробка скоростей связана с электродвигателем эластичной муфтой и имеет торможение посредством электромагнитной муфты.

Шпиндель спроектирован по принципу «подвижная пиноль». Шпиндель-пиноль *1* (рис. 42) получает возвратно-поступательное движение от двух гидроцилиндров *2*, расположенных в одной плоскости с осью шпинделя. Пиноль находится внутри гильзы *3*, которая получает вращательное движение от привода вращения и передает на николь через бронзовую шпонку *4*. Таким образом, шпиндель-пиноль получает возвратно-поступательное и вращательное движение, необходимое для осуществления процесса хонингования. Гильза *3* установлена на подшипниках качения.

В качестве нижней опоры принят двухрядный роликовый подшипник *5* с регулируемым радиальным зазором. Верхняя опора состоит из двух радиально-упорных подшипников *6*, воспринимающих осевое усилие. Осевое усилие, необходимое для хонингования, от гидроцилиндров *2* передается на пиноль *1* через соединительную плиту *7* и упорные подшипники *8*. С плитой *7* посредством кронштейна *9* связан шток *10*, за который цепляется рейка механизма управления.

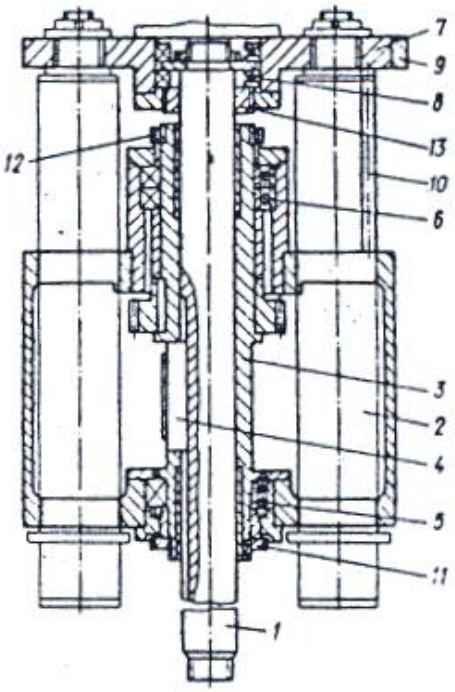


Рис. 42. Шпиндель:
1 − шпиндель; *2* − гидроцилиндры;
3 − гильза; *4* − бронзовая шпонка;
5 − двухрядный роликовый подшипник;
6 − радиально-упорные подшипники;
7 − соединительная плита; *8* − упорные подшипники; *9* − кронштейн; *10* − шток;
11, 12 − стопорные гайки;
13 − регулировочная гайка

FreeBusta is knowledge without borders!

*Гидроцилиндр***.** Привод возвратно-поступательного движения состоит из двух гидроцилиндров *2*.

Штоки цилиндров крепятся к плите *7*, на которой закреплен шпиндель *1*. При подаче рабочей жидкости в верхнюю или нижнюю полости цилиндров осуществляется ход штоков, а, следовательно, и движение шпинделя вверх или вниз.

Механизм управления служит для регулирования хода шпинделя при возвратно-поступательном движении, вывода шпинделя в исходное положение и осуществления хонингования короткими ходами. Зубчатая рейка *1* (рис. 43) жестко связана с пинолью посредством штока *10* (рис. 42), кронштейна *9* и соединительной плиты *7*. На рейке *1* (рис. 43) в Т-образном пазу закреплены кулачки *2* и *3* управления, воздействующие на рычаг *4*, поворачивая его. Рычаг *4* сопрягается с валом *5*, который посредством двухшарнирной муфты связан с валом управления гидропанели. Вал *5* может быть в зацеплении с движением рейки помимо кулачков через зубчатое колесо *6*, при включении электромагнитной муфты *7*. В этом случае полуавтомат работает короткими ходами, длина которых не регулируется. На рейке *1* закрепляется кулачок *8* «Стоп», который воздействует на бесконтактный выключатель *9*, останавливает шпиндель в исходном положении. На валу *5* закреплен лепесток *10*, воздействующий на бесконтактный выключатель *11* включения разжима брусков и отсчета числа двойных ходов.

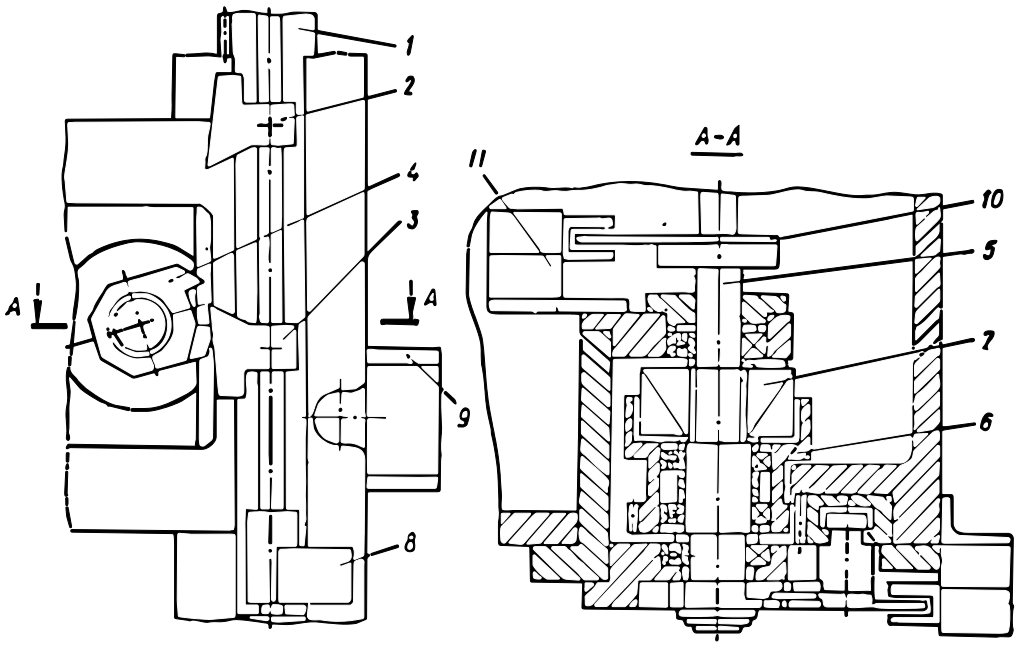


Рис. 43. Механизм управления:
1 − зубчатая рейка; *2, 3* − кулачки управления; *4* − рычаг; *5* − вал; *6* − зубчатое колесо; *7* − электромагнитная муфта; *8* − кулачок; *9* − бесконтактный выключатель; *10* − лепесток; *11* − выключатель включения разжима брусков

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Гидроузлы. С задней стороны колонны с применением притычной гидроаппаратуры, на подпанельных плитах установлены гидропанель возвратно-поступательного движения, четыре гидрораспределителя с электроуправлением, редукционный клапан и фильтр тонкой очистки масла.

С правой стороны колонны установлены: насосная установка, гидропульт с контрольно-регулирующей аппаратурой. Гидропульт, вынесенный на правую боковую сторону полуавтомата, в сочетании с электропультом обеспечивает удобство управления полуавтоматом.

Цилиндр разжима. Механизм разжима служит для создания радиального перемещения брусков хонголовки и давления на них.

Механизм имеет рабочий поршень, гидроцилиндр и систему толкателей, которые в свою очередь связаны с системой толкателей хонголовки. Встроенный низковольтный контакт контролирует сжатие брусков хонголовки.

Установка для очистки и подачи СОЖ выполнена отдельной сборочной единицей и состоит из бака СОЖ, электронасоса Х14-22, двух фильтров сетчатых 0,04АС42-52 или гидроциклона Х45-33.

В качестве СОЖ рекомендуется применять нетоксичные жидкости с температурой вспышки более 150°С.

Не допускается применять СОЖ, создающие взрывоопасные смеси.

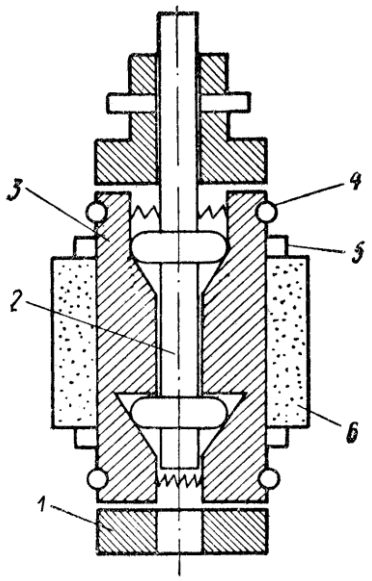


Рис. 44. Хонинговальная головка (хон):
1 − корпус; *2* − шток с кулачками; *3* − камнедержатель; *4* − пружина; *5* − планка прижимная; *6* − абразивный брусок

При доводке цилиндров инструментом является хонинговальная головка (или хон) с четырьмя абразивными брусками (рис. 44). В рабочем положении корпус хона через два карданных шарнира соединяется со шпинделем станка, а шток хона — со штоком и маховичком механизма разжима брусков. При ходе штока вниз его кулачки раздвигают камнедержатели. При ходе штока вверх камнедержатели с брусками под действием пружин занимают положение, соответствующее наименьшему диаметру хона. Крепление брусков производится с помощью планок, прижимаемых болтами.

Хонинговальные бруски изготавливают из абразивных материалов, из натуральных (А) и синтетических (АС) алмазных порошков, из эльбора. Для получения нужной шероховатости поверхности, соответствующей R_a = 0,16÷0,32 мкм, рекомендуется хонинговать гильзы цилиндров в две операции. При грубой или предварительной доводке сравнительно крупнозернистыми брусками снимается

FreeBusta is knowledge without borders!

припуск 0,02÷0,10 мм на диаметр. Наименьшая шероховатость поверхности, получаемая этой операцией, соответствует R_a = 0,32÷0,63 мкм. При чистовой или окончательной доводке мелкозернистыми брусками снимается припуск 0,005÷0,015 мм на диаметр и обеспечивается получение шероховатости поверхности, соответствующей R_a = 0,16÷0,32 мкм.

Хонингование чугунных гильз цилиндров производят абразивными брусками из зеленого карбида кремния. Например, предварительное хонингование ведут брусками 63С 10–12 Т1-Т2К[1] , окончательное — брусками 63С М40 СМ2 С2К или 63С М4 СМ2-С2К[2] .

В настоящее время наибольшее применение нашли бруски из синтетических алмазов, их стойкость более чем в 10 раз выше стойкости абразивных. Например, предварительное хонингование гильз цилиндров ведут брусками АСР 100/80, АСР 63/50, АСР 50/40, АСО 50/40, АСК 80/63, АСК 40/28 САМ 80/63 САМ 40/28[3] и др., окончательное − брусками АСВ 28/20, АСВ 20/14, АСМ 28/20, АСМ 20/14 и др.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью штангенциркуля и микрометра настроить индикаторный нутромер на установочный размер для измерения диаметра гильзы цилиндра.

2. Индикаторным нутромером измерить диаметр гильзы цилиндра D в верхнем и нижнем поясе в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Определить максимальную овальность и конусность.

3. Пользуясь табл. 2 или 3 лабораторной работы 1, назначить ремонтный размер гильзы *D,* (диаметр хонингования), учитывая, что припуск на хонингование составляет 0,06÷0,08 мм на диаметр. При использовании учебной гильзы цилиндра, расточенной не по техническим условиям, выбрать условный ремонтный размер для хонингования, превышающий диаметр расточки на 0,06 мм.

---

[1] 63С − абразивный материал − карбид кремния зеленый; 10–12 − условный размер зерна в десятках микрометров (в данном случае 100÷120 мкм); Tl–Т2 − брусок твердый первой − второй подгруппы твердости; К − керамическая связка.

[2] М40, М4 − условный размер зерна в микрометрах (в данном случае 40 и 4 мкм; СМ2-С2 − твердость бруска (в данном случае средне-мягкий – средний второй подгруппы).

[3] АСР, АСО, АСК, САМ − материал шлифующих зерен (синтетический алмаз); простая дробь − зернистость (в числителе наибольший в знаменателе − наименьший размер зерен в микрометрах, например, 80÷100 мкм).

Бруски из эльбора (Л12, ЛМ14)[4]по интенсивности съема металла превосходят алмазные бруски той же зернистости, хотя износ последних меньше. Применение брусков из эльбора может дать значительное снижение себестоимости хонингования.

[4] Л − материал зерен эльбор; 12 − зернистость (120 мкм); М14 − зернистость (14 мкм).

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

4. Определить режим обработки гильзы цилиндра. Частота вращения шпинделя *n*, об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot \upsilon}{\pi \cdot D},$$

где υ — окружная скорость хонинговальной головки (рекомендуется 50÷80 м/мин для чугуна); *D* — диаметр гильзы цилиндра, мм.

Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки $\upsilon_{вп}$ обычно принимается 1/5 скорости вращения и рекомендуется

$$\upsilon_{вп} = 10 \div 18 \text{ м/мин}.$$

Удельное давление *p* брусков на поверхность гильзы рекомендуется:

— для предварительного хонингования *p* = 0,8÷0,14 МПа;

— для окончательного хонингования *p* = 0,5÷0,8 МПа.

По технической характеристике станка выбрать частоту вращения шпинделя, ближайшую к расчетной, и скорость возвратно-поступательного движения в рекомендуемых пределах.

5. Ознакомиться с устройством станка и хонинговальных головок. Осмотреть поверхности абразивных брусков, проверить нет ли на них трещин, выкрошенных краев. Испорченные бруски заменяются комплектно. Проверить камнедержатели хонинговальных головок на отсутствие заеданий в пазах, поочередно оттягивая их и отпуская. Свести бруски головок.

6. Настроить станок на выбранные значения частоты вращения и скорости возвратно-поступательного движения шпинделя, устанавливая приводной ремень каждой из ременных передач в один из трех ручьев шкива.

7. Закрепить гильзу цилиндра в специальном приспособлении, которое поставить на основании станка под шпинделем.

8. Соединить хонинговальную головку грубой доводки со шпинделем станка. Включить автоматический включатель на электрошкафу с левой стороны колонны; при подаче напряжения к электрической цепи станка загорится сигнальная лампа его пульта *13* (рис. 39). Переключатель режимов поставить в положение «Ввод хона». Кратковременно нажимая на кнопку «Толчковый», подвести хонинговальную головку к гильзе на расстояние не менее 50 мм. Переключатель режимов управления на пульте поставить в положение «Ручной» и плавно ввести хонинговальную головку в гильзу. Передвигая приспособление с гильзой, закрепить его на столе станка так, чтобы оси шпинделя и головки приблизительно совпадали с осью гильзы.

9. Вращая маховик ручного ввода, отрегулировать рабочий ход шпинделя, обеспечивающий выход брусков на 13÷15 мм за края гильзы при хонинговании, для чего:

FreeBusta is knowledge without borders!

— установить хонинговальную головку в верхнее положение с выходом брусков из отверстия гильзы на 13÷15 мм вверх; передвинуть кулачок на лимбе коробки подач, ограничивающий движение ползуна вверх, до его касания с соответствующим рычажком переключателя;

— установить хонинговальную головку в нижнее положение с выходом брусков на 13÷15 мм вниз; выставить кулачок, ограничивающий движение ползуна вниз до касания со вторым рычажком переключателя.

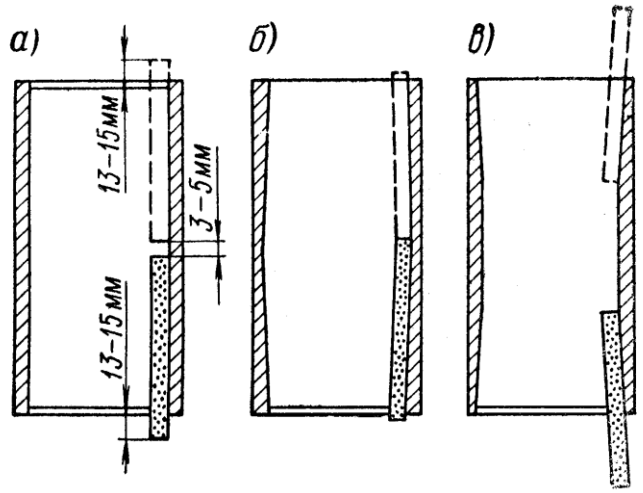


Рис. 45. Схема хонингования цилиндров: *а* − правильно; *б* и *в* − неправильно

Регулировка оптимальной величины рабочего хода шпинделя и подбор соответствующей длины брусков обеспечивают правильную форму цилиндра при хонинговании (рис. 45, а). Слишком малый выход брусков при их большой длине приводит к образованию «бочки» (рис. 45, б), очень большой выход — к образованию раструбов на концах гильзы (рис. 45, в).

10. Вращая маховик *2* в верхней части ползуна, разжать бруски до соприкосновения с внутренней поверхностью гильзы. Обруч струйного охлаждения установить над гильзой.

11. Переключатель (рис. 39) режимов управления поставить в положение «Ввод хона», нажать кнопку «Шпиндель пуск» и открыть кран *6* охлаждения; при этом начинается процесс хонингования.

Разжать бруски, обеспечив удельное давление их на обрабатываемую поверхность 0,8÷0,14 МПа. Удельное давление фиксируется указателем нагрузки *6* на пульте управления.

Провести предварительное хонингование гильзы цилиндра в течение двух — трех минут, в процессе которого при значительном уменьшении усилия подачи производить дополнительный разжим брусков хонинговальной головки.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

12. Нажать кнопку «Шпиндель стоп», затем кнопку «Конец цикла». После остановки вращения шпинделя и выхода хонинговальной головки в крайнее верхнее положение измерить диаметр гильзы цилиндра. Предварительное хонингование считается законченным, если на чистовую обработку остается припуск не более 0,04 мм (по диаметру). Если припуск превышает это значение, продолжить грубую доводку.

Исследование режимов хонингования гильз цилиндров

При хонинговании гильз цилиндров необходимо с учетом обрабатываемого материала детали, требуемых точности обработки и качества поверхности детали выбрать рациональные режимы хонингования, обеспечивающие максимальную производительность при наименьших затратах. К основным режимам хонингования относятся окружная скорость и скорость возвратно-поступательного движения хона, удельное давление брусков на обрабатываемую поверхность.

В настоящее время технологический процесс хонингования, так же как и растачивание гильз цилиндров, характеризуется применением новых инструментальных материалов, неполнотой исследования и широкими диапазонами рекомендуемых режимов обработки. Применяемые при хонинговании абразивные и алмазные бруски различаются зернистостью, твердостью, типом связки и, самое главное, — периодом стойкости. Эти характеристики, так же как и режимы хонингования, влияют на производительность, определяемую скоростью съема металла, и качество обработки. В связи с изложенным представляется целесообразным проведение исследований по влиянию окружной скорости υ_0, скорости возвратно-поступательного движения $\upsilon_{вп}$ хонинговальной головки, удельного давления брусков q и характеристик брусков на производительность процесса хонингования и шероховатость поверхности.

1. Исследование скорости съема металла в зависимости от рекомендуемых режимов хонингования при применении инструментов из искусственных алмазов, эльбора и абразивных материалов.

Скорость съема металла в мм^3/мин определяется с помощью индикаторного нутромера и секундомера по изменению диаметра гильзы до и после хонингования. Режимы хонингования задаются органами управления станка.

2. Исследование шероховатости поверхности гильз цилиндров в зависимости от рекомендуемых режимов хонингования при использовании инструментов из различных материалов.

Параметры шероховатости поверхности определяются на микроскопе МИС-11 по слепкам, снятым с внутренних поверхностей гильз цилиндров.

3. Анализ и выбор рациональных режимов хонингования.

FreeBusta is knowledge
without borders!

Лабораторная работа 11

ПЕРЕШЛИФОВКА ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПОД РЕМОНТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Цель работы

Изучить технологический процесс перешлифовки шеек коленчатых валов под ремонтные размеры; прошлифовать две парные шатунные шейки.

Объект работы

Коленчатый вал двигателя лесотранспортной машины (СМД-14Б, ЯМЗ-236, ЗИЛ-130). Характеристики коленчатых валов этих двигателей приведены в прил. 3, 4, 5, 6.

Оборудование рабочего места

1. Станок модели ЗА423 для перешлифовки автотракторных коленчатых валов с установленными на планшайбах патронами-центросместителями.
2. Центры с конусами Морзе № 4 и № 5,
3. Поводок и хомутик.
4. Люнет.
5. Приспособление для установки коленчатого вала.
6. Индикатор со стойкой.
7. Микрометр МК 75÷100 мм.
8. Приборы для правки шлифовального круга.
9. Таблицы ремонтных размеров, схемы.
10. Измерительный комплект К-51[1].
11. Ваттметр[2].
12. Двойной микроскоп Линника МИС-11[3].
13 Секундомер[4].
14. Универсальный динамометр УДМ-600[5].
15. Динамометрические центры[6].

Краткая характеристика круглошлифовального станка ЗА423, приспособлений и инструментов

Станок предназначен для перешлифовки шатунных и коренных шеек коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей. На станке можно также шлифовать цилиндрические и конические поверхности с уклоном до 3°.

[1–6] Оборудование используется в проведении исследований режимов резания при шлифовании шеек коленчатых валов.

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

Основные технические данные станка

Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм:	
диаметр вращения	580
длина	1600
Диаметр шлифуемой шейки вала (в люнете), мм	30÷100
Наибольший радиус кривошипа, мм	110
Наибольшая длина шлифования, мм	
в центрах	1600
в патронах	1435
Наибольшая допустимая масса детали, кг	130
Частота вращения детали, об/мин	31; 63; 106; 217
Перемещение стола за один оборот маховичка, мм	5,3 и 14,2
Скорость гидравлического перемещения стола, мм/мин	200÷5000
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин:	
при номинальном диаметре шлифовального круга	730
при износе шлифовального круга	830
Цена деления лимба маховика поперечного перемещения шлифовальной бабки, мм	0,005
Перемещение шлифовальной бабки на один оборот маховика поперечной подачи, мм	0,5
Величина быстрого гидравлического подвода шлифовальной бабки, мм	50
Осевое перемещение шпинделя шлифовальной бабки, мм	10
Шлифовальный круг:	ПП 900×33×305 24А32–40 СТ1–СТ2К*
диаметр, мм	900
высота, мм	33
окружная скорость, м/с	35
Электродвигатель шлифовальной бабки:	
мощность, кВт	7,5
частота вращения, об/мин	960
Электродвигатель передней бабки:	
мощность, кВт	1,0; 1,7
частота вращения, об/мин	700; 1430
Электродвигатель гидропривода станка:	
мощность, кВт	1,5
частота вращения, об/мин	940
Электродвигатель насоса подачи охлаждающей жидкости:	
мощность, кВт	0,25
частота вращения, об/мин	2800

* ПП — круг прямого профиля; 24А — электрокорунд белый; 32–40 — условный размер зерен (320÷400 мкм); СТ–СТ-2 — среднетвердый первой — второй группы; К — керамическая связка.

FreeBusta is knowledge without borders!

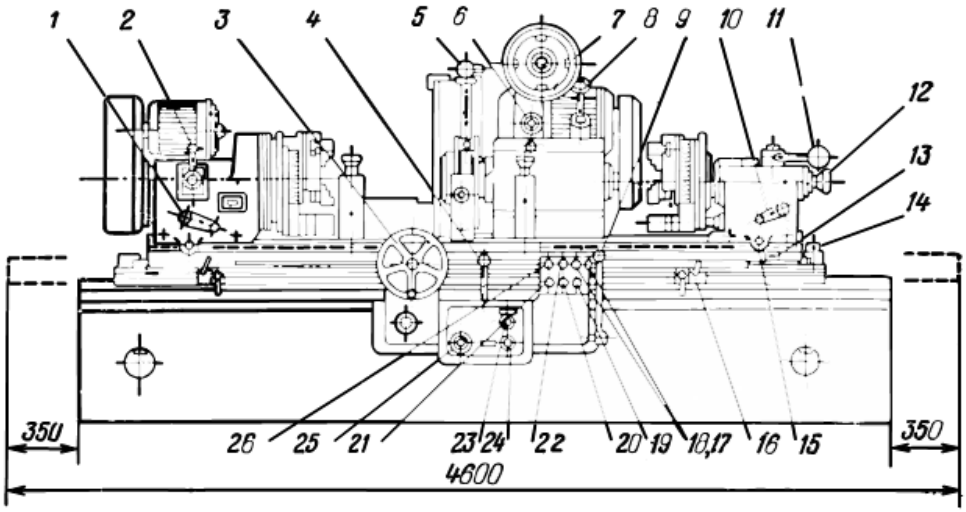


Рис. 46. Расположение органов управления круглошлифовального станка 3А423: *1, 10* – рукоятки фиксаторов планшайб; *2* – рукоятка переключения числа оборотов электродвигателя; *3* – маховик ручного перемещения стола; *4* – рукоятка гидравлического перемещения стола; 5 – кран системы охлаждения; 6 – индикатор осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки; 7 – маховик поперечной подачи шлифовальиого круга; 8 – маховик осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки; 9 – рукоятка быстрого подвода и отвода шлифовальной бабки; 11 – рукоятка отвода пиноли; 12 – маховик поджима центра; 13 – винт поворота верхнего стола; 14 – индикаторное устройство поворота стола; 15 – механизм перемещения задней бабки по столу; 16 – упор реверса-стола; 17, 18 – кнопки «Пуск» и «Стоп» изделия; 19 – включатель освещения; 20 – переключатель «Автоматическая работа»; 21 – кнопка «Общий стоп»; 22 – кнопка «Изделие проворот»; 23 – рукоятка регулирования скорости гидравлического перемещения стола; 24 – рукоятка регулирования подачи при врезном шлифовании; 25 – рукоятка блокировки перемещения стола при врезном шлифовании; 26 – кнопка «Включение шлифовального круга и гидронасоса»

Основными узлами станка являются станина, нижний и верхний столы с передней и задней бабками, шлифовальная бабка. Станина имеет два резервуара, для охлаждающей жидкости и для масла. По направляющим станины перемещается нижний стол, на котором расположен верхний поворотный стол. Ручное продольное перемещение стола осуществляется с помощью маховичка *3*, (рис. 46), гидравлическое — при включении рукоятки *4*. Регулирование скорости перемещения стола производится рукояткой *23*, ограничение перемещения — упорами *16*. Шпиндель передней бабки получает вращение от двухскоростного электродвигателя. Изменение скорости вращения коленчатого вала (31, 63, 106, 217 об/мин) производится переключением рукоятки *2* и изменением положения приводных ремней на шкивах *12, 14, 15, 16* (рис. 47) клиноременной передачи. При установке шлифуемой детали в центрах станка пиноль задней бабки перемещается в осевом направлении посредством рукояти *11* (рис. 46) и прижимается постоянно действующей пружиной.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

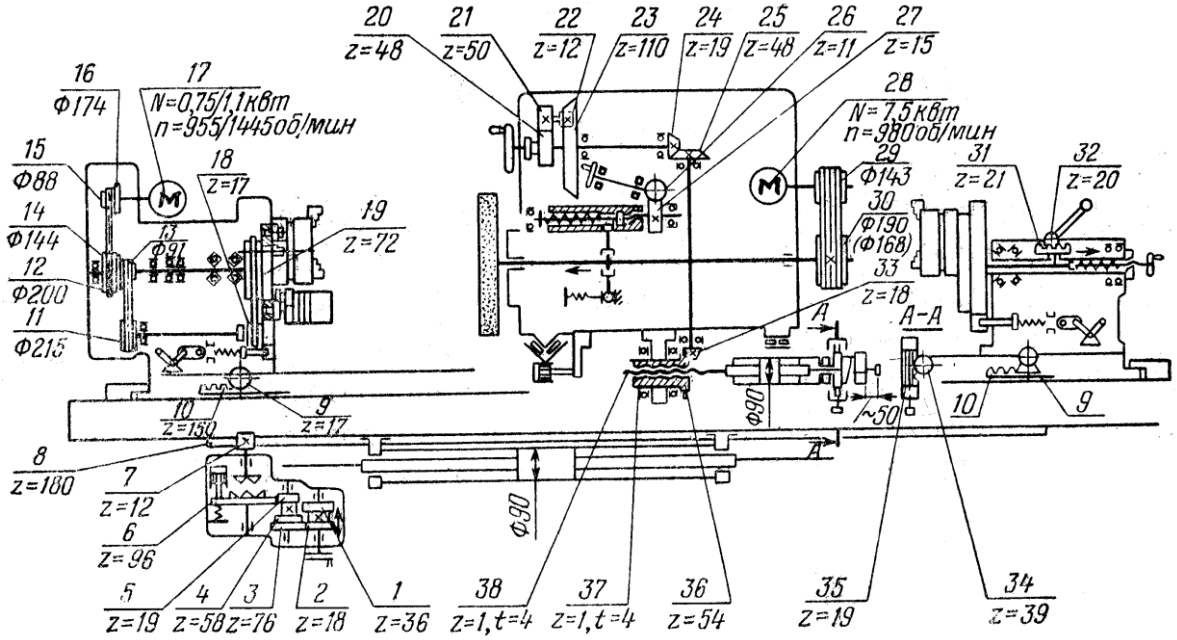


Рис. 47. Кинематическая схема круглошлифовального станка 3А423:
1, 2; 3, 4, 5 – зубчатые блоки механизма ручного перемещения стола; *5, 6* – цилиндрическая передача; *7, 8* – зубчато-реечная передача; *9, 10* – зубчато-реечные передачи перемещения передней и задней бабки; *11, 12, 13, 14, 15, 16* – клиноременная передача привода шпинделя передней бабки; *17* – электродвигатель; *18, 19* – цепная передача; *20, 21; 22, 23* – цилиндрические передачи механизма ручной поперечной подачи шлифовальной бабки; *24, 25; 33, 36* – конические передачи; *37, 38* – гайка и винт поперечной подачи шлифовальной бабки; *26, 27* – винтовые шестерни механизма осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки; *28* – электродвигатель вращения шпинделя шлифовальной бабки; *29, 30* – клиноременная передача; *31, 32* – зубчато-реечная передача механизма отвода пиноли; *34, 35* – зубчато-реечная передача механизма быстрого подвода шлифовальной бабки

Шпиндель шлифовальной бабки приводится во вращение от отдельного электродвигателя через клиноременную передачу. При износе шлифовального круга скорость вращения шпинделя может быть увеличена с 730 до 830 об/мин установкой сменного шкива меньшего диаметра. Шлифовальная бабка перемещается в поперечном направлении по направляющим задней тумбы станины. Ручная подача бабки осуществляется маховичком *7*. С помощью гидравлического привода осуществляется быстрый подвод и отвод шлифовальной бабки (рукояткой *9*) и шлифование на полуавтоматическом режиме (врезание). Для осуществления врезания служат кнопка *20* «Автоматическая работа», рукоятка глубины врезания, расположенная на правой стенке задней тумбы станины и рукоятка *24* регулятора скорости врезания. Осевое перемещение шпинделя шлифовальной бабки в пределах 10 мм осуществляется маховичком *8* и контролируется ин-

FreeBusta is knowledge without borders!

дикатором *6*. Показание индикатора 0,01 мм соответствует 0,1 мм перемещения шпинделя.

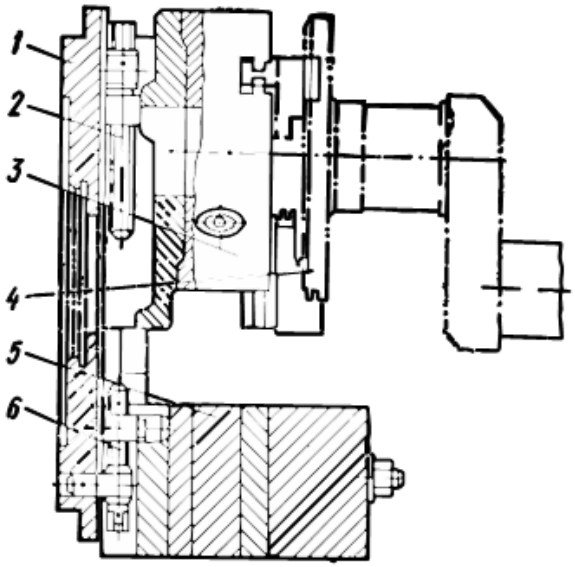


Рис. 48. Крепление фланца коленчатого вала в специальном патроне-центросместителе: *1* – корпус специального патрона; *2* – винт для регулирования положения трехкулачкового патрона; *3* – самоцентрирующий трехкулачковый патрон; *4* – коленчатый вал; *5* – грузы для балансировки вала на станке; *6* – винт для перемещения грузов

При шлифовании коренных шеек коленчатый вал устанавливается в центрах передней и задней бабки. Вращение валу передается с помощью поводка и хомутика.

Для шлифования шатунных шеек на планшайбы шпинделей крепятся специальные патроны-центросместители (рис. 48), в каждом из которых самоцентрирующий трехкулачковый патрон смещается относительно оси шпинделя на величину радиуса кривошипа, а для уравновешивания коленчатых валов служат контргрузы. Перемещение трехкулачкового патрона и комплекта грузов по направляющим производят специальными винтами. Величина смещения оси вала контролируется с помощью шкалы на корпусе специального патрона и стрелки.

Перед установкой коленчатого вала в специальные патроны планшайбы стопорятся фиксаторами поворотом рукояток *1* и *10* (рис. 46). Для обеспечения концентричности шлифуемой шейки с осью вращения шпинделей используются приспособление для установки вала и индикатор со стойкой (рис. 49)

Узкий люнет (рис. 50) служит для поддержки шейки вала при шлифовании.

Управление станком производится с помощью кнопок и переключателей электропульта и рукояток гидропанели в центре передней части станины.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

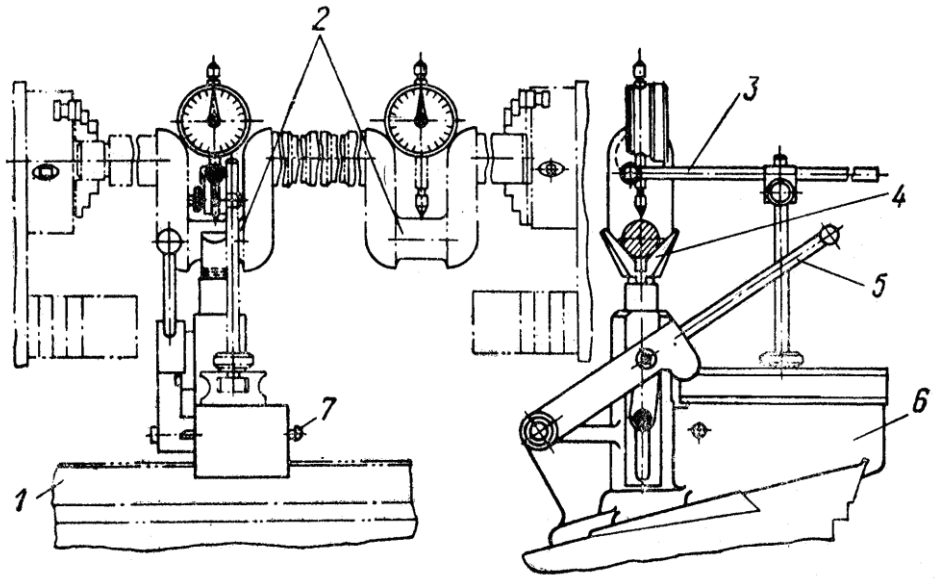


Рис. 49. Схема установки коленчатого вала на станок:
1 – стол станка; *2* – шлифуемые шейки коленчатого вала; *3* – стойка с индикатором; *4* – вилка приспособления для установки коленчатого вала; *5* – рычаг; *6* – основание; *7* – фиксатор приспособления.

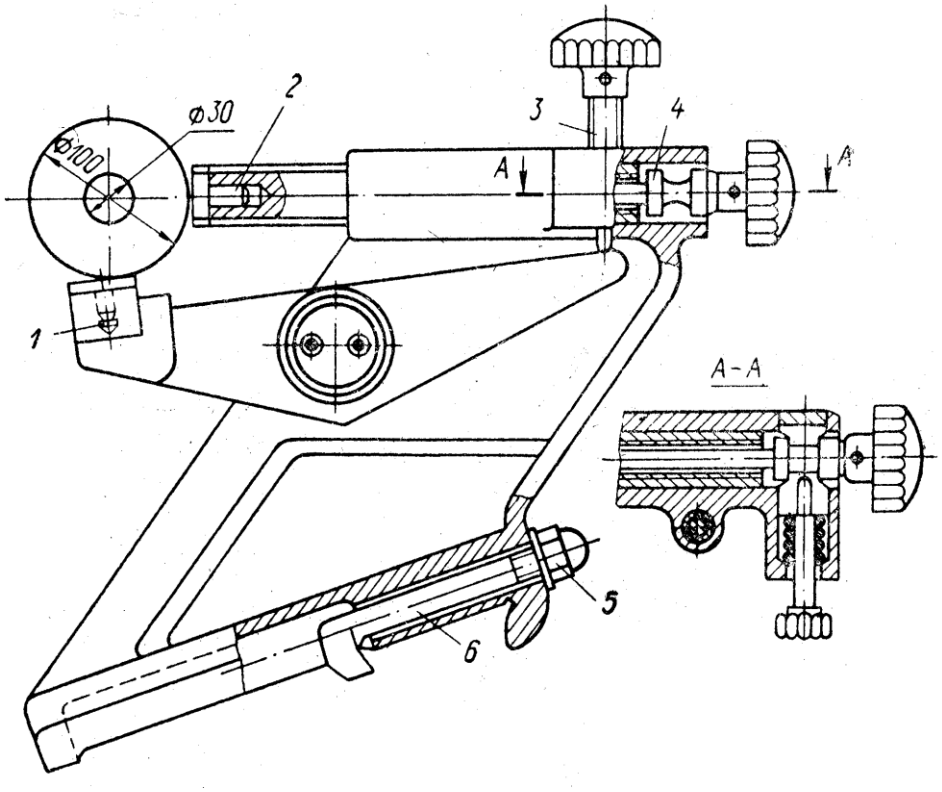


Рис. 50. Люнет:
1; 2 – упоры; *3, 4* – регулировочные винты; *5* – гайка крепления; *6* – захват

FreeBusta is knowledge
without borders!

Круглое наружное шлифование поверхностей деталей из закаленных конструкционных сталей проводят, как правило, абразивными кругами из белого электрокорунда (маркировка 22А, 23А, 24А, 25А) или нормального электрокорунда (15А) зернистостью от 16 до 50 (условный размер зерен от 160 до 500 мкм), твердостью от СМ1 (среднемягкий первой группы) до СТ2 (среднетвердый второй группы) на керамической связке (К), например, 24А 32–40 СТ1–СТ2К, 23А 32–40 СМ2–С1К, 23А 16–25 С1–С2К, 15А 40 50 СМ1–СМ2К, 15А 32–40 СМ2–С1К.

Периодическая правка шлифовального круга осуществляется обтачиванием алмазным инструментом: алмазными иглами, алмазно-металлическими карандашами (рис. 51, а) и обкатыванием кругами из карбида кремния или стали (рис. 51, б). Продольная подача правильного прибора производится механизмами ручного или гидравлического перемещения стола. При правке методом обкатывания правильный инструмент получает вращение вследствие сил трения от шлифовального круга.

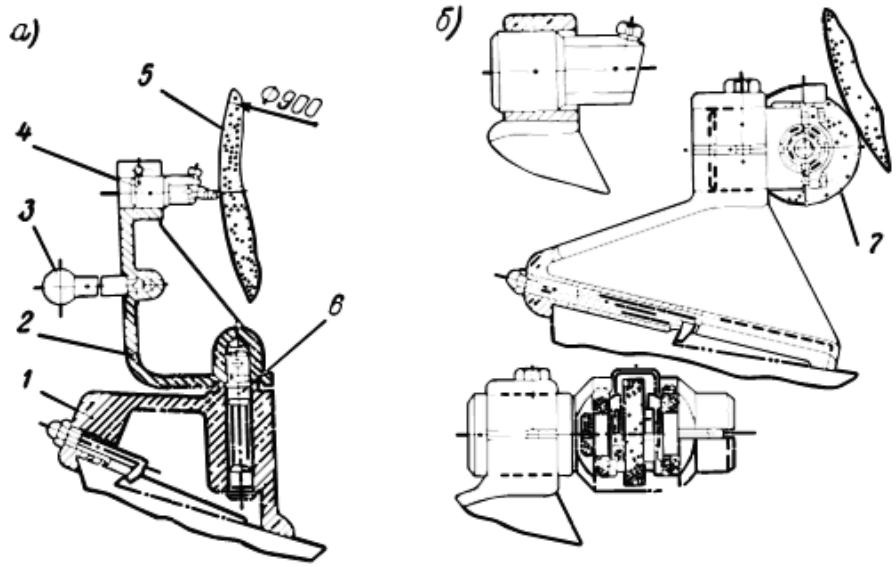


Рис. 51. Приборы для правки шлифовального круга:
1 – корпус; *2* – поворотный кронштейн; *3* – рукоятка; *4* – алмазный инструмент; *5* – шлифовальный круг; *6* – ось; *7* – диск

Последовательность выполнения работы

1. Измерить с помощью микрометра диаметр двух парных шатунных шеек коленчатого вала в двух крайних сечениях и двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Определить их овальность и конусность. Шейке вала меньшего диаметра присвоить номер один, большего — номер два. Записать минимальные и максимальные значения диаметров каждой шейки (D_{1min}, D_{1max}, D_{2min}, D_{2max}).

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

2. Сравнить диаметры шеек с ремонтными размерами (прил. 2, табл. П 2.2–П2.5; прил. 3, 4; прил. 5, табл. П 5.1, П.5.2). Для выполнения лабораторной работы принять припуск по диаметру на шлифование первой шейки $\delta_{ш1}$, равный 0,2 мм, и для обеих шеек назначить условный ремонтный размер $D_ш$ меньший, чем D_{1max}, на 0,2 мм.

$$\delta_{ш1} = 0{,}2 \text{ мм}; \; D_ш = D_{1max} - \delta_{ш1} = D_{1max} - 0{,}2 \text{ (мм)}.$$

3. Выписать из прил. 3 и запомнить радиус кривошипа коленвала.

Определение режимов резания при шлифовании

Для определения режимов резания при шлифовании пользуются рекомендациями литературных источников и показателями технической характеристики станка (табл. 9).

Таблица 9

Параметры режимов резания при шлифовании

Наименование параметров	Значение параметров или выражения для их определения	
	предварительное шлифование	окончательное шлифование
Окружная скорость коленчатого вала υ_1, м/мин	12–25	15–55
Продольная подача коленчатого вала S_1, мм/об. детали	(0,3–0,7) H	(0,2–0,4) H
Поперечная подача шлифовального круга S, мм/об. детали	0,0025–0,0750	0,001–0,005
Глубина резания (подача круга за один двойной ход детали) t, мм	0,010–0,025	0,005–0,015
Частота вращения коленчатого вала $n_{1в}$, об/мин	$n_{1в} = \frac{1000\upsilon_1}{\pi D_ш}$	
Частота вращения шлифовального круга $n_{1к}$, об/мин	$n_{1к} = 730$	
Окружная скорость шлифовального круга (скорость резания) υ, м/мин	$\upsilon = \frac{\pi D_к}{1000}$	

В табл. 9:

H — высота шлифовального круга (33 мм);

$D_к$ — диаметр шлифовального круга (900 мм);

$D_ш$ — диаметр шлифуемой шейки вала (ремонтный размер), мм.

Выбрать и рассчитать следующие параметры для ручного шлифования первой шатунной шейки и полуавтоматического — второй шейки на средних режимах.

1. Параметры общие для обеих шеек:

- окружная скорость коленчатого вала $\upsilon_1 = 25$ м/мин;

FreeBusta is knowledge without borders!

- частота вращения коленчатого вала, об/мин,

$$n_1 = \frac{1000 v_1}{\pi D_{ш}}.$$

2. Параметры ручного шлифования шатунной шейки номер один:

- припуск на шлифование $\delta_{ш1} = 0{,}20$ мм;
- глубина шлифования:
  - — общая $h_{ш1} = \delta_{ш1}/2 = 0{,}10$ мм;
  - — при предварительном шлифовании $h_{ш1п} = 0{,}09$ мм;
  - — при окончательном шлифовании $h_{ш1ок} = 0{,}01$ мм.

2.1. Предварительное шлифование:

- глубина шлифования $h_{ш1п} = 0{,}09$ мм;
- глубина резания (ручная подача шлифовального круга за один двойной ход стола) $t_{1п} = 0{,}03$ мм;
- число двойных ходов (число врезаний) $K = \frac{h_{ш1п}}{t_{1п}} = \frac{0{,}09}{0{,}03} = 3.$

2.2. Окончательное шлифование

- глубина шлифования $h_{ш1ок} = 0{,}01$ мм;
- глубина резания $t_{1ок} = 0{,}01$ мм;
- число двойных ходов (число врезаний) $K = \frac{h_{ш1ок}}{t_{1ок}} = \frac{0{,}01}{0{,}01} = 1.$

3. Параметры полуавтоматического шлифования шатунной шейки номер два:

- припуск на шлифование, мм,

$$\delta_{ш2} = D_{2max} - D_{ш},$$

где D_{2max} — максимальный диаметр шейки до шлифования, мм; $D_{ш}$ — назначенный условный ремонтный размер шлифования, мм;

- глубина врезания, мм,

$$t_{в2} = \frac{\delta_{ш2}}{2};$$

- поперечная подача шлифовального круга $S = 0{,}005$ мм/об. детали;
- продольная подача стола (коленчатого вала) $S_1 = 0{,}4$ Н мм/об. детали

Установка коленчатого вала

1. Установить в исходное (отведенное) положение шлифовальную бабку станка, для чего отвести от себя рукоятку *9* (рис. 46), нажать на кнопку *26* «Шлифовальный круг». После быстрого гидравлического отвода шлифовальной бабки остановить станок нажатием кнопки *21* «Общий стоп».

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

2. Шпиндели передней и задней бабок со специальными патронами-центросместителями повернуть так, чтобы трехкулачковые патроны заняли верхнее положение; с помощью рукояток *1* и *10* зафиксировать планшайбы в этом положении.

3. Вращая винты *2* (рис. 48), сместить трехкулачковые патроны на радиус кривошипа шлифуемого вала. Смещение контролировать по шкале на корпусе каждого центросместителя.

4. Ослабить гайки крепления передней и задней бабок и с помощью реечных передач переместить их так, чтобы можно было установить вал в патронах, при этом передняя и задняя бабки должны находиться примерно на одинаковом расстоянии от концов стола. Закрепить бабки на столе станка.

5. Произвести предварительную установку коленчатого вала в патронах центросместителей, не закрепляя его.

6. Выставить оси шатунных шеек вала в горизонтальной плоскости и окончательно установить вал, для чего:

— на стол станка *1* (рис. 49) поставить приспособление для установки коленчатого вала так, чтобы основание *6* приспособления плотно опиралось на направляющие, а вилка *4* приспособления находилась под шлифуемой шейкой;

— нажимая на рычаг *5* приспособления, вытянуть фиксатор *7* и под усилием рычага вилкой *4* повернуть вал в патронах, при этом шлифуемая шейка станет концентричной с осью вращения шпинделей передней и задней бабок;

— закрепить вал в патронах;

— установить стойку с индикатором *3* (рис. 49) на основание приспособления и окончательно выставить шейки по индикатору так, чтобы отклонение, стрелки индикатора по контролируемым шейкам находилось в пределах ± 0,02 мм;

— закрепить салазки центросместителей прижимными планками, рукоятками *7* и *10* (рис. 46) вывести фиксаторы из планшайб передней и задней бабок.

7. Отбалансировать коленчатый вал, для чего:

— вывернуть 2 винта, соединяющие планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки (расположены на корпусе центросместителя по оси шпинделя);

— установить необходимое количество противовесов *5* (рис. 49), винтами *6* отрегулировать их положение на направляющих патронов-центросместителей передней и задней бабок, закрепить противовесы шпильками и гайками; отбалансированный вал не должен самостоятельно проворачиваться при любом его положении;

— ввернуть винты передней бабки, соединяющие планшайбу с приводом.

FreeBusta is knowledge without borders!

Шлифование шатунной шейки ручным способом

1. Подготовить станок к шлифованию ручным способом, для чего:

— переключатель *20* (рис. 46) «Автоматическая работа» повернуть в положение «Автомат отключен»;

— рукоятку *24* регулятора скорости врезания установить в сторону «Больше» до упора;

— рукоятку глубины врезания (на правой стенке задней тумбы станка), вращая влево, установить в среднее или крайнее положение, соответствующее большей глубине врезания;

— блокировать рукоятку *4* гидравлического перемещения стола поворотом рукоятки *25* в положение «Шлифование»;

— с помощью маховичка *8* переместить стол так, чтобы шейка коленчатого вала, подлежащая шлифованию (номер один) находилась против шлифовального круга;

— рукояткой *2* установить число оборотов шпинделя передней бабки, ближайшее к расчетному значению частоты вращения коленчатого вала n_1;

— установить люнет на стол станка в рабочее положение под шлифуемую шейку вала, закрепить его гайкой *5* (рис. 50), упоры люнета *1* и *2* довести до легкого поджатия шатунной шейки;

— вращая маховичок *7* (рис. 46) подвести шлифовальный круг к обрабатываемой шейке вала с зазором 1 мм, открыть кран *5* подачи охлаждающей жидкости, кнопками *17* и *26* включить станок.

2. Провести предварительное шлифование, выполнив операции:

— с помощью маховичка *7* подать шлифовальный круг до легкого соприкосновения с шатунной шейкой, заметить деление лимба маховичка поперечной подачи и повернуть лимб еще на 10 делений (или половину оборота), что соответствует глубине резания t_1 = 0,030 мм;

— прошлифовать шейку за два прохода (один двойной ход стола) соблюдая предосторожность при подходе шлифовального круга к галтелям шейки;

— подать шлифовальный круг еще на 0,030 мм и прошлифовать шейку также еще за два прохода;

— измерить диаметр шлифуемой шейки вала микрометром и уточнить величину оставшегося припуска; при соответствии точности шлифования расчетным и принятым значениям глубина последнего врезания предварительного шлифования должна быть равно 0,030 мм, при несоблюдении точности откорректировать величину подачи шлифовального круга так, чтобы после предварительного шлифования глубина окончательного шлифования для достижения диаметра $D_ш$ равнялась 0,010 мм;

— подать шлифовальный круг на откорректированную величину глубины последнего врезания предварительного шлифования и прошлифовать шейку за два прохода.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

3. Провести окончательное шлифование шейки вала, для чего:

— подать шлифовальный круг на 0,01 мм, повернув лимб маховика поперечной подачи круга на два деления;

— прошлифовать шейку за два прохода (один двойной ход стола);

— передвинув рукоятку *9* (см. рис. 46) от себя, отодвинуть шлифовальную бабку от коленчатого вала; закрыть кран 5 подачи охлаждающей жидкости; нажатием кнопки *21* «Общий стоп» выключить станок; отвести люнет от обработанной шейки.

4. Осмотреть шейку коленчатого вала. Переход цилиндрического участка шейки в галтели должен быть плавным (с номинальным радиусом галтелей), без подрезов, прижогов, на шлифованной поверхности не должно быть грубых рисок и трещин.

5. Измерить диаметр шейки микрометром, определить ее овальность и конусность, которые не должны превышать 0,02 мм.

Шлифование шатунной шейки коленчатого вала на полуавтоматическом режиме

1. С помощью маховичка *3* (рис. 46) переместить стол и установить следующую шейку коленчатого вала, подлежащую шлифованию (номер два), напротив шлифовального круга; перемещая стол и упоры *16* реверса стола, обеспечить ход стола при шлифовании, равный длине шейки вала.

2. Поставить переключатель *20* «Автоматическая работа» в рабочее положение, рукоятку *24* регулятора скорости врезания повернуть в крайнее положение «Меньше».

3. Включить станок кнопками *17* и *26*; рукояткой *23* отрегулировать среднюю скорость перемещения стола S_1.

4. Рукояткой *9* быстро подвести шлифовальную бабку; сразу же после начала цикла врезного шлифования установить рукоятку регулятора глубины врезания (на правой стенке задней тумбы станка) в положение, соответствующее рассчитанной величине $t_{в2}$. Поворотом рукоятки *24* отрегулировать среднюю скорость врезания, ориентируясь на выбранное значение *S*.

5. Наблюдать за шлифованием шейки в автоматическом режиме. После получения заданного размера шлифовальная бабка и механизм врезания автоматически отойдут в исходное положение.

6. Измерить диаметр шейки, определить ее овальность и конусность. Осмотреть шейку, проверить качество шлифования.

7. Внести результаты в отчет, заполнив специальный бланк или раздел журнала.

FreeBusta is knowledge without borders!

Исследование режимов шлифования шеек коленчатых валов.

Определение рациональных режимов шлифования производят исходя из технических ограничений, налагаемых на режимы системой СПИД. Из этих ограничений выделим стойкость шлифовального круга T, качество обработанной поверхности (шероховатость R_a, отсутствие прижогов, трещин), глубину шлифования t, частоту вращения детали n_1.

Стойкость шлифовального круга характеризуется периодом его работы между двумя правками. В процессе шлифования происходит затупление и выкрашивание абразивных зерен круга и их частиц. Затупление зерен приводит к ухудшению режущей способности круга k, к увеличению силы резания, главным образом, ее радиальной составляющей P_y, повышению температуры шлифования θ, ухудшению качества и точности обработки. Выкрашивание абразивных частиц вызывает самозатачивание шлифовального круга и сохранение его режущей способности, но большой размерный износ круга приводит к нарушению его геометрической формы и качества обработки. Переход шлифовального круга из области работы с затуплением в область смешанного режима (затупление с самозатачиванием) зависит от радиальной составляющей P_Y силы шлифования, которая возрастает с увеличением глубины шлифования и скорости вращения детали.

При работе на постоянных режимах радиальная сила P_y увеличивается при ухудшении состояния шлифовального круга и может быть принята за критерий его стойкости, определяющий необходимость правки.

Увеличение глубины шлифования t и частоты вращения детали n_1 обеспечивает рост производительности процесса, выражаемой в интенсивности съема металла Q, работу круга в смешанном режиме с сохранением его режущей способности, но связано с увеличением размерного износа шлифовального круга, с увеличением шероховатости поверхности R_a и температуры.

Целью исследования является определение рациональных режимов (t, n_1) шлифования шеек коленчатых валов, обеспечивающих наибольшую производительность процесса и наибольший период стойкости круга при допустимой шероховатости поверхности, точности и отсутствии прижогов. В процессе занятий могут быть проведены исследования по следующим темам.

1. Исследование изменения сил резания при шлифовании в зависимости от рекомендуемых режимов резания и времени работы шлифовального круга.

2. Исследование интенсивности съема металла при шлифовании в зависимости от рекомендуемых режимов резания и времени работы шлифовального круга.

3. Исследование шероховатости поверхности и точности, в зависимости от рекомендуемых режимов резания и времени работы круга.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

4. Исследование изменения стойкости шлифовального круга в зависимости от рекомендуемых режимов резания.

5. Анализ данных, полученных в предыдущих исследованиях, и определение рациональных режимов шлифования.

Лабораторная работа 12

ВИБРАЦИОННОЕ ОБКАТЫВАНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы

Изучить технологический процесс создания оптимального микрорельефа рабочих поверхностей деталей посредством вибрационного обкатывания шариком. Исследовать влияние режимов виброобкатывания на вид и характер микрорельефа.

Объекты работы

Вал — образец диаметром 40 мм, длиной 300 мм. Гильза цилиндра двигателя.

Оборудование рабочего места

1. Токарный станок.
2. Вибрационная головка.
3. Самописец к вибрационной головке.
4. Микрометр 25÷50 мм.
5. Бумажная лента шириной 150 мм÷0,5 м.
6. Резиновые кольца для крепления бумаги на детали.
7. Двойной микроскоп Линника МИС-11, инструментальный микроскоп УИМ-25[1] .

Содержание работы

Вибрационное обкатывание является способом финишной: обработки поверхностей деталей. В процессе обработки на поверхность вращающейся детали действует шарик наконечника вибрационной головки, совершающий сложное движение — поступательное (продольная подача) и колебательное в горизонтальной плоскости. Шарик выдавливает на поверхности детали регулярно расположенные канавки синусоидального характера.

Вновь образуемые микронеровности, являющиеся наплывами металла, выдавленного по краям канавок, имеют радиусы закругления вершин на 1−2 порядка большие, чем создаваемые традиционными способами обработки.

[1] Оборудование используется в проведении исследований режимов резания при шлифовании шеек коленчатых валов.

FreeBusta is knowledge without borders!

Образование нового микрорельефа с системой канавок и пластическая деформация поверхностного слоя, связанная с явлениями наклепа и упрочнения, позволяют оптимизировать площадь контакта сопряженных деталей и маслоемкость их поверхностей, снизить температуру в зоне трения, приводят к повышению износостойкости, усталостной прочности и коррозионной стойкости деталей.

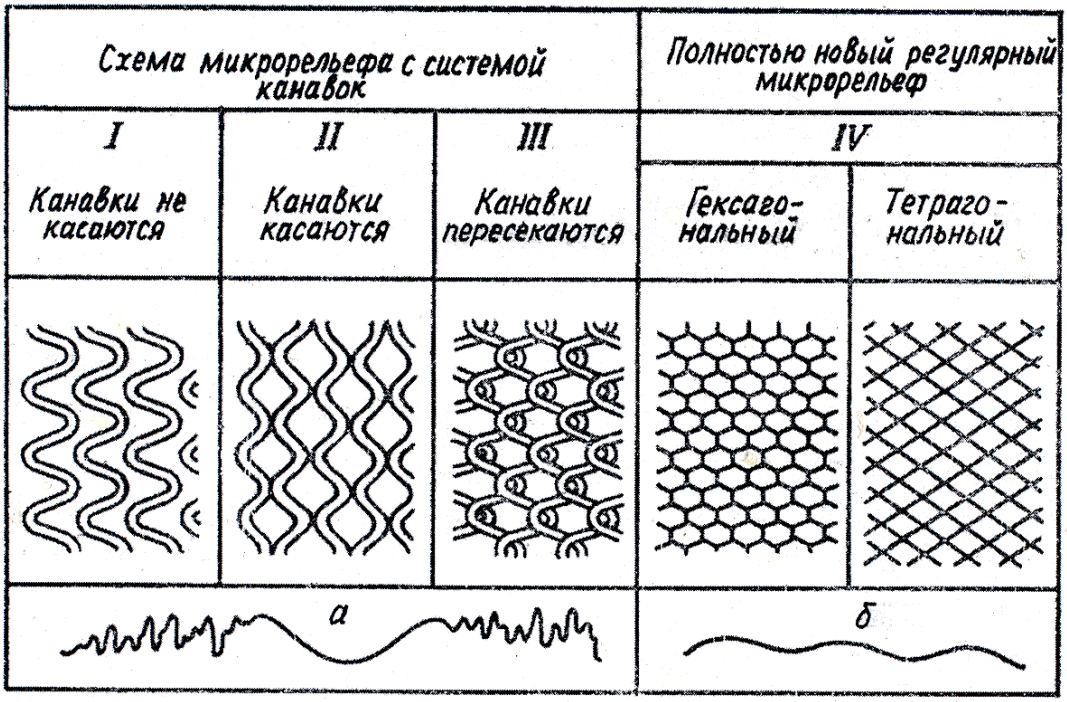


Рис. 52. Виды микрорельефов поверхности, получаемых вибрационным обкатыванием

Способ вибрационного обкатывания позволяет образовывать частично-регулярные микрорельефы с некасающимися, касающимися и пересекающимися канавками (I − III, рис. 52) и регулярные, полностью новые микрорельефы (IV, рис. 52). В частично-регулярных микрорельефах между канавками сохраняются участки исходной поверхности (профилограмма *а* , рис. 52), в регулярных микрорельефах вся площадь исходной поверхности деформируется и сглаживается (профилограмма *б,* рис. 52).

Вид микрорельефа зависит, главным образом, от величины продольной подачи инструмента и частоты вращения детали. Чем меньше подача *S* и больше обороты детали *n*, тем ближе ряды канавок. Обработке могут подвергаться наружные и внутренние поверхности. Например, микрорельеф I вида рекомендуется в большинстве случаев для поверхностей охватываемых деталей (валы, оси, поршневые кольца и др.), микрорельефы II и Ш вида − для охватывающих деталей (кольца, цилиндры); микрорельефы IV вида − для деталей, обеспечивающих гидроплотность, и прецизионных де-

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

талей (штоки и цилиндры пневмопривода, плунжеры, торцевые уплотнения и др.).

Однако не представляется возможным разделить все детали по группам с определенными видами микрорельефов. Оптимальный вид микрорельефа для рабочей поверхности каждой детали подбирается индивидуально в результате исследований в зависимости от материала и условий работы. Так, для поверхностей поршневых пальцев рекомендуется II вид микрорельефа, для гильз цилиндров двигателей грузовых автомобилей − II и IV виды микрорельефов.

Процесс вибрационного обкатывания определяется следующими параметрами:

P — диаметр обрабатываемой детали, мм;
n — *обороты* детали, об/мин;
S — продольная подача инструмента, мм/об;
d — диаметр шарика, мм;
$n_{\text{дв. х}}$ — частота колебаний шарика, дв. ходов/мин;
l — амплитуда колебаний шарика, мм;
P — давление шарика на поверхность, Н.

При этом имеется возможность широкого изменения параметров процесса и создания оптимальных для условий эксплуатации микрорельефов.

В данной работе переменными параметрами являются обороты детали, продольная подача инструмента и давление шарика. Обработка ведется на токарном станке вибрационной головкой, закрепленной на суппорте.

Краткая характеристика токарного станка Т66-7П

Основные технические данные станка	Единица измерения
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	400
Расстояние между центрами, мм	1000
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	24
Число оборотов шпинделя в минуту	12÷1200
Число ступеней продольных подач	35
Продольная подача суппорта, мм/об	0,07÷4,46
Электродвигатель главного движения:	
мощность, кВт	7,0
число оборотов в минуту	1440

FreeBusta is knowledge without borders!

Характеристика вибрационной головки

Головка предназначена для выполнения финишной операции на обработанных рабочих поверхностях деталей с целью формирования на них оптимального микрорельефа.

Диаметр шарика, мм	6
Частота колебаний шарика, дв. ходов/мин	1400
Амплитуда колебаний шарика, мм	2
Давление шарика на обрабатываемую поверхность, Н	250÷700
Глубина формируемых канавок, мм	0,005÷0,020
Электродвигатель трехфазный:	
напряжение, В	220/380
мощность, кВт	0,27

Используется при исследовании шероховатости и микрорельефа поверхности после обработки.

Устройство вибрационной головки показано схемой на рис. 53. На опорной плите смонтирован электродвигатель *5*, который через эксцентрик *4*, соединительную тягу и цилиндрический ползун связан с вибратором *3*. На корпусе вибратора закреплен съемный наконечник, внутри которого свободно расположен стальной шарик *2*. В патроне наконечника размещена силовая цилиндрическая пружина, работающая на сжатие и оказывающая давление на шарик. Усилие регулируется резьбовой пробкой, ввернутой в торец патрона.

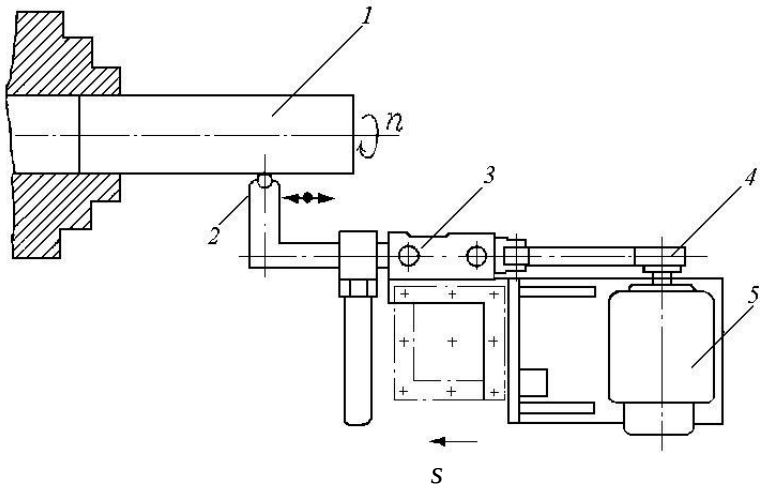


Рис. 53. Финишная обработка поверхности детали с помощью вибрационной головки:
1 − деталь в патроне токарного станка; *2* − наконечник вибрационной головки с шариком; *3* − вибратор; *4* − эксцентрик, *8* − электродвигатель

Вибрационная головка крепится на суппорте токарного станка.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Последовательность выполнения работы

Исследование влияния режимов вибрационного обкатывания на образование микрорельефа вала-образца

1. Подготовить вал-образец и вибрационную головку, для чего:

— закрепить в патроне и центре задней бабки станка вал-образец, измерить микрометром диаметр вала; установить на суппорт станка вибрационную головку и закрепить ее;

— надеть на вал-образец два резиновых кольца; обернуть поверхность вала бумажной лентой и закрепить ее концы резиновыми кольцами;

— установить карандаш в самописец, закрепленный на вибраторе головки; разграничить поверхность бумажной ленты на 8÷10 равномерных кольцевых зон; пронумеровать зоны на ленте.

2. Исследовать влияние частоты вращения детали на рисунок микрорельефа, для чего:

— настроить станок на режим работы с частотой вращения шпинделя n = 19,5 об/мин и продольной подачей суппорта S = 2 мм/об, записать эти, а затем последующие параметры в отчет;

— подвести самописец вибрационной головки вплотную к первой зоне бумажной ленты, включить станок и привод вибратора, нанести рисунок микрорельефа в первой зоне бумажной ленты;

— изменяя частоту вращения шпинделя, нанести в следующих зонах бумажной ленты рисунки микрорельефов при режимах: n = 46 об/мин, S = 2 мм/об; n = 58 об/мин, S = 2 мм/об; при постоянной подаче (S = 2 мм/об) подобрать режимы для получения всех четырех видов микрорельефов.

3. Исследовать влияние продольной подачи инструмента на вид микрорельефа, для чего:

— настроить станок на режимы: n = 46 об/мин; S = 3 мм/об; в следующей зоне бумажной ленты нанести рисунок микрорельефа;

— уменьшая продольную подачу суппорта при постоянной частоте вращения шпинделя получить в следующих зонах бумажной ленты микрорельефы различных видов (остальных трех из основных возможных четырех).

4. Снять бумажную ленту с вала-образца, разрезать ее на полоски по числу студентов, выполнявших работу, так, чтобы каждая полоска содержала все полученные рисунки микрорельефов. Поместить изображения микрорельефов в отчет с указанием параметров режимов их получения. Проанализировать влияние параметров на характер рисунка. Перечислить детали, для рабочих поверхностей которых рекомендуются полученные виды микрорельефов.

5. Исследовать влияние давления инструмента на характер микрорельефа, для чего:

FreeBusta is knowledge without borders!

— на поверхности вала-образца нанести 3 микрорельефа I вида (рис. 52) длиной по 40 мм каждый, работая на одном из подобранных режимов при давлении шарика на поверхность, соответственно равном 300, 500 и 700 Н;

— осмотреть и сравнить обработанные поверхности;

— снять слепки с каждого микрорельефа;

— с помощью микроскопов МИС-11 или УИМ-25 сравнить микрорельефы поверхностей по слепкам, определить для каждого: h − высоту регулярно расположенных выступов на трассе измерения 40 мм, $F_к$ − относительную площадь поверхности, занимаемую углублениями;

— выбрать давление инструмента из условий: регулярные выступы должны быть несколько выше микронеровностей исходной поверхности; радиусы закруглений выступов — наплывов должны быть максимальными, а сами выступы пологими; относительная площадь канавок $F_к$, должна быть в пределах 30÷40% или близкой к этому значению.

Снять вал-образец со станка.

Выбор режимов получения рекомендуемых микрорельефов на поверхности гильзы цилиндра

1. Закрепить в патроне токарного станка гильзу цилиндра двигателя.

2. Пользуясь (в качестве ориентировочных) параметрами, приведенными в табл. 10, подобрать режимы вибрационного обкатывания и нанести на внутренней поверхности гильзы микрорельефы II и IV видов.

Таблица 10

Рекомендуемые режимы вибрационного обкатывания гильз цилиндров двигателей

Характеристика детали			Характеристика полученного микрорельефа			Режимы виброобкатывания				
Модель двигателя	Диаметр отверстия, мм	Исходная шероховатость R_a, мкм; способ обработки	Вид	Относительная площадь канавок $F_к$, %	Высота неровностей R_z, мкм	n, об/мин	S, мм/мин	$n_{дв.х}$, дв. ход/мин	l, мм	P, Н
ЗИЛ-130	100	0,32; хонингование	II	35	—	12,5	1,74	1400	0,85	350
ЗИЛ-130	100	То же	IV		2,5	20	2,08	1400	0,85	350
ЯМЗ-236	130	0,32; хонингование	II	38	—	12,5	1,56	1400	0,85	350

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

3. Сравнить полученные микрорельефы с рекомендуемыми. При несоответствии рисунков, изменяя значения оборотов шпинделя или подачи инструмента, добиться получения на поверхности гильзы микрорельефа II вида «касающиеся канавки» и регулярного микрорельефа IV вида.

4. Снять гильзу цилиндра со станка, режимы ее обработки и соответствующие рисунки микрорельефов внести в отчет на специальном бланке или в журнале.

Лабораторная работа 13

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Цель работы

Ознакомиться с технологией восстановления деталей электромеханическим восстановлением.

Объекты работы

Вал-образец диаметром 40 мм, длиной 300 мм.

Оборудование рабочего места

1. Токарный станок.
2. Оправка пружинного типа, сила прижатия инструмента 0÷2000 Н.
3. Понижающий трансформатор. Величина силы тока до 1200 А. Напряжение 0÷6 В, КПД 0,9.
4. Микрометр МК-75. Пределы измерения 50÷75 мм. Погрешность показаний 0,01 мм.

Содержание работы

Сущность электромеханической обработки заключается в совместном тепловом действии электрического тока и пластического деформирования на ремонтируемую деталь (рис. 54, 55).

При применении электромеханической обработки через место контакта детали с инструментом проходит ток величиной 400÷1100 А, напряжением 1÷6 В. Вследствие высокого локального нагрева и давления инструмента контактные участки поверхности в зависимости от профиля последнего сглаживаются или высаживаются. Электромеханическая обработка в практике ремонтного производства применяется для точения закаленных деталей, для восстановления размеров изношенных поверхностей, их упрочнения и размерно-чистовой обработки деталей.

Нагрев детали в зоне контакта достигает 800÷850°С, при этом благодаря высокой скорости охлаждения поверхностного слоя за счет отвода тепла вглубь металла охлаждающей жидкостью происходит его закалка, т. е. упрочнение.

FreeBusta is knowledge without borders!

Электромеханический способ позволяет увеличить размер детали до 0,4 мм и может быть рекомендован для восстановления посадочных мест валов, коробки передач, поворотных цапф, для подготовки к металлизации деталей с высокой поверхностной твердостью и др.

Электромеханическая обработка деталей из высоко- и среднеуглеродистых сталей способствует образованию мелкодисперсной структуры мартенсита. Для деталей из малоуглеродистой стали (С ≤ 0,2%) высокие скорости нагрева и охлаждения жидкостью дают возможность частичной закалки и, следовательно, повышения твердости и прочности поверхностного слоя. При этом способе в зависимости от материала и термической обработки деталей их износостойкость значительно увеличивается.

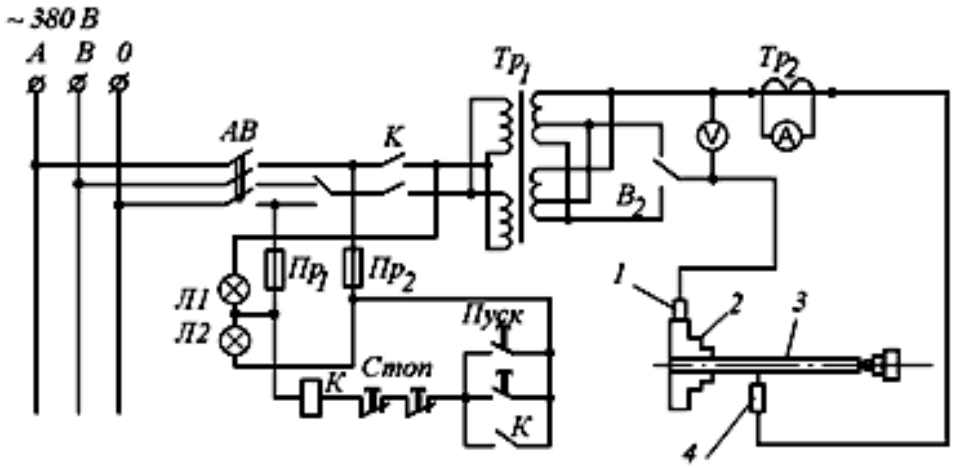


Рис. 54. Схема электромеханической обработки:
$Тр_1$ — силовой трансформатор; *1* – токоподводящая контактная пластина; *2* – патрон; *3* – деталь; *4* – инструмент

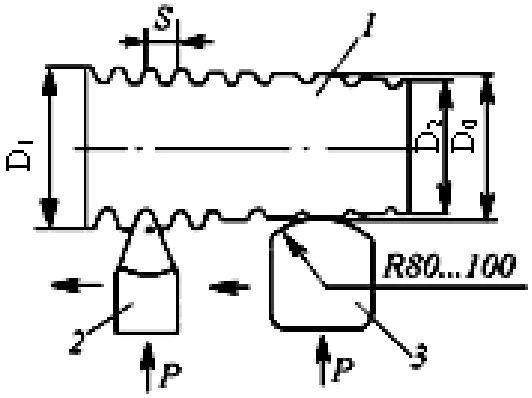


Рис. 55. Схема высадки и сглаживания поверхности:
1 – деталь; *2* – высаживающая пластина; *3* – сглаживающая пластина; D_0 – диаметр после сглаживания; D_1 – диаметр после высадки; D_2 – начальный диаметр, *S* – подача

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Увеличение силы тока при постоянном давлении инструмента способствует повышению твердости поверхностного слоя и увеличению глубины упрочнения. Например, при обработке нормализованной стали 45 при I = 260 А твердость увеличивается с 1800 до 3200 мН/м^2, при I = 700 А она повышается до 7000 мН/м^2. Глубина упрочненного слоя в этом случае достигает более 0,1 мм.

Технологический маршрут ремонта детали состоит из высадки металла и сглаживания поверхности до требуемого размера с одновременным упрочнением. Возникающие в процессе поверхностного наклепа значительные сжимающие внутренние напряжения способствуют повышению сопротивлении и усталости отремонтированной детали. В табл. 11. даны режимы обработки деталей.

Таблица 11

Режимы электромеханической обработки деталей

Операция	Сила тока, А	Скорость, м/мин (м/с)	Подача, мм/об	Число проходов
Высадка незакаленных деталей	450÷550	4÷6 (0,05—0,10)	1,5	1÷2
Сглаживание незакаленных деталей	400÷450	12÷15 (0,2÷0,85)	0,4	2÷3
Высадка закаленных деталей	550÷600	1,5÷2,5 (0,025÷0,041)	1,5	1÷3
Сглаживание закаленных деталей	500÷550	8÷12 (0,13÷0,20)	0,4	2÷3

В результате электромеханической обработки получается различная микроструктура поверхностного слоя и, как следствие, значительный разброс микротвердости как по длине, так и по глубине слоя. Электромеханическим сглаживанием можно получить величину шероховатости поверхностного слоя после его обработки до R_a = 0,2 мкм.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью штангенциркуля и микрометра определить размер изношенных посадочных мест валов.

2. Пользуясь табл. 11, назначить режимы электромеханической обработки деталей.

3. Определить режим обработки при высадке детали. Частота вращения шпинделя $n_в$, об/мин:

$$n_в = \frac{1000 \cdot \nu_в}{\pi \cdot D_2},$$

FreeBusta is knowledge without borders!

где $\nu_в$ — скорость высадки обрабатываемой детали (см. табл. 11); D_2 — диаметр обрабатываемой детали, мм.

По технической характеристике станка выбрать частоту вращения шпинделя, ближайшую к расчетной.

Определить основное время операции «высадка»:

$$t_o^в = \frac{L}{n_в S_в},$$

где $S_в$ — подача суппорта станка при высадке обрабатываемой детали (см. табл. 11);

4. С помощью микрометра определить размер обрабатываемой детали после высадки D_1.

5. Определить режим обработки при сглаживании детали. Частота вращения шпинделя $n_с$, об/мин:

$$n_с = \frac{1000 \cdot \nu_с}{\pi \cdot D_1},$$

где $\nu_с$ — скорость сглаживания обрабатываемой детали (см. табл. 11); D_1 — диаметр обрабатываемой детали, мм.

По технической характеристике станка выбрать частоту вращения шпинделя, ближайшую к расчетной.

Определить основное время операции «сглаживание»:

$$t_o^с = \frac{L}{n_с \cdot S_с},$$

где $S_с$ — подача суппорта станка при сглаживании обрабатываемой детали (см. табл. 11);

6. С помощью микрометра определить размер обрабатываемой детали после высадки D_0.

7. Определить общее время электромеханической обработки изношенной детали с учетом проведения двух операций.

7. Составить отчет по выполненной работе, используя бланк или журнал по специальной форме.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Лабораторная работа 14

ДЕФЕКТОВКА ДЕТАЛЕЙ

Цель работы

Ознакомиться с методикой исследования износов автотракторных деталей, определением среднего износа, коэффициента восстановления (годности) бракованных деталей.

Объекты работы

Комплект изношенных деталей позволяющий произвести 50÷100 измерений одноименных деталей в одном посадочном месте.

Оборудование рабочего места

1. Набор образцов изношенных деталей.
2. Микрометр МК. Погрешность показаний 0,01 мм.

Последовательность выполнения работы

При исследовании износов автотракторных деталей за величину интервала статистических рядов целесообразно принимать величину, равную или кратную величине допуска на изготовление детали по данному размеру. Поскольку величину интервала при изучении износов автотракторных деталей принято назначать в зависимости от величины допуска на размер детали, потребное количество деталей для дефектовки будет тем меньше, чем грубее допуск. При определении величины износа за исходный размер принимается номинальный плюс середина поля допуска. В окончательных расчетах величина износа на диаметр делится пополам, так как при выборе способа восстановления основной величиной является износ на сторону. Например, в карте дефектовки на стакан (заводской номер 55-451051) указано, что размер по чертежу $\varnothing\ 110^{+0,034}$, следовательно, исходный размер, от которого определяется величина износа, равен 110,017. Действительный размер отверстия 110,14. Следовательно, износ на сторону равен 0,061 мм.

Обычно выборка деталей составляет 50÷100 деталей. По результатам измерений составляются статистические интервальные ряды по форме, приведенной в табл. 12 и 13.

FreeBusta is knowledge
without borders!

Таблица 12

Результаты измерений

Номер детали	Величина износа, мм	Номер детали	Величина износа, мм	Номер детали	Величина износа, мм	Номер детали	Величина износа, мм
1 max	0,1925	14	0,1050	27	0,1850	40	0,1500
2	0,1250	15	0,1125	28	0,1100	41	0,1675
3	0,1750	16	0,1300	29	0,1175	42	0,1550
4	0,1100	17	0,1625	30	0,1500	43	0,1450
5	0,1100	18	0,1125	31	0,1750	44	0,1175
6	0,1375	19	0,1175	32	0,1200	45	0,1500
7	0,1425	20	0,1300	33	0,1550	46	0,1850
8	0,1800	21	0,1300	34	0,1025	47	0,1875
9	0,1675	22	0,1175	35	0,1500	48	0,1025
10	0,1175	23	0,1100	36	0,1375	49	0,1025
11	0,1750	24	0,1025	37	0,1800	50	0,1025
12	0,1375	25	0,1200	38	0,1625		
13	0,1750	26	0,1525	39 min	0,1017		

Таблица 13

Последовательность вычислений параметров эмпирического распределения износов детали

Номер интервала	Интервалы значений		Середина интервала x_i	x_i^2	Эмпирическая частота m_i	$m_i x_i$	$m_i x_i^2$	Частость $W_i = m_i / n$
	от	до						
1	0,1017	0,1108	0,1063	0,0113	11	1,1693	0,1243	0,22
2	0,1108	0,1199	0,1154	0,0133	8	0,9232	0,1064	0,16
3	0,1199	0,1290	0,1245	0,0155	3	0,3735	0,0465	0,06
4	0,1290	0,1381	0,1336	0,0178	5	0,668	0,089	0,1
5	0,1381	0,1472	0,1427	0,0204	2	0,2854	0,0408	0,04
6	0,1472	0,1563	0,1518	0,023	7	1,0626	0,161	0,14
7	0,1563	0,1654	0,1609	0,0259	2	0,3218	0,0518	0,04
8	0,1654	0,1745	0,1700	0,03	2	0,34	0,06	0,04
9	0,1745	0,1836	0,1791	0,0321	6	1,0746	0.1926	0,12
10	0,1836	0,1927	0,1882	0,0354	4	0,7528	0,1416	0,08
Сумма					50	6,9712	1,014	1

Для того чтобы построить кривую нормального распределения, пользуются следующей формулой:

$$f(t) = \frac{Nh}{\delta} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2},$$

где N — число проведенных испытаний, равное сумме частот эмпириче-

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

ского распределения $\sum_{i=1}^{M} m_i$; h — величина интервала дробления эмпирического ряда распределения; σ — среднее квадратическое отклонение ряда; t — нормированное отклонение 0.

Величина $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2}$ табулирована, т.е. может быть определена по справочным таблицам (прил. 11).

Для нахождения значений теоретических частот сначала необходимо найти среднюю арифметическую эмпирического ряда распределения, т.е.

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{M} x_i m_i}{\sum_{i=1}^{M} m_i},$$

где m_i — частота попадания значений по наблюдениям в принятый i-й интервал.

Результаты вычислений удобно представить в виде табл. 14.

Таблица 14

Последовательность вычислений теоретических частот для нормального распределения

Номер интервала	Середина интервала x_i	Эмпирическая частота от m_i	$x_i - \overline{x}$	$t = \frac{x_i - \overline{x}}{\sigma}$	$\varphi(t)$	$\frac{h}{s}\varphi(t)$	Теоретическая частота, m_i'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,1063	11	–0,0331	–1,143	0,2083	0,0653	3,265	3
2	0,1154	8	–0,024	–0,8275	0,285	0,0894	4,47	4
3	0,1245	3	–0,0149	–0,5137	0,3503	0,1099	5,495	5
4	0,1336	5	–0,0058	–0,2	0,391	0,1227	6,135	6
5	0,1427	2	0,0033	0,1137	0,3965	0,1244	6,22	6
6	0,1518	7	0,0124	0,4275	0,3653	0,1146	5,73	6
7	0,1609	2	0,0215	0,7413	0,3034	0,0952	4,76	5
8	0,1700	2	0,0306	1,0551	0,2299	0,0721	3,605	4
9	0,1791	6	0,0397	1,3689	0,1582	0,0496	2,48	2
10	0,1882	4	0,0488	1,6827	0,0973	0,0305	1,525	2

Затем находим дисперсию ряда

FreeBusta is knowledge without borders!

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{M} x_i^2 m_i}{\sum_{i=1}^{M} m_i} - \overline{x^2}\,.$$

Затем определяем величину *t*, последовательно записывая для каждой строки $x - \bar{x}$ и $\frac{x - \bar{x}}{\sigma}$ (графы 4 и 5). Графа 5 дает величину *t* по строкам. На основании этих данных найдем соответствующие величины (графа 6). Далее определенные величины необходимо умножить на общий для всех строк множитель Nh/σ.

Найденная при умножении величина и составляет теоретическую частоту каждого варианта, записанного в строке (графа 8). Ввиду того, что частоты могут быть только целыми числами, округляем их до целых и получаем теоретические частоты, которые заносятся в графу 9.

Из табл. 2 определяем

$$\bar{x} = 4{,}1993/50 = 0{,}084,$$

$$\sigma^2 = \frac{3799{,}71 \cdot 10^{-4}}{50} - (0{,}084)^2 = 5{,}43 \cdot 10^{-4}, \qquad \sigma = \pm 0{,}0233,$$

$$\frac{Nh}{\sigma} = \frac{50 \cdot 0{,}0144}{0{,}0233} = 30{,}9013.$$

Так как в имеющихся интервалах теоретическая частота разместилась не вся, введем дополнительный интервал (см. табл. 13, 14). На основании полученных данных строится график эмпирического и теоретического распределений (рис. 56.).

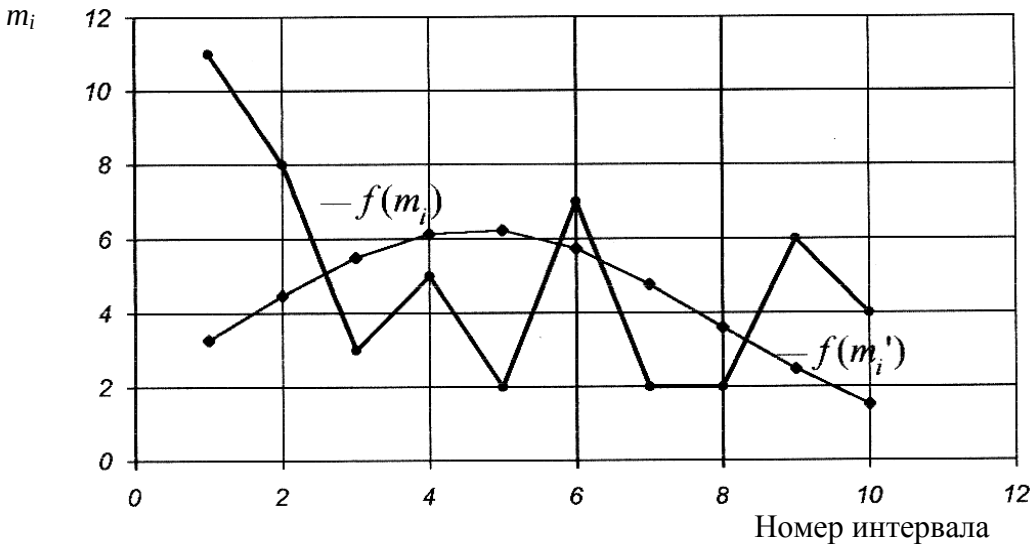


Рис. 56. График эмпирического и теоретического распределения износа

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

В расчетах предполагалось, что выборка соответствует закону нормального распределения. Для того чтобы определить, с какой вероятностью выборка отвечает нормальному распределению, воспользуемся критерием Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(m - m')^2}{m'^2},$$

где m — эмпирическая частота; m' — теоретическая частота.

Значения распределения χ табулировано (прил. 12) и зависят от числа степеней свободы:

$$k = l - r - 1,$$

где r — число параметров распределения, рассчитанных по выборке (для нормального распределения $r = 2$).

Найдем

$$\chi^2 = \frac{(2-1)^2}{1^2} + \frac{(2-2)^2}{2^2} + \frac{(5-6)^2}{6^2} + \frac{(6-10)^2}{10^2} + \frac{(14-12)^2}{12^2} + \frac{(13-10)^2}{10^2} + \frac{(6-6)^2}{6^2} + \frac{(2-2)^2}{2^2} + \frac{(0-1)^2}{1^2} = 2{,}31;$$

$$k = 9 - 2 - 1 = 6.$$

Находим значение вероятности $a = 0{,}90$.

Значение среднего износа определяем по формуле

$$x_{\text{ср}} = x_0 + h \frac{\sum_{i=1}^{n} m(x - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n} m},$$

где x_0 — некоторое начальное значение (обычно принимают середину среднего интервала), мм.

$$x_{\text{ср}} = 0{,}0837 + 0{,}0144[(2\cdot(-0{,}058) + 2\cdot(-0{,}0436) + 5\cdot(-0{,}0292) + 6\cdot(-0{,}0147) + 14\cdot(-0{,}0003) + 13\cdot 0{,}0141 + 6\cdot 0{,}0286 + 2\cdot 0{,}043)/50] = 0{,}08369;$$

$$x_{\text{ср}} = 0{,}08369 \text{ мм}.$$

Примечание. Для проверки обработанных данных и установления закона распределения величины износа детали студенты могут выполнить расчеты на ЭВМ в вычислительном центре ЛТА по пакету программ с определением закона распределения.

FreeBusta is knowledge without borders!

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Балихин В. В., Быков В. В., Иванов Н. Ю.* Технология ремонта машин и оборудования: Учебник для вузов. СПб.: СПбГЛТА, 2006. 524 с.

2. *Балихин В. В. и др.* Ремонт и техническая эксплуатация лесохозяйственного оборудования: Учебник для вузов. Л.: Агропромиздат, 1989. 311 с.

3. *Балазовский М. Я.* Ультразвуковая дефектоскопия. М.: Машгиз, 1959. 99 с.

4. *Батанов* М. *В., Петров Н. В.* Пружины. М.: Машиностроение, 1968. 78 с.

5. *Казариев В. И.* Ремонт машин. М.: Сельхозиздат, 1961. 308 с.

6. *Козлов В. С.* Физика магнитографической дефектоскопии. Минск: Наука, 1968. 126 с.

7. *Лев Е. С. и* др. Современное состояние дефектоскопии металлов и ее применение в промышленности. М.: Речной транспорт, 1959. 38 с.

8. Лев Е. С. Дефектоскопия в судостроении и судоремонте. М.: Речной транспорт, 1957. 89 с.

9. *Решетников Н. С.* Основы технологии ремонта автомобилей и тракторов. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 164 с.

10. *Соколов В. С.* Дефектоскопия металлов. М.: Машгиз, 1961. 69 с.

11. *Щадричев В. А.* Ремонт автомобилей. М.: Машиностроение, 1965. 276 с.

12. *Шнейдер Ю. Г.* Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. Л.: Машиностроение, 1972. 76 с.

13. *Шнейдер Ю. Г.* Вибрационное обкатывание. Л.: ЛДНТП, 1974. 104 с.

14. *Шнейдер Ю. Г.* Эксплуатационные свойства деталей машин с регулярным микрорельефом. Л.: ЛДНТП, 1980. 95 с.

15. *Якимов А. В.* Оптимизация процесса шлифования. М.: Машиностроение, 1975. 124 с.

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Гильзы двигателя ЯМЗ-236 мокрого типа выполнены из легированного чугуна. Внутренняя поверхность гильзы закалена токами высокой частоты (ТВЧ) на глубину 1÷2 мм до твердости $HRC_э$ = 42÷50.

По внутреннему диаметру гильзы делят на четыре группы и соответственно маркируют на верхнем торце гильзы:

Обозначение группы	Внутренний диаметр гильзы, мм	Наружный диаметр поршня, мм
АААА	$130^{+0,04}_{+0,03}$	$129{,}80^{+0,04}_{+0,03}$
ААА	$130^{+0,03}_{+0,02}$	$129{,}80^{+0,03}_{+0,02}$
АА	$130^{+0,02}_{+0,01}$	$129{,}80^{+0,02}_{+0,01}$
А	$130^{+0,01}$	$129{,}80^{+0,01}$

Овальность не более 0,02 мм. Конусность не более 0,02 мм по всей длине гильзы. Гильзы ЯМЗ-236, изношенные более 0,06 мм, подлежат замене, так как поршни с таким ремонтным размером заводом не выпускаются.

Приложение 2

Таблица П 2.1

Ремонтные размеры цилиндров, мм

Номинальный и ремонтный размеры	Двигатели		
	ЗИЛ-120	ЗИЛ-130	Д-48Т
Номинальный	$\frac{101{,}56}{101{,}62}$	$100^{+0,06}$	$105^{+0,06}$
0,5	$\frac{102{,}06}{102{,}12}$	$100{,}5^{+0,06}$	Овальность и конусность до 0,08 мм
1,0	$\frac{102{,}56}{102{,}62}$	$101^{+0,06}$	$106^{+0,06}$
1,5	$\frac{103{,}06}{103{,}12}$	$101{,}5^{+0,06}$	Допустимый размер без ремонта для номинального размера до 105,16 мм

Материал и марка цилиндров: чугун ХН4-40. Термообработка: объемная или поверхностная. Закалка: токами высокой частоты. Твердость: НВ = 363÷444.

FreeBusta is knowledge without borders!

Таблица П 2.2

Характеристики коленчатых валов

Показатели	Характеристики показателей для валов двигателей:		
	СМД-14Б	ЯМЗ-236	ЗИЛ-130
Материал	Сталь 45	Сталь 50Г	Сталь 45
Термообработка шеек вала	Закалка ТВЧ	Закалка ТВЧ	Закалка ТВЧ на глубину 3,0÷65 мм
Твердость закаленного слоя	$HRC_Э$ 50÷55	$HRC_Э$ 51÷62	$HRC_Э$ 52÷62 НВ 163÷197
Радиус кривошипа, мм	$70^{+0,02}_{-0,10}$	$70^{+0,12}_{-0,12}$	
Радиус галтелей шеек, мм	$6_{-0,6}$	5,5÷6,0	
Максимальная овальность, конусность, бочкообразность, мм	0,02	0,01	0,02
Максимальное биение средних коренных шеек относительно крайних, мм	Номинальное		
	0,03	0,02	0,03
	Допустимое без ремонта		
	0,04	0,08	0,05
Шероховатость поверхности шеек, R_a, мкм	После шлифования		
	0,32÷0,63	0,32÷1,25	0,32÷0,63
	После полирования		
	0,16÷0,32	0,16÷0,32	0,16÷0,32

Таблица П 2.3

Ремонтные размеры шеек коленчатого вала двигателя СМД-14Б

Наименование размеров	Маркировка	Размеры коренных шеек по диаметру, мм		Размеры шатунных шеек по диаметру, мм	
		ремонтные	допустимые без ремонта	ремонтные	допустимые без ремонта
Номинальный 1-й	1Н	$88{,}25^{-0,100}_{-0,115}$	88,07	$78{,}25^{-0,095}_{-0,110}$	78,07
Номинальный 2-й	2Н	$88{,}00^{-0,100}_{-0,115}$	87,82	$78{,}00^{-0,095}_{-0,110}$	77,82
Ремонтный 1-й	$Р_1$	$87{,}50^{-0,100}_{-0,115}$	87,35	$77{,}25^{-0,095}_{-0,110}$	77,09
Ремонтный 2-й	$Р_2$	$87{,}00^{-0,100}_{-0,115}$	86,85	$76{,}50^{-0,095}_{-0,110}$	76,36
Ремонтный 3-й	$Р_3$	$86{,}50^{-0,100}_{-0,115}$	86,36	$75{,}75^{-0,095}_{-0,110}$	75,62
Ремонтный 4-й	$Р_4$	$86{,}00^{-0,100}_{-0,115}$	85,88	$75{,}00^{-0,095}_{-0,110}$	74,88

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

Таблица П 2.4

Ремонтные размеры шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ-236

Наименование размеров	Маркировка	Размеры коренных шеек по диаметру, мм		Размеры шатунных шеек по диаметру, мм	
		ремонтные	допустимые без ремонта	ремонтные	допустимые без ремонта
Номинальный	Н	$110,00^{-0,015}$	109,96	$88,00^{-0,015}$	87,96
Ремонтный 1-й	$Р_1$	$109,75^{-0,015}$	109,71	$87,75^{-0,015}$	87,71
Ремонтный 2-й	$Р_2$	$109,50^{-0,015}$	109,46	$87,50^{-0,015}$	87,46
Ремонтный 3-й	$Р_3$	$109,25^{-0,015}$	109,21	$87,25^{-0,015}$	87,21
Ремонтный 4-й	$Р_4$	$109,00^{-0,015}$	108,96	$87,00^{-0,015}$	86,86
Ремонтный 5-й	$Р_5$	$108,75^{-0,015}$	108,71	$86,75^{-0,015}$	86,71
Ремонтный 6-й	$Р_6$	$108,50^{-0,015}$	108,46	$86,50^{-0,015}$	86,46

Таблица П 2.5

Ремонтные размеры шеек коленчатого вала двигателя ЗИЛ-130

Наименование размеров	Маркировка	Размеры коренных шеек по диаметру, мм		Размеры шатунных шеек по диаметру, мм	
		ремонтные	допустимые без ремонта	ремонтные	допустимые без ремонта
Номинальный	Н	$75,00^{-0,013}$	74,96	$65,50^{-0,013}$	65,46
Ремонтный 1-й	$Р_1$	$74,70^{-0,013}$	74,66	$65,20^{-0,013}$	65,16
Ремонтный 2-й	$Р_2$	$74,40^{-0,013}$	74,36	$64,90^{-0,013}$	64,86
Ремонтный 3-й	$Р_3$	$74,00^{-0,013}$	73,96	$64,50^{-0,013}$	64,46
Ремонтный 4-й	$Р_4$	$73,75^{-0,013}$	73,71	$64,25^{-0,013}$	64,21
Ремонтный 5-й	$Р_5$	$73,50^{-0,013}$	73,46	$64,00^{-0,013}$	63,96
Ремонтный 6-й	$Р_6$	$73,00^{-0,013}$	72,96	$63,50^{-0,013}$	63,46

FreeBusta is knowledge without borders!

Приложение 3

Ремонтные размеры шеек коленчатых валов двигателя ЗИЛ-120

Номинальный и ремонтный размеры	Диаметр коренных шеек, мм	Диаметр шатунных шеек, мм
Номинальный	66,00 / 65,98	62,00 / 61,98
Уменьшенный на 0,30	65,70 / 65,68	61,70 / 61,68
Уменьшенный на 0,60	65,40 / 65,38	61,40 / 61,38
Уменьшенный на 1,0	65,00 / 64,98	61,00 / 60,98
Уменьшенный на 1 ,25	64,75 / 64,73	60,75 / 60,73
Уменьшенный на 1,50	64,50 / 64,48	60,50 / 60,48
Уменьшенный на 2,0	64,00 / 63,98	60,00 / 59,98

Приложение 4

Ремонтные размеры шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ-204, ГАЗ-51 и М-20

Номинальный и ремонтный размеры	ЯМЗ-204		ГАЗ-51 и М-20	
	диаметр шеек, мм			
	коренных	шатунных	коренных	шатунных
Номинальный	88,990 / 88,975	69,850 / 69,835	64,000 / 63,975	51,500 / 51,475
Уменьшенный на 0,25	88,740 / 88,725	69,600 / 69,585	63,750 / 63,725	51,250 / 51,225
Уменьшенный на 0,50	88,490 / 88,475	69,350 / 69,335	63,500 / 63,475	51,000 / 50,975
Уменьшенный на 0,75	88,240 / 88,225	69,100 / 69,085	63,250 / 63,225	50,750 / 50,725
Уменьшенный на 1,00	87,990 / 87,975	68,850 / 68,835	63,000 / 62,975	50,500 / 50,475
Уменьшенный на 1,25	87,740 / 87,725	68,600 / 68,535	62,750 / 62,725	50,250 / 50,225
Уменьшенный на 1,50	87,490 / 87,475	68,350 / 68,335	—	—

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Приложение 5

Выписка
из технического условия на ремонт, сборку и испытание после ремонта двигателей д-40

Таблица П 5.1

Размеры коренных шеек коленчатого вала и вкладышей

Коренные шейки			Вкладыши	
диаметр, мм	длина 5-й шейки, мм	условное обозначение	общая толщина, мм	диаметр отверстия вкладыша, затянутого в постели подшипника, мм
Номинальные размеры				
85,15÷85,17	60,00÷60,10	1Н	4,86÷4,87	85,22÷85,27
84,90÷84,92	60,00÷60,10	2Н	4,99÷5,00	84,97÷85,02
Ремонтные размеры				
84,40÷84,42	60,20÷60,30	1Р	5,24÷5,25	84,47÷84,52
83,90÷83,92	61,00÷61,10	2Р	5,49÷5,50	83,97÷84,02
83,40÷83,42	60,60÷60,70	3Р	5,74÷5,75	83,47÷83,52
82,90÷82,92	60,80÷60,90	4Р	5,99÷6,00	82,97÷83,02
82,40÷82,42	61,00÷69,10	5Р	6,24÷6,25	82,47÷82,52
81,90÷81,92	61,20÷61,30	6Р	6,49÷6,50	81,97÷82,02
81,40÷81,42	61,40÷61,50	7Р	6,74÷6,75	81,47÷81,52
80,90÷80,92	61,60÷61,70	8Р	6,99÷7,00	80,97÷81,02

Таблица П 5.2

Размеры шатунных шеек коленчатого вала и вкладышей

Диаметр шатунной шейки, мм	Вкладыши		
	условное обозначение	общая толщина вкладыша, мм	диаметр отверстия вкладыша, затянутого в постели подшипника, мм
Номинальные размеры			
75,16÷75,18	1Н	2,87÷2,88	75,22÷75,26
74,91÷74,93	2Н	2,99÷3,00	74,97÷75,01
Ремонтные размеры			
74,16÷74,18	1Р	3,37÷3,38	74,22÷74,26
73,41÷73,43	2Р	3,74÷3,75	73,47÷73,51
72,66÷72,68	3Р	4,12÷4,13	72,72÷72,76
71,91÷71,93	4Р	4,49÷4,50	71,97÷72,01
71,16÷71,18	5Р	4,87÷4,88	71,22÷71,26
70,41÷70,43	6Р	5,25÷5,26	70,47÷70,51
69,66÷69,68	7Р	5,62÷5,63	69,72÷69,76
68,91÷68,93	8Р	5,99÷6,00	68,97÷68,01

FreeBusta is knowledge without borders!

Условные обозначения вкладышей наносятся на наружной цилиндрической поверхности каждой половины вкладыша. Помимо условных обозначений вкладыши легко определяются по толщине (см. табл. П 5.2, и П 5.3).

Таблица П 5.3

Условные обозначения размеров шеек коленчатого вала

Условные обозначения	Номиналы шеек	
	коренных	шатунных
Без обозначения	1	1
2К	2	1
2Ш	1	2
2КШ	2	2

Новый коленчатый вал может иметь коренные и шатунные шейки одного или двух различных номинальных размеров (см. табл. П 5.3) и соответственно этому различные условные обозначения, которые наносятся на первой щеке вала.

Приложение 6

Выписка из технического условия на ремонт, сборку и испытание двигателя кдм-46 после ремонта

Номинальные размеры шеек вала, мм:

коренные…… $95^{-0,04}_{-0,07}$

шатунные……... $92^{-0,04}_{-0,07}$

Номинальный предельный диаметр, мм:

для коренных, шеек — 86,

для шатунных шеек — 83.

Для шеек коленчатого вала двигателя КДМ-46 ремонтные размеры не установлены.

Шейки коленчатого вала шатунные и коренные шлифуются под один размер до устранения овальности и конусности (0,02 мм). Разница диаметров не более 0,05 мм.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников, залитые баббитом Б-83, поставляются заводом с припуском на расточку следующих ремонтных размеров:

Ремонтный размер	Обозначение	Коренные шейки	Шатунные шейки
Ремонтный 1	Р1-1	—	90,25
Ремонтный 2	Р2-1	92	89,5
Ремонтный 3	Р3-1	91	89,0
Ремонтный 4	Р4-1	89,7	88,5
Ремонтный 5	Р5-1	—	87,7

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

Приложение 7

Ремонтные размеры шеек коленчатых валов двигателей ЗИЛ-164, ЗИЛ-130

Номинальный и ремонтный размеры	ЗИЛ-164		ЗИЛ-130	
	диаметр шеек, мм			
	коренных	шатунных	коренных	шатунных
Номинальный	$\frac{66{,}00}{65{,}98}$	$\frac{62{,}00}{61{,}98}$	$\frac{75{,}000}{74{,}987}$	$\frac{65{,}500}{65{,}487}$
Уменьшенный на 0,30	$\frac{65{,}70}{65{,}68}$	$\frac{61{,}70}{61{,}68}$	$\frac{74{,}700}{74{,}687}$	$\frac{65{,}200}{65{,}187}$
Уменьшенный на 0,60	$\frac{65{,}40}{65{,}38}$	$\frac{61{,}40}{61{,}38}$	$\frac{74{,}400}{74{,}387}$	$\frac{64{,}900}{64{,}887}$
Уменьшенный на 1,0	$\frac{65{,}00}{64{,}98}$	$\frac{61{,}00}{60{,}98}$	$\frac{74{,}000}{73{,}987}$	$\frac{64{,}500}{64{,}487}$
Уменьшенный на 1 ,25	$\frac{64{,}75}{64{,}73}$	$\frac{60{,}75}{60{,}73}$	$\frac{73{,}750}{73{,}787}$	$\frac{64{,}250}{64{,}237}$
Уменьшенный на 1,50	$\frac{64{,}50}{64{,}48}$	$\frac{60{,}50}{60{,}48}$	$\frac{73{,}500}{73{,}487}$	$\frac{64{,}000}{63{,}987}$
Уменьшенный на 2,0	$\frac{64{,}00}{63{,}98}$	$\frac{60{,}00}{59{,}98}$	$\frac{73{,}00}{72{,}987}$	$\frac{63{,}500}{63{,}487}$

Приложение 8

Ремонтные размеры шеек коленчатых валов дизельных двигателей

Номинальный и ремонтный размеры	ЯМЗ-204		ЯМЗ-236	
	диаметр шеек, мм			
	коренных	шатунных	коренных	шатунных
Номинальный	$\frac{88{,}900}{88{,}885}$	$\frac{69{,}850}{69{,}835}$	$105^{-0{,}015}$	$85^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 0,25	$\frac{88{,}650}{88{,}635}$	$\frac{69{,}600}{69{,}585}$	$104{,}75^{-0{,}015}$	$84{,}75^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 0,50	$\frac{88{,}400}{88{,}385}$	$\frac{69{,}350}{69{,}335}$	$104{,}50^{-0{,}015}$	$84{,}50^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 0,75	$\frac{88{,}150}{88{,}135}$	$\frac{69{,}100}{69{,}035}$	$104{,}25^{-0{,}015}$	$84{,}25^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 1,00	$\frac{87{,}900}{87{,}885}$	$\frac{68{,}850}{68{,}835}$	$104^{-0{,}015}$	$84^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 1,25	$\frac{87{,}650}{87{,}635}$	$\frac{68{,}600}{68{,}585}$	$103{,}75^{-0{,}015}$	$83{,}75^{-0{,}015}$
Уменьшенный на 1,50	$\frac{87{,}400}{87{,}385}$	$\frac{68{,}350}{68{,}335}$	$103{,}5^{-0{,}015}$	$83{,}5^{-0{,}015}$

FreeBusta is knowledge without borders!

Приложение 9

Выписка
из технических условий на дефектовку поршневых колец

Марка двигателя	Кольца компрессионные		Кольца маслосъемные	
	зазор кольца в стыке, мм	упругость кольца, кг	зазор кольца в стыке, мм	упругость кольца, кг
ГАЗ-51	0,20÷0,40	1,9÷2,7	0,20	1,6÷6,2
ЗИЛ-120	0,25÷0,45	4,5÷7,0	0,20	3,7÷5,7
Д-54	0,40÷0,60	5,0÷9,0	0,40	4,0÷5,0
Верхних				
КДМ-46, КДМ-100	0,55÷0,80	1 2,0÷ 16,0	0,50	5,5÷7,5
Нижних				
		8,0÷12,0		
Д-40, Д-48	0,40÷0,60	4,6÷9,2	0,40	2,9÷5,0
ТД-10	3,0	2,8÷4,2	—	—

Приложение 10

Выписка
из технических условий на дефектовку клапанных пружин

Марка двигателя	Высота пружины в свободном состоянии, мм	Показатели испытания на упругость (допустимые при ремонте)	
		осадка пружины, мм	нагрузка при сжатии, кг
ГАЗ-51	51	44,5	20,0
ЗИЛ-120	93,6	65	22,0
Д-54	93	75	17,0
КДМ-46, КДМ-100 наружная	92	67	57,0
КДМ-46, КДМ-100 внутренняя	89,0	49	5,5
Д-40, Д-48 Д-38, Д-36	87^{+2}	51	12
СМД-7; СМД-14: внутренняя наружная	76^{+1} $77^{\pm0,75}$	52,5 55	6 16
ЯМЗ-236: внутренняя наружная	63 74	50 56	$12,8^{\pm0,75}$ $25^{\pm1,5}$

Забери welcome-бонус 2000 USDT по промокоду FreeBusta

Значение функции $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$

x		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,	3989	3989	3988	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0,1	0,	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	0,	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	0,	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3725	3712	3697
0,4	0,	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	0,	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	0,	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	0,	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	0,	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	0,	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,	2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1,1	0,	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	0,	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	0	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	0,	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	0,	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	0,	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0,0	9405	9246	9089	8933	8780	8628	8478	8329	8183	8038
1,8	0,0	7895	7754	7614	7477	7341	7206	7074	6943	6814	6687
1,9	0,0	6562	6438	6316	6195	6077	5959	5844	5730	5618	5508
2,0	0,0	5390	5292	5186	5082	4980	4879	4780	4682	4586	4491
2,1	0,0	4398	4307	4217	4128	4041	3955	3871	3788	3706	3626
2.2	0,0	3547	3470	3394	3319	3246	3174	3103	3034	2965	2898
2,3	0,0	2833	2768	2705	2643	2582	2522	2463	2406	2349	2294
2,4	0,0	2239	2186	2134	2083	2033	1984	1936	1888	1842	1797
2,5	0,0	1753	1709	1667	1625	1585	1545	1506	1468	1431	1394
2,6	0,0	1358	1324	1289	1256	1223	1191	1160	1130	1100	1071
2,7	0,0	1042	1014	0987	0961	0935	0909	0885	0861	0837	0814
2,8	0,00	7915	7696	7438	7274	7071	6873	6679	6491	6307	6127
2,9	0,00	5952	5782	5616	5454	5296	5143	4993	4847	4705	4567
3,0	0,00	4432	4301	4173	4049	3928	3810	3695	3584	3475	3370
3,0	0,00	4432	3267	2384	1723	1232	0873	0612	0425	0292	0199
4,0	$0,0^3$	1338	0893	0589	0385	0249	0160	0101	0064	0040	0024
5,0	$0,0^3$	1487	0897	0536	0317	0186	0108	0062	0035	0020	0011

FreeBusta is knowledge
without borders!

Значения x^2 в зависимости от вероятности $P(a^2 > x_a^2)$ и числа степеней свободы k

Число степеней свободы	Вероятность															
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
1	0,00016	0,0006	0,0039	0,016	0,064	0,148	0,455	1,07	1,64	2,7	3,8	5,4	6,6	7,9	9,5	10,83
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,41	3,22	4,6	6,0	7,8	9,2	11,6	12,4	13,4
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,66	4,64	6,3	7,8	9,8	11,3	12,8	14,8	16,3
4	0,30	0,43	0,71	1,06	1,65	2.19	3,36	4,9	6,0	7,8	9,5	11,7	13,3	14,9	16,9	18,5
5	0,55	0,75	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,1	7,3	9,2	11,1	13,4	15,1	16,3	18,9	20,5
6	0,187	1,13	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,2	8,6	10,6	12,6	15,0	16,8	18,6	20,7	22,0
7	1,24	1,56	2,17	2,83	3,82	4,67	6,34	8,4	9,8	12,0	14,1	16,6	18,5	20,3	22,6	24,4
8	1,65	2,03	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,5	11,0	13,4	15,5	18,2	20,1	21,9	24,3	21,6
9	2,09	2,53	3,32	4,17	5,38	6,39	8,35	10,7	12,2	14,7	16,9	19,7	21,7	23,6	26,1	27,9
10	2,56	3,06	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,8	13,4	16,0	18,3	21,2	23,2	25,2	27,7	29,6
11	3,1	3,6	4,6	5,6	7,0	8,1	10,3	12,9	14,6	17,3	19,7	22,6	34,7}	26,8	29,4	31,3
12	3,6	4,2	5,2	6,3	7,0	9,0	11,3	14,0	15,8	18,	21,0	24,1	26,2	28,3	31,0	32,9
13	4,1	4,8	5,9	7,0	8,6	9,9	12,3	15,1	17,0	19,8	22,4	25,5	27,7	29,8	32,5	34,5
14	4,7	5,4	6,6	7,8	9,5	10,8	13,3	16,2	18,2	21,1	23,7	26,9	29,1	31,0	34,0	36,1
15	5,2	6,0	7,3	8,5	10,3	11,7	14,3	17,3	19,3	22,3	25,0	28,3	30,6	32,5	35,5	37,7
16	5,8	6,6	8,0	9,3	11,2	12,6	15,3	18,4	20,5	23,5	26,3	29,6	32,0	34,0	37,0	39,2
17	6,4	7,3	8,7	10,1	12,0	13,5	16,3	19,5	21,6	24,8	27,6	31,0	33,4	35,5	38,5	40,8
18	7,0	7,9	9,4	10,9	12,9	14,4	17,3	20,6	22,8	26,0	28,9	32,3	34,8	37,0	40,0	42,3

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания по организации и проведению лабораторно-практических занятий 3
Определение износов деталей машин микрометрированием 4
Лабораторная работа 1. **Контроль технического состояния блока цилиндров** 4
Лабораторная работа 2. **Контроль технического состояния коленчатых валов** 9
Лабораторная работа 3. **Контроль подшипников качения, пружин и поршневых колец** 14
Лабораторная работа 4. **Шабрение направляющих** 19
Лабораторная работа 5. **Контроль технического состояния деталей машин средствами дефектоскопии** 22
Контроль технического состояния деталей магнитными дефектоскопами 23
Контроль технического состояния деталей ультразвуковым дефектоскопом ДУК-66ПМ 28
Контроль технического состояния деталей с использованием флуоресцентного метода дефектоскопии 39
Лабораторная работа 6. **Восстановление деталей хромированием** 43
Лабораторная работа 7. **Восстановление деталей железнением** ... 50
Лабораторная работа 8. **Восстановление изношенных деталей электролитическим натиранием цинком** 58
Лабораторная работа 9. **Расточка гильз цилиндров двигателей под ремонтный размер** 63
Лабораторная работа 10. **Хонингование гильз цилиндров двигателей** 75
Лабораторная работа 11. **Перешлифовка шеек коленчатых валов** под ремонтные размеры 87
Лабораторная работа 12. **Вибрационное обкатывание рабочих поверхностей деталей** 100
Лабораторная работа 13. **Электромеханическая обработка** 106
Лабораторная работа 14. **Дефектовка деталей** 110
Библиографический список 115
Приложения 116

FreeBusta is knowledge without borders!

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Забери welcome-бонус
2000 USDT
по промокоду
FreeBusta

Владимир Васильевич Балихин
Николай Юрьевич Иванов

РЕМОНТ МАШИН

Учебное пособие
по выполнению лабораторных работ
с элементами НИРС
для студентов специальностей 150405, 190603

Редактор *Т. С. Хирувимова*
Компьютерная верстка *Т. И. Балацкой*

Подписано в печать с оригинал-макета 21.11.08.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Уч.-изд. л. 8,0. Печ. л. 8,0. Тираж 100 экз. Заказ № 283. С 100.

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия
Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТА
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

FreeBusta is knowledge
without borders!

