

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙ-
СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени
Н.И. Вавилова»**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН»**

Саратов 2016

Работа 1.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

1.1. Цель работы

Ознакомиться с особенностями процесса вибродуговой наплавки конструкции наплавочных аппаратов с механическим и электромагнитным вибраторами.

Ознакомиться с параметрами процесса наплавки, их регулированием и произвести наплавку образца.

Оценить влияние одного из параметров на процесс наплавки.

1.2. Оснащение рабочего места

Головка вибродуговая наплавочная с механическим или индуктивным вибратором.

Преобразователь типа ПСГ-500 – применяется для питания сварочной цепи.

Дроссель для регулирования индуктивности сварочной цепи.

Токарный станок с понижающим редуктором и оборудование для подачи охлаждающей жидкости или другой защитной среды (углекислый газ, воздух, пар и др.) или станок УД-209.

Вольтметр с пределами измерения по шкале до 30 В и амперметр до 300А для контроля электрических параметров в сварочной цепи.

1.3. Общие положения

В основе вибродугового метода наплавки – явление контактной сварки металлов и электрической дуги. Этот способ прост в освоении, позволяет наплавлять детали диаметром до 15 мм и выше, получать наплавленный слой толщиной от 0,5 до 3–3,5 мм за один проход.

Нагрев детали после наплавки практически не превышает 100 °С. Тепловая деформация деталей, восстановленных этим способом в 6–12 раз меньше, чем при обычной электродуговой наплавке, а получаемые при этом слои имеют повышенную твердость, износостойкость получаемых покрытий в ряде случаев близка или даже превышает износостойкость новых термически обработанных деталей.

Отличительной особенностью вибродуговой наплавки является: применение источников питания низкого напряжения (16–22 В) с «жесткой» вольт-амперной характеристикой, вибрация электрода с частотой 50–100 Гц, подача охлаждающей жидкости на наплавленную деталь и мундштук электрода, введение в сварочную цепь дополнительной, регулируемой по величине индуктивности (дросселя). Схема установки для вибродуговой наплавки представлена на рис. 1.1.

Наплавляемая деталь 8 закрепляется в патроне токарного станка, оборудованного дополнительным редуктором, обеспечивающим вращение детали в диапазоне скоростей $n = 0,5 + 16 \text{ мин}^{-1}$ и продольную подачу суппорта $2 + 8 \text{ мм/об}$.

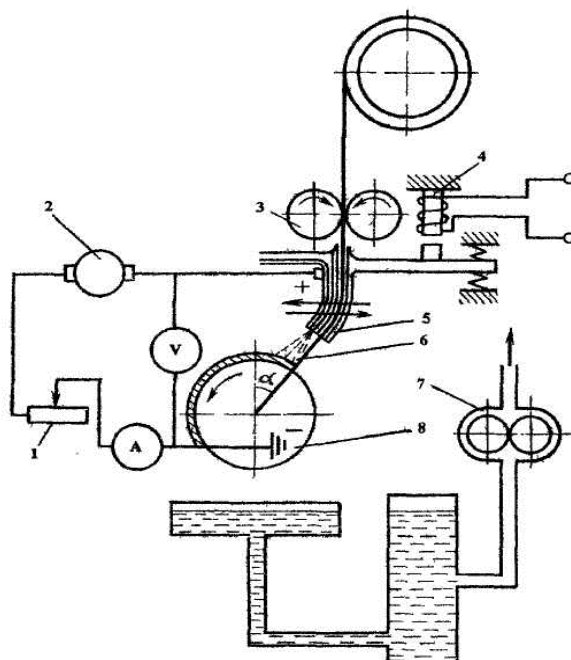


Рис. 1.1. Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки: 1 – дроссель; 2 – сварочный преобразователь; 3 – механизм подачи электродной проволоки; 4 – вибратор; 5 – мундштук; 6 – электродная проволока; 7 – насос для подачи охлаждающей жидкости; 8 – наплавляемая деталь

На суппорте токарного станка на изолированной прокладке устанавливается наплавочный аппарат 5, имеющий механизм подачи электродной проволоки 3, устройство для вибрации электрода 4 и механизм пространственной регулировки подвода электрода 6 к детали. Для получения вибрации используется электромагнитный или механический (эксцентриковый) привод. Источник питания 2 (как правило, постоянного тока) подключается через рубильник к наплавочному аппарату (+); минусовая клемма источника (–) подключается к токосъемному устройству на шпинделе станка («минус» на детали), чем исключает прохождение сварочного тока через подшипники шпинделя станка.

Для регулирования индуктивности в сварочную цепь последовательно включается дроссель 1. Охлаждающая жидкость к детали подается водяным насосом 7. В сварочную цепь включается амперметр A и вольтметр V . Вследствие колебаний электрода относительно детали величина межэлектродного промежутка (расстояние между электродом и деталью) изменяется от 0 до максимума, приблизительно равного амплитуде колебания электрода. С такой же частотой в каждый период колебания электрода происходит дуговой разряд между электродом и деталью. Процессы, происходящие на межэлектродном промежутке, подразделяются на несколько периодов. При подходе электрода к детали и касании их начинается период короткого замыкания. Он характерен тем, что напряжение между электродом и деталью падает почти до нуля, а ток сварочной цепи увеличивается от нуля до значения $I_{\max}$ (рис. 1.2). В это время за счет джоулева тепла, выделяющегося в контакте электрод – деталь, происходят разогрев и оплавление металла электрода и детали. В зоне контакта образуется мостик из жидкого металла между электродом и деталью за счет сил поверхностного натяжения.

Величина тока I и скорость его нарастания зависят от индуктивности сварочной цепи: чем меньше индуктивность цепи, тем выше скорость нарастания тока, тем выше значения $I_{\max}$. При малых значениях индуктивности плотность тока в мостике из жидкого металла достигает нескольких тысяч ампер. Жидкий металл перегревается почти мгновенно до температуры кипения, и мостик взрывается, разбрызгивая жидкий металл.

Разрыв мостика жидкого металла является моментом окончания периода короткого замыкания $t_{кз}$ и началом нового периода дугового разряда $t_{др}$. Чтобы ограничить скорость нарастания тока I короткого замыкания и его величину, в сварочную цепь вводится дополнительно индуктивное сопротивление (дрессель), которое снижает скорость нарастания тока в цепи. В период короткого замыкания дроссель аккумулирует часть энергии, поступающей от источника питания, преобразуя ее в энергию магнитного поля сердечника.

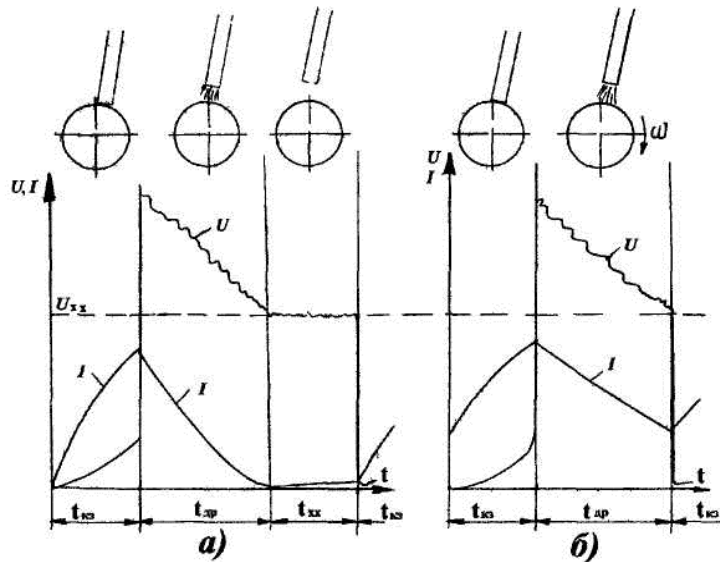


Рис. 1.2. Изменение тока и напряжения в сварочной цепи при трехпериодном (а) и двухпериодном (б) процессах наплавки и положения электрода: I – ток; U – напряжение; $U_{хх}$ – напряжение холостого хода источника питания; $t_{кз}$ – период короткого замыкания; $t_{др}$ – период дугового разряда; $t_{хх}$ – период холостого хода

Разрыв мостика жидкого металла в конце периода $t_{кз}$ приводит к резкому увеличению сопротивления межэлектродного промежутка и снижению тока в сварочной цепи (начальный период принудительного отхода электрода от детали). Однако индуктивность сварочной цепи препятствует снижению тока. Накопленная в период $t_{кз}$ энергия магнитного поля сердечника дросселя переходит в электрическую энергию сварочной цепи. Причем электродвижущая сила самоиндукции совпадает по направлению с напряжением от источника тока. Эта дополнительная порция энергии (э.д.с. самоиндукции) увеличивает напряжение на межэлектродном промежутке так, что оно становится выше напряжения холостого хода источника питания.

Повышение напряжения и ионизация межэлектродного промежутка вследствие высокой температуры электродов приводят к возникновению дугового разряда длительностью 10^{-4} – 10^{-2} с. Количество тепла, выделяемого этим разрядом, достаточно для того, чтобы расплавить конец электрода и перенести расплавленную каплю на наращиваемую поверхность. За время дугового разряда $t_{др}$ выделяется около 0,9 тепломощности цикла процесса вибродуговой наплавки. По мере оплавления электродной проволоки и удаления конца электрода от сварочной ванны происходит увеличение длины столба дуги и его сопротивления. Когда напряжение становится недостаточным, чтобы перекрыть увеличивающийся межэлектродный промежуток, дуга гаснет и начинается период холостого хода $t_{хх}$. В результате непрерывной подачи электродной проволоки и ее колебаний за время $t_{хх}$ электрод снова приближается к детали, и с короткого замыкания начинается новый цикл процесса вибродуговой наплавки. Таким образом, цикл наплавки состоит из периодов $t_{тр}$, $t_{др}$ и $t_{хх}$ (см. рис. 1.2, а).

При наилучшем сочетании электрических и механических параметров наплавки (напряжение, ток, индуктивность, амплитуда колебания электрода и скорость его подачи)

период холостого хода уменьшается до нуля, и процесс становится двухпериодным (см. рис. 1.2, б)

С увеличением напряжения источника питания процесс наплавки протекает более стабильно, но увеличивается мощность дугового разряда при других равных условиях снижается твердость наплавленного металла и увеличивается глубина проплавления детали. Величина тока в сварочной цепи устанавливается автоматически. При заданном напряжении величина тока зависит от диаметра и скорости подачи электрода, индуктивности сварочной цепи и сопротивления токопроводов и контактов. Например, для скорости подачи $V_3 = 1,2\text{--}1,7$ м/мин электродной проволоки диаметром 1,6–1,8 мм величина тока в цепи устанавливается около 150–220 А. Индуктивность сварочной цепи регулирует скорость нарастания тока при коротком замыкании. При малых значениях индуктивности увеличивается разбрызгивание металла при наплавке (увеличивается коэффициент потерь металла, а при слишком больших значениях индуктивности увеличивается сопротивление сварочной цепи и, как следствие, снижается действующее значение тока и падает производительность (мощность) процесса наплавки). Обычно индуктивность цепи устанавливают в пределах 280–320 мкГн (6–8 витков дросселя РСТЭ-34). Амплитуда вибрации электрода оказывает значительное влияние на стабильность процесса наплавки и на разбрызгивание металла (коэффициент потерь). При слишком малой амплитуде вибрации электрода в отдельные моменты не происходит разрыва контакта электрода с деталью, как следствие, не происходит дугового разряда, а это нарушает стабильность процесса. С увеличением амплитуды увеличиваются потери металла на разбрызгивание и ускоряется износ вибратора и мундштука. На качество формирования слоя при наплавке большое влияние оказывает соотношение скоростей наплавки V_n и подачи электродной проволоки V_3 , а также величины продольной подачи суппорта (шаг наплавки). Чем больше соотношение V_3/V_n , тем больше сечение и высота наплавленного валика (усиление шва). Величину продольной подачи (шаг наплавки) устанавливают в зависимости от конкретных условий и величины соотношения V_3/V_n . Если для заданного соотношения V_3/V_n подача слишком велика, поверхность наплавки будет гребнистой, и между наплавленными валиками могут остаться просветы – незаплавленные места. При слишком малой подаче может иметь место несплавление слоя с деталью вследствие того, что при наплавке каждого последующего валика активное пятно дуги будет полностью располагаться на поверхности ранее наплавленного валика, не распространяясь на новый участок поверхности наплавливаемой детали. Расплавленный металл будет затекать на нерасплавленную поверхность детали, и наплавленный валик будет свариваться с предыдущим (ранее наплавленным), но не будет свариваться с деталью.

Недостатки способа

Пористость наплавленного металла является следствием попадания атмосферных газов в зону дуги и образования газов в результате происходящих в жидком металле окислительно-восстановительных реакций. Борьба с пористостью путем улучшения условий защиты от внешней среды привела к появлению разновидностей способа: вибродуговая наплавка в среде пара, углекислого газа и др.

Наличие трещин в наплавленном металле является следствием высоких скоростей охлаждения наплавленного металла, имеющего столбчатую структуру и неметаллические включения (окисные пленки и др.).

«Пестрота» структуры и твердости наплавленного металла образуется в результате неоднократного взаимного термического влияния наплавленных валиков, мартенситные зоны чередуются с различными зонами продуктов отпуска и распада мартенсита, а твердость зон термического влияния соответствует характеру структуры.

Пористость, трещины, «пестрота» структуры и твердости, а также неблагоприятное распределение остаточных напряжений в слое (как правило, растягивающих) снижают усталостную (динамическую) прочность наплавленных деталей. В результате уменьшаются масштабы применения этого способа при восстановлении деталей, работающих в условиях

динамических нагрузок. Для повышения качества деталей при восстановлении их вибродуговой наплавкой применяются различные металлургические (легирование, улучшение защитных средств и др.) и технологические способы (поверхностная упрочняющая обработка, различные виды термообработок, деформационно-термическая обработка).

Большой угар легирующих элементов (С – 25–45 % от исходной концентрации).

Применение

Вибродуговую наплавку применяют на ремонтных предприятиях для восстановления широкой номенклатуры автотракторных деталей из углеродистых и низколегированных сталей, серого, ковкого и высокопрочного чугуна. Этим способом наплавляют наружные и внутренние цилиндрические поверхности, резьбу, шлицы и др. Вибродуговой наплавкой в жидкости восстанавливаются детали, не подвергающиеся большим переменным нагрузкам или имеющие большой запас динамической прочности, а вибродуговая наплавка в потоке воздуха, в среде углекислого газа или водяного пара позволяет восстанавливать детали, работающие при значительных динамических нагрузках (поворотные цапфы, рычаги поворотных цапф, полуоси, рулевые тяги и др.), и детали, изготовленные из серого и ковкого чугуна (ступицы колес, чашки дифференциалов и др.).

Применяемые материалы

Электродная проволока для вибродуговой наплавки выбирается в зависимости от материала детали и условий работы сопряжения (табл 1.1). Наиболее часто применяется углеродистая проволока с содержанием углерода от 0,1 до 0,8 %. Условное обозначение марки проволоки включает в себя: Св – сварочная или Нп – наплавочная и следующие за ними цифры, показывающие содержание углерода в сотых долях процента, а так же буквенное обозначение легирующих элементов. При содержании последних менее 1 % ставят только букву этого элемента, а если превышает 1 % – цифру, указывающую на наличие элемента в целых единицах процента (Св-08, Св-08Г, Св-10, Нп-30, Нп-50, Нп-65, Нп-80).

Среди легированных проволок чаще применяется Нп-30 ХГСА. Для наплавки применяются холоднотянутые проволоки указанных марок диаметром 1,2 мм; 1,6; 1,8 или 2,0 мм.

В качестве охлаждающей жидкости, как правило, применяется 3–5%-й раствор кальцинированной соды, которая уменьшает коррозию оборудования и способствует стабилизации дугового процесса (кальций имеет низкий потенциал выхода электронов).

Если для защиты сварочной ванны применяется углекислый газ, водяной пар, поток воздуха или кислорода (при наплавке чугунных деталей), то в установку входит оборудование и арматура для подвода газа к сварочной ванне.

Таблица 1.1

Рекомендуемые марки проволок по ГОСТ 2246-71 для сварки и наплавки сталей

Марка проволоки	Назначение
Св-08ГС; Св-08Г2С	Для сварки и наплавки низколегированных сталей
Св-08 10ГС; Св-18ХГС; Св-08ХГ2С	Для сварки и наплавки низколегированных сталей повышенной прочности
Св-08 ХГСМА; Св-10 ХГ2СМА; Св-08 ХГСМ-ФА	Для сварки и наплавки теплоустойчивых сталей

Св-06Х19Н9Т; Св-07Х18Н9Т10; Св-6Х19Н10МЗТ; Св-6Х20НИМЗТБ; Св-08Х20Н9Г7Т	Для сварки и наплавки хромоникелевых сплавов
---	--

1.4. Порядок выполнения работы

Подготовить наплавочный аппарат:

а) при необходимости кассету заправить проволокой электродной и конец проволоки протолкнуть через наплавочный мундштук, установить вылет электрода 6-10 мм;

б) установить необходимую скорость подачи электрода. Скорость подачи электродной проволоки устанавливается подбором соответствующих пар шестерен редуктора подающего механизма.

В зависимости от скорости наплавки V_n скорость подачи электродной проволоки V_s , устанавливают в пределах 1,2–2,0 м/мин:

$$V_s = (1,2 \dots 2,5) V_n. \quad (1.1)$$

Приведенная зависимость справедлива при толщине наплавленного слоя более 1,2 мм.

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей даны в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

Диаметр детали, мм	Толщина слоя наплавленного металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Ток наплавки, А
20	0,3	1,6	2,2	0,6	120...150
40	0,7	1,6	1,2	0,4	120...150
60	1,1	2,0	1,0	0,8	150...210
80	1,5	2,0	0,6	1,0	150...210
100	2,5	2,5	0,3	1,1	150...210

Проверить и при необходимости отрегулировать амплитуду вибрации конца электрода, которая должна быть равна 1,6–2,0 мм для электродных проволок диаметром 1,6–2,0 мм.

Установить подготовленный для наплавки образец в патрон токарного станка и подготовить станок для наплавки:

а) пользуясь рычагами коробки продольных подач установить шаг наплавки. Шаг наплавки S , мм:

$$S = (1,2 - 2,0) d_s,$$

где d_s – диаметр электрода, мм;

б) частоту вращения образца (детали) определяют по зависимости:

$$n = \frac{d_s V_s}{h S D} \eta,$$

где d_3 – диаметр проволоки, мм; V_3 – скорость подачи электрода, мм/мин; η – коэффициент перехода металла проволоки в наплавленный слой, $\eta = 0,8-0,9$; D – диаметр образца (детали), мм; h – необходимая толщина слоя наплавки, мм; S – шаг наплавки, мм/об.

Пусть $d_3 = 1,8$ мм; $V_3 = 1,59$ м/мин (1590 мм/мин), тогда число зубьев ведущей $Z = 34$, ведомой $Z = 35$; $h = 1,5$ мм; $S = (1,2-2,0) d_3 = 2,16-3,6$ мм/об; $D = 30$ мм; $\eta = 0,85$, тогда:

$$n = \frac{1,8 \cdot 1590}{1,5 \cdot 2,16 \cdot 30} \cdot 0,85 = 25,1 \text{ об/мин};$$

$$n = \frac{1,8 \cdot 1590}{1,5 \cdot 3,6 \cdot 30} \cdot 0,85 = 15,1 \text{ об/мин}.$$

Таким образом, значение оборотов детали при наплавке в зависимости от подачи S лежит в интервале 15,1–25,1 мин⁻¹. Для уточнения значения оборотов детали необходимо провести пробную наплавку при различных значениях S и n (в пределах заданного). При этом необходимо следить за тем, чтобы подача суппорта станка находилась в пределах 1/2...1/3 ширины одиночных валиков, из которых формируется слой.

Некоторые данные по выбору режима наплавки стальных валов проволокой 1,6 мм при напряжении 16–18 В приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Режимы наплавки

№ режима	Толщина слоя, мм		Скорость подачи электрода, м/мин	Частота вращения шпинделя станка (детали), мин ⁻¹	Подача суппорта станка, мм/об.	Сила тока, А
	после наплавки	после механической обработки				
1	1,0 ^{+0,1}	0,5 ^{+0,1}	1,3	1000: $D \cdot \pi$	2,75	130
2	1,5 ^{+0,2}	1,0 ^{+0,2}	1,6	750: $D \pi$	2,75	150
3	2,0 ^{+0,2}	1,4 ^{+0,2}	1,6	500: $D \pi$	3,0	150
4	2,5 ^{+0,25}	1,9 ^{+0,25}	1,6	370: $D \pi$	3,0	150
5	3,0 ^{+0,25}	2,4 ^{+0,25}	1,6	300: $D \pi$	3,0	150
6*	2,0 ^{+0,25}	1,2 ^{+0,25}	2,5	750: $D \pi$	3,5	250
7**	2,5 ^{+0,25}	1,5 ^{+0,25}	2,5	600: $D \pi$	3,5	250
8**	3,0 ^{+0,25}	2,0 ^{+0,25}	2,5	370: $D \pi$	4,0	250

* D – диаметр наплавляемой детали, мм; $\pi = 3,14$; **воспроизведение режимов наплавки 6, 7 и 8 приводит к увеличению нагрева детали, а также пористости слоя и припуска на его обработку.

При наплавке проволокой диаметром более или менее 1,6 мм необходимо изменить скорость ее подачи по сравнению с указанной в таблице с тем, чтобы расход электродного материала в единицу времени остался таким же, как при наплавке проволокой диаметром 1,6 мм на принятом режиме.

Рукояткой поперечного перемещения установить конец мундштука так, чтобы точка касания электрода была смещена на 20°...30° от зенита в сторону, противоположную вращению.

Отрегулировать количество подаваемой жидкости и установить точку подачи ее. Расход охлаждающей жидкости должен составлять 0,5–1,5 л/мин, точка подачи ее должна находиться на расстоянии 15–20 мм от сварочной ванны по длине наплавляемого валика и со смещением на 5–10 мм в сторону наплавленного слоя.

Проверить включение дросселя. В сварочную цепь должно быть включено 6–8 витков дросселя.

Оптимальное сочетание перечисленных параметров может быть оценено стабильностью процесса наплавки, который контролируется по показаниям амперметра и вольтметра (их стрел-

ки должны быть неподвижны или колебаться в пределах $\pm 10\%$ от среднего положения) и по равномерности шума наплавки – равномерный шум свидетельствует о стабильности процесса.

После проверки и настройки оборудования операции наплавки выполняются в следующем порядке:

а) включить станок – подачу охлаждающей жидкости – генератор (источник питания) – вибратор – рубильник сварочной цепи – подачу электродной проволоки – продольную подачу суппорта;

б) произвести наплавку по всей длине образца;

в) в обратной последовательности произвести отключение всех систем установки и рукояткой поперечных перемещений отвести мундштук аппарата от образца (детали);

г) снять наплавленный образец (деталь).

1.5. Контрольные вопросы

1. Перечислите особенности вибродуговой наплавки.
2. Изобразите принципиальную схему установки для вибродуговой наплавки и перечислите составляющие ее элементы.
3. Сущность вибродугового метода наплавки.
4. Достоинства и недостатки вибродуговой наплавки.
5. Область применения вибродуговой наплавки.
6. Перечислите последовательность действий, при выполнении вибродуговой наплавки, обратив внимание на ее режимные параметры.

Работа 2.

НАПЛАВКА ДЕТАЛЕЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

2.1. Цель работы

Ознакомиться с особенностями процесса наплавки под слоем флюса и устройства конструкции наплавочных аппаратов.

Ознакомиться с параметрами процесса наплавки, их регулированием и произвести наплавку образца.

Оценить влияние одного из параметров на процесс наплавки.

2.2. Оснащение рабочего места

Установка УД-209.

Головка наплавочная ТМВК-2.

Преобразователь типа ПСГ-500 – применяется для питания сварочной цепи.

Токарный станок с понижающим редуктором.

Вольтметр с пределами измерения до 100 В и амперметр до 400 А для контроля электрических параметров в сварочной цепи.

Бункер для подачи флюса в зону горения дуги.

Детали для наплавки.

2.3. Общие сведения

2.3.1. Основные сведения о сварочной дуге

Для сварки и наплавки металлов используется теплота, выделяемая в столбе дуги на концах электродов.

Строение дуги прямого действия заключается в использовании постоянного *тока прямой полярности* когда минус подключен к электроду, а плюс к детали. Наибольшая температура 6000...7500 °С достигается в середине столба дуги. С увеличением плотности тока температура возрастает. На катодном пятне стального электрода температура достигает 3600 °С (количество выделенного тепла $Q = 36\%$), а на анодном пятне детали – 4300 °С ($Q = 43\%$).

Разность температур на аноде и катоде используется при сварке и наплавке плавящимся электродом. Детали из тонкого или легкоплавкого металла, а также из чувствительных к перегреву высокоуглеродистых, нержавеющей и легированных сталей сваривают или наплавляют *током обратной полярности*, т. е. деталь подключают к катоду, а электрод – к аноду.

Устойчивое горение дуги при сварке металлическим электродом наблюдается при напряжении 18–28 В.

Полное количество тепла, выделяемое сварочной дугой, определяется по формуле:

$$Q = IU_g k, \quad (2.1.)$$

где I – сила тока в дуге, А; U_g – напряжение дуги, В; k – коэффициент, учитывающий род тока, $k = 1$ при сварке на постоянном токе, $k = 0,70–0,97$ – при сварке на переменном токе.

Основное количество тепла (около 80 %) выделяется в анодной и катодной зонах, причем на аноде больше. Под действием тепла, выделенного дугой, расплавляется металл электрода и детали. Часть тепла теряется на нагрев электрода, на разбрызгивание металла и в окружающую среду.

Эффективная тепловая мощность дуги – это количество тепла, вводимого дугой в свариваемый металл в единицу времени. Ее определяют по формуле:

$$Q_s = Q\eta, \quad (2.2.)$$

где Q_s – эффективная тепловая мощность дуги, Вт/с; Q – полное количество тепла Вт/с; η – эффективный КПД нагрева основного металла (его определяют экспериментальным путем – колориметрированием).

При сварке металлическим электродом голым или с тонким покрытием $\eta = 0,50–0,65$, электродом с толстым покрытием $\eta = 0,70–0,85$, неплавящимся электродом в защитных газах $\eta = 0,50–0,60$.

Производительность сварки характеризуется количеством расплавленного электродного или присадочного металла G в единицу времени, которое определяется по формуле:

$$G = kIt, \quad (2.3)$$

где k – коэффициент наплавки, г/Ач; I – сварочный ток, А; t – время горения дуги, ч.

Коэффициент наплавки зависит от присадочного материала, материала электрода и состава его покрытия, рода и полярности тока, а также от потерь при сварке.

Иногда при нормировании сварочных работ удобнее использовать не количество наплавленного металла, а скорость наплавки, которую определяют по формуле:

$$V = \frac{kI}{F\rho}, \quad (2.4)$$

где F – площадь поперечного сечения шва, см²; ρ – плотность металла шва, г/см³, для стали $\rho = 7,85$.

Потери электродного материала в виде брызг и паров при ручной сварке голыми и тонкостенными электродами составляют 10–20 %, электродами с толстым покрытием – 5–10 %, в защитных газах – 3–6 % и под флюсом – 2–3 %.

2.3.2. Сущность процесса и область его применения

Автоматическая сварка под слоем флюса впервые создана в институте электросварки имени О.Е. Патона.

Этот способ заключается в следующем. В зону дуги 1 (рис. 2.1) подается гранулированный флюс 2, который создает шлаковую защиту.

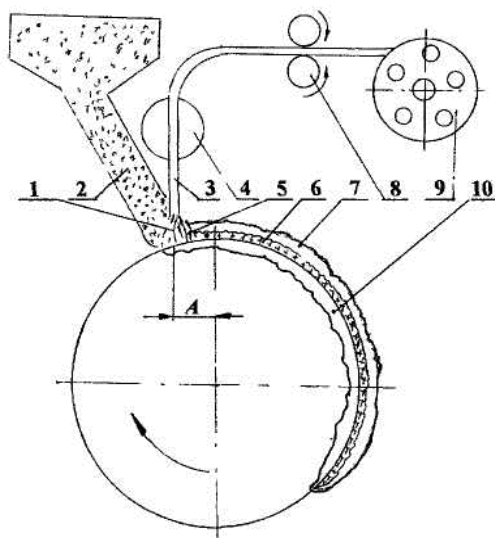


Рис. 2.1. Схема наплавки под флюсом: 1 – зона горения дуги; 2 – флюс; 3 – электродная проволока; 4 – токоподводящий мундштук; 5 – зона остывания сварочной ванны; 6 – шов; 7 – шлаковая корка; 8 – механизм подачи сварочной проволоки; 9 – кассета со сварочной проволокой; 10 – зона термического влияния

Дуга между основным металлом и голый электродной проволокой 3 горит под жидким слоем расплавленного флюса в пространстве 4, образованном парами и газами, выделяемыми в столбе дуги. Незначительное избыточное давление, возникающее в газовом пространстве, и слой флюса 30...50 мм надежно предохраняют расплавленный металл от вредного воздействия окружающего воздуха, в большой степени уменьшают разбрызгивание металла, улучшают формирование шва, использование тепла дуги и материала электродной проволоки. Электродная проволока 3 подается в зону сварки специальным механизмом со скоростью, равной скорости ее наплавления, и таким образом автоматически поддерживает горение дуги. Для получения шва деталь или электрод (дугу) механизированным способом перемещают одну относительно другой. По мере удаления дуги в направлении сварки (показано стрелкой) происходит остывание сварочной ванны 5, кристаллизация металла и формирование шва 6. Расплавленный флюс всплывает на поверхность и при остывании образует шлаковую корку 7, которая замедляет охлаждение металла и улучшает условия формирования его структурных превращений. Нерасплавившуюся часть флюса используют повторно.

Небольшой вылет электрода (расстояние от конца электродной проволоки 3 до токоподводящего мундштука 4) дает возможность увеличить плотность применяемых сварочных токов до 50–150 А/мм², т. е. примерно в 6–8 раз больше по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Коэффициент наплавки составляет 14–18 г/Ач или в 1,5–2 раза выше, чем при сварке электродами вручную.

В результате этого производительность автоматической сварки под слоем флюса в 6–10 раз выше ручной. Потери на разбрызгивание, угар и огарки составляют всего 1–3 %. Кроме того, полное сплавление наплавленного металла с основным, возможность легирования и получения хорошего качества наплавленного металла (чистота, плотность, пластичность, износостойкость), а также отсутствие излучающего действия дуги и хорошие условия работы. Этот метод позволяет получить слой наплавленного металла в пределах от 1 до 8 мм и более на цилиндрических и плоских поверхностях деталей. Стабильность и автоматизация процесса способствует более ши-

рокому распространению сварки под слоем флюса на ремонтных предприятиях. Объем работ, выполняемых этим способом, из года в год возрастает.

Однако автоматическая сварка под слоем флюса имеет и недостатки. Большая глубина проплавления и перемешивание основного металла с присадочным во многих случаях влекут за собой повышенное легирование для получения износостойкого наплавленного слоя или последующего упрочнения.

Так как при работе не видно места сварки, то требуется повышенная точность подгонки и сборки детали перед сваркой, что в значительной степени затрудняет процесс при сложной конфигурации шва.

Почти всегда возникает необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки, а при наплавке цилиндрических деталей – трудность удержания расплавленного металла и флюса на поверхности.

Наплавка кольцевых швов на цилиндрическую поверхность деталей диаметром менее 80 мм затруднена, а для деталей диаметром менее 50 мм практически невозможна.

Серьезный недостаток – значительная стоимость флюса, а расход его по массе примерно равен массе наплавленной электродной проволоки, что значительно влияет на общую стоимость восстановленной детали.

Влияние отдельных параметров режима на качество наплавки

При наплавке кольцевых швов на цилиндрические детали, чтобы уменьшить глубину проплавления и улучшить формирование шва, применяют смещение электродной проволоки с зенита детали на размер a в сторону, противоположную вращению детали. В этом случае жидкий металл, приближаясь к дуге, ослабляет давление ее газов на основной металл. Для тех же целей плоскую деталь при наплавке под слоем флюса наклоняют в сторону движения электрода.

Качество, форма и размеры, а также физико-механические свойства наплавленного под флюсом шва во многом зависят от режима сварки. Основные параметры режима автоматической сварки под слоем флюса: сила сварочного тока, напряжение, скорость наплавки и скорость подачи электродной проволоки, вылет электрода, а при наплавке цилиндрических поверхностей дополнительно – смещение электрода с зенита и шаг наплавки.

Сила тока в значительной степени влияет на глубину проплавления основного металла и на производительность. С увеличением плотности тока возрастает давление газов дуги, расплавленный металл ванны интенсивнее вытесняется под электродом, и глубина проплавления увеличивается, одновременно повышается и производительность процесса. Со снижением плотности тока глубина проплавления уменьшается, но ухудшается устойчивость дуги и падает производительность. Изменение глубины проплавления зависит от силы тока и диаметра электродной проволоки. Силу тока в зависимости от диаметра или толщины наплаваемой детали выбирают в пределах 150–360 А.

При возрастании напряжения длина дуги увеличивается, дуга становится более подвижной, и за счет этого заметно шире получается шов. Глубина проплавления в пределах обычного применяемого диапазона изменения напряжения (26–36 В) практически остается неизменной. С увеличением скорости наплавки до 20 м/ч глубина проплавления возрастает и уменьшается ширина шва. Такое изменение объясняется тем, что большая скорость перемещения сильно отклоняет дугу в сторону, а возрастающая горизонтальная составляющая давления дуги, сильнее вытесняет жидкий металл ванны из-под дуги и поэтому, несмотря на снижение энергии на единицу длины, дуга глубже погружается в основной металл. Повышение скорости сварки в диапазоне от 20 до 50 м/ч практически не увеличивает глубину проплавления, так как в этом случае возрастающее отклонение дуги и жидкого металла компенсируется уменьшением энергии дуги на единицу длины. При дальнейшем увеличении скорости сварки до 70 м/ч и выше уменьшение энер-

гии дуги на единицу длины становится столь велико, что по сторонам шва образуются зоны не-провара. Поэтому скорость наплавки обычно выбирают в пределах 15–45 м/ч.

Скорость подачи электродной проволоки выбирают в зависимости от силы тока и напряжения. Часто скорость подачи проволоки находится в пределах 100 - 300 м/ч при вылете электрода 15-50 мм. В конкретных условиях скорость подачи проволоки определяют пробными наплавками по качеству шва.

При наплавке изношенных поверхностей деталей выбирают режим наплавки таким, чтобы получить неглубокое проплавление основного металла с хорошим формированием шва. Шаг наплавки выбирают таким, чтобы наплавленный шов перекрывался последующим на 1/3 его ширины.

Основные параметры режимов наплавки приведены в табл. 2.1, 2.2, 2.3.

Таблица 2.1

Режимы наплавки цилиндрических поверхностей деталей

Вариант режима	Диаметр наплавляемой детали, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Режим наплавки			
			ток, А	напряжение дуги, В	скорость подачи проволоки, м/ч	скорость наплавки, м/ч
1	50	1,2–1,6	110–130	25–28	70–100	14–18
2	60	1,6–2,0	170–180	26–28	70–120	20–24
3	80–90	2,0	170–200	26–29	120–150	20–24
4	100	2,0	170–200	26–29	120–150	20–24

Таблица 2.2

Значения величин смещения электрода

Диаметр наплавляемой детали, мм	Смещение электрода, мм
50	4–5
50	5–6
80	6–7
90	7–8
100	8 и более

Для повышения производительности и снижения глубины проплавления применяют наплавку электродной лентой, многоэлектродную и многодуговую наплавку с поперечным колебанием электрода.

При наплавке электродной лентой достигается малая глубина проплавления и получается наплавленная поверхность до 100 мм за один проход. Доля основного металла в наплавленном шве составляет около 20 %, в то время как при наплавке электродной проволокой доля основного металла достигает 65–70 %.

Применение поперечных колебаний электрода также дает возможность получить широкий валик при малой глубине проплавления и повышение производительности наплавки.

Таблица 2.3

Расчет параметров режимов наплавки деталей

Диаметр детали, мм	Число оборотов в мин.	Скорость наплавки, м/ч	Диаметр детали после обточки, мм	Толщина наплавки, мм	Масса наплавленного металла на длине 100 мм		Коэффициент использования проволоки	Отходы наплавленного металла при обработке, %	Расход флюса на 100 мм детали
					до обточки	после обточки			
50	2	18,25	53,25	3,25	260	206	0,792	20,8	770
	3	28,3	53,30	3,30		210	0,80	19,2	660
	4	37,7	53,55	3,35		214	0,822	17,7	580
60	3	33,9	62,0	2,70	260	207	0,795	20,4	600
	4	45,2	62,80	2,80		212	0,814	18,5	560
70	2	26,4	71,50	1,50	260	135	0,518	48,1	670
	3	39,6	71,80	1,80		165	0,618	38,1	570
	4	52,7	72,10	2,10		185	0,710	28,8	560
	5	66,9	71,70	1,70		145	0,550	44,2	560
80	2,5	37,7	81,30	1,30	260	129	0,496	50,2	570
	3	45,2	81,40	1,40		136	0,529	47,7	560
	2	60,3	81,60	1,60		160	0,616	38,5	560
	5	75,4	81,45	1,45		142	0,440	45,4	560

2.3.3. Электродные материалы и флюсы

Электродные материалы. Для наплавки под слоем флюса используют преимущественно голые сварочные и наплавочные проволоки, а также порошковые проволоки, стальные и порошковые ленты.

Стальную сварочную проволоку изготавливают по ГОСТ2246-70, который предусматривает выпуск 77 марок проволоки диаметром от 0,3 до 12 мм. Индекс Св. означает, что проволока сварочная; цифра, следующая за этим индексом, указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Каждая последующая буква указывает наименование химического элемента, входящего в состав проволоки, а цифра после неё – содержание этого элемента в процентах. Отсутствие цифр после буквы означает, что данного элемента содержится менее 1 %. Буква А в конце обозначения марки указывает на повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора, а две буквы А – на еще более повышенную чистоту металла.

Порошковая проволока представляет собой непрерывный электрод диаметром 2,5–5 мм, состоящий из металлической оболочки и порошкообразного наполнителя. В качестве наполнителя применяют смесь металлических порошков, ферросплавов, шлакообразующих и газообразующих материалов, подобных используемым для электродных покрытий. Широкий диапазон составления композиций наполнителя позволяет с достаточно большой точностью получить необходимое качество наплавленного слоя. Поэтому порошковая проволока находит все большее применение при механизированной наплавке для получения износостойких поверхностей. Относительный расход порошковой проволоки составляет 1,2–1,4 кг на 1 кг наплавленного металла. Тонкий слой шлака (застывшего флюса) обычно не мешает наплавке с перекрытием валиков без удаления шлаковой корки. Возможность видеть дугу и управлять ею позволяет легко наплавлять детали сложной формы. Коэффициент наплавки для проволоки большинства марок составляет 13–15 г/Ач, т. е. значительно выше, чем при наплавке штучными электродами. Режимы наплавки порошковой проволокой представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Характерные режимы наплавки порошковой проволокой

Диаметр проволоки, мм	Ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость наплавки, м/ч
2,2–2,6	250–280	21–23	16–22
2,8–3,0	340–380	22–24	20–30

Потери на угар и разбрызгивание составляют 5–15 %.

Порошковая проволока маркируется буквами ПП и применяется в широком диапазоне для наплавки открытой дугой в среде защитных газов и под слоем флюса. Порошковые проволоки для наплавки открытой дугой представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Порошковые проволоки для наплавки открытой дугой

Марка проволоки	Химический состав шихты, %							Твердость наплавленного металла	Назначение
	C	Cr	Mn	W	Si	Ni	Ti		
*ПП-АН101	1,3	15,0	0,6	3,0 4,5	3,5	3,5	–	48...55	Наплавка деталей работающих при повышенных температурах и больших удельных нагрузках
ПП-АН170		20,0	0,6	3,0	0,6	0,4 0,8	0,2	60...65	То же в условиях интенсивного абразивного изнашивания
**ПП-X14T-0	0,12 0,20	12,5 14,5	0,3 0,6	–	0,3 0,6	–	0,12 0,24	42...46	То же
ПП-АН125	2,0	15,0	1,0		1,5	–	0,3 0,4	52 60	То же в условиях интенсивного абразивного изнашивания и ударных нагрузок
ПП-	2,3		1,0		0,5		0,1	40	

* ПП-АН – буквенное обозначение АН, расположенное после ПП, свидетельствует о том, что данная марка порошковой проволоки разработана в Институте электросварки им. Е.О Патона АН УССР.

** Если в конце марки проволоки стоит буква «О», то это указывает на то, что проволока предназначена для наплавки открытой дугой.

При наплавке под слоем флюса или в среде защитных газов применяются проволоки следующих марок: ПП-3Х2В8, ПП-АШ20, ПП-АН104 и др.

Недостатки: большая стоимость проволоки, в наплавленном металле образуется неравномерная структура и поры.

Сварочные флюсы предназначены для защиты зоны сварки от доступа воздуха, легирования наплавленного металла и ряда других важных функций.

Компоненты флюсов делятся на следующие виды:

- газозащитные, предназначенные для предохранения расплавленного металла от воздействия воздуха; к ним относятся пищевая мука, крахмал, декстрин, древесная мука и т.п.;
- шлакообразующие: титановый концентрат, марганцевая руда, полевошпат, плавленый шпат, кварц, мрамор, каолин и другие компоненты минерального происхождения;
- раскисляющие и легирующие: ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, феррохром, алюминий и другие ферросплавы и металлы;
- стабилизирующие горение дуги: сода, поташ, двуокись титана и другие;
- связующие: жидкое стекло.

Флюсы по способу изготовления делятся на плавленные, неплавленные (керамические) и флюсы-смеси.

Плавленные флюсы получают путем сплавления шихты, состоящей из необходимых компонентов, в электрических или пламенных печах с последующей грануляцией. Они представляют собой сравнительно сложные силикаты, по своим свойствам близкие к стеклу.

Плавленные флюсы аморфны, стеклообразны (флюс-стекло) или пемзовидны (флюс-пемза). Насыпная масса стеклообразного флюса 1,5–1,8 г/см³, пемзовидного 0,6–0,9 г/см³. Температура плавления флюса не более 1200 °С. В зависимости от преобладающего содержания легирующих элементов эти флюсы делятся на высококремнистые (SiO₂ > 30 %), низкокремнистые и марганцовистые (MnO > 12 %). В ремонтном производстве нашли применение марганцовистые и высококремнистые флюсы (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Содержание компонентов в плавленных флюсах

Марка флюса	Содержание компонентов, %								
	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	CaF ₂	S	P
АН-10	20–23	29,5–33,5	19–21	3,0	до 1,2	1,2	18–24	0,15	0,20
АН-20*	22	до 0,5	30	5,0	11	–	29	0,08	0,05
АН-30*	3	до 0,5	41,5	18,0	14,5	–	21	0,08	0,05
АН-348А	41–44	34–38	4,5	6,5	5,75	2,0	4,0–5,5	0,15	0,12
ОСЦ-45	38–44	38–40	45	6,5	2,5	2,0	6,0–9,0	0,15	0,15
АН-25	6–9	<0,5	2,0	12–15	2–4	2,0	33–40	0,08	0,08

*Вводится дополнительно 1 % FeO.

Сварочные флюсы марок АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45 и ОСЦ-45М применяются для наплавки преимущественно в сочетании с углеродистой, а иногда и с низколегированной проволокой. Недостатком этих флюсов применительно к наплавке является плохая отделяемость шлаковой корки при нагреве детали свыше 400 °С. Измельченную шлаковую корку можно добавлять к флюсу в количестве 20–25 % по массе.

Флюс АН-20 используют в сочетании с низколегированной и высоколегированной проволокой. Шлаковая корка удовлетворительно отделяется при нагреве детали до 450 °С. Флюс сравнительно легкоплавкий, и его трудно применять при наплавке деталей малых диаметров. Флюсы с повышенной концентрацией Al₂O₃ и MgO рекомендовано применять для наплавки чугунной лентой или чугунных деталей.

Для электрошлаковой наплавки применяют флюсы АНФ-1 и АН-25. Флюс АН-25 электропроводен в твердом состоянии и предназначен только для возбуждения электрошлакового процесса.

Приведенные флюсы позволяют получить наибольшую устойчивость дуги, меньшее выделение вредных примесей и в сочетании с углеродистыми и низколегированными электродными проволоками обеспечивают высокое качество наплавки.

Неплавные флюсы (керамические) находят все большее применение в ремонтном производстве. Представляют собой механическую смесь легирующих, модифицирующих, раскисляющих и шлакообразующих компонентов, соединенных в общую массу жидким стеклом (18 % от массы сухих компонентов).

Керамические флюсы открыли новые возможности применения автоматической дуговой сварки. В отличие от плавных флюсов они позволяют в широком диапазоне легировать наплавленный слой при использовании дешевой низкоуглеродистой электродной проволоки Св-08. Керамические флюсы малочувствительны к ржавчине и другим загрязнениям.

Наибольшее применение для наплавки деталей получили керамические флюсы АНК-18, АНК-19 и ЖСН-1.

Флюс АНК-18 содержит, %: 6–7 CaCO_3 ; 26–28 CaF_2 ; 26–30 MgO , 17–18 Al_2O_3 ; 7–11 SiO_2 ; 2–2,5 Na_2O и K_2O ; 5,2–6,5 Cr ; 2–2,5 Mn ; 0,12–0,20 C ; 0,2–0,3 Ti ; 1,9–2,0 Al ; 0,2–0,3 Si ; 3,0–4,0 Fe . Твердость наплавленной поверхности HRC 35–45 при наплавке проволокой Св 08А. Флюсы-смеси приготавливают преимущественно из плавных и керамических флюсов. Чтобы уменьшить возможность разделения составляющих смеси, необходимо, чтобы масса, форма и размеры частиц флюсов были как можно близкими. В зависимости от того, какие свойства необходимо получить в наплавленном металле, применяют смесь флюсов АН-348А и АНК-18 в различных соотношениях.

Существуют и другие *флюсы-смеси* – АНЛ-1 (93 % АН-10 и 7 % алюминиевой лигатуры), АНЛ-2 (93 % АН-2 и 7 % алюминиевой лигатуры) и другие.

Введением во флюсы графита и различных ферросплавов удается легировать наплавленный металл углеродом, хромом, никелем, титаном и т. д. Так, добавление во флюс АН-348А 1–5 % графита и 4–12 % феррохрома позволяет получать износостойкий, качественный наплавленный слой с твердостью HRC 50–52.

Нет необходимости перечислять все возможные соотношения компонентов флюсов-смесей. В каждом конкретном случае на основании глубоких научных знаний особенностей металлургического процесса сварки, подбора сварочной проволоки и флюса, режимов процесса сварки можно получать поверхности с заданными физико-механическими свойствами, что обеспечит высокое качество отремонтированной детали.

2.4. Устройство и назначение оборудования

Установка для наплавки деталей под слоем флюса представлена на рис. 2.2.

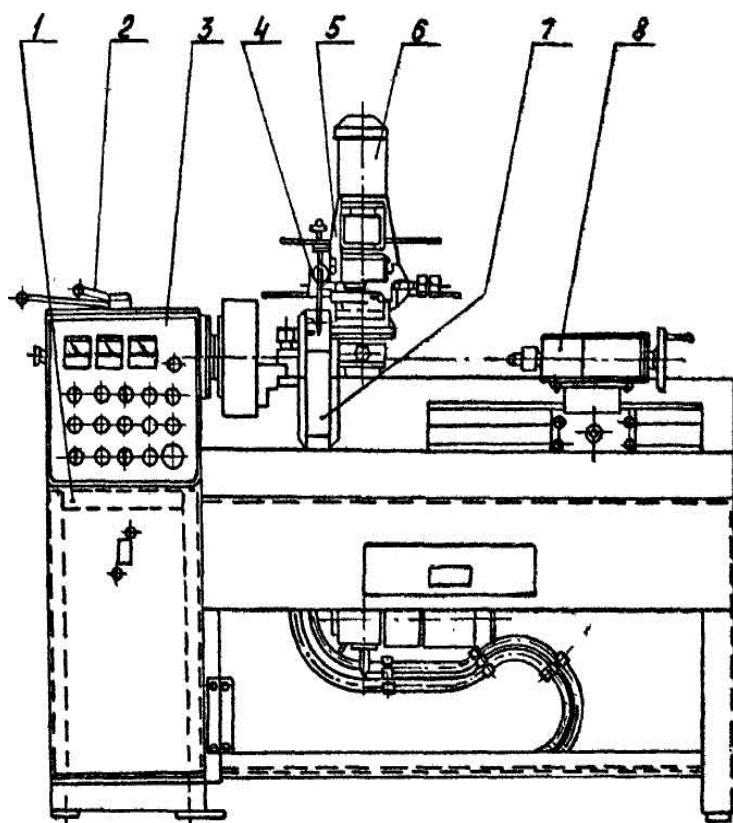


Рис. 2.2. Общий вид установки УД209.01.000: 1 – станина; 2 – вращатель; 3 – пульт; 4 – мундштук; 5 – каретка; 6 – механизм подачи; 7 – газоотсос; 8 – пиноль

Установка состоит из станины 1, каретки 5, вращателя 2, механизма подачи 6, мундштука 4, пиноли 8, газоотсоса 7 и пульта управления 3.

Станина представляет собой сварную конструкцию из швеллеров, уголков и листовой стали. На станине установлены все узлы и механизмы. В тумбе станины размещены панели электрооборудования.

Каретка представляет собой плиту, на которой закреплены ролики. На корпусе каретки установлен механизм подъема сварочной головки и механизм подачи электродной проволоки. Механизм подачи состоит из электродвигателя и червячного редуктора, соединенных между собой изоляционной муфтой и изолирующей прокладкой. Механизм подачи электрода выполнен совместно с колебателем мундштука и обеспечивает одновременную подачу и колебание электрода (при необходимости). Скорость подачи проволоки изменяют сменными шестернями.

При необходимости наплавки под флюсом на головке закрепляется бункер. Наплавочная головка представлена на рис. 2.4.

Вращатель предназначен для вращения наплавляемой детали, а также для синхронного перемещения каретки с помощью ходового винта. Вращатель представляет собой сварной корпус, в котором закреплены подшипниковые узлы, валы с шестернями. Привод вращателя осуществляется через клиноременную передачу и червячный редуктор от тиристорного электропривода с электродвигателем постоянного тока.

Пиноль 8 консольно закреплена на станине станка, перемещается вручную, закрепляется винтовым прижимом в необходимом положении и предназначена для поджима наплавляемой детали.

Пульт управления (рис. 2.3) выполнен в виде панели и установлен на станине станка. На пульте установлены амперметр 1 (РА) и вольтметр 2 (Р1) контроля сварочной дуги, резистор 17 (Р1) изменения частоты вращения шпинделя, резистор 19 (Р5) регулировки свароч-

ного напряжения, а также кнопки и переключатели, назначение которых указано на рис. 2.3.

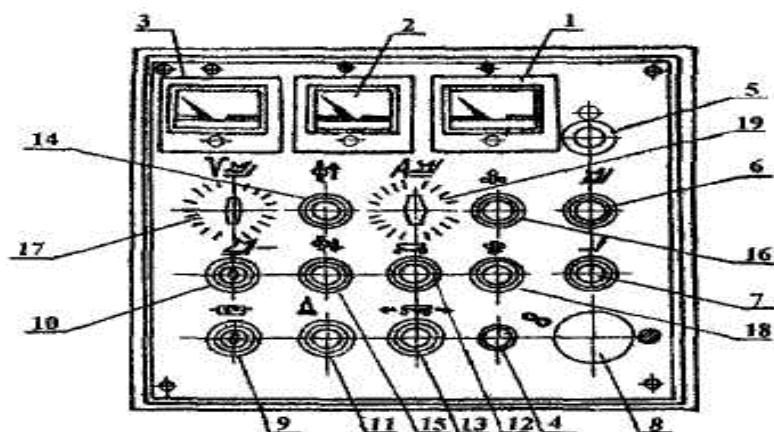


Рис. 2.3. Пульт управления: 1 – амперметр РА; 2 – вольтметр PV1; 3 – вольтметр, указатель оборотов шпинделя Р V2; 4 – сигнальная лампа «напряжение подано» Н1; 5 – сигнальная лампа «готово к сварке» Н2; 6 – кнопка S18 «пуск сварка»; 7 – кнопка S17 «стоп сварка»; 8 – кнопка S3 «стоп аварийно»; 9 – переключатель S21 «подогреватель газа»; 10 – переключатель S2 «спиральная – продольная наплавка»; 11 – кнопка S20 «газ»; 12 – кнопка S7 «каретка включена»; 13 – переключатель S8 «каретка вправо-влево»; 14 – кнопка S13 «вверх»; 15 – кнопка S14 «вниз»; 16 – кнопка S11 «электрод вверх»; 17 – резистор R1, 18 – кнопка S12 «электрод вверх»; 19 – резистор R5

Для пуска и выключения наплавочной установки, а также для контроля за ее работой служит щит управления с приборами (см. рис. 2.3).

При выполнении наплавочных работ необходимо, чтобы частота вращения шпинделя станка плавно регулировалась в интервале $0,4\text{--}20\text{ мин}^{-1}$.

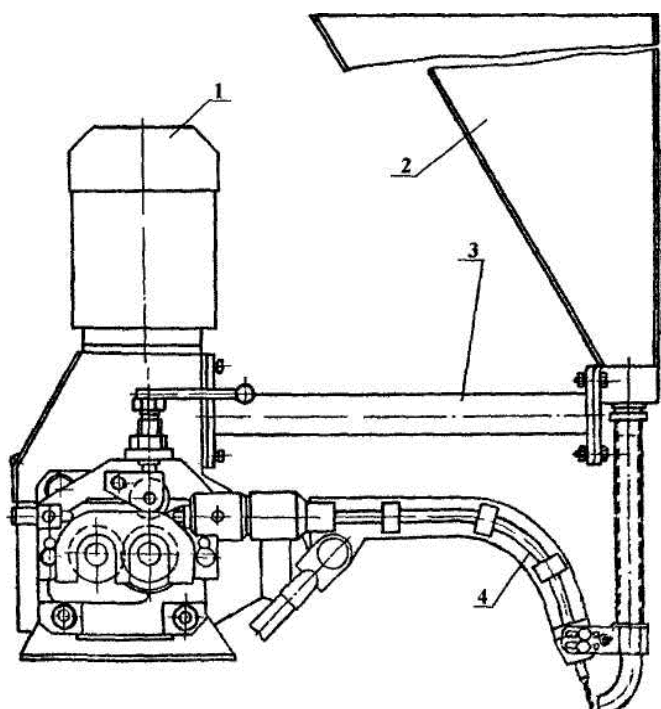


Рис. 2.4. Наплавочная головка: 1 – механизм подачи проволоки; 2 – бункер; 3 – кронштейн; 4 – мундштук

Настройка станка на заданный режим

Величины скорости подачи электрода и скорости наплавки назначаются технологом-сварщиком в зависимости от диаметра изделия, способа наплавки, материала изделия, диаметра и материала сварочной проволоки

Наплавка цилиндрических поверхностей по спирали.

Например наплавить деталь диаметром 200 мм со скоростью 30 м/ч по спирали, шаг наплавки 4 мм ($t_{\text{напл.}}$).

Шаг наплавки $t_{\text{напл.}}$:

$$t_{\text{напл}} = \frac{S}{b:a}, \quad (2.5)$$

где S – шаг ходового винта.

Необходимое передаточное число сменных шестерен при заданном шаге наплавки 4 мм:

$$b:a = \frac{8}{4} = 2.$$

По табл. 2.7 подбираем число зубьев сменных шестерен $b = 72$ (установлена на ходовом винте), $a = 36$.

Таблица 2.7

Подбор сменных шестерен для настройки шага при спиральной наплавке

Шаг наплавки	Винт	
12,6	42	66
11,6	44	64
10,0	48	60
9,3	50	58
8,6	52	56
7,4	56	52
6,9	58	50
6,4	60	48

5,5	64	44
5Д	66	42
4,7	68	40
4,3	70	38
4,0	72	36
3,4	76	32
3,1	78	30
2,8	80	28

По номограмме частоты вращения шпинделя на пересечении горизонтали = 200 мм и вертикали = 30 м/ч находим необходимую частоту вращения шпинделя – 0,795 мин⁻¹.

При отсутствии номограммы частота вращения может быть определена из формулы:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}; \quad n = \frac{1000 V}{\pi D}. \quad (2.6.)$$

По графику частоты вращения определяем, что указанная частота вращения может быть получена плавным изменением частоты вращения вала электродвигателя тиристорного привода поворотом ручки резистора.

Линейная наплавка. При этом виде наплавки рукоятку реверса шпинделя устанавливают в нейтральное положение (шпиндель не вращается).

Линейная скорость наплавки определяется по формуле:

$$V_{\text{напл}} = t_{\text{х.в.}} n_{\text{х.в.}} = 0,84 n_{\text{х.в.}}; \quad (2.7.)$$

$$n_{\text{х.в.}} = \frac{V_{\text{напл}}}{0,48}, \quad (2.8.)$$

где $V_{\text{напл}}$ – заданная скорость линейной наплавки; $n_{\text{х.в.}}$ – частота вращения ходового винта; $t_{\text{х.в.}}$ – шаг нарезки ходового винта, $t_{\text{х.в.}} = 8$.

Сменными шестернями $b:a$ устанавливаем необходимую частоту вращения ходового винта.

При заданной скорости наплавки 48 м/ч получаем $t_{\text{х.в.}} = 100 \text{ мин}^{-1}$.

2.5. Порядок выполнения работы

Подготовить наплавочный аппарат:

а) при необходимости кассету заправить сварочной проволокой и конец проволоки протолкнуть через наплавочный мундштук, установить вылет электрода 15–20 мм;

б) при необходимости засыпать в бункер 6 (см. рис. 2.1) флюс и убедиться в беспрепятственном его поступлении в зону сварки. Для этого необходимо открыть заслонку на нижнем конце шланга 9 и убедиться в наличии флюса на детали. Если флюс поступает слабо, необходимо легонько постучать по бункеру 6 и шлангу 9;

в) установить необходимую скорость подачи электрода. Скорость подачи электродной проволоки устанавливается подбором соответствующих пар шестерен редуктора подающего механизма;

г) установить подготовленный для наплавки образец в патрон токарного станка и подготовить станок к наплавке. Пользуясь данными, приведенными в табл. 2.1., 2.2., 2.3, выбрать необходимую частоту вращения, подачу и смещение 6–8 мм от зенита (в сторону, противоположную направлению вращения). Посредством рычагов передней бабки и коробки подач подбирают ближайшее значение частоты вращения и подачи. Для уточнения значения оборотов детали, подачи и смещения необходимо произвести пробную сварку на различных значениях (в пределах выбранного). При этом необходимо следить за тем, чтобы подача суппорта станка находилась в пределах 1/2...1/3 ширины одиночных валиков, из которых формируется наплавочный слой.

После проверки и настройки оборудования операции наплавки выполняются в следующей последовательности:

- а) включить преобразователь ПСТ-500 – станок и дать вращение шпинделю с зажатой в патроне деталью – открыть заслонку на шланге и убедиться в обильном поступлении флюса на деталь – включить рубильник сварочной цепи и подачи электродной проволоки – включить продольную подачу суппорта;
- б) произвести наплавку на заданной длине детали (образца);
- в) в обратной последовательности произвести отключение всех систем установки и рукояткой поперечных перемещений отвести мундштук аппарата от детали (образца);
- г) снять наплавленную деталь (образец);
- д) занести в табл. 2.8 данные режимов наплавки.

Таблица 2.8

Значение опытных данных

Диаметр детали, мм	Ток сварки, А	Напряжение, В	Частота вращения, мин ⁻¹	Величина смещения, мм	Скорость наплавки, м/ч

2.6. Контрольные вопросы

1. Сущность метода наплавки под слоем флюса.
2. Достоинства и недостатки наплавки под флюсом.
3. Оборудование, необходимое для наплавки.
4. Дайте характеристику сварочным флюсам.
5. Каковы режимы наплавки деталей под слоем флюса?
6. Как осуществляют линейную наплавку и наплавку поверхностей по спирали?
7. Каков порядок выполнения наплавочных работ под слоем флюса?

Работа 3.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

3.1. Цель работы

Изучить оборудование и технологию восстановления деталей наплавкой в среде углекислого газа.

Изучить технологические возможности и методику назначения режимов наплавки в зависимости от технологической характеристики изношенной детали, условий ее работы и величины износа. Получить практические навыки по наплавке деталей.

Исследовать влияние некоторых режимов наплавки на отдельные физико-механические и технологические свойства восстанавливаемой детали.

3.2. Оснащение рабочего места

Установка для дуговой наплавки УД-209.

Баллон с углекислым газом с установленными на нем подогревателем и осушителем газа, а также редуктором – расходомером.

Материалы восстанавливаемые детали диаметром от 60 мм, кассеты с наплавочной проволокой Нп-30ХГСА и СВ-08Г20.

Приспособления и инструменты штангенциркуль 0–125, ключи рожковые, кусачки, плоскогубцы, напильник.

Защитные щитки со светофильтром № 3, резиновый коврик.

3.3. Общие сведения о технологии восстановления деталей наплавкой в среде углекислого газа

3.3.1. Технологические возможности и сущность способа

Наплавка в среде углекислого газа в ремонтном производстве применяется для нанесения слоя металла при восстановлении деталей механизированной сваркой тонколистовых деталей и заварки трещин на чугунных корпусных деталях.

Способ позволяет восстанавливать наружные цилиндрические поверхности стальных и чугунных деталей от 10 до 400 мм и более, внутренние цилиндрические поверхности от 40 до 200 мм и более.

Толщина слоя, полученного за один проход, зависит от режима наплавки, размеров наплавляемой поверхности и может быть в пределах 0,5–4 мм. Возможно 2–3-кратное нанесение слоя. Толщина дефектного слоя (волнистость поверхности) составляет 0,9–1,5 мм. Твердость наплавленного слоя зависит от марки наплавляемого материала, термообработки и может быть в пределах от HB180 до HRC56.

Производительность способа по массе покрытия 2,3 кг/ч, по площади покрытия 15–20 см²/мин.

Прочность сцепления наплавленного слоя с деталью высокая и практически равна пределу прочности на разрыв металла основы.

Основным недостатком способа является значительное температурное влияние на деталь, которая приводит к деформации деталей большой длины (особенно малых диаметров), уменьшению размеров внутренних поверхностей полых деталей (типа стаканов) и исключает возможность наплавки полых тонкостенных деталей.

Сущность способа (рис. 3.1) заключается в том, что сварочная дуга и расплавленный металл защищается от вредного воздействия воздуха струей углекислого газа, подаваемого под избыточным давлением из сопла расположенного концентрично электроду.

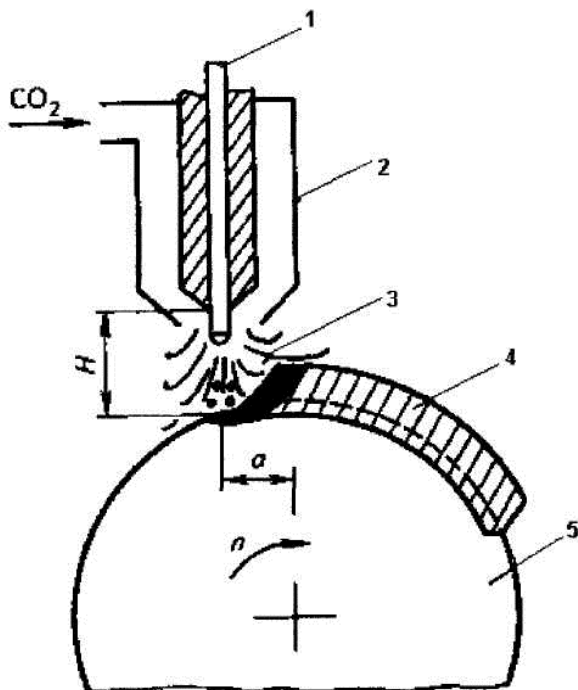


Рис. 3.1. Схема наплавки в среде углекислого газа: 1 – электродная проволока; 2 – наплавочная горелка; 3 – поток углекислого газа; 4 – наплавленный слой металла; 5 – деталь; H – вылет электрода; a – смещение электрода

Для предотвращения окисления металла в процессе наплавки атомарным кислородом, образующимся при его разложении, в материале электродной проволоки должны быть элементы-раскислители, активно соединяющиеся с кислородом (титан, кремний, марганец, углерод). Обычно используют кремне-марганцевые проволоки, например Св-08Г2С, Св-10Г2С, Нп-3ОХГСА и другие. Наплавку в защитных газах, как правило, ведут короткой дугой, на постоянном токе обратной полярности с использованием источников питания с жесткой внешней характеристикой.

3.3.2. Режимы наплавки и их влияние на формирование покрытия

Режимы наплавки выбирают такими, чтобы обеспечить хорошее формирование наплавленного валика, максимальную производительность, минимальное проплавление основного металла и получение требуемой толщины слоя. Форма и размеры наплавливаемых валиков имеют первостепенное значение для формирования покрытия в целом.

Режим наплавки: напряжение дуги; ток; скорость перемещения (скорость наплавки); скорость подачи электродной проволоки; вылет электрода; шаг наплавки; смещение электрода зенита, расход газа.

Чтобы управлять формированием валиков металла, необходимо знать влияние на этот процесс каждого из перечисленных факторов.

Повышение плотности тока наплавки приводит к увеличению количества тепла, выделяемого дугой и, следовательно, к увеличению глубины сопротивления основного металла и объема расплавленной ванны. Жидкий металл из-под электрода вытесняется более интенсивно вследствие увеличения плотности дуги. Изменение глубины проплавления основного металла возрастает линейно с увеличением сварочного тока.

Плотность тока изменяют напряжением дуги и диаметром электродной проволоки.

Напряжение дуги определяет форму наплавленного валика. Повышение напряжения увеличивает ширину и уменьшает высоту валика. Обычное напряжение дуги принимают в пределах от 16 до 30 В.

Скорость перемещения дуги влияет на распределение металла по наплавливаемой поверхности. При скорости наплавки в пределах от 10 до 20 м/ч в ванне образуется большое количество металла, часть которого попадает на еще не расплавленный участок поверхности детали. Поэтому проплавление детали получается неглубоким, а ширина валика большая (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Влияние скорости наплавки на размеры и форму валика металла

Увеличение скорости до 25–40 м/ч приводит к значительному уменьшению ширины валика и увеличению глубины проплавления основного металла. При наплавке со скоростью 60 м/ч одновременно уменьшается глубина проплавления и ширина наплавленного валика. Максимальная скорость наплавки ограничивается стеканием металла из сварочной ванны.

Скорость подачи электродной проволоки приводит к общему увеличению количества наплавленного металла. При этом глубина проплавления и ширина валика несколько увеличивается.

Вылет электродной проволоки резко влияет на сопротивление цепи. Чем больше вылет, тем выше сопротивление и тем быстрее и значительнее нагревается конец электродной

проволоки. В результате возрастает коэффициент наплавления проволоки, снижается величина тока наплавки, уменьшается глубина проплавления основного металла. Перегрев, электродной проволоки на участке вылета приводит к ее изгибу и наплавке извилистых валиков. Вылет электродной проволоки зависит от ее диаметра и колеблется от 10 до 50 мм.

Шаг наплавки влияет на ровность поверхности и долю основного металла в покрытии. Слишком большой шаг наплавки приводит к большим неровностям, а малый шаг к дефектам в виде непроваров. Для получения качественной поверхности шаг наплавки выбирают от 0,4 до 0,75 ширины наплавленного валика.

Смещение электрода с зенита влияет на формирование металла покрытия. Форма сечения валика зависит от того, как уравниваются давления дуги и гидростатическое давление жидкой ванны.

Если электрод смещен навстречу вращения детали, наплавленный участок поверхности наклонен в ту же сторону, куда перемещается дуга, то уровень жидкого металла в кратере повышается. Расплавленный металл как бы вытесняет дугу. Глубина проплавления уменьшается, ширина наплавленного валика увеличивается.

Смещение электродов в сторону вращения приводит к понижению уровня жидкого металла в кратере. Глубина проплавления растет и формируется узкий валик. Возможно стекание металла с детали.

Величина смещения зенита должна быть примерно равна длине сварочной ванны и составляет от 0,06 до 0,1 части от диаметра детали.

Расход углекислого газа зависит от диаметра наплавляемой поверхности, величины сварочного тока и регулируется в пределах 6–8 л/мин. С увеличением скорости наплавки и вылета электрода также следует увеличивать расход углекислого газа.

3.3.3. Дефекты наплавки, причины их возникновения и меры предупреждения

В процессе наплавки как в наплавленном металле, так и в околошовной зоне могут возникать дефекты, которые снижают эксплуатационные свойства наплавленного металла и могут вызвать аварийный выход детали из строя.

Дефекты различают по месту расположения (наружные и внутренние) и причинам возникновения.

По причинам их делят на две группы. К первой группе относят дефекты, образующиеся в связи с особенностями металлургических и тепловых процессов наплавки: трещины, поры, шлаковые включения. Ко второй группе относят дефекты, возникающие из-за нарушений режима наплавки, неисправности оборудования, низкой квалификации сварщиков.

Наиболее распространенным дефектом при наплавке являются трещины, которые подразделяются на холодные и горячие, и поры.

Образование горячих трещин в наплавленном металле зависит от величины темпа роста растягивающих напряжений, действующих в процессе его кристаллизации и возникающих вследствие несвободной усадки наплавленного металла.

Мерой, снижающей склонность металла к образованию горячих трещин, может быть предварительный и сопутствующий подогревы изделия, уменьшающие величину и скорость нарастания растягивающих напряжений.

Холодные трещины образуются в наплавленном металле при невысокой температуре (200 °С). Характерным для появления холодных трещин является их замедленное развитие в течение нескольких часов и даже суток. Затем при достижении определённой величины, трещины развиваются мгновенно, взрывоподобно, с характерным звуковым эффектом. Холодные трещины возникают как по границам зёрен, так и по телу зерна.

Образованию холодных трещин способствует повышенное содержание углерода, водорода и некоторых других элементов в наплавленном металле. Источником образования водорода служат ржавчина и влага, содержащиеся в защитном газе.

Пути предупреждения образования холодных трещин: выбор наиболее рационального легирования наплавленного металла; предварительный и сопутствующий подогревы изделия при наплавке; последующий высокий отпуск и замедленное охлаждение.

Поры в наплавленном металле представляют собой округлые пустоты, расположенные отдельными группами или цепочками внутри металла и на его поверхности. Это пузырьки водорода, азота, углекислого газа или пара, не успевшие выделиться до кристаллизации наплавленного металла, так как при кристаллизации происходит скачкообразное снижение растворимости водорода (в 1,7 раза), азота (4 раза) и других.

Для предупреждения возникновения пор в наплавленном металле, поверхность детали перед наплавкой очищают от ржавчины и других загрязнений, применяют обезвоженные защитные газы, применяют нагрев детали.

3.3.4. Последовательность операций технологического процесса наплавки

При решении технологических вопросов учитывают материал наплавляемого изделия, его массу, форму, условия работы, величину и характер износа поверхности, твердость и шероховатость поверхности.

В общем случае технология наплавки деталей в углекислом газе включает подготовку детали и проволоки к наплавке, непосредственно наплавку, термообработку детали и окончательную механическую обработку.

Подготовка детали к наплавке включает в себя удаление загрязнений и, в случае большого одностороннего износа поверхности, предварительную механическую обработку - точение или шлифование.

При подготовке проволоки ее перематывают на специальных стендах из бухт в кассеты, одновременно с этим удаляя с поверхности ржавчину и смазочный материал.

Если требуется твердость более 30 HRC, то после наплавки обычно, выполняют черновую механическую обработку, закалку наплавленной поверхности и чистовое шлифование.

Высокую твердость наплавленного слоя можно получить без термообработки, используя порошковую проволоку.

Если твердость слоя ниже 30 HRC, то после наплавки выполняют черновую и чистовую механическую обработку.

3.3. Последовательность выполнения работы

Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении лабораторной работы.

Изучить назначение, устройство и работу установки УД-209 по схемам, описаниям и рисункам, расположенным на рабочем месте и в разд. 1.4. По заданию преподавателя, учитывая условия работы детали, ее материал, твердость выбрать марку наплавочной проволоки (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Номенклатура наплавочной проволоки для наплавки в среде углекислого газа

Марка проволоки	Твердость слоя	Примерная область применения
Св 08ГС	HRC18	Оси, шпиндели, валы
Св 02Г2С	HRC16	
Св 10 ГС	HRC24	
Св 18ХГС	HRC28	

Нп-40Г, Нп-50Г Нп-3ОХГСА	БВ 180-270* НВ 220-300*	Оси, валы, шпиндели, оси катков, валы КПП, коленчатые валы
Нп-40Х2Г2М	HRC 54-56	Коленчатые валы, по- воротные кулаки, оси опорных катков
Нп-40Х3Г2МФ	HRC 38-44	Детали, испытываю- щие удары и абразивный износ

* Твердость слоя без термообработки.

Определить максимальный износ поверхности детали и рассчитать толщину наплавляемого слоя металла по формуле:

$$h = U_{\max} + \Delta h, \quad (3.1)$$

где $U_{\max}$ – максимальный односторонний износ детали, мм; Δh – односторонний припуск на механическую обработку, мм.

Припуск на механическую обработку зависит от величины дефектного слоя, допуска на размер, шероховатости поверхности и режима наплавки. Для наплавки в среде углекислого газа припуск на механическую обработку можно принять в пределах 0,6–1,2 мм на сторону.

По табл. 3.2, в зависимости от толщины наплавляемого слоя выбрать диаметр электродной проволоки.

Таблица 3.2

**Диаметр электродной проволоки в зависимости
от толщины наплавляемого слоя**

Толщина наплавляемого слоя, мм	1	2	3	4
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6	2	2	2,5

По табл. 3.3 с учетом диаметра детали и толщины слоя выбрать значения режимов наплавки.

Таблица 3.3

Режимы наплавки в среде углекислого газа

Диаметр детали, мм	Толщина слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Зенит электрода, мм	Вылет электрода, мм	Шаг наплавки, мм	Расход CO ₂ , л/мин
10–20	0,5–0,8	0,8	70–90	16–18	40–45	2–4	7–10	2,5–3,0	6–8
20–30	0,8–1,0	1,0	85–110	18–20	40–45	3–5	8–11	2,8–3,2	6–8
30–40	1,0–1,2	1,2	90–150	19–23	35–40	5–8	10–12	3,0–3,5	6–8
40–50	1,2–1,4	1,4	110–180	20–24	30–35	6–10	10–12	3,0–3,5	8–10
50–60	1,4–1,6	1,6	140–200	24–28	20–30	7–12	12–20	4,0–6,0	8–10
60–70	1,6–2,0	2,0	240–350	27–30	15–20	8–14	18–25	4,5–6,5	10–12
70–80	2,0–2,5	2,5	280–400	28–30	10–20	9–15	20–27	5,0–7,0	12–15
80–90	2,5–3,0	2,5	300–400	28–32	10–15	9–15	20–27	5,0–7,5	14–18
90–100	0,8–1,0	1,0	100–300	18–20	70–80	8–10	10–12	2,8–3,2	6–8
100–150	0,8–1,0	1,2	130–160	18–19	70–80	8–12	10–13	3,0–3,5	8–9
200–300	0,8–1,0	1,2	150–190	19–21	20–30	18–20	10–13	3,0–3,5	8–9
200–400	1,8–3,0	2,0	350–420	32–34	25–35	18–22	30–40	4,5–6,5	15–18
200–400	2,6–3,2	3,0	380–450	32–34	25–35	20–25	35–50	5,0–7,5	15–18

Наплавку деталей с износом до 1 мм в максимально возможной скорости; с износом до 4 мм – на средней скорости; с износом более 4 мм – на средней скорости. При снижении скорости наплавки шаг наплавки следует увеличить.

При больших износах наплавку можно выполнять 2- и 3-слойной.

Рассчитать частоту вращения наплавляемой детали по формуле:

$$N_d = \frac{1000V_n}{\pi D}, \quad (3.2)$$

где V_n – скорость наплавки, м/ч; D – диаметр наплавляемой поверхности, мм.

Установить требуемую частоту вращения детали на установке, используя шкалу или секундомер.

Руководствуясь описанием конструкции установки для наплавки УД-209, подготовить её к работе. Установить рассчитанные и заданные режимы, закрепить деталь в патроне и под руководством учебного мастера произвести пробную наплавку восстанавливаемой поверхности (1–2 оборота).

Ориентируясь по показаниям контрольных приборов, откорректировать напряжение сварочной дуги, расход газа.

Оценить качество формирования валика металла, и при необходимости, на основании рекомендаций по влиянию режимов, уточнить режимы наплавки.

Наплавить поверхность на заданную длину.

По результатам экспериментов заполнить табл. 3.4.

Таблица 3.4

Расчетные и выбранные режимы наплавки

Деталь	Износ, мм	Диаметр, мм	Толщина слоя	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, мм/мин	Зенит электродов, мм	Вылет электрода, мм	Шаг наплавки, мм	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

3.4. Контрольные вопросы

1. Сущность способа наплавки в среде углекислого газа.
2. Для чего необходим углекислый газ при наплавке?
3. Какие детали можно восстановить способом наплавки в среде углекислого газа?
4. Какова толщина получаемого слоя за один проход?
5. Для чего необходимо смещение электрода от зенита?
6. Как влияет напряжение и сила тока на образование дуги?

Работа 4.

ЭЛЕКТРОИСКРОВАЯ (ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ) ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

4.1. Цель работы

Целью выполняемой работы является приобретение знаний о физической сущности процесса электроэрозионной обработки и приобретения практических навыков упрочнения и наращивания изношенных деталей.

Кроме того, необходимо:

- знать область применения и основные достоинства и недостатки метода;
- изучить применяемое оборудование, оснастку и приспособления.

4.2. Оснащение рабочего места

Установка ЭФИ-электром – ЮМ.

Восстанавливаемые детали.

Микрометр 0–50.

Электрод (чугунный, стальной или др.).

Диэлектрический коврик.

Светозащитные очки.

4.3. Общие сведения о процессе электроискровой обработки

Сущность электроискрового (электроэрозионного) способа обработки деталей машин заключается в использовании разрушающего действия электрических искровых разрядных импульсов между электродами. Такая обработка возможна в жидкой и газообразных средах. Для этой цели применяются установки, работающие в двух вариантах:

- размерной обработки (съем металла) поверхности сверление (прошивка), шлифование и др.;
- электроэрозионного наращивания и упрочнения (легирования) деталей машин.

Рассмотрим физическую сущность процесса съема металла в среде жидкого диэлектрика (вода, керосин, масло и т. д.). В этом случае деталь является анодом, а электрод-инструмент – катодом (рис. 4.1).

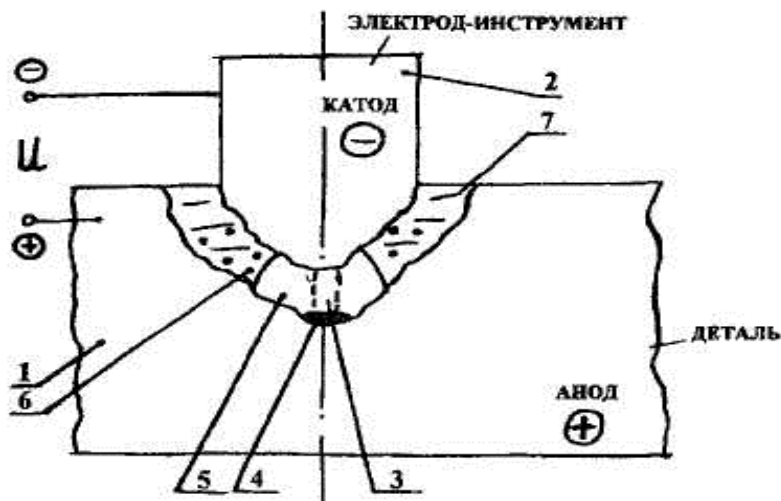


Рис. 4.1. Схема сверления (прошив) отверстия в детали электроискровым (электроэрозионным) способом: 1 – обрабатываемая деталь (анод); 2 – электрод-инструмент (катод); 3 – плазменный канал разряда; 4 – микрообъем поверхности детали – лунка; 5 – газовый пузырь; 6 – продукты эрозионного разрушения детали (материал, выброшенный из лунки 4); 7 – диэлектрическая жидкость; U – напряжение

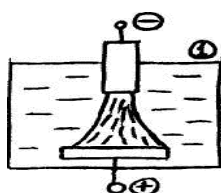
Когда импульсное напряжение (от источника питания) между анодом (1) и катодом (2) достигнет определенной величины, происходит электрический пробой диэлектрической жидкости. В момент пробоя в межэлектродном пространстве (МЭП) поток электронов с катода устремляется к аноду (положительному электроду). Возникает плазменный канал разряда (3). Электроны достигают анода, тормозятся на его микроповерхности (4), выделяя огромное количество тепла. Поверхность анода в микрообъеме разогревается до температуры $(10...15) \cdot 10^3$ °C. В плазменном потоке (3) также выделяется джоулево тепло, что обуславливает поступление импульсных тепловых потоков на анод и катод. Материал детали из микрообъема (4) выбрасывается в МЭП и охлаждается диэлектрической жидкостью. Благодаря выделению джоулевой теплоты канал разряда (плазменный поток) окружается газообразными продуктами распада рабочей среды, формируя газовый пузырь (5). Стенки расширяющегося пузыря выталкивают из МЭП рабочую среду, поток которой увлекает частицы (6) ранее выброшенного материала детали из лунки (4) и выводит их из МЭП.

При захлопывании газового пузыря происходит гидравлический удар по поверхности анода. Так возникает явление электрической эрозии. Схема этого процесса представлена на рис. 4.2.

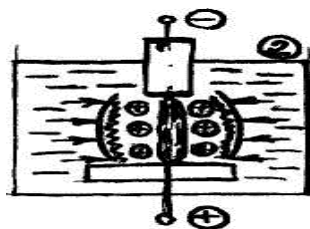
Следует иметь в виду, что все виды электроискровой обработки деталей по способу «съем металла» имеют низкую (в 6 и более раз меньшую) производительность по сравнению с известными способами механической обработки (резание, шлифование).

Этот способ применяется для твердых ($HRC > 50$) и сверхтвердых ($HRC > 60$) материалов (инструментальные стали, металлокерамические пластины резцов, фрез), а также при изготовлении штампов сложной конфигурации, сверление отверстий в корпусе распылителей и др. виды работ.

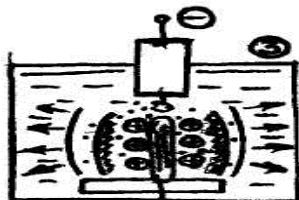
В ремонтном производстве достаточно широкое распространение получило электроискровое (электроэрозионное) наращивание и легирование.



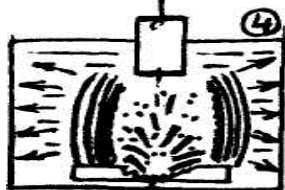
1. Ионизация среды между электродами (формирование канала сквозной проводимости)



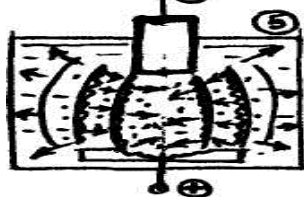
2. Передача энергии через канал сквозной проводимости (поток электронов в форме искрового разряда)



3. Удар электронного луча о металлическую поверхность. Формирование газового пузыря



4. Прекращение искрового разряда; выброс расплавленного, размягченного металла и ионизированного газа рабочей среды



5. Деионизация газового промежутка, охлаждение выброшенного металла, захлопывание газового пузыря, гидравлический удар

Рис. 4.2. Схема прохождения электрического тока через диэлектрическую жидкость: 1, 2, 3, 4, 5 – этапы прохождения искрового разряда (продолжительность всего процесса – одна десятимиллионная секунды)

Если деталь включена в схему в качестве катода, а обрабатывающий инструмент в качестве анода и процесс протекает в газовой среде с вибрацией электрода, то на детали происходит отложение материала анода. Как правило, установки имеют несколько режимов обработки, которые применяются в зависимости от требований, предъявляемых к обработанной поверхности: чистоты, сплошности получаемого покрытия, толщины и пористости нанесенного слоя.

Чем мягче режим обработки, тем меньше энергия импульсов, тем меньше толщина слоя, получаемого в единицу времени на единице поверхности. Чем грубее режим, тем большая порция материала при этом переносится на деталь.

Специфической особенностью способа нанесения покрытий является то, что имеется предел толщины покрытий для каждого из режимов обработки. Характер зависимости толщины слоя от времени покрытия отражен на рис. 4.3, где представлен привес катода γ за время обработки в минутах. Из графика видно, что излишнее время обработки на грубых режимах приводит не к нанесению нового слоя, а к разрушению исходной поверхности.

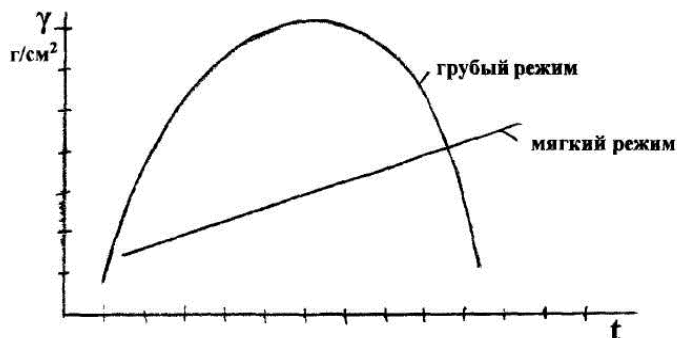


Рис. 4.3. Зависимость толщины наносимого слоя от времени обработки

Механизм переноса материала в этом случае аналогичен выше приведенному и отличается тем, что меняется полярность и отсутствует жидкая диэлектрическая среда.

Схема процесса переноса металла с анода на катод под действием импульсов электрического тока показана на рис. 4.4.

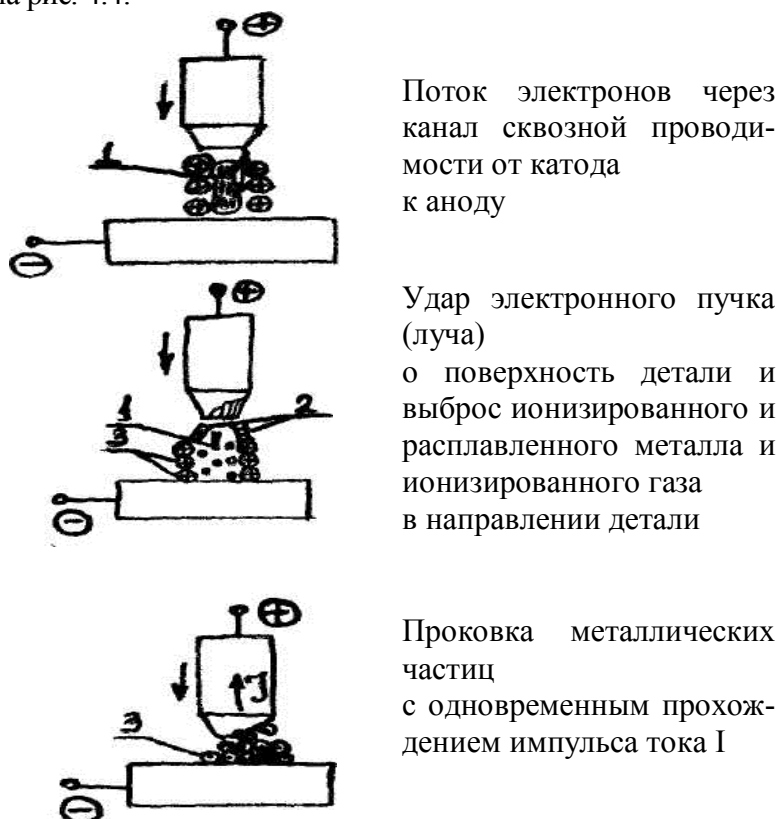


Рис. 4.4. Схема электроискрового (электроэрозионного) нанесения покрытий на деталь: 1 – поток электронов; 2 – ионизированный и расплавленный металл; 3 – частички размягченного металла

При сближении электродов напряженность электрического поля увеличивается и при достижении определенного значения вызывает электрический разряд между ними. Через образовавшийся канал сквозной проводимости пучок электронов форсированно ударяется о твердую металлическую поверхность анода. И в этот момент от анода отделяется капля расплавленного металла, которая устремляется по направлению к катоду под действием разности потенциалов между электродами и электромагнитных сил канала сквозной проводимости. В момент последующего разрыва цепи тока исчезают сжимающие усилия электромагнитного поля – и частицы расплавленного металла летят широким фронтом, прилипая и частично внедряясь в поверхность катода. Через мгновение система вновь успевает накопить энергию и в момент замыкания электродов, сквозь раскаленные частицы, лежащие на поверхности катода, проходит следующий импульс тока, сопровождающийся механическим ударом движущейся массы электрода - анода. Этот импульс тока сваривает частицы между собой и прогревает тонкий слой поверхности катода. При этом происходит диффузия легирующих элементов в толщину катода, а также протекают хи-

мические реакции между этими частицами и материалом катода. После этого анод начинает движение вверх и на катоде остаётся слой металла, прочно соединившийся с поверхностью изделия. Так повторяется множество циклов, в течение которых происходят электрический разряд, короткое замыкание и холостой ход.

Во время электроискрового разряда на деталь через контакт проходит мощный импульс тока (до 10^5 – 10^6 А/мм²), а температура искрового разряда достигает порядка 10...15 тыс. градусов. Присутствие в зоне высоких температур азота воздуха и различных веществ, входящих в состав электрода - инструмента (например: титана, кобальта, углерода и так далее), вызывает на поверхности и в подповерхностном слоях (до 0,8 мм) металла образование соответствующих легирующих соединений. Таким образом, при осуществлении электроискрового процесса возможно вводить в поверхность обрабатываемого изделия химические элементы, входящие в состав электрода и окружающей среды.

Высокие твёрдость и износостойкость поверхностного слоя металла объясняются следующими явлениями:

- взаимодействием металла изделия с азотом воздуха и образованием нитридов железа.
- диффузией легирующих элементов, содержащихся в упрочняющем электроде, в нанесенный поверхностный и в подповерхностные слои изделия.
- местной закалкой, возникающей в условиях быстрого нагрева и очень больших скоростей охлаждения.
- многократным отпусканием многих закаленных участков поверхности за счет тепла, выделяющегося при последующих импульсных разрядах.
- сварочными явлениями частиц материала упрочняющего электрода на изделия (проковка нанесенного и подповерхностного слоя).

Итак, электроискровая обработка металлической поверхности при наличии в межэлектродном пространстве газовой среды, может быть использована в самых разнообразных целях, для увеличения износостойкости и твердости поверхностных слоев металла, для диффузионного легирования поверхностей, для увеличения размеров изделия и, наконец, для маркировки и росписи.

Усталостная прочность после электроискровой обработки уменьшается на 10–20 % вследствие возникновения растягивающих напряжений в зоне сплавления нанесенного слоя с металлом детали и увеличения поверхностной шероховатости.

Детали, покрытые твердым сплавом Т15К6, противодействуют кавитационному разрушению в струе воды в 4–6 раз лучше, чем обычные.

Наращивание и легирование поверхностей деталей можно выполнять ручным и механическими способами. В последнем случае, кроме электроэрозионного оборудования, необходим токарный станок с редуктором для понижения частоты вращения, упрочняющая полуавтоматическая головка, устанавливаемая на суппорте станка, и пульт управления. В ремонтном производстве этот способ применяется для восстановления неподвижных посадок, упрочнения торцов стержней клапанов, бойков коромысел.

Режущий инструмент из быстрорежущей стали и рабочих органов с/х машин также целесообразно подвергать электроискровому упрочнению, увеличивая износостойкость в 1,5–3 раза (резцы, фрезы, развертки, сверла, сегменты, ножи для стрижки овец и т. д.). При этом поверхность будет иметь поры, мелкие раковины. После обработки сплошность поверхности составит 35–90 %, 35 % для грубых, 90 % для мягких режимов.

Основным преимуществом электроискрового способа упрочнения металлических поверхностей, по сравнению с существующими способами нанесения, является следующее: нанесенный слой имеет высокую микротвердость, прочную связь с основным металлом, большую износостойкость. Установка проста по конструкции и потребляет малую мощность (0,3–1,2 кВт).

Недостатками электроискрового упрочнения являются: малая глубина и толщина упрочненного слоя, низкая производительность. Толщина нанесенного слоя от 0,05 мм (мягкий режим) до 0,35 мм (грубый режим).

4.4. Устройство и работа оборудования

После ознакомления с установкой для электроискрового (электроэрозионного) наращивания и технологией обработки детали, а так же с особенностями процесса выбора электродов и техникой безопасности, можно приступать к выполнению лабораторной работы.

Установка ЭФИ-ЭЛЕКТРОМ-10М

Электроискровая установка ЭФИ-ЭЛЕКТРОМ-10М предназначена для изменения физико-химических свойств металлических поверхностей и их наращивания. Действие ее основано на способности полярных электрических импульсов вводить в обрабатываемую поверхность различные легирующие элементы или наносить на неё слой некоторых металлов.

В описываемой установке имеется 6 режимов обработки, предназначенных для осуществления как грубых, так и мягких режимов.

Установка (рис. 4.5) состоит из силовой части, смонтированной в корпусе 1 внешней цепи рабочего контура, вибратора 2 и контактной пластины 3. На лицевой панели размещены следующие элементы установки: вольтметр 7 переменного тока на 250В; держатель 3; предохранитель на 5А; сигнальная лампа 9, заключенная в сетку; тумблер 10 для включения установки в сеть; ручка 11 переключателя режимов; табличка 12 с указанием режимов обработки; клемма 13 для подключения токопровода к обрабатываемому изделию; клеммы 14, 15 для подключения вибратора; амперметр 16 постоянного тока на 5А; тумблер 17 переключения вибратора.

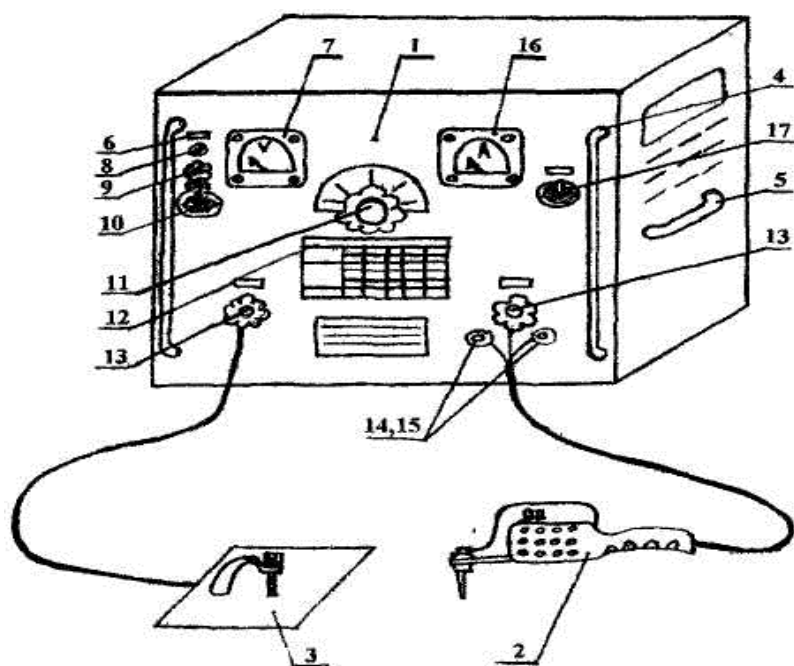


Рис. 4.5. Общий вид установки ЭФИ-ЭЛЕКТРОМ-10М: 1 – корпус; 2 – вибратор; 3 – контактная пластина (держатель); 4, 5 – ручки для транспортирования и перемещения установки на рабочем месте; 6 – вид питающего тока; 7 – вольтметр; 8 – предохранитель; 9 – сигнальная лампа; 10 – тумблер для включения установки в сеть; 11 – ручка переключения режимов; 12 – табличка с указанием режимов; 13 – клеммы для подключения токопроводов к вибратору и обрабатываемой детали; 14, 15 – клеммы для подключения вибратора; 16 – амперметр; 17 – тумблер для включения вибратора

Выбор электрических режимов

При выборе электрических режимов необходимо руководствоваться характером упрочняемого изделия и его назначением. Если изделие имеет тонкое лезвие, обладающее малой массой, и не обеспечивает быстрый отвод тепла из отдельных зон обработки, то требуется только мягкий или средний режимы.

Если изделие имеет большую массу, а шероховатость нанесенного слоя не имеет существенного значения и требуется увеличить размер, то применяют грубые режимы.

4.5. Порядок выполнения работы

Подготовить изделие к упрочнению очистить от загрязнении (масла, окалины, окислов и так далее), закрепить на контактной пластине.

Подобрать материал упрочняющего электрода и прочно закрепить его в электродержателе.

Назначить режим упрочнения.

Подключить клеммы вибратора к контактной пластине.

Проверить плотность контактных соединений.

Включить установку в сеть с помощью двухпроводного шнура с вилкой.

Включить тумблер включения установки в сеть, при этом должна загораться сигнальная лампа.

Включить тумблер включения вибратора.

Проверить работу вибратора. Для этой цели прижать электрод вибратора к контактной пластине и по показанию амперметра убедиться, что через электроды протекает ток короткого замыкания, соответствующий указанным в таблице режимам обработки. Затем, несколько ослабив, и этим дав возможность вибрировать якорю, убедиться, что рабочий ток находится в пределах, указанных в той же табличке для этого режима. Если рабочий ток не соответствует указанному в таблице, то регулируют вибрацию и устанавливают необходимое значение рабочего тока.

Надеть защитные очки и начать обработку изделия. При обработке электрод перемещать по поверхности с небольшой скоростью 2—3 см/с, якорь должен четко вибрировать, не изменять силу, с которой электрод давит на изделие. Не допускать многократных проходов по одному и тому же месту (для грубых режимов). При упрочнении на 5 и 6 режимах необходимы перерывы через 0,5 мин, работы для охлаждения электрода.

На предложенной детали, подлежащей восстановлению, определить площадь восстановления, затем по формуле определить длительность электроискрового упрочнения:

$$T = F\tau, \quad (4.1)$$

где T – время упрочнения, с; F – площадь упрочнения, мм²; τ – удельная длительность упрочнения, с/мм², $\tau = 3...6$ с/мм² для упрочнения режущего инструмента; $\tau = 0,3...1,0$ с/мм² для упрочнения деталей машин; минимальные значения τ для мягких режимов, максимальные – для грубых (5 и 6).

- После окончания упрочнения включить установку и разрядить емкость, прикоснувшись электродом, зажатым в вибраторе, к обрабатываемому изделию. Открепить и снять упрочняемое изделие.

Провести внешний осмотр упрочняемой детали для выявления пропусков, прижогов оплавлений. Контроль осуществляется через лупу 5–10-кратного увеличения.

Измерить диаметр или толщину упрочняемой детали с целью выявить увеличение этих размеров.

На твердомере провести замер твердости, полученный результат сравнить с требованиями технических условий на твердость новой детали.

4.6. Контрольные вопросы

1. Какой знак полярности (+ или –) имеет деталь при нанесении слоя материалов электрода и почему?

2. Когда и какие применяются диэлектрические жидкости?

3. Чем объясняется высокая твердость и износостойкость поверхностного слоя металла после электроискровой обработки?

4. Как производится выбор электрода?
5. Какие детали подвергаются электроискровой обработке?
6. Как проводят электроискровое наращивание?
7. Расскажите об установке ЭФИ-ЭЛЕКТРОМ-10М.
8. В чем физическая сущность процесса электроискровой обработки деталей?

Работа 5.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

5.1. Цель работы

Ознакомиться с методикой, технологией, оборудованием и приспособлениями, применяемыми при восстановлении и упрочнении деталей методами пластической деформации, выполнить упрочнение детали и оценить качество.

5.2. Оснащение рабочего места

Токарно-винторезный станок 1А62.
Приспособление для накатки пружин.
Обкатник универсальный однороликовый 70-2900-3434/01.
Твердомер (измерение твёрдости по Бринеллю) ТШ-2.
Оптический микроскоп МПБ-2.
Микротвердомер ПМТ-3М.
Приспособление КИ-040 для проверки упругости пружин.
Образцы шероховатости поверхности (набор №3 ГОСТ 9378-85).
Приспособление для обработки пластическим деформированием.
Детали для обработки.

5.3. Общие сведения по обработке деталей давлением

Этот метод нашёл широкое применение в ремонтном производстве и может быть разделён на два вида:

- объёмное пластическое деформирование (ОПД);
- поверхностное пластическое деформирование (ППД).

В общем случае пластической деформацией металлов называется изменение формы металлического тела под действием механической нагрузки, которое не сопровождается разрушением тела и не исчезает после снятия нагрузки.

Форма и размеры некоторых деталей и пластические свойства материалов, из которых они изготовлены, позволяют использовать отдельные запасы металла для восстановления их методом пластической деформации.

Пластическая деформация (давление) при восстановлении деталей осуществляется различными способами: осадкой, правкой, раздачей, обжатием (ОПД).

Способом пластической деформации можно восстанавливать детали как в холодном, так и в горячем состоянии.

При обработке давлением холодным способом необходимо прилагать значительные внешние нагрузки. У деформированных слоев металла при этом изменяются физико-механические свойства: снижается вязкость, увеличивается предел текучести, повышается твёрдость в результате наклёпа (нагартовки), искажается кристаллическая решетка.

При нагреве наклёпанного металла до температуры 450...600 °С (для стали) происходит восстановление искажений кристаллической решётки. Прочность и твёрдость наклёпанного металла при этом частично снижается, а пластичность повышается. Процесс изменения структур в результате нагрева металла после холодной пластической деформации называется рекристаллизацией. Следует помнить, что удовлетворительно воспринимают ОПД в холодную все детали из цветных металлов и стали с твёрдостью НРС 20–30. Для остальных деталей, прошедших закалку на мартенсит или химико-термическую обработку перед ОПД, назначается термообработка, обеспечивающая пластичность упрочнённых поверхностей.

При горячем способе восстановления детали нагревают до температуры, равной 0,8–0,9 температуры плавления. При этом усилие на деформирование снижается, а пластическая деформация происходит вследствие сдвига целых зёрен металла. Изменяются структура и механические свойства металла.

Большое распространение получили виды поверхностной пластической деформации (ПОД), изменяющие шероховатость и физико-механические свойства только поверхностного слоя детали. К ним относятся: дорнование, обкатка и накатка роликами и шариками, ударно-вибрационные виды обработки, обдувка поверхностей дробью и т. д.

Наиболее широкое применение в практике получила поверхностная обработка (обкатывание и раскатывание) шариком и роликом.

Сущность поверхностной обработки заключается в том, что под давлением деформирующего инструмента выступающие микронеровности пластически деформируются (сминаются), заполняя впадины микропрофиля обрабатываемой поверхности. Этим методом можно получить чистоту обрабатываемой поверхности до 0,18, при этом повышается твёрдость и прочность верхнего слоя металла (рис. 5.1). Хорошо обрабатываются все сырые стали, чугуны, алюминий, бронза, латунь и другие металлы.

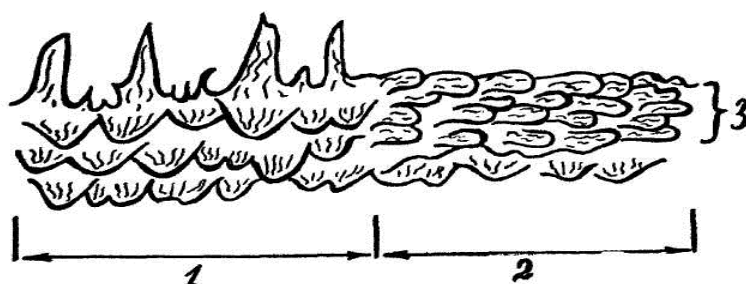


Рис. 5.1. Шероховатость поверхности детали до и после обкатки роликом (шариком): 1 – поверхность детали до обработки роликом (шариком); 2 – поверхность детали после обработки роликом (шариком); 3 – зона наклепа

В качестве рабочих элементов применяются стандартные ролики и шарики, выпускаемые подшипниковыми заводами, или специально изготавливаемые ролики различной формы и размеров, дорны и т. д.

Зона наклепа по толщине, в зависимости от усилия на ролике (шарике), варьирует в интервале 0,5–2,2 мм. Кроме повышения твёрдости поверхности, в зоне наклепа формируются остаточные сжимающие напряжения. Последнее существенно (на 30–80 %) повышает усталостную прочность деталей. Поэтому рекомендуется после наплавки и шлифовки коленчатых валов подвергать обработке шариком (роликом) его галтели шеек.

Количество проходов по поверхности роликом не должно превышать для стали 3–4, для чугуна – 2–3 (рис. 5.2). При увеличении числа проходов шарика (ролика) подповерхностный слой детали получает перенаклёп. Формирующиеся сжимающие напряжения в перенаклёпанном слое и приложенные от индентора (ролика, шарика) силы превысят предел прочности материала детали. Это приведёт к «шелушению» обрабатываемой поверхности, т. к. формируются микрообъёмные разрушения и отслоение в перенаклёпанном слое.

Из рис. 5.2 следует: чем выше хрупкость материала, тем меньше число проходов.

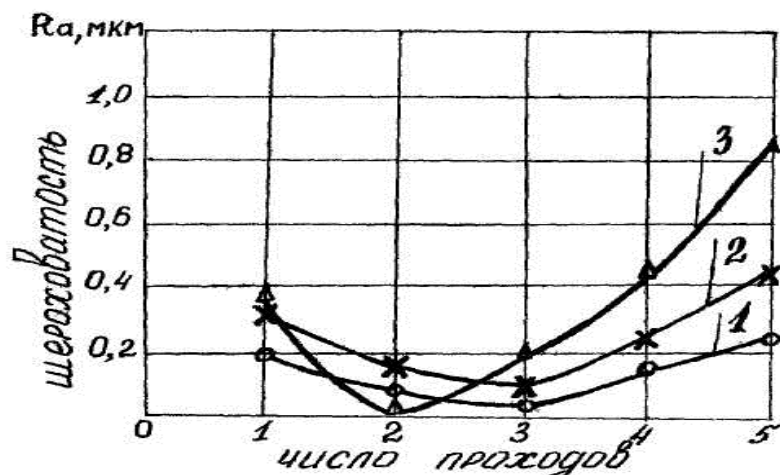


Рис. 5.2. Изменение шероховатости поверхности в зависимости от числа проходов: 1 – сталь 30; 2 – сталь 45; 3 – чугун СЧ 18; исходная шероховатость стали 1,46 мкм, чугуна – 1,55 мкм

Шероховатость поверхности обрабатываемой детали существенно зависит от подачи инструмента.

На рис. 5.3 представлены экспериментальные данные параметра шероховатости в зависимости от подачи инструмента.

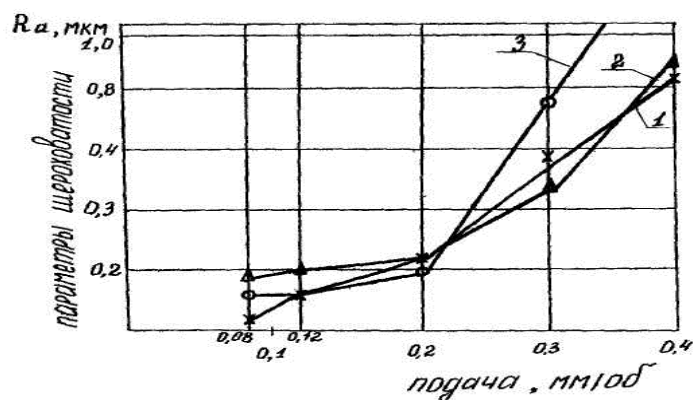


Рис. 5.3. Изменение шероховатости поверхности детали в зависимости от подачи инструмента: 1 – сталь 45; 2 – сталь 30; 3 – чугун СЧ 18; исходная шероховатость стали 0,27 мкм, чугуна – 0,32 мкм

Из рис. 5.3 следует, что для получения качественной поверхности по шероховатости необходимо выбирать возможно меньшие значения подачи инструмента. Последнее определяется возможностью применяемого оборудования.

В настоящее время разработано большое количество способов, устройств и инструментов для осуществления ППД. Широкое применение в ремонтном производстве нашли следующие способы.

Дробеструйная обработка. Сущность этого вида обработки заключается в том, что упрочняемая деталь подвергается действию потока дроби. Она обеспечивает неглубокую пластическую деформацию (до 0,5–0,7 мм) и применяется для обработки поверхностей небольших деталей сложной формы, а также деталей малой жёсткости типа пружин, ресор и др. Используется преимущественно стальная дробь (реже литая чугунная) диаметром 0,8–2 мм. При обработке цветных сплавов рекомендуется применять алюминиевую или стеклянную дробь. Это позволяет избежать процесса электрохимической коррозии от внедрения частиц стальной или чугунной дроби в обрабатываемую поверхность. Дробеструйная обработка повышает усталостную прочность на 20–45 %. Скорость подачи дроби зависит от материала дроби: стальная – до 70–90 м/с, чугунная – до 50–60 м/с, стеклянная и алюминиевая – до 35–40 м/с.

Режим обработки устанавливается экспериментально, поверхность детали приобретает некоторую шероховатость и последующей обработке не подвергается.

Дорнование. В процессе дорнования шарик или дорн протягивается или продавливается через отверстие, диаметр которого несколько меньше диаметра инструмента. В результате диаметр отверстия увеличивается под действием пластических деформаций, поверхностный слой металла в отверстии упрочняется, а шероховатость уменьшается.

Дорнование может проводиться дорнами различной конструкции (рис. 5.4). Дорны, как и др. инструмент, предназначенный для ППД, изготавливаются из высокоуглеродистой стали У10А, У12А, легированной ХГВ, ШХ15, Х12Ф и ХВ5, быстрорежущей стали Р18 и из твёрдых сплавов ВК8; ВК10; ВК15.

Основным технологическим параметром процесса является натяг:

$$N = D_{\text{и}} - D_0, \quad (5.1)$$

где $D_{\text{и}}$, D_0 – диаметр инструмента и отверстия соответственно.

Дорнование проводится, как правило, под прессом со скоростью дорна 1–10 м/мин. Обработка отверстия дорнованием обеспечивает шероховатость поверхности 0,080–0,050 мкм. За счет выполнения операций дорнования и исключения из технологического процесса операций чистового развёртывания, хонингования и термической обработки производительность труда повышается на 30 %.

Режимы дорнования устанавливаются опытным путём.

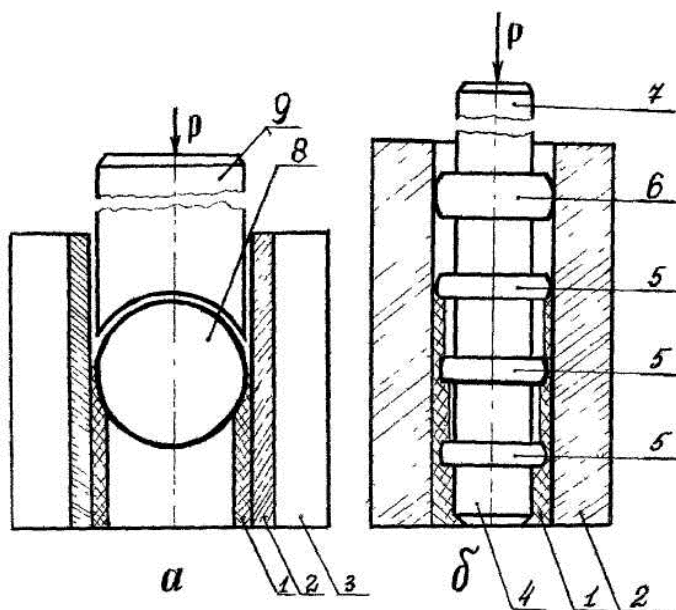


Рис. 5.4. Схема дорнования детали шариком и дорном: а – дорнование шариком; б – дорнование трехпоясковым с направляющей (многозубый с направлением) дорном; 1 – область пластического деформирования металла детали; 2 – деталь; 3 – обойма; 4 – направляющая дорна; 5 – деформирующие пояски; 6 – калибрующий пояс дорна; 7 – дорн; 8 – шарик; 9 – пуансон (наставка)

Выглаживание. При этом методе ГД1Д в качестве деформирующего элемента применяется алмаз, эльбор, синтетический корунд (рубин, лейкоципфир), обладающее очень высокой твёрдостью, низким коэффициентом трения и малой шероховатостью ($R_a = 0,02–0,04$ мкм).

Выглаживание производится в условиях трения скольжения, что отличает этот процесс от обкатывания. Благодаря малым радиусам рабочей части инструмента $r = 0,75–3,6$ мм при небольших нагрузках (50–300 Н) в результате создания на контактной площадке вы-

соких давлений, можно обрабатывать маложёсткие детали из мягких и закалённых сталей и сплавов.

Выглаживание чаще всего производят со скоростью 0,5–3,5 м/с (30–200 м/мин) и подачей 0,02–0,1 мм/об.

Выглаживать можно все виды сталей, бронзы, латуни, сплавы алюминия. Титан, цирконий и их сплавы налипают на инструмент.

5.4. Порядок выполнения работы

Закрепить в резцедержателе токарного станка роликовую оправку.

Провести замеры диаметра, твёрдости деталей и её шероховатости.

Установить и закрепить в патроне токарного станка деталь, а затем подпереть центром задней бабки.

Подсчитать нужное число оборотов шпинделя исходя из данных, рекомендуемых скоростей (м/мин): для стали 10–25; латуни – 45; бронзы – 30–50; алюминия – 90.

Подставляя данные в формулу $n = 318 \frac{V}{d}$, получим нужное число оборотов шпинделя токарного станка.

Провести ориентировочный выбор величины давления на ролик в зависимости от диаметра обкатываемого изделия (стальные изделия средней твёрдости):

$$P = A + B - D^2, \quad (5.2)$$

где P – давление ролика; $A = 50$ кг; $B = 1/6$; D – диаметр обкатываемого изделия, мм.

При обкатке роликами деталей машин с целью повышения износостойкости ориентировочное значение давления на ролик может быть найдено по той же зависимости, только величину коэффициента B следует принимать $B = 1/12$.

Рукояткой суппорта подвести роликовую оправку к детали и создать соответствующее усилие на конце ролика по тарированной пружине роликовой оправки.

Включить станок.

Включить механическую подачу (0,12–0,2 мм) перемещения роликовой оправки вдоль оси детали.

Обильно смочить ролик и деталь дизельным топливом.

Включить муфту сцепления токарного станка.

Выполнить от двух до четырёх проходов роликом (причём после каждого прохода замерять твёрдость).

Остановить станок.

Снять деталь.

Провести замер детали микрометром.

Определить чистоту поверхности.

Построить график изменения твёрдости от числа проходов.

Технические условия на восстановление детали (методом пластической деформации)

Обкатанная поверхность детали не должна иметь отдельных наплывов (волнистости), рисок, забоин, шелушения поверхности.

Обкатанная поверхность детали должна иметь 2,5–0,32 мкм шероховатость поверхности (6–9-й класс чистоты поверхности).

Обкатанная поверхность детали должна иметь повышенную износостойкость и жёсткость до заданной величины.

5.5. Контрольные вопросы

1. Какие виды обработки давлением применяют при восстановлении изношенных деталей?

2. Какие изменения происходят на поверхности детали при обкатке роликом (шариком). Чем определяется выбор количества проходов?

3. Какие методы ППД применяются при упрочнении деталей сложной формы и малой жёсткости?
4. Что такое дорнование и выглаживание?
5. Какое оборудование применяется при упрочнении деталей методом ППД?
6. Где на детали формируется наклёпанный (нагартованный) слой? Какие остаточные напряжения по знаку формируются в наклёпанном слое?

Работа 6.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

6.1. Цель работы

Ознакомление студентов с восстановлением изношенных деталей электролитическими покрытиями на примере хромирования.

Закрепление теоретических знаний о физической сущности и особенностях происходящих явлений при восстановлении деталей электролитическими покрытиями.

Освоение технологического процесса, и оборудования, используемого при электролитических покрытиях.

Проведение сравнительных исследований по определению качества покрытий, получаемых при разных составах электролитов и на различных режимах.

В результате выполнения работы студент должен знать оборудование, инструменты и приспособления, используемые при электролитических покрытиях, методы контроля электролитов, получить практические навыки в выполнении операций технологического процесса восстановления деталей хромированием.

6.2. Оснащение рабочего места

На рабочем месте должно быть следующее оборудование и инструменты.

Установка (или ванны) для электролитического наращивания деталей марки ОГ-1349А.

Ванны для электролитического обезжиривания, для химического обезжиривания в щелочных растворах, для промывки деталей горячей и холодной водой.

Бак с венской известью или отработанным карбидом кальция.

Источник постоянного тока выпрямительный агрегат ВАС-600/300 или выпрямитель с автотрансформатором или генератор.

Приборы и автоматические устройства к ваннам.

Сушильный шкаф с автоматическим регулированием температуры.

Верстак слесарный с тисками.

Подвески для деталей, ареометр со шкалой 1–1,4.

Термометр (до 100 °С).

Ключи гаечные, детали и образцы, кисти, шкурка наждачная, часы, весы, лупа.

Микрометры с пределами измерения 0–25, 25–50 мм с точностью измерения 0,01 мм.

Штангенциркуль с точностью измерения 0,05 мм.

6.3. Общие положения

6.3.1. Общие сведения об электролитических покрытиях

Ремонт деталей машин электролитическим наращиванием позволяет:

- 1) наносить равномерные по толщине покрытия по всей наращиваемой поверхности;
- 2) получать покрытия с различной твердостью ($1000\text{--}12000\text{ МН/м}^2$) и износостойкостью;
- 3) не изменять структуры материала деталей в процессе их ремонта;
- 4) одновременно ремонтировать достаточно большое количество деталей, что значительно снижает производственные затраты на каждое изделие;

5) автоматизировать процесс, что гарантирует получение высококачественных покрытий требуемой толщины и с заданными механическими свойствами.

Наибольшее распространение в ремонтном производстве получили процессы электролитического наращивания хрома, железа, никеля, меди и цинка. В ряде случаев применяется технология нанесения электролитическим путем некоторых износостойких сплавов.

Процесс электролитического осаждения любого металла подчиняется законам Фарадея:

1) количество выделившегося при электролизе вещества прямо пропорционально силе тока и времени его прохождения;

2) количество масс различных веществ, образовавшихся на электродах при действии одного и того же количества электричества, пропорционально их эквивалентным массам. Эквивалентная масса представляет собой атомный вес элемента или молекулярный вес вещества, деленный на валентность. Эквивалентная масса, выраженная в граммах, называется грамм-эквивалентом. Чтобы выделить 1 г-экв. любого вещества, необходимо пропустить через электролит 26,8 А·ч или 96494 кулона электричества (константа Фарадея). Если разделить эквивалентную массу любого металла на 26,8, то получим число граммов данного металла, выделившегося на катоде или растворяющегося на аноде при пропускании через электролит 1 А·ч. Это число называется электрохимическим эквивалентом данного металла (табл. 6.1).

В соответствии с изложенным оба закона Фарадея могут быть выражены следующей зависимостью:

$$Q_T = \varepsilon It, \quad (6.1)$$

где Q_T – теоретическое количество вещества, выделяющегося при электролизе, г; ε – электрохимический эквивалент, г/А·ч; I – сила тока, А; t – время электролиза, ч.

На катоде при электролизе часто протекают два или несколько электрохимических процессов. При электроосаждении металлов, стоящих в ряду напряжений (см. табл. 6.1) выше водорода, одновременно с ними происходит выделение водорода, который в большинстве случаев ухудшает качество покрытий, придавая им хрупкость, и всегда увеличивает продолжительность электролиза, так как часть электричества расходуется на его выделение.

Таблица 6.1

Электрохимические эквиваленты и другие характеристики некоторых металлов

Наименование металла	Химическое обозначение	Атомная масса	Валентность	Эквивалентная масса	Электрохимический эквивалент, г/А·ч	Нормальный потенциал, В	Удельная масса, г/см ³
Цинк	Zn ⁺⁺	65,37	2	32,69	1,220	–0,76	7,0
Хром	Cr ⁺⁺⁺	51,996	3	17,34	0,647	–0,71	6,5
Железо	Fe ⁺⁺	55,85	2	27,94	1,042	–0,44	7,8
Железо	Fe ⁺⁺⁺	55,85	3	18,61	0,694	–0,036	–
Кадмий	Cd ⁺⁺	112,41	2	59,20	2,097	–0,40	8,64
Кобальт	Co ⁺⁺	58,94	2	29,47	0,733	–0,27	8,8
Никель	Ni ⁺⁺	58,69	2	29,35	1,095	–0,23	8,8
Олово	Sn ⁺⁺	118,70	2	59,35	2,214	–0,14	7,3
Свинец	Pb ⁺⁺	207,21	2	103,60	3,865	–0,126	11,4
Водород	H ⁺	1,008	1	1,008	0,0376	0,00	–
Медь	Cu ⁺⁺	63,57	2	31,78	1,186	+0,34	8,9

Медь	Cu+	63,57	1	63,57	2,372	+0,652	8,9
Серебро	Ag+	107,88	1	107,88	4,027	+0,799	10,5
Золото	AU+++	197,20	3	65,73	2,452	+1,42	19,3
Золото	Au+	197,20	1	197,20	7,357	+1,50	19,3

При электролитическом осаждении металлов необходимо знать количество электричества, израсходованного на этот процесс. С этой целью введено понятие «выход по току», или коэффициент использования тока η , определяемый отношением количества вещества, фактически полученного при электролизе Q_{ϕ} , к его теоретическому количеству Q_t , рассчитанному по закону Фарадея:

$$\eta = Q_{\phi} / Q_t . \quad (6.2)$$

Например при хромировании $\eta = 10\text{--}18\%$, а при железнении $\eta = 85\text{--}95\%$.

Используя закон Фарадея, можно найти среднюю толщину слоя металла, осажденного на катоде, в зависимости от плотности тока и времени электролиза:

$$h = \frac{\varepsilon D_k t \eta}{1000 \gamma} , \quad (6.3)$$

где D_k — катодная плотность тока, А/дм²; γ — удельная масса, г/см³; h — средняя толщина слоя, мм.

Это соотношение позволяет также определить время электролиза t , ч, необходимое для получения покрытия заданной толщины:

$$t = \frac{1000 \gamma h}{\varepsilon D_k \eta} . \quad (6.4)$$

В стационарных условиях металл, погруженный в электролит, стремится перейти в раствор с образованием соответствующих ионов. При этом металл по отношению к раствору заряжается отрицательно.

Величина возникающего потенциала, зависит от концентрации ионов металла в электролите. Поэтому для сравнения электродных потенциалов разных металлов принято определять их для растворов, в которых содержится один грамм-ион соответствующих ионов. Такие электродные потенциалы называются нормальными.

Потенциалы, возникающие на электродах при их нахождении в электролитах различного состава, называются стационарными (равновесными).

Пропускание электрического тока через электролит, как правило, сдвигает равновесный потенциал в более отрицательную область. Потенциал, при котором происходит выделение металла на катоде, называется катодным потенциалом. Соответственно потенциал, при котором происходит растворение металла на аноде или выделение газа на нем — анодным потенциалом.

6.3.2. Технологический процесс хромирования

К технологическому процессу восстановления изношенных деталей гальваническими покрытиями предъявляются следующие требования: процесс должен обеспечивать получение на деталях износостойкого покрытия, которое должно быть надежно сцеплено с металлом детали. Высокая прочность сцепления покрытия с деталью обеспечивается правильно выбранными условиями подготовки поверхности детали, износостойкость — правильным выбором режима электролиза.

Технологический процесс нанесения покрытий на детали состоит из следующих операций, расположенных в порядке их выполнения:

1. Очистки от загрязнения и масла.
2. Механической обработки и очистки деталей.
3. Промывки деталей в органическом растворителе.
4. Сборки деталей на подвесные приспособления.
5. Изоляции участков деталей, не подлежащих покрытию.
6. Обезжиривания (химического или электрохимического).
7. Промывки горячей водой.
8. Промывки холодной проточной водой.
9. Анодного травления или декапирования.
10. Промывки холодной проточной водой.
11. Нанесения покрытия (хромирование, железнение, никелирование, цинкование).
12. Промывки горячей водой при 80...90 °С.
13. Нейтрализации в 10-процентном растворе щелочи.
14. Снятие деталей с подвесных приспособлений и снятие изоляции.
15. Сушки деталей.
16. Термической обработки (для хромирования, железнения, химического никелирования).
17. Механической обработки.

Указанный порядок может несколько изменяться в зависимости от конструкции детали и подвесных приспособлений.

Техника выполнения основных операций приведена ниже.

Очистка деталей. Детали, загрязненные маслом, перед механической обработкой кипятят в 10-процентном растворе каустической соды в течение 10–15 минут, а затем промывают горячей водой. Детали, имеющие ржавчину на поверхностях, травят в растворе серной или соляной кислоты с последующей промывкой и сушкой.

Механическая обработка. Механическая обработка перед покрытиями производится с целью придания детали правильной геометрической формы или же с целью получения нужной чистоты поверхности и блеска. Для устранения следов износа (овальности, конусности, рисок, задигов) производится шлифование, а иногда полирование. Наружное шлифование производится на специальных круглошлифовальных или бесцентрошлифовальных станках. В качестве абразивов при шлифовальных станках рекомендуются корундовые или электрокорундовые круги твердостью СМ или М зернистостью 40–80. Внутренние поверхности цилиндров, гильз блоков, втулок, обойм подшипников шлифуют на специальных внутришлифовальных станках или на токарных станках, оборудованных суппортно-шлифовальными приспособлениями. При шлифовании чугунных деталей применяются круги твердостью СМ. Скорость вращения круга при шлифовке стальных и чугунных деталей 15–30 м/с; при обработке латуни, бронзы – 14–18 м/с.

Для подготовки деталей под защитно-декоративные покрытия, а также для отделки деталей после покрытия применяют полирование. Полировка – процесс обработки металлических изделий, в результате которого их поверхность становится настолько гладкой и блестящей, что приобретает способность максимально отражать световые лучи, приближаясь к зеркальной. Полировка производится на шлифовальных станках мягкими кругами из полотна, бумаги, фетра, замши или шерсти, на которые наносится полировочная паста. Полировочные пасты имеют сложный состав, в который входят органические кислоты, в частности олеиновая и стеариновая. Для полирования хромовых покрытий применяют пасты, в которых основным компонентом является окись хрома, а для стальных деталей и никелевых покрытий – окись железа. Широкое распространение для полирования получили пасты, разработанные Государственным оптическим институтом (ГОИ). Эти пасты бывают трех видов: грубая, средняя и тонкая.

В последнее время в гальванических цехах находит широкое применение подводное полирование в барабанах. Операцию обработки деталей в барабанах, когда вместе с деталями в барабан загружается фарфор, стальные шарики, опилки, гравий, кукурузные по-

чатки, иногда называют галтовкой. Для ускорения полировки в барабан, наряду с указанными материалами, вводят слабые растворы кислоты или щелочи, мыльную воду и т. д. Состав вводимых материалов зависит от вида обрабатываемых изделий, рода абразива и качества поверхности. Продолжительность полирования колеблется от 0,5 до 10 часов. Барабаны для полировки вращаются со скоростью от 6 до 60 об/мин. Обработка в барабанах применяется также для очистки деталей от загрязнения. Для этой цели барабан на одну треть загружается песком, на 1/3 деталями и вращают в течение 10–15 мин в мыльной воде. Деталь после такой обработки приобретает светлый стальной оттенок и становится слегка шероховатой.

Монтаж деталей на подвески. Детали подвешиваются на катодные штанги на подвесных приспособлениях. Важнейшими требованиями, предъявляемыми к подвескам, являются:

- наличие хорошего контакта с деталью и токопроводящей катодной штангой;
- обеспечение максимальной скорости сборки и разборки при монтаже деталей;
- обеспечение наилучшего использования пространства ванны;
- обеспечение удаления пузырьков водорода, выделяющегося на детали;
- обеспечение равномерности прохождения силовых линий электрического поля через покрываемую поверхность, что достигается правильной центровкой детали по отношению к анодам и применением дополнительных защитных катодов, металлических и неметаллических экранов. Площадь экранирующей поверхности должна быть минимальной. Величина площади и ее форма, обеспечивающие равномерность отложения металла на поверхности покрываемой детали, определяются экспериментальным путем.

Ввиду травящего действия, оказываемого хромовой кислотой на цветные металлы (медь, бронза и т. д.), подвески для хромирования изготавливаются из стали, за исключением частей, находящихся вне электролита, например, верхних контактирующих крючков, которые делаются из меди.

Изоляция мест, не подлежащих покрытию. Неметаллические проводящие поверхности подвесного приспособления, за исключением мест контактов, а также все поверхности детали, не подлежащие покрытию, должны быть надежно изолированы. К изоляционным материалам предъявляются следующие требования:

- материал изоляции должен быть устойчив против действия на него горячих электролитов;
- изоляционный материал не должен растворяться в электролите и засорять его продуктами разложения;
- изоляционный материал должен легко наноситься на деталь перед покрытием и легко удаляться с детали после покрытия;
- он должен быстро высыхать;
- слой изоляции должен быть плотным, беспористым;
- материал изоляции должен быть не дефицитным.

Для изоляции может быть рекомендован состав из цапонлака (раствор киноплёнки в ацетоне) и грунта 138. Предварительно киноплёнку обрабатывают в 5%-м растворе едкого натра, промывают в воде и просушивают. Затем ее растворяют в ацетоне и тщательно смешивают с грунтом 138. В эту жидкость погружают деталь, затем просушивают ее на воздухе и зачищают места, подлежащие наращиванию. После хромирования изоляционную плёнку снимают, и она может быть использована повторно после растворения ее в ацетоне. При наращивании толстых слоев хрома необходимо погружать детали в изоляционную массу три-четыре раза и просушивать их после каждого погружения.

Обезжиривание деталей. По своей природе жировые вещества делятся на омыляемые и неомыляемые. К первой группе относятся растительные и животные жиры. Вторую группу жиров представляют минеральные масла. Удаление неомыляемых жиров производится в органических растворителях - керосине, бензине, дихлорэтане и т. д. Омыляемые жиры удаляют в щелочных растворах. Наличие жиров на покрываемой поверхности препятствует отложению осадков или ухудшает их сцепление с деталью. Так как на детали

могут быть омыляемые и неомыляемые жиры, то ее необходимо обезжиривать как в органических растворителях, так и в специальных щелочных растворах. Обезжиривание в щелочных растворах может быть химическое или электрохимическое.

Выбор способа, составов и режимов обезжиривания зависит от характера загрязнения, природы металла и вида покрытия. Составы и режимы работы при химическом и электрохимическом обезжиривании приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Составы растворов обезжиривания

Материал детали	Состав растворов и режимы работы	
	при химическом обезжиривании	при электрохимическом обезжиривании
Сталь и чугун	Едкий натр 20–30 г/л. Углекислый натрий 50–100 г/л. Жидкое стекло 3–10 г/л. Температура раствора 70...90 °С. Продолжительность обезжиривания 10–30 мин.	Едкий натр 10–20 г/л. Углекислый натрий 25–50 г/л. Жидкое стекло 3–5 г/л. Температура раствора 70...80 °С. Плотность тока 3–10 А/дм ² . Продолжительность обезжиривания: на катоде 3–5 мин; на аноде 1–2 мин.

Наиболее простым способом обезжиривания стальных и чугунных деталей является промывка их в керосине с последующей протиркой кашицей из венской извести. Рекомендуется применять для обезжиривания стиральные порошки.

Качество обезжиривания определяется по степени смачиваемости поверхности водой. Равномерное без разрывов смачивание детали водой возможно только при условии полного удаления жиров.

В качестве анодов при электрохимическом обезжиривании применяют стальные пластинки.

Декапирование деталей. Для обеспечения хорошего сцепления покрытия с основным металлом в подготовительных операциях предусмотрена обязательная операция удаления с поверхности детали окислов. Эта операция носит название декапирование. Удаление окислов с поверхности детали может производиться химическим или электрохимическим способом в специальных растворах кислот и щелочей, либо непосредственно в электролитах для осаждения металла, как это имеет место при хромировании. Для химического декапирования применяется 5–10%-й раствор соляной и серной кислоты. При железнении М.П. Мелков рекомендует анодное декапирование в растворе состава: серная кислота (1,22) с добавкой железного купороса 10–25 г/л; плотность тока 10–30 А/дм². Время декапирования 1–2 мин.

При хромировании процесс декапирования осуществляется чаще всего в той же ванне. Время анодного декапирования 30–60 с. Плотность тока 20–35 А/дм².

Хромирование. После анодного декапирования детали загружают в ванну хромирования при выключенном токе и нагревают их без тока в течение 5–6 мин. Затем дают полный ток согласно режиму хромирования данной детали. Длительность процесса зависит главным образом от толщины осадка и режимов электролиза. Состав электролита и режимы хромирования приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Составы электролитов и режимы хромирования

Компонент и режимы	Номер электролита				
	1	2	3	4	5
Хромовый ангидрид, г/л	120–150	200–250	300–350	225–300	380–420
Серная кислота, г/л	1,2–1,5	2,0–2,5	3,0–3,5	–	–
Сернокислый стронций, г/л	–	–	–	5,5–6,5	–
Кремнефтористый калий, г/л	–	–	–	18–20	–
Углекислый кальций, г/л	–	–	–	–	40–60
Сернокислый кобальт, г/л	–	–	–	–	18–20
Температура электролита, °С	50–65	45–60	40–50	50–65	18–25
Плотность тока, А/дм ²	30–100	20–60	15–30	40–100	100–300
Выход по току, %	15–18	12–14	18–12	18–20	35–10

Изменяя условия электролиза, можно получать различные хромовые покрытия: блестящие, молочные и серые (рис. 6.1).

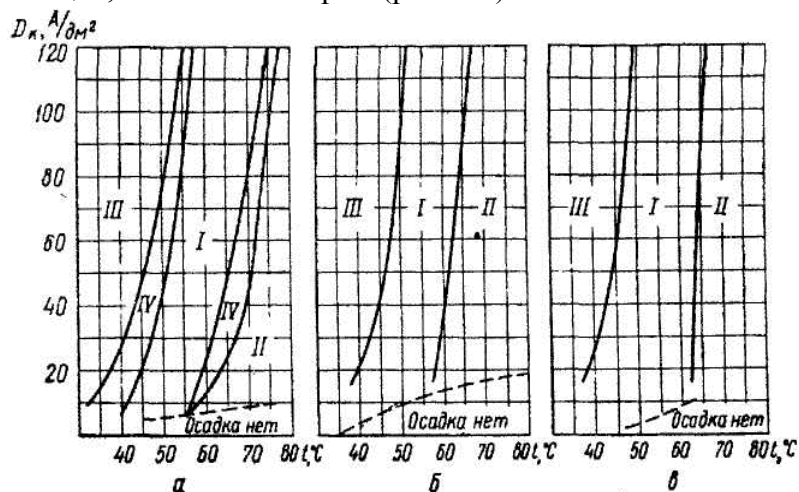


Рис. 6.1. Распределение зон хромовых покрытий: а – в электролите с концентрацией CrO_3 150 г/л; б – 250 г/л; в – 350 г/л; I – блестящий хром; II – молочный хром; III – серый хром; IV – зона переходных осадков

Расстояние между анодами и деталями должно быть 30–40 мм, но не более 60 мм. Расстояние деталей от днища ванны – не менее 100–150 мм, а расстояние деталей от верхнего зеркала электролита – не менее 50 мм. При этом толщина слоя хрома откладывается равномерно по всей поверхности детали.

Для получения одинаковой плотности тока на деталях необходимо загружать ванну однородными деталями. Конструкция подвески должна обеспечивать надежный контакт с деталями и штангами.

После хромирования производится промывка деталей вместе с подвеской в ванне-уловителе (ванна с дистиллированной водой), что необходимо для сбора хромового ангидрида. Заключительными операциями являются промывка в холодной, а затем в горячей воде, снятие деталей с подвесок, снятие изоляции.

В некоторых случаях производят нейтрализацию деталей, которая увеличивает стойкость их против коррозии. Нейтрализацию осуществляют в 10–15%-м растворе щелочи при темпе-

ратуре 60...80 °С в течение 2–7 мин. После нейтрализации деталь промывают в горячей воде для удаления следов щелочи.

Термообработка. Для удаления из осадков водорода деталь нагревают в сушильном шкафу или масляной ванне до 150...200 °С и выдерживают в течение 1,5–2 ч.

Механическая обработка. Последний процесс – шлифование (а иногда и полирование) детали, с помощью которого достигаются нужные размеры детали и необходимая чистота поверхности.

Для шлифования применяют круги мягкие или средней твердости с размером зерна от № 60 до № 120. Скорость вращения круга 20–30 м/с, детали – 12–20 м/мин. Поверхность детали охлаждают жидкостью.

Для восстановления деталей гальваническими покрытиями разработаны и внедрены поточно-механизированные линии (ПМЛ). ВНПО «Ремдеталь» разработаны поточно-механизированные линии восстановления золотников и штоков гидроагрегатов, шатунов двигателей А-41М, СМД-14, ЯМЗ-238НБ, шеек коленчатых валов двигателей А-41М, ЗИЛ-130, ЗМЗ-53 и др. Схема технологического процесса восстановления шатунов двигателей СМД-14 и ЯМЗ-238НБ приведена на рис. 6.4.

6.4. Оборудование для гальванических покрытий

Оборудование цехов гальванических покрытий состоит из ванн для электролиза, источников постоянного тока, электрораспределительных щитов с приборами и вспомогательного оборудования, к которому относятся ванны для промывки и травления деталей, фильтровальные устройства, устройства для перемешивания электролитов, сушильные устройства, монтажные столы и верстаки. Стационарные ванны для электролитов изготавливают из листовой стали толщиной 4–6 мм. Внутренние поверхности ванн облицовывают свинцом, винипластом, асбосвинилом, кислотостойкой резиной и другими кислотостойкими материалами. Кроме стальных ванн, применяются ванны керамические, фарфоровые, фаолитовые, эмалированные и деревянные. Ванны обычно снабжаются бортовыми отсосами для удаления выделяющихся вредных газов.

В лабораториях в качестве ванн хромирования и железнения используются хромировочные установки ОГ-1349Д, выпускаемые Красноуфимским механическим заводом «Россельхозтехника». Установка предназначена для восстановления малогабаритных деталей: плунжеров и обратных клапанов топливных насосов, деталей гидросистем, пусковых двигателей, поршневых колец, посадочных мест под подшипники различных валков и др.

Установка (рис. 6.2) состоит из двух ванн 1 и 2 для хромирования деталей, пульта управления 5 и выпрямительного аппарата БАТТ-12-600, питающего хромировочные ванны постоянным током.

Ванны изготовлены в виде прямоугольных сварных резервуаров. В наружный корпус 5 (см. рис. 6.2) каждой ванны, изготовленной из листовой стали, установлена внутренняя ванна 4, сваренная из нержавеющей стали марки 1Х18Н9Т. Эта сталь обладает высокой химической стойкостью в хромовых электролитах. Внутренняя ванна электрически изолирована от наружной ванны текстолитовыми прокладками. В герметически закрытое пространство между корпусом и внутренней ванной залито 40 литров автотракторного масла, предназначенного для передачи тепла от электронагревательных элементов 1 к ваннам хромирования. В нижней части корпуса ванны вмонтированы электронагревательные элементы НММ 2,0/2,0 (2 шт. на ванну) мощностью 2кВт каждый и температурное реле. Для контроля работы и регулирования температурного реле в электролит наклонно установлен ртутный термометр 7.

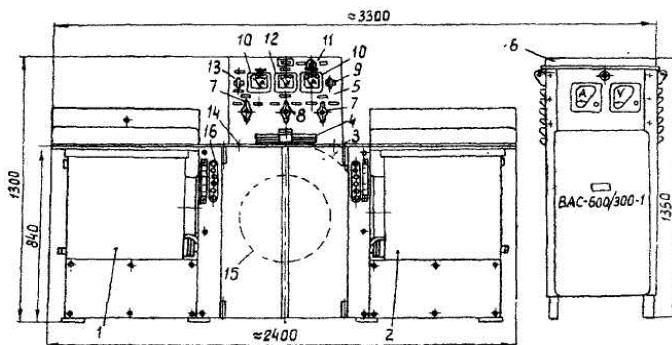


Рис. 6.2. Общий вид хромировочной установки ОI-1349А: 1, 2 – ванны хромирования; 3 – дроссельная заслонка; 4 – реостат; 5 – пульт управления; 6 – выпрямительный агрегат; 7 – пакетные переключатели для изменения полярности; 8 – пакетный переключатель для подачи напряжения

на установку; 9, 13 – выключатели электронагревателей; 10 – амперметры; 11 – выключатель (при работе с малой силой тока); 12 – вольтметр; 14 – стол; 15 – вентилятор; 16 – выключатели магазина сопротивлений

Вентилятор 15 (см. рис. 6.2) расположен на одной оси с электродвигателем мощностью 1 кВт (2850 мин^{-1}). Вентилятор размещен между ваннами в центральной части установки.

Для улучшения вытяжки газов ванны оборудованы специальными крышками – укрытиями в дополнение к бортовым отсосам. В нерабочее время крышка не позволяет парам и газам проникать в помещение. Откидные крышки изготовлены из листового металла. Применение таких крышек особенно целесообразно на ваннах с длительным режимом работы при хромировании и осталивании.

Для сбора конденсата в воздуховоде 6 расположены два уловителя. Скорость воздушного потока для каждой ванны в отдельности регулируется дроссельной заслонкой 3 (см. рис. 6.2), расположенной в центральном воздуховоде.

На пульте управления 5 размещены: два амперметра 10 и один вольтметр 12, необходимые для измерения силы тока и напряжения на шинах в ваннах хромирования.

Для удаления паров хромового ангидрида, выделяющихся из ванны в процессе работы и ухудшающих санитарно-гигиенические условия труда, на каждой ванне установлены 4-сторонние бортовые отсосы 10 и воздуховод 6, соединенный с вентилятором ЭВР-2 (рис. 6.3).

Над каждой ванной на бортовых отсосах 10 укреплены продольные токопроводящие штанги 11 на текстолитовых изоляторах (см. рис. 6.3). К нижним штангам подведен положительный, а к верхним отрицательный полюс выпрямителя. Для подвешивания деталей и анодов предусмотрены поперечные передвижные штанги 12, которые устанавливаются на продольных штангах.

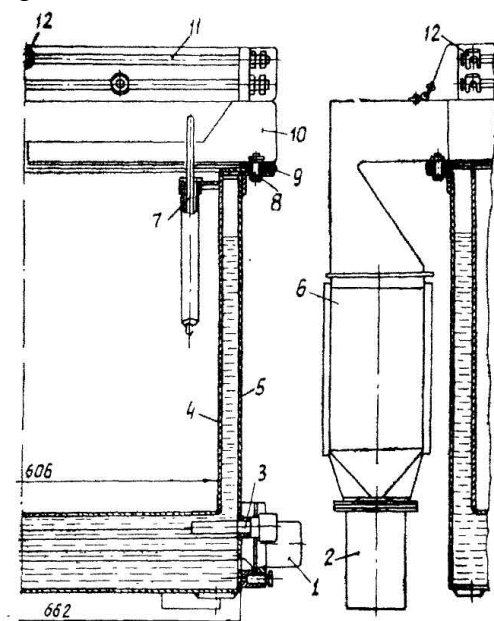


Рис. 6.3. Устройство хромировочной ванны: 1 – электронагревательные элементы; 2 – уловитель конденсата; 3 – температурное реле; 4 – внутренняя ванна; 5 – корпус ванны; 6 – воздуховод; 7 – ртутный термометр; 8 – полихлорвиниловые втулки; 9 – резиновые прокладки; 10 – бортовые отсосы; 11 – продольные токоподводящие штанги; 12 – поперечные штанги

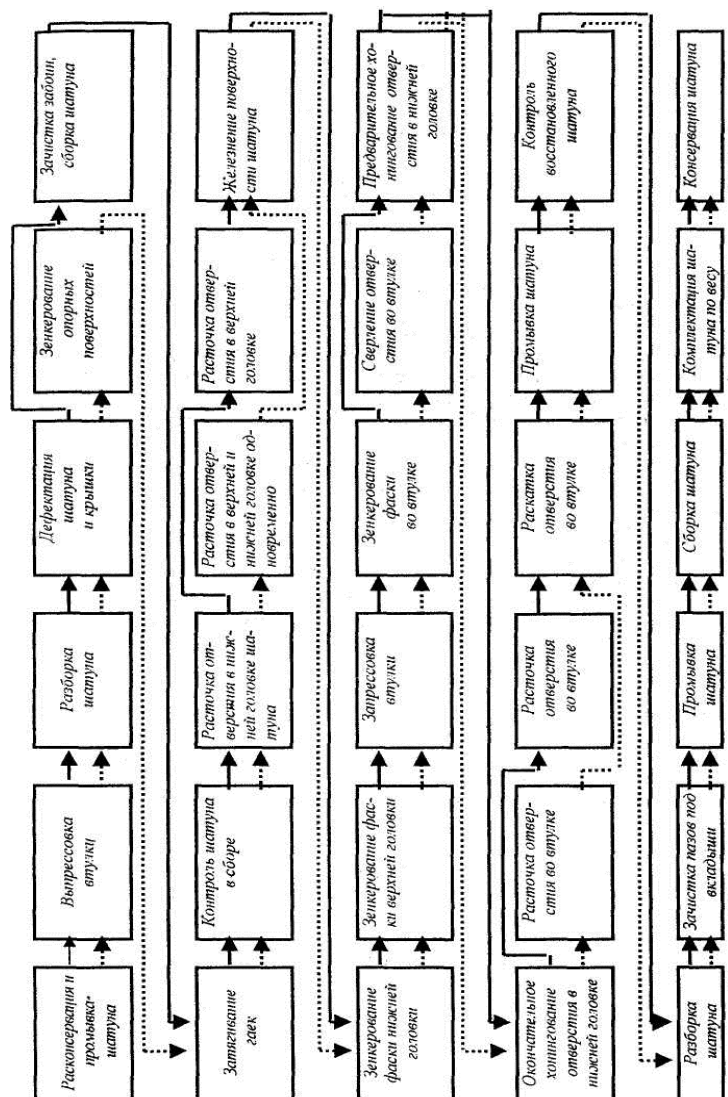


Рис. 6.4. Схема технологического процесса восстановления шатунов двигателей

Пакетный переключатель 7 (см. рис. 6.2) служит для включения вентилятора и подачи напряжения на установку; пакетные переключатели 7 – для изменения полярности на шинах ванн а также для полного отключения ванн от выпрямителя. В нижней части пульта управления находится реостат 4, который используется для плавного регулирования силы тока правой ванны от 2 до 7 ампер. Расположенные на уровне приборов тумблеры-выключатели 13 и 9 предназначены для включения и выключения электронагревателей, управление которыми находится в левой задней части стола 14.

6.5. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы по износостойкому хромированию. Провести необходимые измерения и расчеты.

Возьмите заданную для восстановления деталь и определите площадь хромируемых поверхностей, измерив диаметр и длину мест хромирования. По формуле (6.3) определите толщину осадка хрома, которую требуется нарастить.

Определите силу тока, необходимую для хромирования поверхности детали.

Определите продолжительность хромирования.

Определите теоретический вес металла, который должен выделяться на катоде

Подготовить ванну к хромированию.

Очистите наждачной бумагой анодные и катодные штанги. Воспользуйтесь вольтметром и проверьте присоединение штанг на ванне к источнику постоянного тока (Определите где +, где –).

Определите концентрацию хромового ангидрида в электролите по удельному весу.

Определите температуру электролита и установите режим хромирования.

Подготовить аноды и деталь к хромированию.

Очистите аноды металлической щеткой, а места контактов со штангами – наждачной бумагой. После очистки промойте аноды в проточной воде.

Соберите детали на подвески.

Изолируйте места, не подлежащие хромированию.

Произведите электролитическое или химическое обезжиривание детали. Обезжиривание можно производить гашеной известью или кашицей из кальцинированной соды и мела. После двухминутной выдержки смойте состав водой.

Промойте детали в холодной и горячей воде.

Завесьте в ванну хромирования аноды и деталь и выдержите в течение 3–5 мин для нагревания их до температуры электролита.

После этого произведите «декапирование» детали, для этого включите «обратный ток» (деталь на +) на 30 с при $D_k = 20\text{--}40 \text{ А/дм}^2$.

Переключите ванну на «прямой ток» (деталь на –), установите нужную силу тока в соответствии с выбранным режимом и зафиксируйте время начала хромирования.

Произвести хромирование. Выдержите деталь в ванне установленное время. Проверьте режим хромирования – температуру электролита и плотность тока.

Произвести заключительные операции.

Выньте деталь из ванны, промойте ее в ванне-уловителе (дистиллированной водой), а затем в холодной и горячей воде и просушите.

Снимите деталь с подвески.

Измерьте деталь.

Определите толщину покрытия.

Установите размеры и допуски, которые должна иметь деталь после окончательной механической обработки.

6.6. Контрольные вопросы

1. В чем сущность гальванического наращивания деталей?
2. Как определяется время электролиза для получения покрытия заданной толщины?
3. Назовите основное оборудование для нанесения гальванических покрытий.
4. Как производится подогрев электролита в ваннах?
5. Назовите основные режимы ванного хромирования.
6. Из каких операций складывается подготовка деталей к электролитическим покрытиям?
7. Основные химические элементы, входящие в электролиты хромирования.
8. Какое оборудование используют для гальванических покрытий?
9. Что такое «декапирование» и в чем его сущность?
10. Каким видам термообработки подвергаются хромированные детали и зачем?
11. Какова последовательность действий при гальваническом наращивании деталей?

Работа 7.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ СВАРКОЙ В СРЕДЕ АРГОНА

7.1. Цель работы

Изучить оборудование и технологию восстановления деталей из алюминиевых сплавов в среде аргона.

Изучить методику назначения режимов и получить практические навыки по восстановлению деталей из алюминиевых сплавов.

Исследовать влияние режимов наплавки на качество шва.

7.2. Оснащение рабочего места

Установка для ручной аргонно-дуговой сварки типа УДГ-501 с комплектом горелок.

Стол электрогазосварщика с вытяжным устройством, защитный щиток, маска или шлем со светофильтрами.

Образцы и детали из алюминиевых сплавов: головка блока цилиндров ЗМЗ-53; обоймы гидронасоса НШ-100, поршни.

Шкаф сушильный для подогрева деталей до температуры 230 °С.

Вольфрамовые электроды 0,3–6 мм, проволока сварочная А-99А, Св-АК5.

Техническая документация – альбомы технологических карт на дефектацию и восстановление деталей двигателей ЗМЗ-53, насосов НШ-100.

7.3. Общие положения

7.3.1. Особенности сварки деталей из алюминиевых сплавов

В конструкциях современных тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин широко используются детали, изготовленные из алюминиевых сплавов. Это блоки цилиндров, головки блоков цилиндров, поршни, картеры, обоймы гидронасосов и др. Изготавливают эти и другие детали в основном из сплавов АЛ-2, АЛ-4, АЛ-9, АЛ-25 и других.

Сварка и наплавка деталей из сплавов алюминия затруднена по следующим причинам: наличие на их поверхности тугоплавкой оксидной пленки, которая образуется при взаимодействии алюминия с кислородом воздуха, высокая теплопроводность алюминиевых сплавов; в процессе нагрева до температуры плавления не изменяется цвет сплава. В процессе сварки из-за высокой температуры плавления (2050 °С) оксидная пленка не расплавляется и затрудняет образование общей ванны расплавленного металла шва и детали.

Высокая теплопроводность приводит к образованию грубой крупнокристаллической структуры, способствующей возникновению кристаллизационных трещин; к сложности обеспечения необходимого теплового режима сварочной зоны и к короблению восстанавливаемых деталей в процессе охлаждения после сварки.

То обстоятельство, что не изменяется цвет детали в процессе нагрева, затрудняет определение момента перехода сплава из твердого в жидкое состояние и приводит к образованию свищей в процессе сварки тонкостенных деталей, например блока цилиндров.

Однако перечисленные особенности сварки и наплавки деталей из алюминиевых сплавов не исключают возможности получения качественных сварных соединений.

Для разрушения и удаления оксидной пленки и защиты металла от повторного окисления в процессе сварки используют флюсы и покрытия электродов на основе фтористых и хлористых солей щелочных и щелочноземельных металлов. При аргонно-дуговой сварке оксидная пленка удаляется в результате эффекта катодного распыления. Известны приемы удаления оксидной пленки механическим способом (шабрением).

Основной причиной пористости металла шва является растворенный водород, источником которого является влага на поверхности основного и электродного металла, а также содержащаяся во флюсе, покрытии электродов и защитных газах. С целью удаления влаги применяют специальные способы обработки поверхностей проволоки и основного металла, прокаливают флюсы и электроды, сушат защитные газы.

Для предотвращения образования грубой крупнокристаллической структуры необходимо правильно выбирать состав присадочного материала, режимы сварки и обеспечивать необходимый тепловой режим с возможным применением предварительного подогрева изделия.

Коробление деталей, которое зависит от конфигурации и геометрических размеров изделия, предотвращают применением специальных кондукторов.

7.3.2. Основы технологии восстановления

Технология восстановления деталей включает дефектацию с целью выявления пригодности деталей к восстановлению; очистку и подготовку деталей и сварочного материала; сварку или наплавку изношенных мест, механическую обработку и контроль качества.

Мойку деталей осуществляют при температуре 70...80 °С в специальных растворах, например следующего состава: жидкое стекло 15 г/л, жидкое мыло 2 г/л. Нагар и накипь удаляют механическим способом или в нагретом до температуры 80...95 °С растворе: кальцинированная сода 18,5 г/л; мыло 10 г/л; жидкое стекло 8,5 г/л. Детали выдерживают в растворе 2–3 ч, промывают в горячей воде и сушат.

Сварочную проволоку обрабатывают растворителями (ацетон, уайт-спирит и т. д.) с помощью волосяных щеток.

Очищенные детали и сварочную проволоку подвергают травлению в течение 5–8 мин. при температуре 60...70 °С в ванне следующего состава, г/л: тринатрийфосфат 35–50; углекислый натрий 35–50; жидкое стекло 35–55 или в 20%-м растворе кальцинированной соды при температуре 80...90 °С.

После травления детали и проволоку промывают в проточной воде, осветляют в 20%-м растворе азотной кислоты, или растворе ортофосфорной кислоты с добавлением 4–6 % хром-пика, промывают горячей и холодной водой и сушат на воздухе.

После подготовки деталей и проволоки сварочные, или наплавочные работы должны быть выполнены не позже, чем через 16 ч. Разрешается не более чем двукратная химическая очистка сварочной проволоки.

Известны несколько способов восстановления деталей из сплавов алюминия: ручная электродуговая сварка специальными электродами; газовая; электродуговая металлизация; детонационное напыление и др. В ремонтном производстве наиболее предпочтительна аргонно-дуговая сварка ручная, или полуавтоматическая как плавящимся, так и неплавящимся электродом. Аргонно-дуговая сварка дает высокую плотность наплавленного металла, обеспечивает максимальное сохранение химического состава наплавленного металла и значительно меньше коробление детали, чем при использовании других видов сварки.

7.4. Оборудование и материалы

Для ручной аргонно-дуговой сварки неплавящимся электродом используют стационарные установки переменного тока «Удар-300», «Удар-500», УДГ-301, УДГ-501 с комплектом сварочных горелок различной мощности. Возможно применение установки УПС-301, предназначенной для ручной плазменной сварки постоянным током.

В состав установки УДГ-501 (рис. 7.1.) входит шкаф управления, баллон для аргона с редуктором, расходомером и рукавом для подвода газа, горелка с подводящими проводами и рукавами для газа и охлаждающей воды.

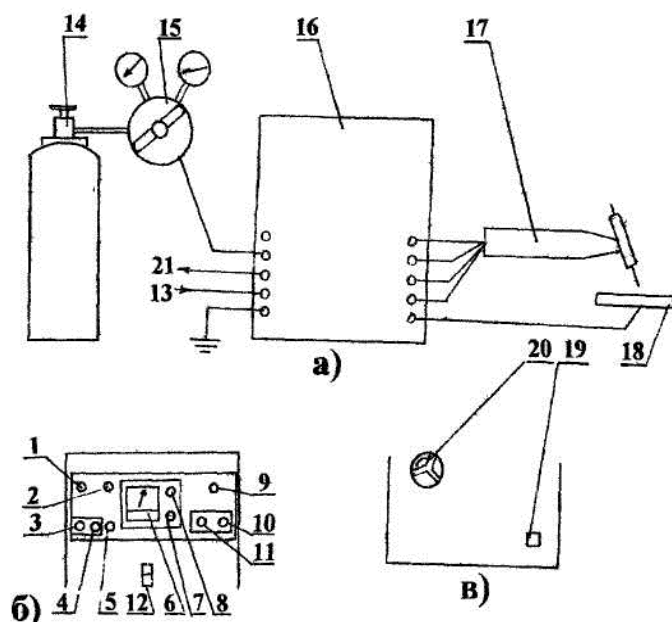


Рис. 7.1. Схема установки УДГ-501: а – вид со стороны подключения горелки; б – вид со стороны приборной доски; в – вид со стороны подключения сети; 1 – сигнальная лампа подачи напряжения; 2 – тумблер; 3 – кнопка включения вентилятора; 4 – кнопка выключения вентилятора; 5 – кнопка проверки прохождения газа; 6 – дитерметр; 7 – тумблер; 8 – регулятор сварочного тока; 9 – стол; 10 – тумблер включения заварки кратера; 11 – регулятор времени заварки кратера; 12 – автомат выключатель; 13 – подвод воды; 14 – баллон для газа; 15 – редуктор с расходомером; 16 – шкаф управления; 17 – горелка; 18 – деталь; 19 – подвод сети; 20 – переключатель ступеней трансформатора; 21 – отвод воды

Шкаф управления установки состоит из следующих узлов: автоматический выключатель; блок трансформаторов; пускатель; блок магнитного усилителя; блок конденсаторов; блок аппаратуры; блок поджигания; панель аппаратуры; блок ограничения работы осциллятора; шкаф.

Выключатель автоматический служит для включения и выключения установки.

В блок трансформаторов, расположенный в нижней части шкафа, входят: сварочный трансформатор типа ТРПШ-500-3; вентилятор; трансформатор тока Т-600/5-2; дроссель ДФ-5.

Трансформатор ТРПШ - однофазный, понижающий с подмагничиваемым шунтом. Обмотки трансформатора переключаются переключателем, расположенным в нижней части шкафа сбоку.

Трансформатор тока служит для изменения сварочного тока.

Пускатель используется для подключения трансформатора ТРПШ к сети. Магнитный усилитель предназначен для управления током подмагничивания трансформаторов ТРПШ. На блоке установлены выпрямительные диоды рабочих обмоток магнитного усилителя, предохранители и подстроенные резисторы.

Блок конденсаторов состоит из 48 конденсаторов типа ЭС включенных параллельно. В установке УДГ-501 размещены 3 блока конденсаторов, которые используются для компенсации постоянной составляющей сварочного тока.

Блок аппаратуры предназначен для управления работой установки, выполнен в виде отдельного выдвижного блока. На переднюю панель блока выведены ручки регулировки времени «Продувка», «Газ после сварки» и настройки узла заварки кратера, а также предохранители.

Блок поджигания служит для возбуждения дуги и поддержания ее горения. Конструктивно блок выполнен аналогично блоку аппаратуры.

На панели аппаратуры размещены: сигнальная лампа подачи напряжения на шкаф управления, кнопки включения и остановки вентилятора, регулятор сварочного тока, амперметр для измерения сварочного тока, тумблер для включения внешнего амперметра, потенциометр для регулирования времени заварки кратера и кнопка для проверки прохождения газа.

Блок ограничения работы осциллятора предназначен для ограничения времени его работы в целях снижения радиопомех. Конструктивно блок оформлен в виде отдельного блока. На лицевую сторону блока выведены ручки регулирования времени дуги и паузы.

Шкаф управления имеет две одностворчатые двери. На наружной стороне левой боковины расположены: ниппели для подключения воды и газа, разъем для подключения установки к пульту управления автомата, болт заземления, разъем подключения горелки и провода, идущего к изделию.

На внутренней стороне левой боковины установлены газовый клапан и конечный выключатель.

На наружной стороне правой боковины расположены: переключатель диапазонов сварочного тока и разъем для подключения установки к сети; на внутренней – конечный выключатель.

Сварочная горелка предназначена для сварки неплавящимся вольфрамовым электродом марки ВА-1А.

Горелка обеспечивает закрепление электрода, подачу защитного газа и подвод сварочного тока и воды. Установка комплектуется тремя разновидностями горелок.

Малая горелка используется для сварки на токах до 200 А и может работать с вольфрамовыми электродами диаметрами 0,8 мм; 1,0; 1,2; 2,0; 3,0; и 4,0 мм.

Средняя горелка используется для сварки на токах до 400 А и обеспечивает закрепление вольфрамовых электродов диаметрами 3, 4, 5 и 6 мм.

Большая горелка предназначена для сварки на токах до 500А и обеспечивает закрепление электродов диаметрами 5,6, 8 и 10 мм.

Сварка на токе, большем номинального для данной горелки, недопустима.

Каждая горелка (рис. 7.2.) состоит из корпуса 3, рукоятки 6, сменной цанги 2, тыльного колпачка 4, сопла 1, выключателя 5, токопровода 7, трубки 8 для подвода газа, трубки 9 для подвода воды, проводов управления 10, трубки для отвода воды 11.

У малой и средней горелок сопла керамические, у большой медное сопло, охлаждаемое водой.

Каждая сварочная горелка комплектуется запасными сменными соплами и цангами соответствующих диаметров.

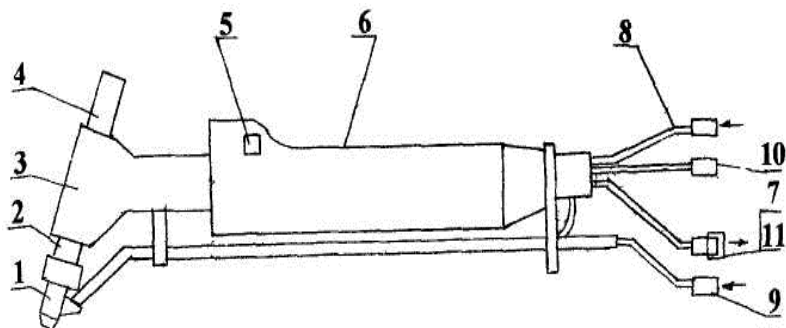


Рис. 7.2. Горелка: 1 – сопло; 2 – сменная цанга; 3 – корпус; 4 – тыльный колпачок; 5 – выключатель; 6 – рукоятка; 7 – токопровод; 8 – подвод газа; 9 – подвод воды; 10 – провод управления; 11 – отвод воды

Для смены цанги 2 следует отвернуть тыльный колпачок 4 и вынуть цангу со стороны сопла. Вольфрамовый электрод вставляется со стороны сопла и зажимается в цанге при помощи тыльного колпачка.

Контрольно-измерительные приборы.

Для контроля величины сварочного тока на шкафу управления установлен амперметр; на баллоне установлен редуктор с манометром для измерения давления газа и расходомером для определения расхода газа.

Для сварки в среде защитных газов неплавящимся электродом используют вольфрамовые электроды ЭВЧ, ЭВЛ, ЭВИ, диаметром от 1 до 10 мм.

Сварку на переменном токе выполняют электродом, заточенным в виде сферы, на постоянном – в виде конуса.

В качестве защитного газа используют аргон высшего сорта марки А, который поставляется в баллонах, окрашенных в серый цвет с надписью и полосой зеленого цвета.

7.5. Порядок выполнения работы

Наплавку алюминиевых сплавов плавящимся электродом выполняют полуавтоматами тянущего типа ГЦШ-10 (диаметр проволоки 1,0–2,5 мм); тянуще-толкающего типа ПДА-300 (диаметр проволоки 1,6–2,5 мм) или толкающего типа ПРМ-4 (диаметр проволоки 1,2–2,5 мм).

Определить величину свариваемого металла и назначить величину сварочного тока с учетом данных табл. 7.1.

Таблица 7.1

Зависимость сварочного тока от толщины металла

Толщина свариваемого металла	1,0	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Ориентировочный сварочный ток	20–40	50–80	80–130	140–190	200–250	250–400	400–500

Для материала большой толщины (>10) применяется многослойная сварка и наплавка.

Назначить диаметр вольфрамового электрода и расход аргона в зависимости от величины сварочного тока с учетом данных табл. 7.2.

Таблица 7.2

Влияние сварочного тока на диаметр электрода и расход аргона

Сварочный ток, А	15	20	30	40	60	100	140	180	230	270	320
	20	30	40	60	100	140	180	230	270	320	500
Диаметр вольфрамового электрода, мм	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Расход аргона, л/мин	до 4				5–6	6–8	8–9	9–10	до 15		

Вылет электрода, скорость наплавки и скорость подачи присадочного материала определяются опытным путем исходя из условия обеспечения качества шва.

Подготовить к наплавке поверхность детали и присадочный материал, очистив их от грязи, жира, оксидной пленки, и определить границы дефекта детали.

Подготовить вольфрамовый электрод.

При наплавке на переменном токе электрод затачивают в виде сферы, на постоянном – в виде конуса. Зажать электрод в цанге горелки обеспечив вылет не более 3-10 мм в зависимости от диаметра (это выступание электрода из сопла).

Выполнить наплавку изношенной поверхности детали в следующей последовательности.

Установить требуемый диапазон сварочного тока и переключатель пределов измерений сварочного тока в требуемое положение.

Включить общий выключатель. По светящейся сигнальной лампе на шкафу управления и по работе вентилятора убедитесь, что напряжение подано (установка включена). При правильном направлении вращения вентилятор выбрасывает воздух изнутри шкафа наружу. Нельзя изменять порядок подсоединения фаз только на двигателе, так как при этом сохранится неправильная фазировка осциллятора-стабилизатора и сварочного трансформатора.

Открыть вентиль газового баллона и редуктором установить требуемый расход газа, нажав кнопку «Проверка газа».

При необходимости работы с заваркой кратера включить его устройство и установить требуемое время заварки.

Включить охлаждение горелки (если используется большая горелка), убедиться в прохождении воды и поднести горелку к свариваемому изделию (при этом шланги не должны иметь резких изгибов) и включить выключатель сварки, расположенный на сварочной горелке.

После зажигания дуги, равномерно перемещая горелку в нужном направлении, наложить сварочный шов. При работе горелками с металлическими соплами запрещается касаться ими изделия при возбуждении дуги и во время сварки.

При сварке ось вольфрамового электрода должна быть наклонена в сторону, противоположную направлению сварки, на угол $20^{\circ} \dots 60^{\circ}$ (сварка «углом вперед»). Угол между осью вольфрамового электрода и присадочной проволокой (прутком) должен составлять 90° .

Присадочный пруток и вольфрамовый электрод должны располагаться в плоскости симметрии сварочного шва.

Для устойчивого горения дуги скорость сварки не должна быть чрезмерно занижена. Рекомендуется выполнять сварку с непрерывным перемещением электрода вдоль шва, без остановок на отдельных участках. Стабильность горения дуги зависит от расхода аргона и вылета электрода.

Прекращение сварки:

- выключить выключатель, расположенный на горелке, и после окончания выдержки времени, обеспечивающей подачу газа после сварки, отвести горелку от свариваемого изделия;
- выключить вентилятор и автоматический выключатель;
- закрыть вентиль на баллоне с защитным газом и перекрыть подачу охлаждающей жидкости.

Оценить качество сварочного шва и при необходимости дать рекомендации по уточнению режимов.

Наиболее характерные последствия отклонений режимов от оптимальных значений и нарушений технологических приемов наложения шва следующие.

Частые обрывы дуги – следствие некачественного аргона из-за повышенного содержания воды и примесей.

Шов покрыт черным налетом, наблюдаются включения частиц вольфрама в металл шва, ванночка загрязнена – касание горячим электродом металла шва или касание присадочной проволокой электрода; велика плотность тока на электроде; мала выдержка времени «Газ после сварки»; низкое качество аргона.

Большой расход вольфрамового электрода – большая плотность тока на электроде; недостаточная защита электрода аргоном; велик вылет электрода.

Растрескивание корпуса горелки – недостаточное охлаждение горелки; сварочный ток больше номинального тока горелки; мал вылет электрода. Занести полученные результаты выполнения работы в отчет.

7.6. Контрольные вопросы

1. Особенности сварки и наплавки алюминиевых сплавов.
2. Сущность наплавки в аргоне. Принципиальная схема установки для наплавки.
3. Режимы сварки и наплавки в аргоне, наплавочные материалы.

4. Последовательность операций технологического процесса наплавки.
5. Требования к подготовке деталей, электродов, проволоки и газа для наплавки.
6. Основные дефекты наплавки и методы контроля.

Работа 8.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПАЙКОЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

8.1. Цель работы

Изучить технологический процесс, оборудование и аппаратуру для пайки и лужения металлических поверхностей, научиться выбирать соответствующие марки припоя и флюса, тип паяльника, обеспечивающие соответствующее качество пайки; приобрести навыки выполнения операций по пайке металлических поверхностей деталей; исследовать влияние методов подготовки свариваемых поверхностей на прочность сварных соединений.

8.2. Оснащение рабочего места

Верстак слесарный; вытяжной шкаф; шабер; напильник; шлифовальная шкурка; металлическая щетка; паяльник; припой; флюс; кислота; очки; рукавицы; металлические пластины 20×0,5×100 мм; ванна для флюса.

8.3. Общие сведения

Пайкой (паянием) называют процесс получения неразъемного соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, при помощи расплавленного вспомогательного (промежуточного) металла или сплава, имеющего температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы.

При ремонте автомобилей пайку применяют для устранения трещин и пробоин в радиаторах, топливных и масляных баках и трубопроводах, приборах электрооборудования, кабинах, оперении и т. д.

Пайка как способ восстановления деталей имеет следующие преимущества: простота технологического процесса и применяемого оборудования; высокая производительность процесса; сохранение точной формы, размеров и химического состава деталей (а при пайке легкоплавкими припоями – сохранение структуры и механических свойств металла); простота и легкость последующей обработки (особенно после пайки тугоплавкими припоями); небольшой нагрев деталей (особенно при низкотемпературной пайке); возможность соединения деталей, изготовленных из разнородных металлов; достаточно высокая прочность соединения деталей; низкая себестоимость восстановления.

Основной недостаток пайки – меньшая прочность соединения деталей по сравнению со сваркой.

Припой в процессе пайки в результате смачивания образует с поверхностью спаиваемой детали зону промежуточного сплава, причем качество пайки в таком случае при наличии чистых металлических поверхностей будет зависеть от скорости растворения данного металла в припое: чем скорость растворения больше, тем качество пайки лучше. Другими словами, качество пайки зависит от скорости диффузии. Увеличению степени диффузии способствуют:

- наличие чистых металлических поверхностей спаиваемых деталей. При окисленной поверхности степень диффузии припоя значительно уменьшается или полностью отсутствует;
- предотвращение окисления расплавленного припоя в процессе пайки, для чего применяют соответствующие паяльные флюсы;
- паяние при температуре, близкой к температуре плавления спаиваемой детали;
- медленное охлаждение после паяния.

В зависимости от назначения спаиваемых деталей швы пайки подразделяют: на прочные швы (должны выдерживать механические нагрузки); плотные швы (не должны пропускать жидкости или газы, находящиеся под слабым давлением); прочные и плотные

швы (должны выдерживать давление жидкостей и газов, находящихся под большим давлением).

В сплавляемых конструкциях применяют стали всех типов, чугуны, никелевые сплавы (жаропрочные, жаростойкие, кислотостойкие), медь и ее сплавы, а также легкие сплавы на основе титана, алюминия, магния и бериллия. Ограниченное применение имеют сплавы на основе тугоплавких металлов: хрома, ниобия, молибдена, тантала и вольфрама.

Родственным пайке процессом является лужение, при котором поверхность металлической детали покрывают тонким слоем расплавленного припоя, образующего в контакте с основным металлом припой-сплав переменного состава с теми же зонами, что и зоны при пайке. Лужение можно применять как предварительный процесс с целью создания более надежного контакта между основным металлом и припоем или как покрытие для защиты металлов от коррозии.

Технологические процессы пайки и лужения

Технологический процесс пайки состоит из следующих операций:

- механической или химической очистки. Промежуток между двумя поверхностями должен быть везде одинаков и не превышать 0,1...0,3 мм. Если спаиваемые поверхности имеют следы жира или масла, то их обрабатывают горячим раствором щелочи. Обычно берут 10%-й раствор соды. Если механически очистить детали по какой-либо причине нельзя, то применяют травление деталей в кислотах. Обычно берут 10%-й раствор серной кислоты для меди и ее сплавов, а для деталей из черных металлов – 10%-й раствор соляной кислоты, причем раствор должен быть подогрет до 50...70 °С;

- покрытия флюсом;
- нагревания (паяльником, паяльной лампой или другим способом);
- предварительного облуживания припоем (нагреванием паяльником, натиранием или погружением в припой). Для предварительного лужения применяют тот же припой, что и для последующей пайки;
- скрепления мест для спаивания, покрытия их флюсом и нагревания. Детали скрепляют, чтобы места соединений не расходились при небольших механических воздействиях, например при наложении паяльника;
- введения припоя, его расплавления и удаления излишков припоя, а также остатков флюса.

Метод пайки в значительной мере зависит от типа применяемого припоя. Наиболее характерные случаи пайки: паяльником с применением мягких припоев; ручной паяльной лампой с применением обычно твердых припоев; электрическая пайка (место спая служит сопротивлением, через сопротивление пропускается ток низкого напряжения).

При нагревании паяльником обычно применяют припои, температура плавления которых не выше точки плавления свинца (327 °С). Такую пайку проводят в случае, если детали не подвергаются большим нагрузкам или требуют в дальнейшем распаивания. Если детали в процессе работы подвергают нагреванию до высоких температур, то паяльник с применением мягких припоев не используют.

Паяльник для работы подготавливают одновременно с подготовкой деталей. Паяльник слегка проковывают (частично для удаления нагара и оксидов), зажимают в тиски и опиляют так, чтобы рабочая часть его была полукруглой. Если опиловать паяльник без предварительной проковки, то он скоро изнашивается. Конец паяльника делают полукруглым потому, что в этом случае он не так быстро охлаждается, как острый, лучше прогревает места спайки и равномернее разъедается жидким припоем. После механической подготовки паяльник облуживают, для чего его нагревают до температуры не выше 400 °С.

При работе паяльник должен иметь температуру, удовлетворяющую следующему требованию: если паяльник приложить рабочим местом к прутку припоя, часть припоя, прилегающая к паяльнику, должна расплавиться через 0,5–1 с. Во время работы температура паяльника должна быть такова, чтобы капли припоя, приставшие к паяльнику, были в жидком состоянии.

Если нагретым паяльником коснуться шва и одновременно к шву подложить кусок припоя в виде прутка, ленты или проволоки, то припой расплавится и проникнет в шов. Излишек припоя разглаживают по шву паяльником. Припой также наносят на шов паяльником, так как к паяльнику всегда прилипают капли припоя, и если концом паяльника провести по шву, жидкий припой всасывается в шов. Чтобы новые капли припоя перешли на паяльник, его снова отнимают от шва и прикладывают к куску припоя.

Технологический процесс лужения

Технологический процесс лужения состоит из следующих операций:

- очистки поверхности от посторонних веществ металлической щеткой, песком, известью или шлифовальной шкуркой;
- обезжиривания бензином или горячим водным раствором соды или едкого натра; промывки в воде;
- химической чистки от оксидов травления в кислотах; покрытия флюсами (хлористым цинком) кистью или погружением в водный раствор флюса;
- подогревания до температуры плавления полуды; лужения.

Лудят паяльником как правило небольшие предметы. Лужение больших предметов проводят методом натирания. Для этого изделие смачивают раствором хлористого цинка и нагревают до температуры плавления олова, после чего посыпают порошкообразной смесью олова с хлористым аммонием (нашатырем). Олово при этом плавится и, растертое паклей, образует на поверхности ровный слой. После лужения остатки флюса отмыывают горячей водой.

Пайка чугуновых деталей

Чтобы запаять трещину или иной дефект в чугунной детали мягким припоем, проводят тщательную механическую очистку места пайки и хорошо смачивают его соляной кислотой. Затем это место обрабатывают водным раствором хлорида цинка, посыпают порошком нашатыря (хлорида аммония) и подогревают паяльником или паяльной лампой. Нагревать место пайки надо до тех пор, пока не станет плавиться поднесенный к нему припой. Тогда натирают припоем место спайки и сразу протирают его порошком нашатыря, нанесенного на густую металлическую щетку или паклю. Эта операция – предварительное лужение перед пайкой. Пока деталь еще горячая, запаивают трещины или иные дефекты паяльником, перемещая его от одного конца трещины к другому. Если припой не проходит в трещину, необходимо с обеих ее краев снять небольшую фаску, вылудить это место и снова провести пайку. Излишек припоя снимают шабером или напильником.

Пайка алюминиевых деталей

Для пайки алюминия на паяльник надевают рифленый наконечник. Насадку изготавливают из стали и закалывают, с тем чтобы зубцы не срабатывались. Насадку вытачивают на токарном станке, и ее конец спиливают. Места спая тщательно очищают до блеска, на зубчики насадки берут расплавленную канифоль и наносят на спаиваемое место. Когда в процессе облуживания канифоль начнет покрывать алюминий, паяльник короткими движениями передвигают взад и вперед, и зубцы будут скоблить металл. Таким методом очищают всю поверхность места спая, после чего облуживают очищенные места. Затем приступают к пайке. Для этого берут на паяльник каплю олова, предварительно посыпанную канифолью, и подносят к облуженному месту. Если оно шероховатое, то паяльником снимают эту шероховатость, которая представляет собой пористое олово, смешанное с частичками оксида алюминия, образующегося из-за недостатка флюса. Предварительно на место спая насыпают канифоль, берут на паяльник каплю олова и наносят на спаиваемый шов. Как только олово смочит место спая, паяльник снимают с металла. Затем паяние проводят вторично, для этого место спая снова посыпают канифолью.

Для пайки алюминиевых сплавов рекомендуются припои ПОС-50 и ПОС-90. Флюсом служит минеральное масло (рекомендуется оружейное). Предварительно на спаиваемые швы наносят флюс и затем зачищают места пайки. Перед началом пайки паяльник и металл следует хорошо прогреть. Для пайки алюминиевых сплавов также выпускается специальный припой П-250А, он состоит из 80 % олова и 20 % цинка. Флюсом служит смесь йодида лития (2–3 г) и олеиновой кислоты (20 г). Перед работой паяльник необходимо

облудить указанным припоем, пользуясь канифолью. Спаиваемые поверхности очищают от остатков флюса марлевым тампоном, смоченным в ацетоне.

Припой и флюсы. Металл или сплав, при помощи которого ведут пайку, называют *припоем*. По температуре плавления припоев процессы пайки подразделяют на два основных вида: пайка легкоплавкими (мягкими) припоями и пайка тугоплавкими (твердыми) припоями.

Пайка мягкими припоями. Мягкие припои изготавливают из оловянно-свинцовистых сплавов. Эти припои характеризуются высокими технологическими свойствами и коррозионной стойкостью, низкой температурой плавления (не более 300 °С) и обеспечивают достаточную прочность соединения в месте пайки.

Пайка твердыми припоями. Тугоплавкие припои представляют собой чистые цветные металлы и их сплавы. Для пайки черных металлов применяют медные припои марок М1 и М2. Они хорошо смачивают поверхности и дают прочные и пластичные соединения. Недостаток – высокая (1083 °С) температура плавления.

Лучшие тугоплавкие припои – серебряных марок, они позволяют получать высокопрочные и пластичные соединения. Эти припои дорогостоящие, и применяют их только в тех случаях, когда шов должен обладать большой механической прочностью и повышенной стойкостью к коррозии. При пайке деталей электрооборудования низкотемпературными припоями применяют бескислотные флюсы на основе канифоли.

Паяльные флюсы. Материалы, применяемые при пайке металлов для очистки соединяемых поверхностей от оксидов и загрязнений, называют паяльными флюсами. Паяльные флюсы должны удовлетворять двум основным требованиям:

- удалять оксиды и загрязнения с поверхности металла и защищать ее от окисления в процессе пайки;
- способствовать смачиванию припоем соединяемых поверхностей и обеспечивать затекание припоя в зазоры между ними.

8.4. Порядок выполнения работы

1. Очищают поверхность заготовок от грязи, жира и оксидных пленок – механическим или химическим методом и обезжиривают.

2. Подгоняют спаиваемые заготовки друг к другу, выдержав зазор между кромками 0,1–0,3 мм.

3. Нагревают паяльник до температуры 250...300 °С. Подготовленные поверхности смазывают флюсом с помощью паяльника, погружая его рабочим концом во флюс и перенося его на деталь, одновременно разогревая поверхность.

4. Предварительно облуживают спаиваемые поверхности припоем. Для предварительного лужения применяют тот же припой, что и для последующей пайки.

5. Скрепляют места спаивания, чтобы они не расходились при небольших механических воздействиях, например при наложении паяльника.

6. Покрывают подготовленные поверхности флюсом и нагревают.

7. Вводят припой, расплавляют его и удаляют излишки припоя и остатки флюса.

7. Промывают во избежание коррозии образцы проточной водой и обрабатывают в 5%-м растворе хромового ангидрида.

8.5. Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность пайки при ремонте машин?
2. Какие соединения получаются при пайке мягкими и твердыми припоями?
3. Какие вы знаете мягкие и твердые припои? Приведите марки и дайте краткую их характеристику.
4. Расскажите о назначении и применении флюсов, буры и нашатыря.
5. Что такое лужение?
6. Изложите сущность и область применения пайки деталей твердыми и мягкими припоями.
7. Какие способы нагрева деталей применяют при пайке?

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

1. Цель работы

1. Изучить физические основы и сущность электромеханической обработки.
2. Ознакомиться с оборудованием и технологической оснасткой применяемым для восстановления и упрочнения деталей электромеханической обработкой.
3. Изучить технологические возможности электромеханической обработки.
4. Ознакомиться с м... й расчета и выбора основных режимов электромеханической обработки.
5. Рассмотреть технологический процесс восстановления деталей электромеханической обработкой.

2. Оснащение рабочего места

1. Установка для электромеханической обработки.
2. Прибор для измерения твердости ТК–2.
3. Набор накидных ключей.
4. Шкурка наждачная ГОСТ 5009–82.
5. Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–80.
6. Ацетон технический ГОСТ 2768–84.
7. Ветошь обтирочная ТУ 63–178–77–82.
8. Резиновые перчатки ГОСТ 20010–74.

3. Методика выполнения работы

1. Изучить физическую сущность и особенности процесса электромеханической обработки.
2. Рассмотреть преимущества и недостатки присущие электромеханической обработке деталей.
3. Ознакомиться с областью применения электромеханической обработки.
4. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
5. Освоить методику выбора и расчета режимов обработки.
6. Изучить оборудование применяемое для восстановления и упрочнения деталей машин электромеханической обработкой.
7. Провести опытно-экспериментальное упрочнение образца или детали электромеханической обработкой (под руководством преподавателя или учебного мастера).
8. Провести оценку качества упрочненной детали.
9. Составить отчет по лабораторной работе.
10. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

4. Содержание работы

Физическая сущность и особенности процесса электромеханической обработки

Электромеханическая обработка (ЭМО) – способ упрочнения, при котором повышение физико-механических свойств поверхностного слоя деталей достигается за счет одновременного воздействия термической обработки и пластической деформации, совмещен-

ных в единый технологический цикл.

Сущность электромеханической обработки состоит в локальном контактном нагреве поверхностного слоя детали до аустенитного состояния при одновременной его пластической деформации и последующей закалке. Локальный нагрев осуществляется пропусканием электрического тока промышленной частоты напряжением до 4...6 В через контакт ролика (инструмента-индентора) с деталью. Пластическая деформация осуществляется давлением инструмента.

Высокая скорость охлаждения, обеспечивающая закалку, достигается интенсивным отводом тепла окружающими холодными объемами металла и дополнительным спрейерным охлаждением.

Электромеханическая обработка может применяться для упрочнения восстановленных наплавкой деталей. В этом случае наплавленный металл характеризуется наличием технологических дефектов, таких как неоднородность структуры, микротрещины, поры. Их наличием обусловлены низкие эксплуатационные свойства деталей, восстановленных наплавкой. Повышение их надежности и долговечности связано с применением упрочняющей технологии.

Электромеханическая обработка способствует устранению трещин и пор путем контактной сварки, изменяет фазовый состав поверхностного слоя, приводя к образованию мартенсита. Благодаря этому улучшаются физико-механические свойства наплавленного металла и повышаются эксплуатационные характеристики деталей.

Технологическая схема ЭМО может быть представлена в виде, показанном на рис. 1. Схема включает четыре характерных участка. Участок 1 отражает подогрев металла перед входом его поверхности в контакт с инструментом. Верхний предел температуры этого участка (точка А) зависит от скорости и температуры обработки. Ее значение возрастает с увеличением температуры и снижается при повышении скорости обработки.

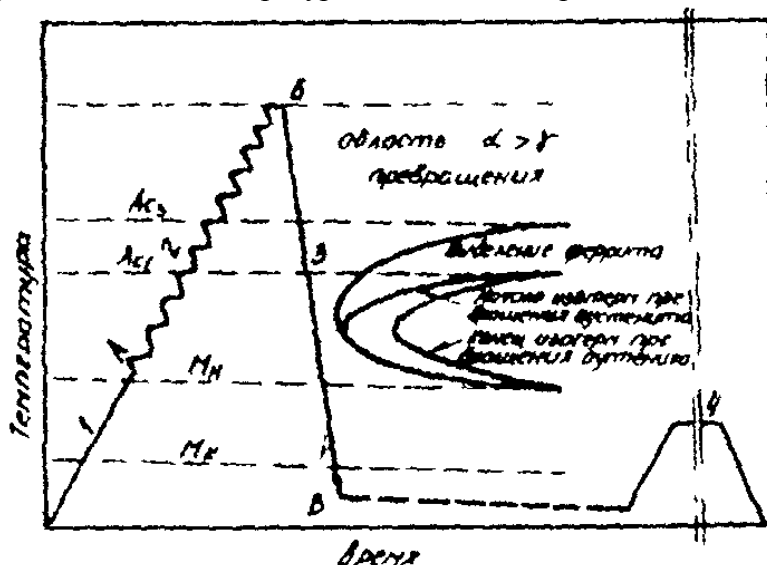


Рис. 1 Технологическая схема электромеханической обработки

Участок 2 характеризует дальнейший нагрев исходной феррито-перлитной фазы с одновременным пластическим деформированием протекающим в период контактирования поверхностей металла и инструмента. Значение температуры, при которой завершается аустенитное превращение (точка Б) зависит от химического состава наплавленного металла, исходного структурного состояния, принятой скорости нагрева (обработки). Время выдержки при температуре завершения аустенитного превращения ничтожно мало. Процесс закалки начинается после выхода микрообъема из контакта и иллюстрируется участком 3 схемы.

Участок 4 представляет отпуск упрочненного слоя. Вид отпуска, как и при термической обработке, зависит от технических требований, предъявляемых к изделию.

Положительные стороны процесса электромеханической обработки

Основными достоинствами электромеханической обработки по сравнению с други-

ми способами поверхностного упрочнения являются:

1. Высокая эффективность упрочнения при сравнительной простоте и низких затратах на оборудование.

1. Возможность применения не только на специализированных заводах, но и в условиях мелкосерийного ремонтного производства.

3. Хорошие условия работы для обслуживающего персонала.

4. Возможность автоматизации процесса.

Отрицательные стороны процесса электромеханической обработки

К недостаткам ЭМО можно отнести следующее: 1. Низкий коэффициент полезного использования электрической энергии (0.6).

2 Сравнительно низкая стойкость твердосплавного инструмента.

Область применения

Упрочнению электромеханической обработкой следует подвергать наружные поверхности деталей цилиндрической формы, восстановленные механизированными способами наплавки. Наиболее эффективным является ее применение для деталей класса валов, когда технические условия требуют высокой твердости рабочих поверхностей. Восстановление таких деталей в настоящее время производится с применением легированных материалов.

Помимо того, что эти материалы являются дорогими и дефицитными, такой способ имеет ряд других недостатков: высокая твердость наплавленного металла затрудняет последующую механическую обработку; внесение больших доз легирующих элементов для обеспечения высокой твердости способствует развитию неоднородности структуры и других ее дефектов, снижая эксплуатационные свойства деталей, более рациональным является восстановление деталей наплавкой стандартными наплавочными материалами, исключаящими образование трещин и пор, с последующим упрочнением электромеханической обработкой. Последняя окончательно формирует структуру металла и необходимый уровень его механических свойств.

Электромеханическая обработка применяется также для восстановления физико-механических свойств некоторых деталей, в частности широкое применение она может найти для восстановления упругости таких элементов подвесок различных машин, как пружины, рессоры, торсионные валы. Выяснено, что с экономической, технологической и конструктивной точек зрения электромеханическая обработка является наиболее эффективным средством повышения прочности и выносливости рессорных листов. Поэтому в данной работе мы более подробно остановимся на восстановлении автомобильных рессорных листов с помощью электромеханической обработки.

ЭМО обеспечивает образование упрочненного слоя ("светлого слоя") глубиной до 2 мм и больше, обладающего высокой прочностью, твердостью и износостойкостью. Такое поверхностное упрочнение повышает усталостные характеристики рессорных сталей на 15...20%. Схема упрочнения рессорного листа электромеханической обработкой показана на рис 2.

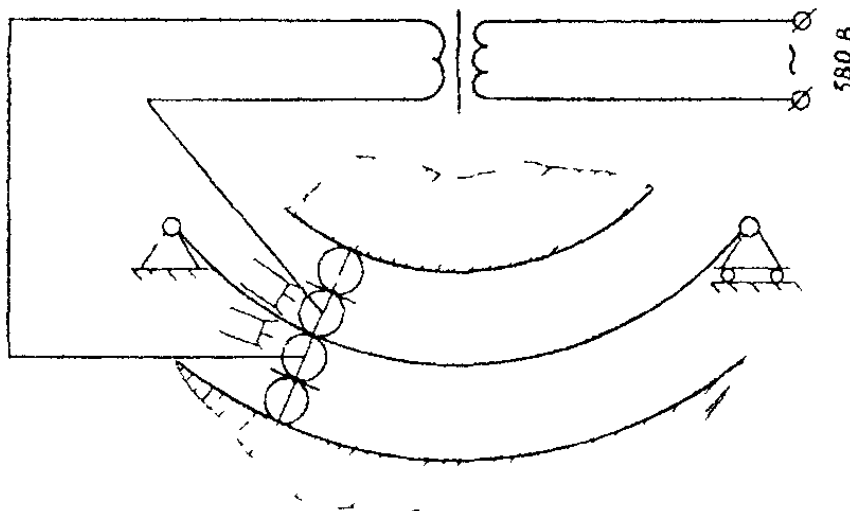


Рис. 2 Схема упрочнения рессорных листов электрохимической обработкой

Восстановить рессорный лист, значит, совместить характеристики нового и восстановленного листов путем восстановления его кривизны и жесткости до уровня, соответствующего новому листу.

Материалы и геометрические параметры деформирующих роликов

Упрочнение методом электрохимической обработки можно выполнять жестко закрепленным инструментом (пластиной) или роликом со свободным или принудительным вращением. Инструмент для ЭМО изготавливают из твердых сплавов (типа ВК и ТК) и быстрорежущих сталей (например Р18). в некоторых случаях используют бронзы.

Критерием оценки инструмента является работа роликов без электрической эрозии, разрушений и нарушения их сплошности, а также качество обработки поверхности.

В качестве инструмента для обработки цилиндрических поверхностей используется ролики с кольцом из твердого става ВК40. Охлаждение ролика в процессе обработки осуществляется путем пропуска воды по осевому каналу.

Особенностью электрохимического упрочнения плоскостей являются сравнительно низкие скорости обработки, глубокое упрочнение (до 2 мм и выше). В качестве инструмента применяются твердосплавные вращающиеся ролики. Преимуществом вращающегося ролика является высокая стойкость, возможность упрочнения деталей на большую глубину. Вращающийся ролик находит применение при обработке больших поверхностей, когда не предъявляются высокие требования к волнистости.

Для восстановления рессорных листов, оптимальным с точки зрения стойкости и качества обработки, является ролик диаметром 50 мм и шириной 5 мм из быстрорежущей стали Р18. Применение роликов из стали Р18 шириной более 5 мм вызывает электрическую эрозию ролика и детали, вследствие неполноты контакта, а уменьшение ширины ролика менее 5 мм приводит к уменьшению его стойкости и деформированию, а также это нецелесообразно с точки зрения производительности обработки.

Технологическая оснастка и оборудование

Принципиальная схема ЭМО цилиндрических деталей в высокотемпературном режиме представлена на рис. 3.

Реостат (регулирующий трансформатор) служит для регулировки напряжения, подаваемого на первичную обмотку питающего трансформатора, благодаря чему обеспечивается возможность бесступенчатого регулирования температуры обработки (нагрева).

Источником питания могут служить трансформаторы мощностью 50...75 кВт, обеспечивающие напряжение холостого хода 3...6 В.

Вращение детали, продольная подача вдоль обрабатываемой поверхности, а также взаимодействие всех агрегатов установки осуществляется посредством токарно-винторезного станка.

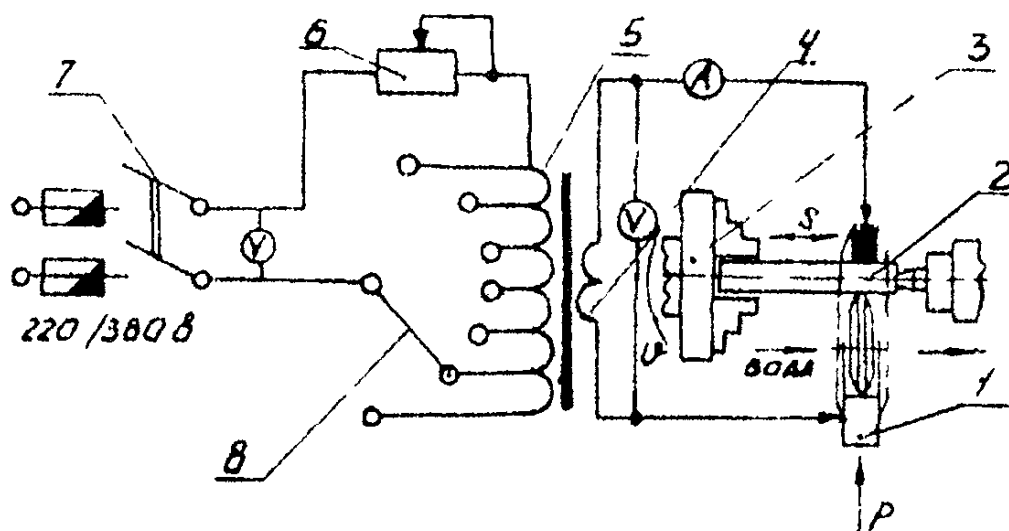


Рис. 3 Принципиальная схема электромеханической обработки цилиндрических деталей
1 – упрочняющий узел с твердосплавным роликом и медно-графитовым упором 2 – изделие 3 – трехкулачковый патрон токарного станка, 4 и 5 – соответственно вторичная и первичная обмотки трансформатора, 6 – реостат, 7 – выключатель, 8 – переключатель ступеней трансформатора

Специфика электромеханического способа восстановления рессорных листов выдвигает ряд требований, которым должна удовлетворять установка. Она должна обеспечивать

- одновременный нагрев, пластическое деформирование и закалку (охлаждение) рессорных листов,

- поступательное движение листа без проскальзывания.
- обработку листа по всей длине,
- обработку листов различной толщины и с различными радиусами кривизны,
- возможность плавного регулирования режимов обработки

Данным требованиям отвечает установка для восстановления рессорных листов электромеханическим способом, которая состоит из приспособления для гибки листов и машины для шовной сварки МШ-3201 используемой в качестве источника тока и ситового привода деформирующего инструмента

Схема конструкции установки для электромеханической обработки рессорных листов представлена на рис 4

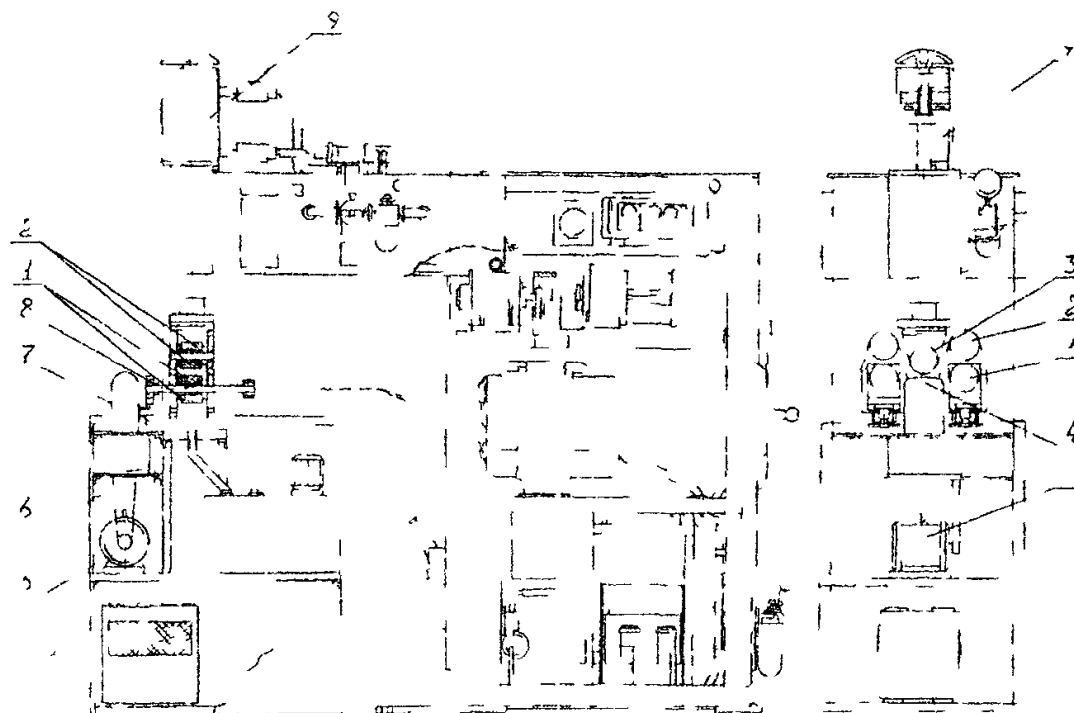


Рис 4 Установка для восстановления рессорных листов

Приспособление состоит из приводных валков 1, прижимных валков 2, которые могут перемещаться в вертикальной и горизонтальной плоскостях для обеспечения поступательного движения листа без проскальзывания и обработки листов разной толщины с различными радиусами кривизны. Деформирующий ролик 3 механически соединен со штоком пневмоцилиндра сварочной машины 9 и медной водоохлаждаемой шиной, подсоединенной к вторичной обмотке трансформатора. Нижний деформирующий ролик 4, соединенный медным кабелем с вторичной обмоткой трансформатора, может перемещаться в вертикальной плоскости для обработки листов различной кривизны.

Привод валков осуществляется с помощью электродвигателя постоянного тока 5, ременной передачи 6, червячного редуктора 7, зубчатой передачи 8. Перемещение деформирующего вала 3 обеспечивается пневмоцилиндром 9, установленным на сварочной машине.

Для охлаждения (заковки) листов охлаждающая жидкость (масло) по медным трубкам подается непосредственно в зону обработки. Управление работой установки и регулирование режимов обработки осуществляется с пульта управления сварочной машины.

Установка для восстановления рессорных листов электромеханическим способом работает следующим образом. Рессорный лист устанавливается в приспособление для прокатки, опускается деформирующий ролик 3, прижимая лист к ролику 4 с заданным усилием, которое определяется давлением сжатого воздуха в верхней камере пневмоцилиндра. Валком 2 прижимают лист к приводному валку 1.

Затем подают охлаждающую жидкость, включают привод валков 1 и замыкают электрическую цепь. Происходит одновременный нагрев, гибка, пластическое деформирование и закалка листа. По мере прохождения листа между деформирующими роликами 3, 4 размыкают электрическую цепь, включают привод, подачу охлажденной жидкости и поднимают ролик 3 в исходное положение. После этого проводят повторную обработку листа в указанной выше последовательности.

Режимы электромеханической обработки

Оптимальное значение основных технологических параметров при упрочнении цилиндрических деталей, восстановленных наплавкой, представлено в таблице 1.

Таблица 1 Режимы электромеханической обработки

Температура обработки, К°	Контактное давление, МПа	Скорость обработки, м/мин	Продольная подача, мм/об
---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

1273...1323	140...180	0,5...2,0	(0,3...0,5)b
-------------	-----------	-----------	--------------

Зависимость общей нагрузки на ролик от диаметров ролика, детали и ширины рабочей зоны ролика, а также его связь с упругими характеристиками металла детали выражается формулой:

$$P = \frac{100Dbq^2}{1,7E\left(\frac{D}{d} + 1\right)}, \text{ Н} \quad (1)$$

где: P – нагрузка на ролик, Н;

D – диаметр детали, мм;

d – диаметр ролика, мм,

b – ширина рабочей части ролика, мм;

q – оптимальное контактное давление, МПа;

E – модуль упругости металла детали при оптимальной температуре обработки (для стали $E = 1,115 \cdot 10^5$ МПа).

Необходимая нагрузка на ролик (усилие деформирования) обеспечивается нагружателем упрочняющего узла с тарированной пружиной. Диаметр ролика выбирается в зависимости от диаметра детали. Соотношение должно находиться в пределах от 1,0 до 2,0. Рабочая поверхность ролика цилиндрической формы с конической заборной частью. Угол при вершине конуса 90° . Угол атаки ролика - $2...5^\circ$. в зависимости от диаметра детали.

Скорость обработки устанавливается путем регулирования числа оборотов детали. При заданной скорости обработки требуемое число оборотов определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2)$$

где: n – число оборотов детали в минуту;

V – скорость обработки, м/мин;

D – диаметр детали, мм.

Электрохимическая обработка при оптимальном режиме обеспечивает глубину упрочнения 1,0...1,6 мм, создает сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое, а также повышает твердость (на 54...170%), ударную вязкость (на 37...120%) износостойкость (на 43...60%) и усталостную прочность наплавленных образцов (на 68...95%).

При определении режимов восстановления рессорных листов необходимо рассчитать площадь контакта деформирующих роликов и листа, силу тока ЭМО и усилие прижатия роликов.

Площадь пятна контакта инструмента с изделием, физико-механические свойства поверхностного слоя оказывают влияние на величину усилия прижатия роликов к детали при ЭМО. В свою очередь, поверхность контакта зависит, в основном, от исходной шероховатости и кривизны контактирующих поверхностей детали и инструмента. В случае, если усилие будет ниже расчетного, то шероховатость поверхности будет увеличиваться. Если усилие будет выше расчетного, то будет проявляться так называемая шероховатость.

Расчет площади пятна контакта деформирующих роликов и рессорного листа проводится с учетом их упругой деформации в процессе ЭМО.

Контактная площадь определяется выражением:

$$S = l_c \cdot d, \quad (3)$$

где: l_c – длина дуги захвата, м;

d – ширина контакта, м.

Например, для случая обработки рессорных листов автомобиля ГАЗ-53А роликом диаметром 50 мм и шириной рабочей части 5 мм площадь пятна контакта равна $5,982 \text{ мм}^2$.

Сила тока ЭМО определяется по формуле, полученной Б.М Аскинази

$$I = \frac{c \cdot V \cdot d \cdot \delta \cdot \rho \cdot T_\phi}{U \cdot \mu \cdot k \cdot \eta}, \quad (4)$$

где: c – сила тока, А;

c – удельная теплоемкость металла, $c = 669 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

V – скорость обработки, $V = (4...6) \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$;

D – ширина контакта, м;

S – глубина упрочнения, $S = (1,5...2,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

ρ – плотность металла листа, для стали $\rho = 7,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$;

T_ϕ – температура фазового превращения металла, $T_\phi = 950^\circ\text{C}$;

U – напряжение во вторичной цепи, $U = 2 \text{ В}$;

k – коэффициент, учитывающий ту часть тепла, которая идет на разогрев металла листа в месте контакта с роликом, $k = 0,234$;

μ – коэффициент, учитывающий ту часть тепла, создаваемого в зоне контакта, которая отводится с охлаждающей средой, $\mu = 0,5...0,6$;

η – коэффициент, учитывающий потери во вторичной цепи трансформатора, $\eta = 0,41...0,43$.

Оптимальное усилие прижатия инструмента, к детали при ЭМО определяется по формуле

$$N = \omega \cdot k \cdot \sigma^{a1} \cdot S \cdot 3,3^m \quad (5)$$

где: ω – коэффициент скорости обработки, $\omega = 1,6$;

k – коэффициент пропорциональности, $k = 0,9$;

σ – предел прочности нагретого металла, $\sigma = 130 \text{ МПа}$;

$\sigma^{a1} = 0,1$ – для температур порядка 900°C ;

S – площадь пятна контакта, мм^2 ;

m – показатель политропы сжатия, $m = 1,2$.

Глубину упрочнения при ЭМО в зависимости от режимов обработки можно определить из формулы (4)

$$\delta = \frac{I \cdot U \cdot k \cdot \mu \cdot \eta}{c \cdot V \cdot d \cdot \rho \cdot T_\phi} \quad (6)$$

5. Инструкция по технике безопасности

1. Установку и снятие детали, переключение скоростей вращения и подачи производить только при остановленном станке.

2. Запрещается управлять установкой нескольким лицам одновременно, облакачиваться на станок, оставлять ключ в патроне, дотрагиваться до токоведущих частей установки.

3. При проведении лабораторной работы необходимо следить, чтобы руки, обувь и одежда были сухими. Разрешается работать только в аккуратно заправленной одежде, резиновых перчатках и на резиновом коврике.

4. Запрещается снимать нагрузку и нагружать ролик при включенном питающем трансформаторе, а также дотрагиваться к ролику и упрочнённой поверхности.

5. Во избежание ожогов при заедании ролика, устранение неисправности производить только после полного остывания. Снимать деталь с установки после упрочнения следует клещами или захватом.

6. При появлении неисправностей, либо отклонений от нормальной работы установки необходимо выключить рубильник, закрыть вентиль водяного охлаждения и сообщить об этом учебному мастеру.

6. Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания и инструкцию по технике безопасности.

2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.

3. Подготовить рессорный лист к восстановлению: очистить от остатков грязи, ржавчины; зачистить до металлического блеска; обезжирить.

4. Закрепить рессорный лист на установке для восстановления.

5. Подготовить установку к работе.

6. Получить исходные данные от преподавателя и произвести расчеты режимов восстановления. Полученные данные занести в таблицу 2.

7. Установить параметры обработки согласно данным таблицы 2.
8. Произвести восстановление рессорного листа электромеханической обработкой.
9. Выключить установку.

Таблица 2 Режимы восстановления рессорного листа способом ЭМО

Диаметр деформирующего ролика D_p , мм	Ширина зоны контакта ролика с рессорным листом d , мм	Площадь пятна контакта S , мм ²	Скорость обработки V , м/с	Глубина упрочнения δ , мм	Сила тока I , А	Усилия прижатия деформирующих роликов N , Н

10. Снять восстановленный рессорный лист с установки.

11. Произвести внешний осмотр рессорного листа и проконтролировать качество восстановления.

12. Убрать рабочее место.

13. Составить, отчет по лабораторной работе.

14. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

7. Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность электромеханической обработки (ЭМО)?
2. Для каких целей может применяться ЭМО?
3. Область применения ЭМО, как комбинированного способа поверхностного упрочнения.
4. Чем объясняется повышение физико-механических свойств поверхностного слоя металла деталей после ЭМО?
5. Назовите преимущества и недостатки электромеханической обработки.
6. Какие материалы применяются для изготовления деформирующих роликов?
7. По каким критериям выбирается материал и геометрические размеры деформирующих роликов?
8. Опишите устройство и принцип действия установки для ЭМО цилиндрических деталей.
9. Какие требования предъявляются к установкам для ЭМО рессорных листов?
10. Перечислите основные узлы и агрегаты установки для ЭМО рессорных листов.
11. Поясните принцип действия установки для ЭМО рессорных листов.
12. Перечислите основные параметры ЭМО цилиндрических деталей и поясните, каким образом они выбираются.
13. Что относится к основным режимам процесса восстановления рессорных листов? Поясните методику их расчета и выбора.
14. От каких физических величин зависит сила тока при ЭМО рессорных листов?
15. Перечислите основные требования техники безопасности.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ СПОСОБОМ КАЛИБРУЮЩЕЙ НАКАТКИ РОЛИКАМИ

1. Цель работы

1. Изучить физические основы и сущность калибрующей накатки.
2. Ознакомиться с оборудованием и технологической оснасткой применяемым для восстановления деталей калибрующей накаткой.
3. Изучить технологические возможности калибрующей накатки.
4. Ознакомиться с методикой расчета и выбора основных режимов калибрующей накатки.
5. Рассмотреть технологический процесс восстановления деталей калибрующей накаткой.

2. Оснащение рабочего места

1. Токарно-винторезный станок 1К62.
2. Устройство для восстановления шлицев вилок карданных передач.
3. Набор накидных ключей.
4. Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–80.
5. Шкурка наждачная ГОСТ 5009–82.
6. Ветошь обтирочная ТУ 63–178–77–82.

3. Методика выполнения работы

1. Изучить физическую сущность и особенности процесса калибрующей накатки.
2. Рассмотреть преимущества и недостатки присущие калибрующей накатке.
3. Ознакомиться с областью применения калибрующей накатки.
4. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
5. Освоить методику выбора и расчета режимов восстановления шлицевых поверхностей.
6. Изучить оборудование, применяемое для восстановления шлицевых поверхностей деталей калибрующей накаткой.
7. Провести опытно-экспериментальное восстановление шлицевой поверхности вилки карданной передачи калибрующей накаткой (под руководством преподавателя или учебного мастера).
8. Провести оценку качества восстановления.
9. Составить отчет по лабораторной работе.
10. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

4. Содержание работы

Физическая сущность и особенности прогресса калибрующей накатки

Технологические процессы восстановления деталей машин калибрующей накаткой (КН) представляют собой одну из областей поверхностного пластического деформирования, при которой изменение размеров и геометрической формы деталей являются результатом сдвигов в плоскостях, близких к плоскостям действия главных касательных напряжений. При деформации деталей накаткой, в достигнутом напряженном состоянии, имеет место пластическое деформирование в одном направлении, которым задаются при проектировании технологии, и в дополнительном направлении с соответствующим догружением, приводящим к упругой деформации металла во всех остальных зонах.

Калибрование геометрической формы и размеров, восстанавливаемых накаткой деталей, позволяет резко улучшить качественный потенциал технологии. При этом появляется возможность прогнозирования и регулирования качества продукции. Искусственное ограничение пластической деформации, создаваемое конструкцией технологической оснастки, позволяет в конечной стадии перейти от пластической к упругой деформации. Использование направлений повышенной жесткости упрочняет определенные поверхности, сохраняя или увеличивая предельную деформацию в одном или в нескольких направлениях. Калибрование накатки также позволяет получать стабильные геометрическую форму и размеры с минимальными припусками (или без них) для финишных операций механической обработки.

В технологические задачи, предшествующие калибрующей накатке входят, обоснование деталей-представителей; характеристика износного состояния; определение поверхностей, деформируемых с целью перемещения металла, потребного для компенсации износа.

Область применения калибрующей накатки

Калибрующую накатку целесообразно применять для восстановления следующих групп деталей автотракторной техники:

—для восстановления поршней двигателей внутреннего сгорания тракторов и автомобилей, изнашиваемыми поверхностями которых являются цилиндрическая правильной или неправильной геометрической формы юбка, отверстия в бобышках под поршневой палец, расположенные перпендикулярно к главной оси поршня цилиндрические масло-съемные и компрессионные канавки, рис. 1;

—для восстановления шлицевых деталей карданных передач, представляющих собой цилиндрические детали, одна из которых с внутренним расположением шлицев, а другая - с внешним, рис. 2;

—для восстановления муфт синхронизаторов переключения передач КП с изнашиваемыми зубчатым отверстием и канавкой под вилку переключения, расположенной на внешней поверхности, рис. 3.

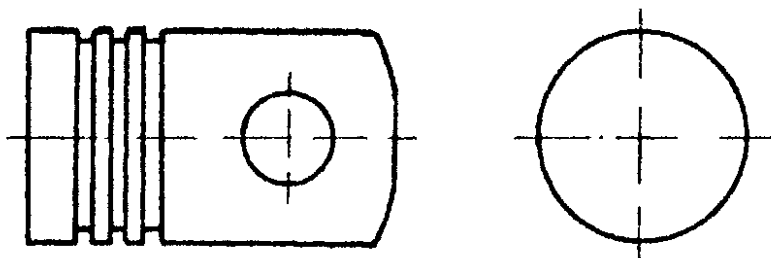


Рис. 1 Конструкция поршня ДВС с изнашиваемыми поверхностями

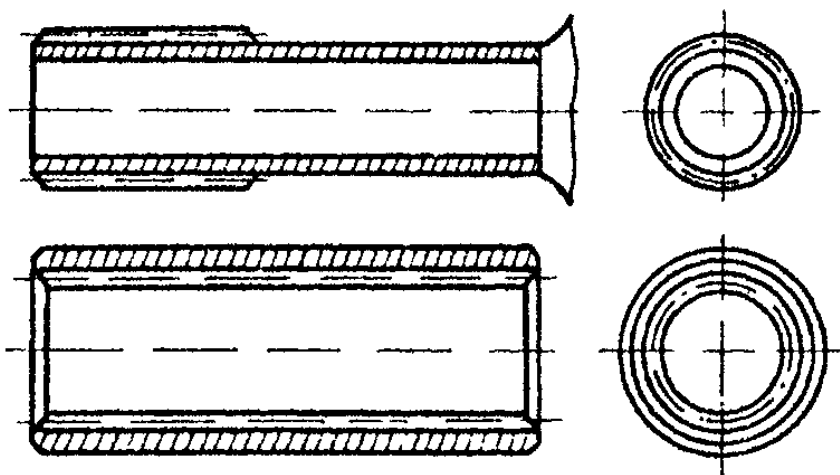


Рис. 2 Конструкции шлицевых деталей карданных передач с изнашиваемыми поверхностями

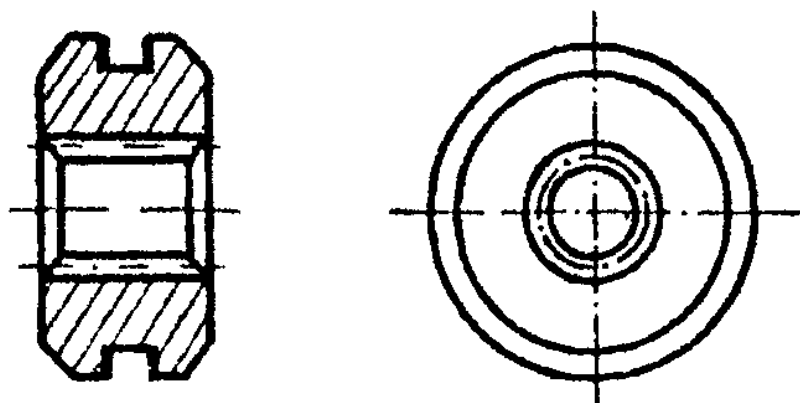


Рис. 3 Конструкция муфты синхронизатора с изнашиваемыми поверхностями

Ниже более подробно будет рассмотрена калибрующая накатка изношенных шлицев скользящей вилки карданных передач автомобилей ГАЗ-53 и ЗИЛ-130, как наиболее типовой технологический процесс, в полной мере характеризующий рассматриваемый способ восстановления деталей.

С целью изучения характера и показателей величины износного состояния и, соответственно, объема перемещаемого для восстановления дефектов металла, а также с целью определения зон с избытком металла, в последующем перемещаемого для компенсации износа, проводятся микрометричные исследования.

Конструктивно шлицевые детали карданных передач рис. 2, состоят из вилок с внешним расположением шлицев и втулок с внутренним расположением шлицев.

У вилок скользящих автомобилей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53 максимальный износ наблюдается на поверхности шлицевых выступов по ширине, максимальные величины износа при этом, соответственно, составляют 1,4 и 1,9 мм, рис. 4. Наряду с износом шлицевых выступов по ширине, имеет место также износ шлицевых выступов по высоте, максимальная величина износа при этом для карданной передачи автомобиля ЗИЛ-130 составляет 1,2 мм, а для автомобиля ГАЗ-53 – 1,6 мм.

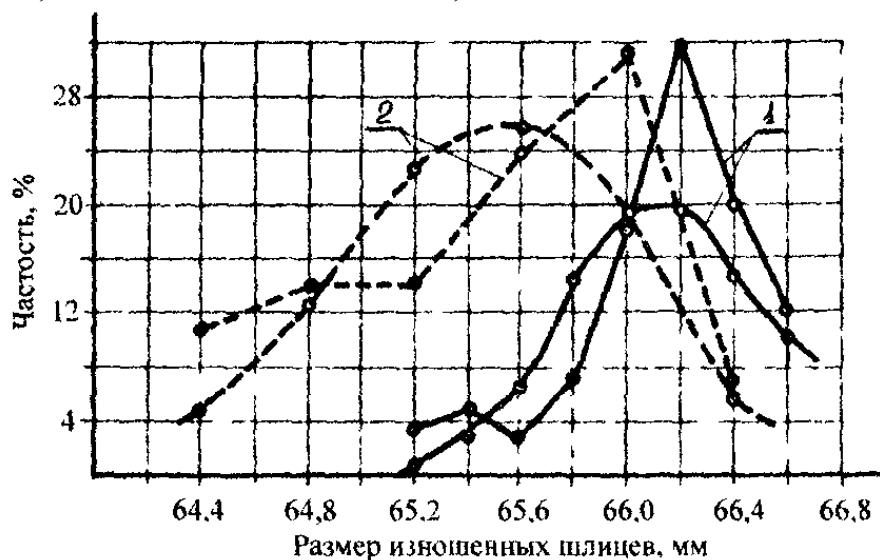


Рис. 4 Износ шлицевых выступов вилок карданных передач: 1 – ЗИЛ-130; 2 – ГАЗ-53

Исходя из характеристик износного состояния и прочностных расчетов для восстановления износов и формирования размеров и профиля шлицев целесообразно деформирование внутренней поверхности вилок.

Расчет кинематических параметров при восстановлении шлицевых деталей карданных передач

При определении кинематических параметров восстановления шлицевых деталей исследуется схема поперечного сечения карданной вилки в зоне изношенных шлицев (см. рис. 5).

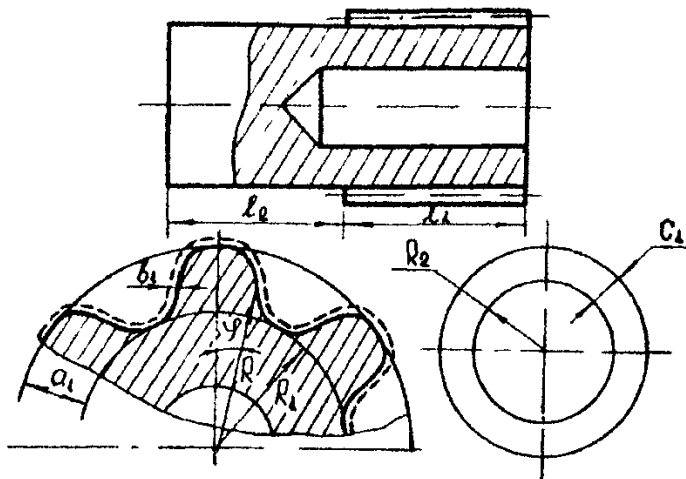


Рис. 5 Схема для расчета потребного для восстановления объема металла

Площадь поперечного сечения шлицевой части вилки описывается выражением:

$$S_1 = \pi(R_1^2 + R_1 a_1 + \frac{3a_1^2}{8}), \text{ мм}^2 \quad (1)$$

Площадь поперечного сечения шлицевой части с учетом потребности металла для устранения износа и припусками под механическую обработку

$$S_2 = \pi \left[(R_1 + b_1)^2 + (R_1 + b_1)a_1 + \frac{3a_1^2}{8} \right], \text{ мм}^2 \quad (2)$$

Приращение площади поперечного сечения составит

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \pi[(R_1 + b_1)^2 + (R_1 + b_1)a_1 + \frac{3a_1^2}{8}] - \pi b_1(2R_1 + b_1 + a_1), \text{ мм}^2 \quad (3)$$

Исходя из выражения (3) объем металла, необходимый для восстановления шлицев с учетом длины шлицевой части вилки l_2

$$\Delta V_1 = l_1 \Delta S = \pi b_1 l_1 (2R_1 + b_1 + a_1), \text{ мм}^3 \quad (4)$$

Объем металла, необходимый для восстановления цилиндрической части вилки с учетом длины цилиндрической части вилки

$$\Delta V_2 = [\pi(R_2 + C_1)^2 - \pi R_2^2] l_2, \text{ мм}^3 \quad (5)$$

В целом для восстановления вилки необходим объем металла

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = \pi[b_1 l_1 (2R_1 + b_1 + a_1) + C_1 l_2 (2R_2 + C_1)], \text{ мм}^3 \quad (6)$$

Расчет динамических показателей при восстановлении шлицевых деталей карданных передач

При проектировании технологического процесса восстановления деталей калибрующей накаткой по принятым схемам формообразования исследуется напряженно-деформированное состояние восстанавливаемых деталей и определяется усилие деформации. Данные расчеты необходимы для выбора силового оборудования и для проектирования инструмента и оснастки с прочностными показателями, обеспечивающими процесс поверхностной пластической деформации.

В соответствии с принятой схемой формообразования, при восстановлении шлицев вилки поперечной раскаткой внутреннего отверстия с одновременной продольной калибровкой шлицев, для каждого из случаев приняты расчетные схемы, представленные на рис. 6 и 7.

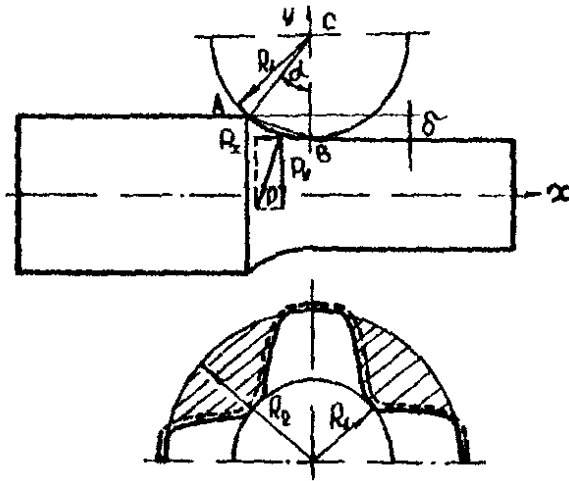


Рис. 6 Схема для расчета усилия продольной накатки шлица вилки

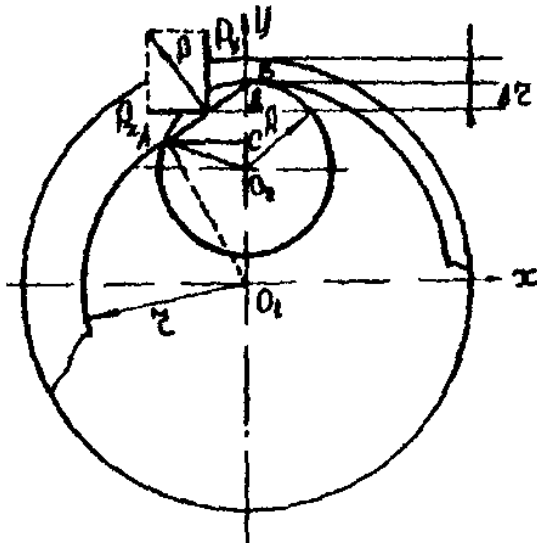


Рис. 7 Схема для расчета усилия раскатки отверстия вилки

Усилие деформации приближенно определится выражением:

$$P = \sigma_s \cdot S.$$

где: σ_s – предел текучести материала детали, МПа;

S – проекция площади контакта накатного ролика с поверхностью восстанавливаемой детали, мм².

Исходя из расчетной схемы (рис. 6), и определив S расчет усилия, потребного для поверхностно-пластической деформации производится исходя из выражения

$$P = 4R_1R_2\sigma_s \sin \frac{\pi}{22} \sin^2 \left(\frac{1}{2} \arcsin \frac{\sqrt{R_1^2 - (R_1 - \delta)^2}}{R_1} \right), \quad (7)$$

Проекция усилия P на оси X и Y имеют вид

$$P_x = P \sin \frac{1}{2} = 4R_1R_2\sigma_s \sin \frac{\pi}{22} \sin^2 \left(\frac{1}{2} \arcsin \frac{\sqrt{R_1^2 - (R_1 - \delta)^2}}{R_1} \right), \quad (8)$$

$$P_y = 2R_2\sigma_s \sin \frac{\pi}{22} \sqrt{R_1^2 - (R_1 - \delta)^2}, \quad (9)$$

Усилие, действующее при продольной раскатке отверстия, определяется исходя из схемы, представленной на рис. 7. Определив отрезок AB и его проекцию, усилие деформации выражается как

$$P = \sigma_s S = 2Rh\sigma_s \sin\left(\frac{1}{2} \arcsin \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2Rr\Delta r}{r-R}}\right). \quad (10)$$

где: h - ширина поверхности накатного ролика, контактирующего с поверхностью восстанавливаемой детали.

Соответственно проекции усилия на оси X и Y

$$P_x = P \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2} = 2Rh\sigma_s \sin^2\left(\frac{1}{2} \arcsin \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2Rr\Delta r}{r-R}}\right), \quad (11)$$

$$P_y = P \cos \frac{\alpha}{2} = h\sigma_s \sqrt{\frac{2Rr\Delta r}{r-R}}, \quad (12)$$

Технологическая оснастка и оборудование

Технологическая оснастка и инструмент для восстановления деталей калибрующей накаткой должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Простота конструкции оснастки и инструмента с возможностью их использования на ремонтных предприятиях любого уровня.

2. Повышение прочностных показателей оснастки и снижение энергосиловых параметров оборудования путем использования принципа разделения действия усилия на составляющие, воздействующие на ось накатного ролика и деформируемую поверхность.

3. Использование доступного силового оборудования.

Наиболее оптимальной для восстановления внешней поверхности вилки карданной передачи является конструкция установки с раздачей гладкого отверстия роликами и калиброванием шлицев профильными продольными роликами. Схема этой установки представлена на рис. 8.

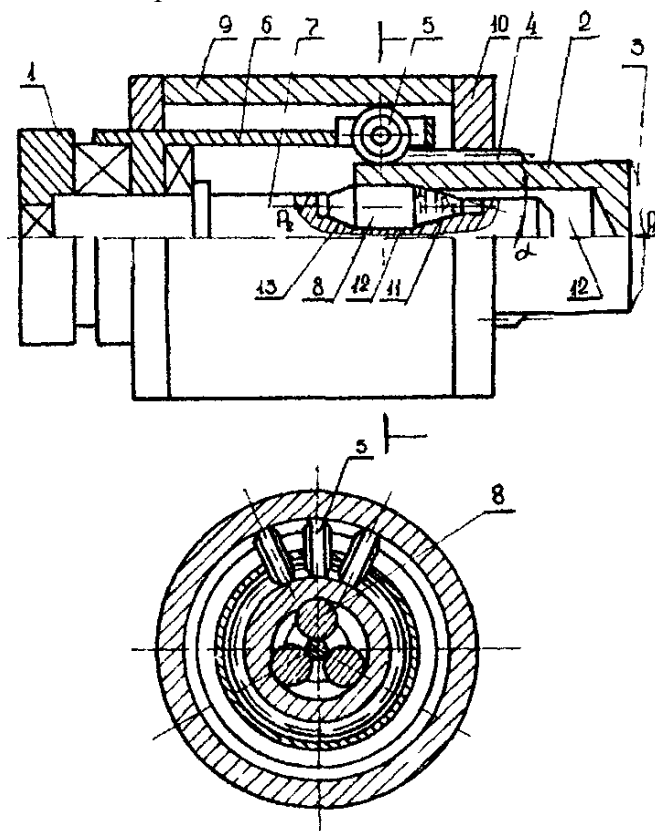


Рис. 8 Оснастка для восстановления шлицев вилки карданной передачи

Устройство состоит из приводной обоймы 1, устанавливаемой в патрон токарно-винторезного станка. Восстанавливаемая шлицевая вилка 2, располагаемая на оправке 3, вводится шлицами 4 в систему калибрующих роликов 5, смонтированных на сепараторе 6 устройства.

После ввода шлицев в калибрующие ролики включается привод токарно-винторезного станка, передающего вращение через патрон и приводную обойму 1 на сборную оправку 7 со смонтированной в ней системой трех деформирующих роликов 8. По мере перемещения детали 2 оправкой 3, установленной на доске резцедержателя токарно-винторезного станка в направлении система деформирующих роликов 8 вводится своей конической частью 11 в деформируемое отверстие 12 вилки. При вводе ролика в деформируемое отверстие усилие P_y , передаваемое накатной частью ролика воздействует на деформируемую поверхность по наклонной плоскости и разлагается на ряд составля-

ющих $P_y = \frac{P_2}{\operatorname{tg} \alpha}$, что позволяет в зависимости от угла α снизить требуемое усилие дефор-

мации более чем в два раза. По мере дальнейшего ввода детали в устройство окончательная деформация и накатка отверстия осуществляется цилиндрической поверхностью 12 роликов. Разгрузочная часть 13 ролика выполнена по конструктивным соображениям с целью уменьшения реакции в опорах. При окончательной накатке деформируемого отверстия объем металла, рассчитанный по представленной методике и введенный в размеры конструкции деформирующих элементов, соприкасается с калибрующими роликами 5, количество которых соответствует количеству шлицев на восстанавливаемой вилке, формируя их в соответствии с конструкцией профиля калибрующих роликов. Одновременно с перемещением восстанавливаемой детали вовнутрь оснастки корпус 9 за счет вращения калибрующих роликов 5 перемещается в противоположное восстанавливаемой детали направление. При выходе калибрующих роликов 5 из зацепления со шлицами 4 восстанавливаемой детали 2 торец сепаратора 6 упирается в переднюю опору 10 корпуса 9, процесс формообразования шлицев заканчивается. Перемещением корпуса 10 в направлении патрона, сепаратор 6 с калибрующими роликами 5 и сборной оправкой 7 с системой деформирующих роликов выводятся из восстановленной вилки.

Использование рассмотренной оснастки для восстановления вилок ограничивается прочностными показателями сепаратора с системой деформирующих роликов, находящихся в зависимости от размеров отверстия вилки, в случае, когда диаметр отверстия вилки мал, рациональнее использовать прошивку отверстия, что вносит незначительные изменения в конструкцию оснастки.

Режимы обработки

Экспериментально установлены следующие технологические режимы восстановления шлицевых деталей карданных передач.

Таблица 1 Технологические режимы восстановления шлицевых деталей карданных передач

Наименование технологического режима	Единицы измерения	Величина параметра
1. Отжиг полный	С°	850...890
2. Преддеформационный нагрев	С°	650
3. Частота вращения патрона	об/мин	100...200
4. Усилие деформации	кН	300...400
5. Продольная подача	мм/сек	0,5
6. Время накатки	мин	0,25

Производственные испытания оснастки и схем формообразования для восстановления шлицевых деталей карданных передач подтверждают теоретические предпосылки. Шлицы втулок и вилок восстанавливаются по всем параметрам с достаточным для финишных зубопротяжных и зубофрезерных операций запасом металла

Микрометражные исследования восстановленных вилок показывают, что размеры шлицев вилки возрастают в среднем на 2,5 мм при высокой стабильности поля рассеяния размеров, что объясняется использованием процесса калибрования поверхности.

Вследствие поверхностно-пластической деформации с калиброванием, микротвердость на поверхности шлица на глубину до 0,1 мм возрастает на 37%, данное обстоятель-

ство наряду с положительными результатами, полученными исследованиями микроструктуры, напряженного состояния и плотности дислокаций, позволяют сделать вывод об обеспечении гарантированной долговечности шлицевых соединений, восстановленных методом калибрующей накатки. Предел прочности восстановленных шлицевых деталей не лимитирует долговечность восстановленного соединения.

5. Инструкция по технике безопасности

1. Калибрующая накатка шлицев производится в присутствии и по указанию учебного мастера.

2. Установку и снятие детали, переключение скоростей вращения производить только при остановленном станке.

3. Установку и снятие со станка технологической оснастки осуществлять при остановленном станке.

4. Запрещается управлять станком нескольким лицам одновременно, облакачиваться на станок, дотрагиваться до вращающихся частей.

5. Проверять исправность станка и технологической оснастки перед работой.

6. Запрещается нагружать калибрующие ролики силой больше расчетной.

7. Работать следует только в аккуратно заправленной одежде.

8. Рабочее место должно быть хорошо освещено.

9. При появлении неисправностей остановить и обесточить станок.

6. Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания и инструкцию по технике безопасности.

2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.

3. Подготовить деталь к восстановлению.

4. Закрепить деталь в патроне токарно-винторезного станка.

5. Подготовить станок и устройство к работе.

6. Получить исходные данные от преподавателя и произвести расчеты режимов восстановления.

7. Установить параметры калибрующей накатки.

8. Произвести восстановление шлицевой поверхности вилки карданной передачи способом калибрующей накатки.

9. Выключить станок.

10. Снять восстановленную деталь со станка.

11. Произвести внешний осмотр шлицевых поверхностей вилки и проконтролировать качество восстановления.

12. Убрать рабочее место.

13. Составить отчет по лабораторной работе.

14. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

7. Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность калибрующей накатки?

2. Какие отличительные особенности имеет калибрующая накатка?

3. Для каких групп деталей целесообразно применение калибрующей накатки?

4. Перечислите типовые поверхности деталей, восстанавливаемые калибрующей накаткой.

5. Назовите преимущества и недостатки калибрующей накатки.

6. Укажите особенности дефектного состояния восстанавливаемых калибрующей накаткой скользящих вилок карданных передач грузовых автомобилей.

7. Назовите кинематические параметры процесса при восстановлении шлицевых деталей карданных передач.

8. Поясните методику расчета кинематических параметров при восстановлении шлицевых деталей карданных передач.

9. Как рассчитываются динамические параметры при восстановлении шлицевых деталей карданных передач.

10. Требования, предъявляемые к технологической оснастке и инструменту для восстановления деталей калибрующей накаткой.

- 11.Опишите устройство технологической оснастки для восстановления вилок карданных передач калибрующей накаткой.
- 12.Поясните принцип действия технологической оснастки для восстановления вилок карданных передач калибрующей накаткой.
- 13.Назовите основные технологические режимы восстановления шлицевых деталей карданных передач калибрующей накаткой.
- 14.Перечислите основные требования техники безопасности.

УПРОЧНЕНИЕ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

1. Цель работы

1. Изучить физические основы и сущность поверхностного пластического деформирования деталей на примере обкатки роликами.
2. Рассмотреть рабочие тела для обкатывания, их материалы и конструкцию.
3. Ознакомиться с оборудованием и технологической оснасткой применяемым для упрочнения деталей обкаткой.
4. Изучить технологические возможности способа обкатки роликами.
5. Ознакомиться с методикой расчета и выбора основных режимов обкатки деталей роликами.
6. Рассмотреть технологический процесс упрочнения деталей обкаткой роликами.

2. Оснащение рабочего места

1. Специализированный круглошлифовальный станок 3А423.
2. Приспособление для обкатки шеек коленчатых валов.
3. Твердомер портативный комбинированный "МЕТ-УД" ТУ ,4271–004–18606393–02.
4. Меры твердости образцовые 2-го разряда ГОСТ 9031–75
5. Набор шаблонов №1 для измерения радиусов галтелей ГОСТ 4126–86. 6. Образцы шероховатости $Ra = 0,16$ и $Ra = 0,32$ ГОСТ 9378–75.
7. Лупа 4-х кратного увеличения ЛТ 1–4* ГОСТ 25706–81

3. Методика выполнения работы

1. Изучить физическую сущность и особенности процесса поверхностного пластического деформирования.
2. Ознакомиться с областью применения ППД и обкатки.
3. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
4. Освоить методику выбора и расчета режимов обработки.
5. Изучить технологическую оснастку, применяемую для упрочнения деталей машин обкаткой роликами.
6. Провести опытно-экспериментальное упрочнение коленчатого вала обкаткой роликами (под руководством преподавателя или учебного мастера).
7. Провести оценку качества упрочненной детали.
8. Составить отчет по лабораторной работе.
9. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

4. Содержание работы

Физическая сущность и особенности процесса поверхностно-пластического деформирования

Обработка деталей машин поверхностным пластическим деформированием является одним из наиболее простых и эффективных методов упрочнения. Поверхностное пластическое деформирование повышает усталостную прочность, контактную выносливость и износостойкость деталей и тем самым увеличивает их долговечность. В результате поверхностного деформирования изменяются микроструктура и физико-механические свойства поверхностного слоя металла: повышается его твердость и прочность, возникают благоприятные сжимающие остаточные напряжения. Шероховатость поверхности становится ниже.

Сущность процессов, протекающих при обработке деталей способами поверхностного пластического деформирования, одинакова и вкратце сводится к следующему. Инструмент (индентор), вдавливаясь в поверхность детали, пластически деформирует наружные слои металла, вызывая их наклеп (упрочнение). Основной причиной упрочнения, в соответствии с теорией дислокаций, является лавиноподобное развитие дислокаций, которые, группируясь вблизи линий сдвигов, взаимно пересекаясь и застревая перед различными препятствиями, затрудняют процесс дальнейшей пластической деформации. В результате повышаются все характеристики сопротивления металла деформации (в том числе: твердость, предел текучести и др.), незначительно снижаются показатели пластичности. При наклепе уменьшается плотность (α , следовательно, увеличивается удельный объем) пла-

стически деформированного металла вследствие массового развития в нем дислокаций и вакансий. Поверхностные слои металла стремятся занять больший объем, чему препятствуют нижележащие слои, не затронутые пластической деформацией. В результате после обработки в поверхностных слоях образуются остаточные напряжения сжатия, а в сердцевине - напряжение растяжения. Таким образом, высокая эффективность (с точки зрения повышения усталостной прочности) обработки галтелей поверхностным пластическим деформированием объясняется, во-первых, увеличением прочности слоев и, во-вторых, созданием в них остаточных напряжений сжатия.

Одним из наиболее перспективных направлений развития ППД является его применение для повышения усталостной прочности тяжело нагруженных коленчатых валов автотракторных двигателей при их ремонте или восстановлении. Рассмотрим процесс упрочнения коленчатых валов более подробно.

Применение различных способов ППД галтелей коленчатых валов привело к созданию целого ряда инструментов и схем обработки. Для упрочнения коленчатых валов автотракторных двигателей возможно применение таких способов ППД как: дробеструйная обработка, обкатка роликовым или шариковым инструментом, чеканка.

Оптимальным способом повышения долговечности коленчатых валов автотракторных двигателей для условий единичного ремонтного производства является обкатка роликом галтелей коренных и шатунных шеек.

Обкатывание галтелей создается за счет того, что к деформирующему инструменту приложена только статическая нагрузка. Простейший способ упрочнения галтелей коленчатых валов обкатывание роликами с материальной осью вращения. Диаметр ролика должен быть достаточно большим для возможности установки внутри ролика подшипников на неподвижной оси вращения. В результате обкатки роликами галтелей предел выносливости коленчатых валов возрастает в среднем на 30...80% при симметричном изгибе в плоскости кривошипа. При кручении эффективность накатывания несколько ниже. Твердость поверхности галтели после накатывания возрастает на 20...30 %, шероховатость поверхности уменьшается с $Ra=1,25...2,5$ до $Ra=0,08...0,32$ мкм. Глубина слоя с повышенной твердостью может составлять 2,5...3,5 мм и более. С помощью накатывания галтелей иногда удается полностью скомпенсировать вредное влияние концентратора напряжений на усталостную прочность коленчатого вала. Накатыванием можно компенсировать различные пороки галтелей: риски, раковины и т.п. Накатыванием роликами, возможно, эффективно упрочнять галтели радиусом до 6 мм.

Для обкатывания галтелей коленчатых валов, возможно, применять различные схемы обработки, такие как: 1) обкатка роликом с профильным радиусом, равным радиусу галтели; 2) обкатка роликом увеличенной кривизны с подачей его по профилю галтели; 3) обкатка роликами, имеющими поворотные устройства; 4) обкатка роликами с биением рабочего профиля; 5) обкатка клиновидными роликами.

Обработка обкатыванием осуществляется при рабочих напряжениях, вызывающих пластическую деформацию. При нормальном протекании процесса поверхностного пластического деформирования рабочая часть ролика внедряется на определенную глубину в обрабатываемую поверхность детали. В зоне контакта деформирующего ролика с поверхностью галтели остается отпечаток, форма которого зависит от конфигурации ролика и кривизны обрабатываемой поверхности. При выбранной схеме обработки, при использовании ролика кругового профиля, установленного без наклона к оси обрабатываемой детали, образуется отпечаток эллиптической формы с осями 2а и 2b. При эллиптической форме отпечатка контактное давление распределяется по эллипсоиду с максимумом в центре. Отпечаток ролика во время обкатывания превращается в пластически деформированную канавку, таким образом, происходит обработка галтели по всей ее длине. При втором и последующих оборотах детали ролик выходит на уже деформированную поверхность детали, несколько расширяя и углубляя канавку. После некоторого числа оборотов процесс стабилизируется. Для эффективного упрочнения поверхности галтели достаточно 4...5 оборотов детали.

Положительные стороны процесса ППД

Как преимущества, так и недостатки имеют разное значение для отдельных способов поверхностной пластической обработки и поэтому их следует анализировать в связи с конкретными случаями обработки. Однако можно выделить две группы основных преимуществ, характерных для большинства способов ППД.

1. Преимущества, связанные с качеством обрабатываемой детали:

- возможность получения поверхности с очень малой шероховатостью;
- большая несущая доля профиля неровности, а также большая несущая способность поверхности;
- отсутствие на поверхности после поверхностной пластической обработки твердых обломков инструмента (зерен абразива) и стружек;
- хорошая адгезия и равномерность наносимых гальванических покрытий;
- сохранение непрерывности внутренних волокон металла, а также минимальный нагрев детали, исключающий возникновение прожига, обезуглероживания и термических напряжений;
- образование в верхнем слое упрочненного слоя, сжимающих остаточных напряжений, повышение твердости;
- повышение сопротивления воздействию таких эксплуатационных факторов, как истирание, поверхностная усталость, поверхностная коррозия
- возможность придания поверхностному слою определенных свойств:
- возможность ликвидации локальной концентрации остаточных напряжений (например, в галтелях коленчатых валов):
- малый коэффициент трения и хорошая адгезия смазочных веществ Г поверхности.

2. Преимущества, связанные с технологией ППД:

- большая эффективность повышения чистоты обработки поверхности за один проход, а также высокая производительность обработки;
- большая стойкость инструмента для ППД, что облегчает автоматизацию процесса;
- возможность применения инструмента для ППО на универсальных станках, малая потребляемая мощность для реализации операций обработки;
- возможность замены поверхностной пластической обработкой трудоемких финишных операций (хонингование, притирка, полировка);
- возможность сочетания ППД с обработкой резанием в одной операции при применении специальной оснастки;
- возможность замены в определенных случаях термической или термохимической обработки операциями ППД;
- возможность обработки твердых гальванических покрытий;
- возможность обработки без охлаждения (но желательна смазка);
- большая безопасность рабочего во время работы.

Отрицательные стороны процесса ППД

К основным недостаткам поверхности пластической обработки следует отнести:

- малую размерную геометрическую точность, особенно для упругой поверхностной пластической обработки, которая не улучшает существенно точность детали после предшествующей обработки;
- ограничение по твердости обрабатываемого материала в случае поверхностной пластической деформации качением стальным инструментом (практически HRC до ~ 45);
- трудоемкий выбор правильных параметров обработки;
- необходимость тщательной (без задиров и наростов), а также точной по размерам предшествующей обработки;
- трудность ее применения для обработки тонкостенных гильз;
- возможность возникновения технологических дефектов в осевом сечении детали, например расширение зон введения и вывода инструмента из отверстия, а также складок и деформации кромок.
- при завышенных силовых параметрах обработки может происходить перенаклеп, в результате, которого в поверхностном слое появляются опасные микротрещины, намечается образование частичек отслаивающегося металла, поверхностные зерна сплюсываются

ся. Резко увеличивается шероховатость поверхности. Перенаклеп – необратимый процесс.
Область применения поверхностного пластического деформирования

Обрабатывают ППД наиболее тяжело нагруженные детали машин и механизмов, от работоспособности которых зависят надежность и долговечность изделий в целом.

Основные детали, упрочняемые ППД можно сгруппировать следующим образом:

- детали, работающие в условиях знакопеременных нагрузок, вызывающих усталостные разрушения (торсионы, балансиры, лопатки, коленчатые и кулачковые валы, шатуны, шестерни, лонжероны, пружины, полуоси, диски);
- детали, работающие в условиях высоких скоростей относительно перемещения и больших давлений с минимальными зазорами при обедненном смазочном материале, что приводит к схватыванию металла (распределители, поршни, шатуны со сферическими головками, поршневые кольца, золотники, плунжеры, шпиндели);
- детали, работающие в условиях абразивного изнашивания (пальцы трака, диффузоры, крыльчатки, тормозные диски и барабаны, колеса, опорные ролики, рабочие детали сельскохозяйственных и других машин);
- детали, работающие в условиях окислительного изнашивания (шейки коленчатых валов, цилиндры, подшипники скольжения);
- детали манжетных уплотнений, к герметичности и износостойкости которых предъявляются высокие требования (валы, втулки, оси, штоки);
- детали, контактирующие с газовым потоком, имеющим высокие скорость, температуру и давление (трубы, лопатки и диски турбин, камеры);
- детали, работающие в условиях контактно-усталостных напряжений (беговые дорожки подшипников, цапфы шестерен, опорные шейки, крестовины, поворотные кулаки);
- детали инструментального производства, работающие в тяжелых условиях трения скольжения (валки холодной прокатки, пуансоны, матрицы).

Кроме того, методами ППД эффективно упрочняют детали, подвергаемые коррозионно-усталостному воздействию, фреттинг-коррозии, ударным нагрузкам, кавитационному воздействию и многим другим видам и условиям нагружения.

В зависимости от размеров, конфигурации, материала детали, назначения обработки, серийности производства и других факторов в каждом конкретном случае выбирают наиболее оптимальный метод ППД.

Цилиндрические, конические и другие наружные и внутренние поверхности правильной геометрической формы твердостью HRC<45...55 эффективно обрабатывать накатыванием роликовым или шариковым инструментом, а поверхности твердостью HRC>55 методом алмазного выглаживания. Детали сложной конфигурации (пружины, рессоры, шатуны, лопатки) целесообразно упрочнять виброударным методом или дробеструйной обработкой.

Материалы и геометрические параметры деформирующих роликов

Эффект поверхностной пластической обработки напрямую зависит от геометрии, состояния поверхности и твердости обрабатываемого элемента. От формы и размеров обрабатываемого элемента зависит величина поверхностного давления в зоне обработки, которое является источником энергии пластической деформации поверхностного слоя. Геометрия обрабатываемых элементов, а также их количество в инструменте тесно связаны с технологическими условиями ППД.

Обрабатываемыми элементами в силовых накатниках и ротационных головках являются стандартные элементы подшипников качения: шарик, а также конические и бочкообразные ролики. Некоторые элементы требуют закругления и чистовой обработки кромок, например конические ролики. Благодаря таким свойствам, как точность, чистота поверхности и твердость, а также общей доступности они часто применяются в конструкциях головок ППО, изготавливаемых в единичных экземплярах в заводских инструментальных цехах.

Материалы для инструментов и рабочих тел должны иметь более высокие физико-механические свойства, чем материалы обрабатываемых деталей. Они должны обладать следующими основными свойствами: высокой твердостью; способностью сопротивляться

истиранию и ударным воздействиям; высоким пределом прочности на сжатие, низким коэффициентом трения по металлу; большой теплопроводностью и теплоемкостью; способностью обрабатывать поверхность до получения минимальной шероховатости; высокой антиадгезионной способностью

Ролики, используемые для ППД, изготавливают из подшипниковых сталей ШХ15, ШХ15СГ, ШХ17, ШХ20СГ, 18ХГТ, 20Х2Н4ВА, 95Х18. Основные характеристики материалов, используемых для изготовления обрабатываемых тел качения, приведены в таблице 1.

Таблица 1 Основные характеристики материалов роликов

Характеристика	ШХ15	ШХ15СГ	18ХГТ	20Х2Н4ВА	95Х18
Предел прочности σ_n , МПа	2800...2600	2800...3000	1000...1100	1200...1300	700...800
Твердость, HRC	62...65	62...65	50...62	56...60	55...57
Максимальная рабочая температура, С°	700	720	500	400	350

Из таблицы видно, что более высокими физико-механическими характеристиками обладают шарикоподшипниковые стали ШХ15 и ШХ15СГ (ГОСТ 801–78). При изготовлении ролики закаляются до твердости 62...65 HRC. Для достижения требуемой чистоты рабочей поверхности ролики подвергаются точному шлифованию и полированию до параметра шероховатости $Ra=0,08...0,16$ мкм. Требования на чистоту обработки других поверхностей роликов, трущиеся поверхности $Ra<0,40$ мкм, посадочные нетрущиеся поверхности $Ra<0,80$ мкм, нерабочие поверхности $Ra<1,60$ мкм.

Ролики для раскатывания и обкатывания бывают двух видов – стержневые и кольцевые; их подразделяют на 15 типов, причем некоторые типы имеют несколько исполнений. Стержневые ролики могут быть коническими и цилиндрическими, могут иметь торцовую и коническую заходную поверхность или их выполняют без заходной поверхности, с хвостовиками или с цапфами с одной или с двух сторон. Кольцевые ролики имеют посадочное отверстие, их рабочая поверхность может быть торовой конической или цилиндрической, ассиметричной или симметричной с заходной поверхностью или без нее. Поверхность кольцевых цилиндрических роликов может иметь регулярные элементы или может быть выполнена в виде выступающих синусоид. Это обеспечивает на обрабатываемой поверхности получение заданного микрорельефа. Основные типы роликов, применяющихся для обкатывания деталей машин, приведены на рисунке 1.

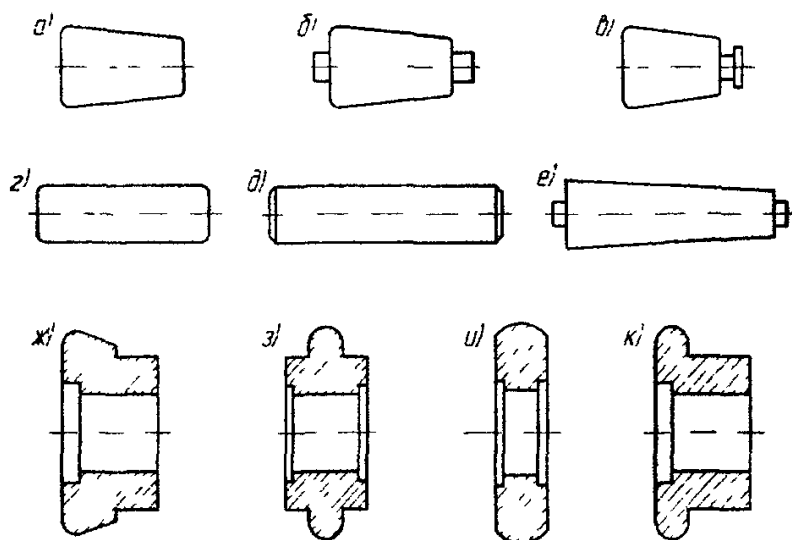


Рис. 1 Основные типы роликов для накатывания

Стержневые ролики (рис. 1, а... е) рекомендуется применять преимущественно в много-роликовом накатном инструменте сепараторного типа для накатывания деталей, имеющих форму цилиндра или конуса, а также для обкатывания плоских кольцевых поверхностей у буртов и торцов деталей. В подобном инструменте ролики размещаются в сепараторе и при работе катятся по опорной поверхности инструмента. Кольцевые ролики (рис. 1, ж...

к) рекомендуется применять преимущественно в головках одно-, двух- и трехроликовых приспособлений для накатывания деталей, имеющих форму цилиндра, а также для накатывания плоских поверхностей.

При упрочнении галтелей коленчатых валов оптимальным является применение роликов кольцевого типа, в соответствии с конструктивными особенностями обрабатываемой детали (рис. 2).

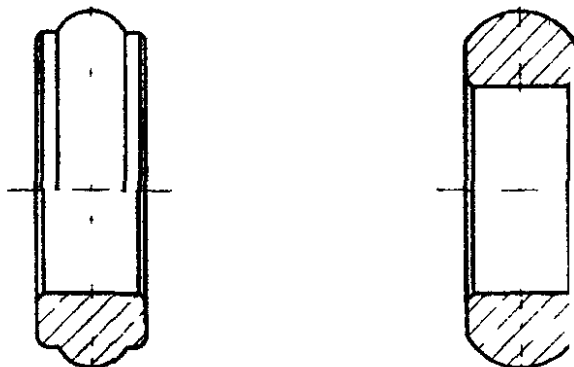


Рис. 2 Конструкции деформирующих роликов для упрочнения галтелей

Основные размеры деформирующих роликов выбираются исходя из конструктивных особенностей применяющейся технологической оснастки и расчетных параметров обработки.

Технологическая оснастка и оборудование

Наиболее рациональной конструкцией приспособления для упрочнения галтелей коленчатых валов является многороликовое устройство охватывающего типа. На кафедре "Надежность и ремонт машин" разработано приспособление для обкатки галтелей коленчатых валов дизелей А-01, А-41. Общий вид разработанного устройства приведен на рис

3

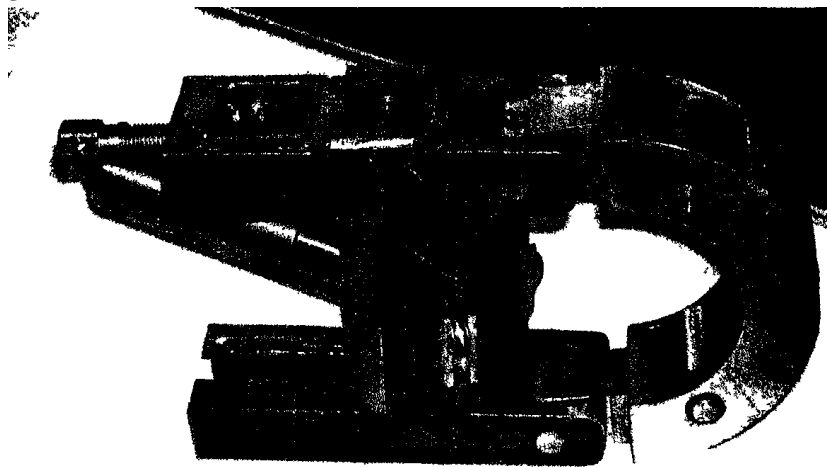


Рис 3 Приспособление для обкатки коленчатых валов

Размещение роликов под углом 120° предотвращают одностороннее нагружение обрабатываемой детали. Размещение в рабочей головке роликов 2-х роликов позволяет одновременно вести обработку обеих галтелей одной шейки вала, что повышает производительность труда, и создаются более благоприятные условия нагружения коленчатого вала, кроме того, значительно упрощается схема нагружения рабочих элементов. Разработанное приспособление для накатки галтелей состоит из основания, в пазах которого находятся державки с деформирующими роликами. Нагрузка на них создается при помощи гидравлического привода через поршень находящийся в крышке основания и толкателя перемещающегося в основании. Данные элементы конструкции в совокупности составляют рабочую головку.

Основными несущими элементами предлагаемой конструкции являются две банки, выполненные из швеллеров и скоба. Скоба охватывает обрабатываемую шейку и несет два поддерживающих ролика. Два рабочих ролика и два поддерживающих ролика образуют

уравновешенную систему нагружения, позволяющую избежать одностороннего радиального воздействия на коленчатый вал. Между верхней и нижней балками размещена упорная плита, служащая для соединения рабочей головки с балками. Упорная плита прикреплена к рабочей головке четырьмя болтами. В нерабочем положении верхняя балка и скоба отводятся на некоторый угол (откидываются), что позволяет завести приспособление под обрабатываемую шейку вала.

Приспособление закрепляется на модифицированном люнете, установленном на станине специализированного круглошлифовального станка 3А423 (рис 4).

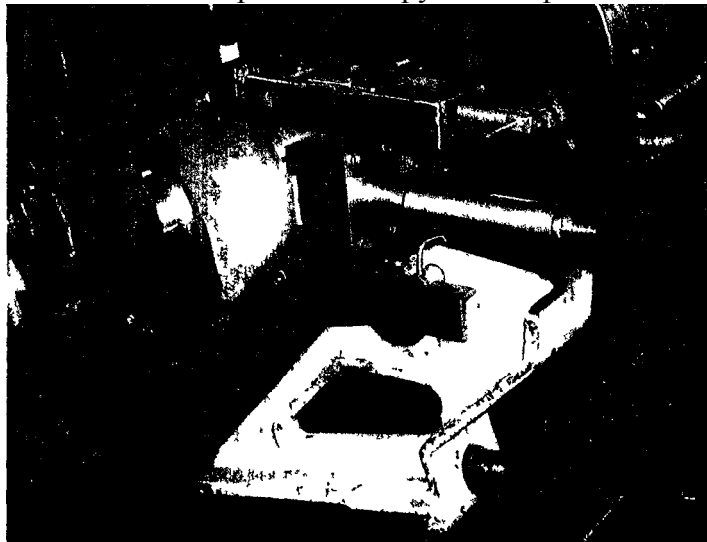


Рис 4 Обкатка коленчатого вала двигателя А–41 на станке 3А423

При работе, приспособление в открытом положении заводится под обрабатываемую шейку коленчатого вала. Затем приспособление закрывается, и верхняя балка затягивается до соприкосновения рабочих и поддерживающих роликов с поверхностью обрабатываемой шейки. При помощи запорного приспособления верхняя балка фиксируется относительно упорной плиты и обкатывающей головки. Далее создается давление рабочей жидкости в надпоршневом пространстве, и поршень воздействует на толкатель, который в свою очередь создает рабочую нагрузку на деформирующие ролики. Специально оттарированный манометр позволяет контролировать силу обкатывания непосредственно в процессе обработки.

Режимы упрочнения

Главным и определяющим параметром поверхностного пластического деформирования является непосредственно сила обкатывания, которую необходимо приложить к деформирующим роликам для получения требуемого эффекта упрочнения поверхности.

Основными параметрами, характеризующими деформирующую силу, являются: необходимая глубина залегания пластических деформаций, физико-механические свойства металла обрабатываемой поверхности, площадь контакта деформирующего ролика с поверхностью галтели, которая зависит от геометрии сопрягаемых поверхностей.

Поверхностный слой при обработке деталей ППД формируется в результате сложных взаимосвязанных явлений, происходящих в очаге деформирования и прилегающих к нему зонах: многократных упругих и пластических деформаций, изменения прочностных и пластических свойств деформируемого металла, трения и тепловых процессов, изменения микро- и макроструктуры, микрогеометрии самой поверхности и др.

Основные параметры ППД следующие: упругая и пластическая деформации в очаге деформирования, площадь контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью, сила воздействия на инструмент, напряжения, возникающие под действием этой силы, и кратность приложения силы.

От глубины пластической деформации в верхнем слое 5 зависят многие эксплуатационные свойства деталей, подвергнутых поверхностной пластической обработке, например усталостная прочность. Глубина 5 определяет зону верхнего слоя, в которой имеются остаточная деформация зерен и дислокации кристаллической решетки, образованные в

результате приложения внешней технологической нагрузки с помощью обрабатывающего инструмента.

Как показали многочисленные эксперименты, оптимальная глубина залегания пластической деформации, обеспечивающая наибольший эффект упрочнения и прироста усталостной прочности находится в следующих пределах:

$$0,01d \leq \delta \leq 0,05d \quad (1)$$

где d – диаметр обрабатываемой детали.

При известных пределах изменения требуемой глубины деформаций можно перейти к определению необходимой для ее получения обкатывающей силы. Как показывают экспериментальные исследования, относительно большую точность дают расчеты обкатывающей силы с помощью зависимости Хейфеца, модифицированной Кудрявцевым. Данная формула учитывает геометрию обрабатываемого элемента и детали и имеет следующий вид:

$$F = 0,002(1 + 0,07R_z)\delta^2\sigma_m, \text{ Н} \quad (2)$$

где: σ_m – предел текучести материала, МПа;

δ – требуемая глубина деформированной зоны, мм.

R – приведенный радиус кривизны взаимодействующих поверхностей, мм.

$$R_z = \frac{1}{\sum \rho}, \text{ мм} \quad (3)$$

где: $\sum \rho$ – сумма величин обратных радиусам главной кривизны контактирующих поверхностей;

$$\sum \rho = \rho_p + \rho_{np} + \rho_{ш} - \rho_z, \text{ мм}^{-1} \quad (4)$$

где: ρ_p и ρ_{np} – главная кривизна деформирующего ролика в двух взаимноперпендикулярных плоскостях;

$\rho_{ш}$ и ρ_z – главная кривизна галтели в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

$$\rho_p = \frac{2}{D_p}, \text{ мм}^{-1} \quad (5)$$

где: D_p – максимальный диаметр ролика в поперечном сечении, мм.

$$\rho_{np} = \frac{2}{R_{np}}, \text{ мм}^{-1} \quad (6)$$

где: R_{np} – профильный радиус ролика, мм. Принимается $R_{np} = (0,9 \dots 1,0) \cdot R_r$,

$$\rho_{ш} = \frac{2}{D_{ш}}, \text{ мм}^{-1} \quad (7)$$

где: $D_{ш}$ – диаметр шейки коленчатого вала, мм.

$$\rho_z = \frac{1}{R_z}, \text{ мм}^{-1} \quad (8)$$

где: R_z – профильный радиус галтели, мм.

Скорость вращения детали большого влияния на процесс обкатки не оказывает и может выбираться в пределах от 20 до 100 об/мин, большим значениям скорости соответствует большая производительность процесса.

5. Инструкция по технике безопасности

1. Упрочняющая обработка коленчатых валов производится в присутствии и по указанию учебного мастера.

2. Установку и снятие детали, переключение скоростей вращения производить только при остановленном станке.

3. Установку и снятие со станка технологической оснастки осуществлять при остановленном станке.

4. Установку коленчатого вала на станок производить с помощью

грузоподъемных устройств.

5. Запрещается управлять станком нескольким лицам одновременно, облакачиваться на станок, дотрагиваться до вращающихся частей.

6. Проверять исправность станка и технологической оснастки перед работой.

7. Рабочую нагрузку на деформирующие ролики создавать плавно, не допуская резких перепадов давления гидравлической жидкости.

8. Запрещается нагружать деформирующие ролики силой больше требуемой.

9. Работать следует только в аккуратно заправленной одежде.

10. Рабочее место должно быть хорошо освещено.

11. При появлении неисправностей остановить и обесточить станок.

6. Порядок выполнения работ

1. Изучить методические указания и инструкцию по технике безопасности.

2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.

3. Установить и закрепить коленчатый вал на специализированном круглошлифовальном станке 3А423.

4. Установить и закрепить на станке приспособление для обкатки коленчатых валов.

5. Получить исходные данные от преподавателя и произвести расчеты режимов упрочняющей обработки (выбрать геометрические параметры роликов, рассчитать значение деформирующей силы, подобрать скорость вращения детали). Полученные данные занести в таблицу 2.

6. Установить режимы упрочнения согласно данным таблицы 2.

7. Включить вращение детали и произвести упрочняющую обработку.

8. Выключить вращение детали и снять рабочую нагрузку с деформирующих роликов.

9. Снять оснастку и деталь со станка.

10. Произвести внешний осмотр упрочненных поверхностей коленчатого вала.

11. Составить отчет по лабораторной работе.

12. Отчитаться преподавателю за выполненную работу.

Таблица 2. Режимы упрочняющего обкатывания коленчатых валов

Диаметр шейки коленчатого вала $D_{ш}$, мм	Радиус галтели коленчатого вала R_r , мм	Предел текучести материала коленчатого вала $\sigma_{\text{н}}$, МПа	Необходимая глубина упрочнения δ , мм	Материал деформируемого ролика	Диаметр деформирующего ролика D_p , мм	Профильный радиус деформирующего ролика $R_{\text{пр}}$, мм	Приведённый радиус кривизны r_r , мм	Деформирующая сила F , Н	Частота вращения детали n , об/мин	Кратность приложения нагрузки N

7. Контрольные вопросы

1. В чем заключается физическая сущность поверхностного пластического деформирования (ППД)?

2. Назовите причины повышения долговечности деталей после обработки способами ППД.

3. Назовите основные способы упрочнения деталей ППД.

4. Укажите возможные схемы обработки галтелей коленчатых валов.

5. Перечислите основные преимущества ППД.

6. Назовите отрицательные стороны ППД.

7. Для каких групп деталей целесообразно применение способов ППД?

8. Укажите специфику применения таких способов ППД как обкатывание, алмазное вы-

глаживание, дробеструйная обработка.

9. Какие материалы применяются для изготовления деформирующих роликов, требования к ним?

10. Перечислите основные конструктивные типы роликов для обкатывания деталей.

11. Опишите устройство приспособления для обкатки коленчатых валов.

12. Поясните принцип действия приспособления для обкатки коленчатых валов.

13. Назовите основные параметры процесса ППД.

14. Как определяется деформирующая сила при упрочняющей обкатке роликами?

15. Перечислите основные требования техники безопасности.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАТНОЙ НАПЛАВКОЙ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ (ЭМО).

1.Цель работы.

Изучить сущность и область применения процесса, сварочные материалы, используемые при ремонте деталей.

Ознакомиться с устройством, назначением оборудования, а также со спецификой технологии наплавки.

2.Методика выполнения работы,

2.1.Изучить сущность процесса, преимущества и недостатки способа, и область его применения в ремонтном производстве при восстановлении детали.

2.2.Изучить материалы, применяемые при наплавке, варианты восстановления.

2.3.Ознакомиться с комплектом применяемого оборудования.

2.3.1. Изучить конструкцию и принцип действия основных элементов установки для электроконтактной приварки металлической ленты 011–1–02Н ТУ 70.0009.001–82.

2.4.Ознакомиться с особенностями технологического процесса восстановления изношенных деталей приваркой металлической ленты и ЭМО.

2.5.Изучить основные требования по охране труда при электроконтактной наплавке.

3.Оборудование и материалы.

3.1.Установка для электроконтактной приварки металлической ленты 011–1–02Н ТУ 70.0009.001–82.

3.2.Блок регуляторов времени на интегральных схемах (РВИ - 501).

3.3.Компрессор.

3.4.Металлическая лента.

3.4.Образцы для наплавки.

3.5.Наглядные пособия.

В современном ремонтном производстве широкое применение получили способы сварки плавлением. Сварка давлением при ремонте в настоящее время применяется гораздо реже.

Многолетние исследования, проведенные в ГОСНИТИ, ЧИМЭСХ, СГАУ и ряде других организаций, привели к созданию ряда новых способов восстановления и упрочнения деталей, основанных на использовании контактной сварки и процессов, применяемых в современной порошковой металлургии.

Широко распространенные способы восстановления деталей механизированной дуговой наплавкой (под флюсом, в защитных газах, вибродуговой наплавкой и др.) имеют ряд существенных недостатков, особенно в случае восстановления деталей с малыми износами, составляющих до 85% общего числа деталей. Износ таких деталей не превышает 0,3 мм на диаметр, а толщина наплавляемого слоя составляет 1,0-2,0 мм (на сторону). Таким образом, основная часть наплавленного металла превращается затем в стружку при механической обработке. Способы дуговой наплавки влекут за собой также значительный нагрев и деформацию деталей, характеризуются тяжелыми и вредными условиями труда.

Электроконтактная наплавка представляет собой способ нанесения металлопокрытия толщиной 0,1–1 мм. Сущность способа заключается в приварке к наружной поверхности деталей стальной ленты мощными импульсами тока. Исследованиями установлена высокая эффективность этого способа.

В ГОСНИТИ был разработан процесс восстановления деталей контактной сваркой, названный контактным электроимпульсным покрытием, и оборудование для его осуществления – установка ОКС 9862, рекомендованная в 1974 г для серийного производства

Название способа «контактное электроимпульсное покрытие» подчеркивает, что лента приваривается контактной сваркой импульсами тока. В сварной точке, полученной от действия импульса тока, происходит расплавление металлов ленты и детали. Металл ленты в данном случае расплавляется не по всей ее толщине, а лишь в тонком поверхностном слое в зоне контакта детали и ленты. Полного расплавления ленты не происходит. Поэтому термин «покрытие» в достаточной мере отражает сущность способа.

Слой приваривают ко всей поверхности перекрывающимися нерегулируемыми импульсами тока. На рис. 1 показана схема приварки металлической ленты к поверхности вала. Таким же образом могут быть приварены к поверхности различной формы и другие токопроводящие материалы-проволока, порошки металлов и твердых сплавов, сочетания порошковых твердых сплавов с лентой и т.п. Регулируемые импульсы тока могут быть получены с использованием применяемых для контактной сварки игнитронных и тиристорных прерывателей или конденсаторных источников импульсов.

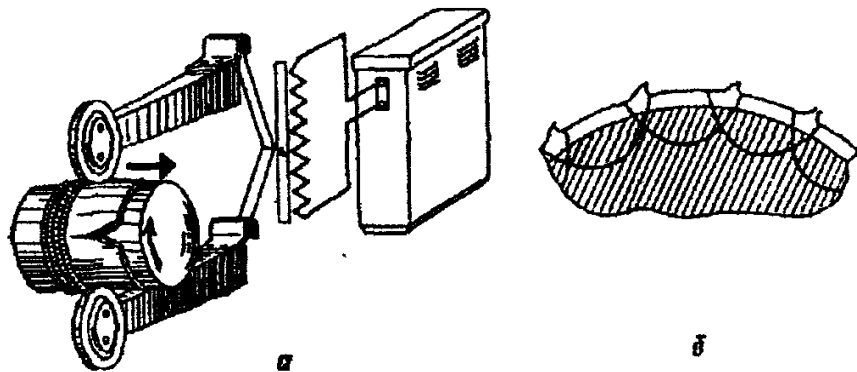


Рис. 1. Схема приварки металлической ленты к поверхности вала; а – источник импульсов; б – перекрытие импульсов

Контактная приварка стальной ленты к изношенным шейкам валов является наиболее экономичным и удобным способом их восстановления. При подаче в зону приварки охлаждающей жидкости можно практически исключить нагрев детали и одновременно обеспечить закалку привариваемого слоя (используя стальные ленты соответствующих марок).

Регулируемые импульсы сварочного тока могут быть получены путем использования прерывателей, применяемых в контактных сварочных машинах, а также конденсаторных источников питания. Последние конструктивно несколько сложнее, однако имеют в то же время определенные преимущества, в частности, обеспечивают равномерную загрузку фаз и точную дозировку энергии каждого импульса независимо от изменения напряжения питающей сети.

К преимуществам электроконтактной наплавки относятся: минимальные потери присадочного электродного металла. Потери на наплавку и механическую обработку не превосходят 5% (при вибродуговой наплавке потери достигают 55–60%);

незначительное термическое влияние на деталь. Толщина зоны термического влияния составляет не более 0,3 мм (при вибродуговой наплавке 2–3 мм);

возможность наплавлять цветные металлы на детали из стали, чугуна и легких сплавов.

В ГОСНИТИ проведены исследования с целью применения контактных способов сварки для восстановления деталей с износами до 0,5 мм. Разработан способ контактной приварки к изношенной детали стальной ленты или проволоки, а также способ электроконтактного напекания металлических порошков. При контактной приварке на детали закрепляют стальную ленту требуемой толщины и устанавливают ее между роликовыми электродами, включенными во вторичную цепь контактного сварочного трансформатора. Восстанавливаемая деталь вращается под роликовыми электродами. При этом трансформатор периодически с заданной частотой передает короткие импульсы тока большой силы. Сплошное соединение слоя с восстанавливаемой поверхностью детали достигается путем взаимного перекрытия отдельных сварочных точек. Расход металла при этом способе в 3–4 раза ниже, чем при электродуговой наплавке.

Процесс электроконтактного нанесения металлических порошков характеризуется тем, что спекание частиц порошка в слой и припекание слоя в отдельных контактирующих точках поверхности детали происходит за счет диффузионных процессов, протекаю-

щих под воздействием регулируемых импульсов тока. Образуются пористые покрытия, обладающие свойством самосмазывания. Такие покрытия рекомендуется наносить на изношенные детали подвижных соединений.

Для восстановления и упрочнения деталей путем контактной приварки ленты, проволоки и металлических порошков в ГОСНИТИ разработаны установки ОКС–9862 и ОКС–5350. Установки состоят из источника сварочных импульсов, сварочной головки с трансформатором и клещей. Установка ОКС–9862 создана на базе токарного станка, установка ОКС–5350 имеет самостоятельный привод. На этих установках можно восстанавливать детали с наружным диаметром 10–150 и внутренним диаметром 70–150 мм. За один проход к стальной или чугунной детали может быть приварен слой толщиной 0,15–0,5 мм. При использовании ленты из среднеуглеродистой стали в процессе приварки слоя происходит его закалка до твердости HRC 55–60. Порошки можно приваривать под слоем металлической ленты. При этом для тугоплавких соединений (карбидов, боридов и др.) и металлокерамических сверхтвердых материалов материал ленты служит связкой, предотвращающей разрушение твердосплавных частиц. Износостойкость деталей, армированных твердыми сплавами, на установках ОКС–9862 и ОКС–5350 повышается в 10 и более раз.

Сущность процесса восстановления заключается в приварке мощными импульсами тока к изношенной поверхности детали компактных (лента, проволока) или порошковых материалов. Процесс отличается тем, что в сварочной точке, образующейся от действия импульса тока, происходит соединение основного (деталь) и присадочного металлов. Сплошная приварка металлического слоя происходит в результате воздействия сварочных импульсов, образующих сварочные точки, которые перекрывают друг друга вдоль и между рядами. При этом металл ленты расплавляется только в тонком поверхностном слое в месте ее контакта с восстанавливаемой деталью.

Процесс контактной приварки ленты (рис. 2) осуществляется совместным деформированием привариваемой ленты и поверхностного слоя основного металла (деталь), нагретых в зоне деформации до пластического состояния короткими 0,02–0,16 с импульсами тока 4–30 кА. Перекрытие сварочных точек между собой достигается вращением деталей со скоростью, пропорциональной частоте импульсов тока, и продольной подачей цилиндрических электродов.

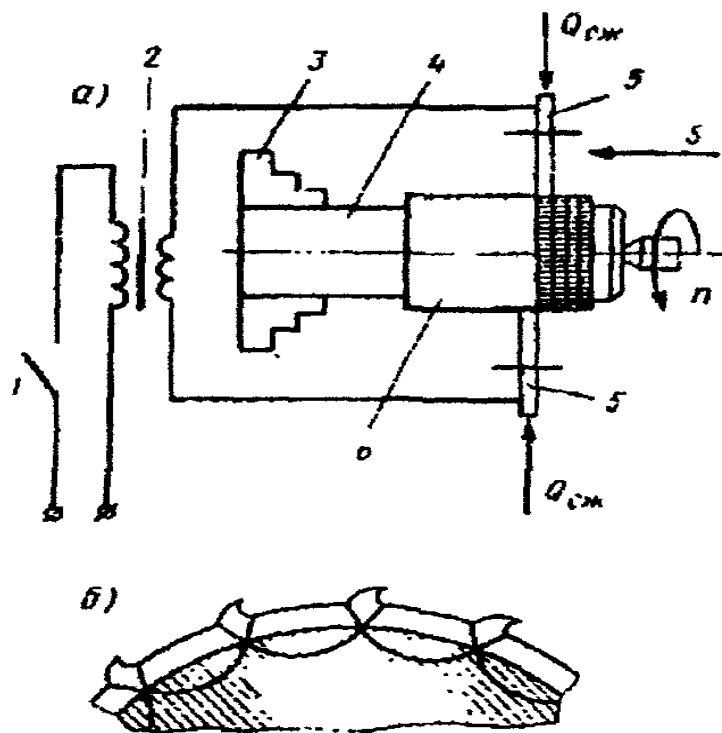


Рис. 2. Схема электроконтактной приварки ленты на деталь типа вал:

(а) и перекрытия сварочных точек (б): 1 – прерыватель тока; 2 – трансформатор; 3 – патрон для крепления детали; 4 – восстанавливаемая деталь; 5 – роликовые электроды; 6 – привариваемая лента.

Электроконтактная приварка ленты к цилиндрической поверхности детали характеризуется следующими параметрами: импульсами тока ($I_{св}$), продолжительностью импульса ($t_{св}$), усилием сжатия электродов ($Q_{сж}$), частотой вращения шпинделя (n) и подачей сварочных электродов.

Чтобы обеспечить требуемый высококачественный уровень восстановления деталей необходимым условием является образование в сварочной точке общих зерен (для однородных или близких по химическому составу соединяемых материалов) или новых фаз (для сварки разнородных материалов). Прочностные свойства сварного соединения, содержащего вновь образованные фазы, определяются свойствами этих фаз. При оптимальных параметрах электроконтактной приварки прочность соединения основного (деталь) и присадочного (лента) материалов достигает значений, соизмеримых с прочностью одного из соединяемых материалов. В этом случае разрушение образцов происходит не по зоне соединения, а по наименее прочному основному или присадочному материалу.

Оборудование для электроконтактной приварки. Для восстановления широкой номенклатуры деталей с использованием в качестве присадочного материала металлической ленты, проволоки и порошка серийно выпускаются наплавочные головки, которые монтируются на токарный станок или специализированные установки, снабженные унифицированными узлами: вращателем, приводом подач, суппортом со сварочной головкой, прерывателем, источником питания, пневмопиколью и пультом управления.

Среди сварочных головок наиболее широкое распространение получила головка типа ГКН-Р1 (рис. 3) для электроконтактной наплавки проволоки. В комплект поставки головки входит источник питания (трансформатор мощностью 75 кВт) и сварочный прерыватель типа ПИЩ, обеспечивающий регулировку импульсов и пауз в заданном режиме. В качестве базового вращателя используется токарный станок 1К62 или 16К20.

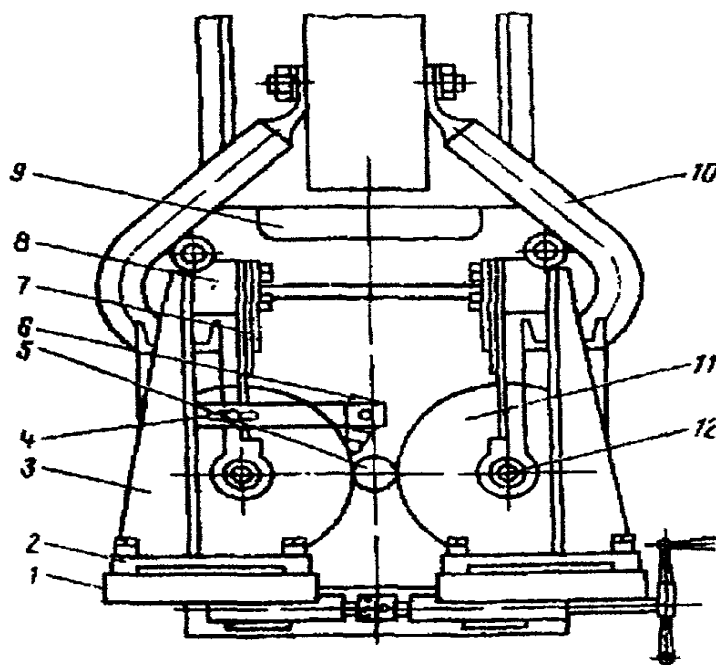


Рис. 3 Головка ГКН-Р1 для электроконтактной приварки проволоки:

1 – суппорт; 2 – основание; 3 – кронштейн; 4 – планка; 5 – восстанавливаемая деталь; 6 – заправляющий мундштук; 7 – рессора; 8 – опора; 9 – трансформатор; 10 – токоведущие шины; 11 – сварочные ролики; 12 – ось.

По конструкции головка представляет собой два кронштейна, которые жестко закреплены на основании. В верхней части кронштейнов приварены опоры, на которые при помощи болтов прикреплены рессоры. На свободных концах рессор жестко закреплены

бронзовые оси, соединенные гибкими токоведущими шинами со вторичной обмоткой трансформатора. На бронзовых осях через контактные втулки установлены сварочные ролики. Присадочная проволока подается в контакт между сварочным роликом и восстанавливаемой поверхностью детали. Требуемое направление подачи проволоки устанавливается при помощи направляющего мундштука, закрепленного на планке. На двух суппортах закрепляется основание головки, электрически изолированной от них при помощи текстолитовых прокладок.

Наплавочная головка обеспечивает качественное восстановление наружных цилиндрических гладких поверхностей, а также резьб.

При восстановлении резьбы контактной приваркой присадочную проволоку укладывают во впадины резьбы и зажимают проволоку и деталь между сварочными роликами (рис. 4). После включения питания, ток, проходя через проволоку и резьбу, нагревает их в месте контакта до сварочной температуры. После приложения усилия к роликовым электродам нагретая присадочная проволока заполняет впадину между витками резьбы и сваривается с ее боковыми поверхностями, образуя сплошной наплавленный слой. При выборе диаметра проволоки исходят из того, чтобы при нагреве и осадке проволока полностью заполняла впадину между витками, и при этом оставался припуск на последующую механическую обработку. Обычно берут проволоку диаметром, равным шагу резьбы или больше его на 5–10%.

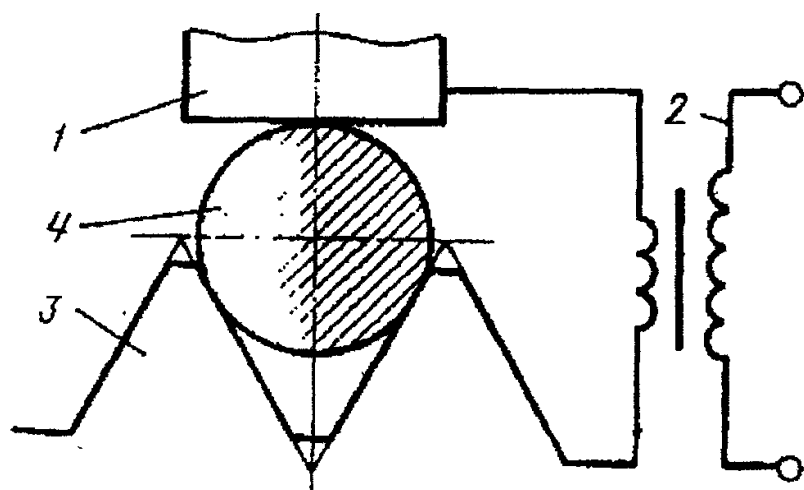


Рис.4 Восстановление резьбы электроконтактной приваркой проволоки:

1 – роликовый электрод; 2 – трансформатор; 3 – витки резьбы; 4 – присадочная проволока

Установка модели ОКС–011–02 "Ремдеталь" (рис. 5) предназначена для восстановления посадочных мест под подшипники деталей типа вал. Изношенную поверхность восстанавливают приваркой стальной ленты перекрывающимися точками при помощи регулируемых импульсов тока (до 14 кА). При этом восстанавливаемая деталь и сварочные ролики охлаждаются водой, что обеспечивает закалку наносимого слоя металла. При помощи данной установки можно вести также приварку металлокерамических твердых сплавов под слоем металлической ленты, материал которой служит при этом связкой. Особенностью конструкции установки является бесступенчатое регулирование частоты вращения и скорости подачи, обеспечиваемое тиристорными электроприводами постоянного тока. При помощи установки можно восстанавливать детали диаметром 20–150 мм и длиной до 1200 мм. Толщина приваренного слоя может регулироваться в пределах 0,3–1,2 мм и определяется толщиной присадочной ленты. Широкий диапазон частоты вращения шпинделя ($0,15\text{--}15\text{ мин}^{-1}$) и скорости перемещения сварочной головки (4,5–450 мм/мин) позволяет выбирать наиболее оптимальные режимы наплавки. Производительность установки достигает 100 см/мин.

Для восстановления рабочих поверхностей наиболее дорогостоящих деталей двигателей внутреннего сгорания разработана гамма специализированных, высокопроизводительных установок для контактной приварки компактного и порошкообразного материала.

Установка ОКС–011–1–06 "Ремдеталь" предназначена для восстановления внутренней поверхности гильз цилиндров автомобильных и тракторных двигателей приваркой ленты или порошка, а также может быть использована для закалки гильз. Деталь в процессе приварки вращается, а сварочные клещи имеют продольное перемещение.

Для восстановления опор блоков цилиндров под коренные шейки коленчатых валов служит установка ОКС–ОП–1–11 "Ремдеталь". Особенностью конструкции установки является использование вращающейся сварочной головки и поворотного стола, имеющего продольную подачу. Это позволяет восстанавливать также отверстия (диаметром 80-300 мм и глубиной до 350 мм) в других крупногабаритных корпусных деталях.

Установка ОКС–011–1–08 "Ремдеталь" предназначена для восстановления внутренних поверхностей верхней головки шатунов диаметром от 55–150 мм, а также стаканов подшипников и других деталей. Приварка слоя осуществляется импульсами тока определенной длительности и силы. Время прохождения сварочного тока регулируется прерывателем. Работа на установке производится в полуавтоматическом режиме, производительность достигает 60 см/мин. Благодаря охлаждению водой нагрев и деформация деталей отсутствуют.

Кроме перечисленных выше разработаны также установки для восстановления клапанных гнезд головок цилиндров наваркой порошкообразным материалом, для восстановления зубьев шестерен гидронасосов и другие специализированные устройства.

Наплавочные материалы. В качестве наплавочных материалов используют компактные (ленты, проволоки) и порошкообразные материалы. Выбор материала определяет физико-механические свойства покрытий. Наиболее широкое распространение в качестве материала при восстановлении деталей приваркой нашли стальные ленты. В процессе восстановления деталей приваркой зона сварки охлаждается водой, что способствует образованию в наплавленном слое закалочных структур и предотвращает нагрев и деформацию детали. Твердость приваренного слоя зависит от содержания углерода и легирующих элементов в материале ленты. Для восстановления каждой конкретной детали выбирают ленту из такого сплава, который после приварки с одновременной закалкой обеспечивал бы твердость наплавленного слоя, отвечающую твердости, указанной в рабочем или ремонтном чертеже на данную деталь. Выбирая ленты с тем или иным содержанием углерода, можно в широких пределах (от 30 до 65 HRC) изменять твердость приваренного слоя. Твердость приваренного слоя в HRC в зависимости от используемого материала ленты приведена в таблице 2.

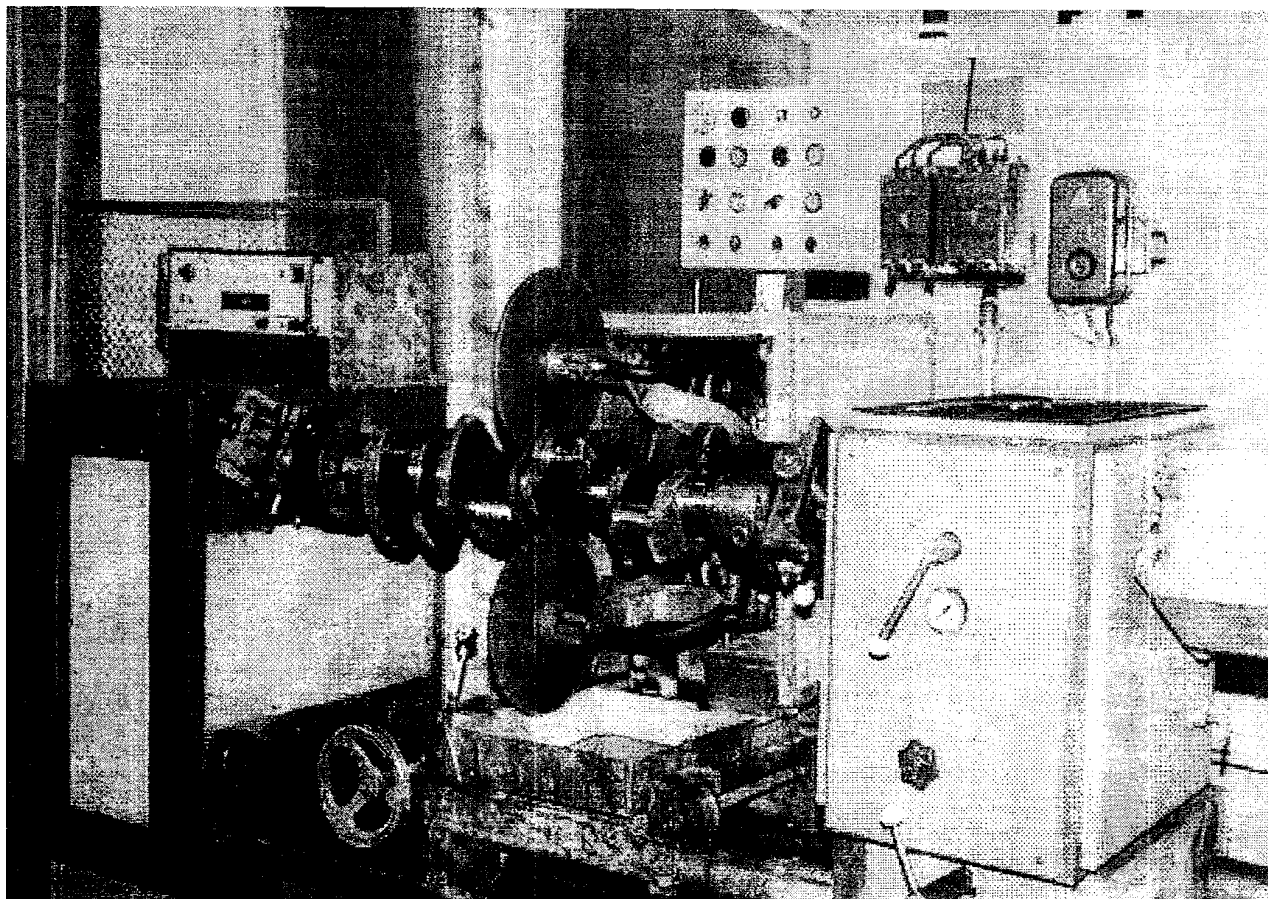


Рис 5. Установка для электроконтактной наплавки.

Таблица 1. Техническая характеристика

Производительность, см/мин	До 100
Толщина привариваемого слоя, мм	0,3 – 1,2
Восстанавливаемая деталь, мм: диаметр длина	20 – 150 До 1200
Мощность, кВт·А	50
Частота вращения шпинделя, об/мин.	0,15 – 15
Скорость перемещения сварочной головки, мм/мин.	4,5 – 450
Габаритные размеры, мм	2400X1000X1
Масса, кг	1200

При электроконтактной приварке проволоки используют проволоки сплошного сечения (Св–08, Св–08ГС, Св–08Г2С, НП–30ХГСА и др.) и порошковые (ПП–АН–10, ПП–АН–128). Для восстановления резьб применяют проволоки из малоуглеродистых сталей.

В качестве материалов для роликовых электродов наплавочных установок используют специальные бронзы, содержащие хром, цирконий и другие элементы.

Для приварки порошковых материалов используют порошковые сплавы ПХ20Н80, механические смеси КБХ и ФБХ–6–2 и самофлюсующиеся порошки ПГ–10–01, ПГ–СР–2.

При недостаточном усилии сжатия электродов на поверхности ленты и детали образуются эрозионные разрушения, сопровождающиеся сильным искрением в зоне контакта. С увеличением усилия сжатия электродов до определенной величины процесс приварки ленты улучшается. В приведенном в табл. 1 диапазоне усилий сжатия на поверхностях деталей наблюдается минимальное число пор, глубина вмятин 0,08–0,1 мм. Дальнейшее увеличение усилий сжатия электродов приводит к ухудшению качества сварки, деформации рабочей части и снижению стойкости электродов. При износе электродов происходит увеличение площади контакта электрода с деталью, что приводит к уменьшению плотности тока и давления электродов, ухудшая тем самым условия формирования сварного шва. Высокая плотность тока на контактирующих поверхностях вызывает нагрев и деформацию, а также способствует налипанию материала ленты на электроды. Поэтому электроды необходимо зачищать от налипшего металла и править профиль.

При разработке технологического процесса восстановления резьбовых участков валов контактной сваркой следует установить правильное соотношение между усилием сжатия $Q_{сж}$ и силой сварочного тока $J_{св}$ в зависимости от шага резьбы и диаметра детали.

Оптимальная зависимость между силой сварочного тока и усилием сжатия $Q = 0.6\sqrt{J_{св}}$.

Сила сварочного тока должна быть такой, чтобы создать высокую температуру в месте контакта проволоки с деталью, достаточную для сварки металла в твердой фазе, но в то же время не расплавить витки. Усилие сжатия приводит проволоку и деталь в тесное соприкосновение, способствуя разрыву оксидных пленок и слоев адсорбированных газов, обеспечивает возможность сварочного процесса и оказывает значительное влияние на качество сварного соединения. Давление в месте контакта проволоки с деталью составляет $P = Q_{сж}/F = 0,8–1,0$ МПа (при плотности тока 300–400 А/мм²). При таком соотношении сварочного давления и плотности тока продолжительность сварочного цикла принимается 0,08–0,12 с. С увеличением шага резьбы продолжительность сварочного цикла увеличивается. Уменьшение сварочного цикла приводит к недостаточному оплавлению проволоки и детали. Качественное восстановление резьбы обеспечивается в том случае, когда последующая точка перекрывает предыдущую не менее чем на 25–30%.

Чередование включения и выключения тока происходит в виде сварочных импульсов и пауз между ними. В этом случае перекрытие сварных точек определяется совокупностью трех параметров: скорости сварки, продолжительности сварочного цикла $t_{св}$ и продолжительности паузы t_n . Наилучшие результаты при сварке среднеуглеродистых сталей достигаются, если соотношение между продолжительностью сварочного цикла и паузы составляет $t_{св}/(t_{св}+t_n)=0,5$. При этом $t_{св} = t_n$, т.е. чередование включения сварочного тока происходит через равные промежутки времени.

Процесс электроконтактной наплавки протекает при токе $5 \times 10^3 - 20 \times 10^3 \text{ А}$ и напряжении 17В. Получение этих параметров достигается применением используемых для контактной сварки понижающих трансформаторов с большим коэффициентом трансформации и развитым сечением вторичного контура. Цикл наплавки состоит из импульсов тока длительностью 0,04–0,08 с, чередующихся с паузами, выбираемыми из расчета достижения надежного перекрытия по площади отдельных сварных точек.

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм.

Сила сварочного тока, кА – 16,1...18,1.

Длительность сварочного цикла, с – 0,04...0,08.

Длительность паузы, с – 0,1...0,12.

Подача сварочных клещей, мм/об – 3...4.

Усилия сжатия электродов, кН – 1,30...1,60.

Ширина рабочей части сварочных роликов, мм – 4.

Производительность процесса электроконтактной приварки ленты составляет $W=70...80 \text{ см}^2/\text{мин}$.

Скорость наплавки по винтовой линии V_H , м/ч

$$V_H = \frac{0,6W}{S}$$

где S – шаг наплавки, см/об; $S=0,3...0,4$ см/об.

Частота вращения n , мин^{-1} ;

$$n = \frac{1000 \times V_H}{60 \times \pi \times d}$$

где d — диаметр детали, мм. Основное время наплавки T_0 , мин

$$T_0 = \frac{F_H}{W}$$

где F_H – площадь наплавленной поверхности, см^2
штучное время $t_{шт}$, мин

$$t_{шт} = \frac{T_0}{\varphi}$$

При расчете штучного времени коэффициент использования наплавочной установки φ принимается равным 0,4...0,5.

При выборе материала ленты следует пользоваться данными, приведенными в таблице 2.

Припуск на механическую обработку 0,2...0,5 мм на сторону.

Технологические особенности восстановления деталей контактной приваркой. Технология включает операции подготовки деталей и ленты, приварку ленты и механическую обработку приваренного слоя.

Однако использование порошкообразных материалов при восстановлении автомобильных деталей контактной приваркой слоя встречается еще достаточно редко. Это объясняется относительно низкой прочностью сцепления (усилие на разрыв 150–300 МПа) нанесенного покрытия с основой и его пористостью.

Режимы приварки. По принятой классификации параметры, определяющие режимы наплавки, разделяются на электрические и механические.

К электрическим параметрам относятся сила сварочного тока и длительность сварочного цикла. При недостаточной силе тока полной сварки ленты и детали в сварной точке не происходит.

Увеличение силы тока и продолжительности сварочного цикла стабилизирует процесс сварки. При повышении этих параметров до значений, превышающих номинальные, появляются выплески металла, и на поверхности восстанавливаемой детали образуются поры и трещины.

К механическим параметрам относятся: частота вращения детали, подача электродов, усилие сжатия электродов. Подача электродов, частота вращения детали и частота импульсов – важные параметры, соотношение которых следует подбирать так, чтобы обеспечить 6–7 сварных точек на 1 см длины сварного шва. Этот показатель определяют методом подбора частоты импульсов на эталонных образцах при постоянной скорости их вращения. Подача электродов влияет на перекрытие сварных точек. Недостаточное перекрытие ухудшает свариваемость привариваемого слоя с материалом детали. Повышенное перекрытие точек увеличивает зону отпуска, что приводит к уменьшению средней твердости приваренного слоя. Оптимальные режимы контактной приварки ленты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Режимы приварки ленты

Параметр	Детали	
	корпусные	типа вал
Сила сварочного тока, кА	7,8–8,0	16,1–18,1
Длительность сварочного цикла, с	0,12–0,16	0,04–0,08
Длительность паузы, с	0,08–0,1	0,1–0,12
Скорость сварки, м/мин	0,5	0,7–1,2
Подача электродов, мм/об	Ручная	3–4
Усилие сжатия электродов, кН	1,70–2,25	1,0–1,60
Ширина рабочей части электродов, мм	8	4
Диаметр электродов, мм	50	150–180
Материал ленты	Сталь 20	Сталь 40 — 50
Материал детали	Чугун	Сталь любая
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	0,6–1,0	1,5–2,0

Таблица 2 Зависимость твердости наплавленного слоя от марки стали

Марка стали	Твердость наплавленного слоя
Сталь 20	30...35
Сталь 40	40...45
Сталь 45	45...50
Сталь 55	50...55
Сталь 40Х	55...60
Сталь 65Г	60...65

Подготовка детали под наварку заключается в тщательной ее очистке обезжиривании, исправлении центровых поверхностей и последующей механической обработке

(шлифовке, точению) восстанавливаемой поверхности шейки до диаметра меньше номинального на 0,15–0,3 мм.

Заготовки для восстановления шеек валов изготавливают вырубкой и ленты при помощи штампа или нарезают на ножницах. Перед наваркой ленты очищают от грязи и обезжиривают. Длина заготовки должна быть равна длине окружности восстанавливаемой шейки, при этом зазор в месте стыка более 0,5 мм не допускается. Ширина заготовки ленты должна на 1-2 мм быть меньше ширины восстанавливаемой поверхности. Толщина ленты выбирается в зависимости от требуемой толщины наваренного слоя (учитывают износ восстанавливаемой шейки, предварительную ее обработку, припуск на последующую механическую обработку).

Ленту приваривают в два приема предварительно и окончательно. Перед приваркой устанавливают выбранные режимы сварки. Затем деталь закрепляют в патроне, а лента подводится под верхний контактный ролик и прихватывается к восстанавливаемой поверхности несколькими сварочными точками. После чего включают вращение детали и подачу электродов и окончательно приваривают ленту.

Механическая обработка наваренных поверхностей осуществляется на круглошлифовальных станках типа 3М132, 3М152 и др.

Рассмотренный способ используется на ремонтных предприятиях для восстановления деталей, в том числе блоков цилиндров, гильз цилиндров, валов коробок передач, шкивов, крестовин дифференциалов, разжимных кулаков и пр.

Производительность электроконтактной наплавки составляет 100 см²/мин при нанесении слоя толщиной в 1 мм.

Порядок подготовки станка 011–1–02Н ТУ 70.0009.001–82 к работе.

1. Проверить, нет ли утечек воды в системе охлаждения трансформатора (кран и шланги) пробной подачей воды.

2. Проверить состояние защитного заземления.

3. Подать напряжение на станок (включить вводный автомат).

4. Запустить кнопкой "Пуск" (на блоке РВИ–501) сварочный цикл при разведенных роликах. Тумблер "Сварочный ток" в положение "Вкл." После 5–10 мин. работы вхолостую остановить цикл повторным нажатием кнопки "Пуск" (для прогрева блока РВИ).

5. Кнопкой "Запуск" (черная) на пульте управления привести в состояние готовности электрическую схему станка.

6. Проверить рабочие движения шпинделя, сварочной каретки, прижим сварочных роликов нажатием соответствующих кнопок на пульте управления.

7. Запрещается резко менять направление движения шпинделя и сварочной каретки (требуется время для остановки электродвигателей, время паузы $t=15$ сек).

8. Запуск движений шпинделя и каретки производить при положениях потенциометров, соответствующих минимальной скорости (до упора против часовой стрелки)

9. Запрещается производить наплавку в режиме "Непрерывная сварка" блока РВИ. В режиме "Пульсирующая сварка" соотношение временных интервалов "Проковка" и "Сварка"–3:1.

10. При возникновении аварийных режимов электрическая схема станка отключается большой грибковой кнопкой "Стоп", Сварка отключается тумблером "Сварочный ток" и повторным нажатием кнопки "Пуск" на блоке РВИ.

11. Запрещается устанавливать редуктором давление свыше 3 кг/см² (может остановиться вращение шпинделя)

12. Запрещается вести наплавку без водяного охлаждения. Допускается производить приварку одиночных точек без водяного охлаждения.

Санитарно-технические мероприятия направлены на нейтрализацию токсичных компонентов, выбрасываемых с воздухом и водой. В частности, отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания очищаются пропусканием их через водные растворы химически активных веществ или другие устройства очистки. Пылеулавливание и газоочистка воздуха, отсасываемого вентиляционными установками, должны проводиться с помощью устройств со скрубберами, пылеуловителями и фильтрами.

Промышленные сточные воды ремонтных предприятий могут загрязняться нефтепродуктами и взвешенными веществами. В них попадают топливо-смазочные материалы, минеральные масла, спирты, сода, мыла и т. п. Поэтому сточные воды необходимо очищать в отстойниках, а также химическими и биологическими способами. Эффективно использовать оборотное водоснабжение.

Вопросы охраны природы должны находить свое отражение в любом технологическом процессе, новом способе восстановления, а также применяемом оборудовании и материалах.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность электроконтактной приварки ленты.
2. В чем заключается сущность ЭМО.
3. Преимущества электроконтактной приварки ленты.
4. Недостатки электроконтактной приварки ленты.
5. Область применения ЭМО и ее преимущества.
6. Какие технологические схемы применяют при восстановлении ЭМО.
7. Для каких деталей с/х машин применяется способ восстановления электроконтактной приваркой ленты.
8. Назначение охлаждающей жидкости.
9. Какое оборудование и оснастка необходимы для способа электроконтактной приварки ленты.
10. Какие источники тока применяют при этом способе.
11. Как осуществляется выбор присадочного материала.
12. Как определяются основные параметры способа электроконтактной приварки ленты.
13. Какие характерные дефекты при ЭМО.
14. Какие характерные дефекты при электроконтактной наплавке.
15. Какие меры по технике безопасности при выполнении работ по восстановлению деталей способом электроконтактной наплавки.
16. Охрана природы при проектировании участка по восстановлению деталей электроконтактной наплавкой и ЭМО.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ ПОРОШКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

1. Цель работы.

Изучить сущность и область применения способа; изучить свойства применяемых газов и порошковых материалов, оборудование и оснастку для газопламенного напыления; ознакомиться с особенностями технологии нанесения покрытий.

Рассчитана на 4 часа самостоятельной работы студентов.

2. Методика выполнения работы.

2.1. Самостоятельно (по литературе) изучить сущность процесса, преимущества и недостатки способа, и область его применения в ремонтном производстве. Составить краткий реферативный отчет.

2.2. Самостоятельно изучить применяемые при газопламенном напылении газы и порошковые материалы. В отчете привести общую характеристику и свойства используемых порошковых материалов и газов.

2.3. Под руководством преподавателя и учебного мастера ознакомиться с оборудованием и оснасткой для газопламенного напыления порошковыми материалами. Полученные данные занести в отчет.

2.4. Под руководством преподавателя и учебного мастера изучить конструкцию и принцип действия оборудования.

2.5. Самостоятельно изучить основные требования по охране труда при работе с газами и порошковыми материалами.

2.6. Самостоятельно ознакомиться с техникой и выбором режимов газопламенного

напыления.

2.7. Провести опытное напыление.

2.7.1. Получить задание у преподавателя или учебного мастера для разработки технологии восстановления конкретной детали.

2.7.2. Провести выбор материалов и режимов опытного напыления. Составить маршрутную и операционную карты для восстановления детали.

2.7.3. Под руководством учебного мастера осуществить наладку установки на выбранные режимы.

2.7.4. Под руководством учебного мастера провести напыление детали.

2.7.5. Провести визуальную оценку качества опытной наплавки, Результаты занести в отчет.

2.7.6. Убрать рабочее место.

2.8. Отчитаться преподавателю по работе.

В отчет входит: реферат, маршрутная и операционные карты на восстановление детали с расчетом режимов напыления и механической обработки.

3. Оборудование и материалы.

3.1. Универсальный вращатель – 11–1–01.

3.2. Пистолет для газопламенного напыления порошков МОГУЛ-9.

3.3. Газовые баллоны с ацетиленом и кислородом.

3.4. Специальная технологическая оснастка.

3.5. Специальный инструмент.

3.6. Спецдежда, защитные очки.

3.7. Измерительный инструмент – штангенциркуль.

3.8. Образцы для наплавки.

3.9. Порошки для напыления.

3.10. Специальная литература, паспорта на оборудование, инструкция по технике безопасности.

Сущность способа

Для ремонтного производства представляет интерес процесс газопламенного напыления порошковых твердых сплавов. Этот процесс отличается высокой производительностью (до 10 кг/ч) и экономичностью. Применяемая при этом аппаратура конструктивно проста и надёжна в работе, возможность нанесения тонкослойных покрытий с очень малым смешиванием с основным металлом (до 5...6%) позволяет получать биметаллические изделия с высокими физико-механическими свойствами: твердостью HRC 30...70, износостойкостью, превышающей в 3...5 раз износостойкость закаленной стали 45 или 40X, высокой коррозионной и окислительной стойкостью. Припуск на механическую обработку не превышает припуска на шлифование.

В установках для газопламенного нанесения порошковых материалов используется инжекция последних горючей смесью или подача их за счет веса частиц.

Распространены две схемы образования газопорошкового двухфазного (пламя + порошок) потока: внутрикамерное смешение с последующим поступлением порошка в мундштук, формирующий пламя; смешение частиц с пламенем за соплом горелки при раздельной внешней подаче порошка.

Принцип действия пистолета МОГУЛ-9 следующий (рис. 1):

в мощное ацетилено-кислородное пламя (скорость истечения до 180 м/с) вдувается частица порошкового сплава сфероидальной формы диаметром 35...100 мкм, которые нагреваются в нем (частично оплавляются) и, попадая на подготовленную поверхность, образуют покрытие.

Смесь ацетилена с кислородом заданного состава образуется в инжекторном устройстве распылителя. Порошковый твердый сплав, транспортируемый кислородом, поступает от инжекторного устройства порошкового питателя. Пистолет МОГУЛ-9 работает на следующих режимах:

рабочее давление кислорода – $4 \cdot 10^5$ н/м² (4 кгс/см²);

расход – 12 л/мин;

рабочее давление ацетилена – $0,35\text{--}10^5$ н/м² (0,35 кгс/см²);
расход – 18 л/мин;
расход порошковых материалов – 1,5...3 кг/ч;
грануляция порошковых материалов – $35\text{...}10^5$ мкм;
расстояние сопла до поверхности – 150...200 мм;
частота вращения детали – 150...200 об/мин;
подача пистолета – 5 мм/об.

Нанесенный таким образом твердосплавный порошок имеет довольно низкую прочность сцепления с основой - примерно $(7\text{...}8) \cdot 10^6$ н/м²
(50...80) кгс/см².

С целью повышения прочности сцепления необходимо последующее оплавление полученного покрытия, которое может быть проведено с помощью той же горелки (пистолета), но без подачи порошка.

Применение способа газопламенного напыления с оплавлением порошковых твердых сплавов позволяет значительно повысить долговечность гладких и ступенчатых валов, например, трансмиссионные валы, крестовины, цапфы, оси. Можно также наносить покрытия на подшипники, детали, подвергающиеся коррозии (молочную посуду, детали машин для внесения удобрений и для борьбы с вредителями).

Способ, можно применять для выравнивания поверхностей кабин и оперения при их ремонте и т.д.

Тонкие слои покрытий наносят на поверхности деталей, изготовленных из стали, чугуна, цветных сплавов и других материалов. К недостаткам способа можно отнести неравномерный нагрев поверхности детали и отдельных участков покрытия. Вследствие этого возможны дефекты покрытия.

Сварочные материалы

По ТУ 48–19–383–84 Торезского завода наплавочных твердых сплавов выпускаются следующие порошки:

1.Порошки гранулированные (ПГ), предназначенные для порошковой наплавки: ПГ–10Н–01, ПГ–10Н–04, ПГ–10К–01;

2.Порошки гранулированные и высоколегированная порошковая смесь (ПС), предназначенные для газотермического напыления с последующим оплавлением: ПГ–12Н–01, ПГ–12Н–02, ПС–12НВК–01;

3.Порошок гранулированный и композиционные порошки термо-реагирующие (ПТ), предназначенные для газотермического напыления без последующего оплавления: ПТ–ИА–01, ПТ–19Н–01, ПТ–19М–01.

По гранулометрическому составу порошки разделяют на 5 классов: 20...63 мкм; менее 40...100 мкм; 80...160 мкм; 100...280 мкм.

Порошок самофлюсующегося сплава ПГ–10Н–01 предназначен для газопламенной порошковой наплавки. Возможно применение порошка для газотермического напыления с последующим оплавлением. Сплав обладает сравнительно низкой (1020...1050°С) температурой плавления и повышенной текучестью, что обеспечивает получение после наплавки очень гладкой поверхности. Наносится на простые и нержавеющие стали и чугуны.

Наплавленный слой характеризуется высокой стойкостью против износа трением, устойчив против абразивного изнашивания и окисления при нормальных и повышенных до 100°С температурах. Рекомендуемая толщина покрытия – до 2 мм. Сопротивление ударам удовлетворительное. Напыленные поверхности обрабатываются шлифованием. Твердость наплавленного слоя от 55 до 62 НЕС.

Порошок самофлюсующегося сплава ПГ–12Н–01 предназначен для газотермического напыления с последующим оплавлением.

Наплавленный слой характеризуется высокими антифрикционными свойствами, устойчив против коррозии при нормальных и повышенных до 100°С температурах. Сопротивление ударам высокое.

Сплав наносится на детали и инструмент из конструкционных углеродистых и легированных сталей. Возможно напыление деталей из чугуна. Рекомендуемая толщина напы-

ляемого покрытия 0,3...1,5 мм Покрытие обрабатывается резанием твердосплавным инструментом и шлифованием. Твердость напыленного слоя от 35 до 44 HRC.

Порошковый материал марки ПТ-НА-01 представляет собой биметаллический порошок, состоящий из гранул никеля, покрытых тонким слоем алюминия, и предназначен исключительно для газотермического нанесения покрытий "холодным" способом.

В процессе прохождения указанного порошка через высокотемпературную зону распылительных устройств происходит экзотермическая реакция между никелем и алюминием, характеризующаяся выделением значительного количества тепла. В результате этого происходит микросваривание порошка с основным металлом детали и обеспечивается высокая прочность сцепления покрытия с основой.

Порошковый материал ПТ-НА-01 наносится на детали из цветных и черных металлов, за исключением чистой меди. Применяется только в качестве подслоя для последующего нанесения износостойких порошковых материалов (сплавов, карбидов, окислов и др.). Оптимальная толщина подслоя из порошка ПТ-НА-01 0,1...1,5 мм

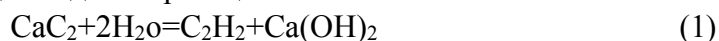
В табл. 1 представлен химсостав порошков самофлюсующихся сплавов изготовленных по ТУ 14-1-3785-84 НПО "Тулачермет".

Таблица 1 Химический состав порошковых материалов

Марка	Массовая доля, %							Твердость HRC
ПР-Н80Х13С2Р	осн.	0,2-0,4	12-14	2-2,8	1,2-1,8	До 5	-	25-35
ПР-РЕЕХ15С3Р2	- -	0,35-0,6	14-16	2,8-3,5	1,8-2,3	до 5	-	35-45
ПР-НТТХ15С3Р3	- -	0,6-0,9	15-17	2,7-3,7	2,3-3	до 5	-	45-55
ПР-Н70Х17С4Р3	- -	0,8-1,2	16-18	3,8-4,5	3,1-4	до 5	-	55
ПР-Н67Х18С5Р5	- -	0,9-1,5	16-19	4-5	4,7-4	до 5	-	60
ПР-Н65Х25С3Р3	- -	0,9-1,5	23,5-26,5	2,1-2,3	2-3	до 5	0,005-0,35	45
ПН-68Х21С5Р	- -	0,35-0,5	20-22	4-5	1,0-1,3	4-7	-	40

Кислород хранится и транспортируется в газообразном состоянии в стальных баллонах синего цвета под давлением 15 МН/м². Транспортировка кислорода обходится дорого, так как 88% груза составляет тара. Обращение с кислородом требует большой осторожности и соблюдения правил техники безопасности.

Ацетилен в кислороде дает высокую температуру - до 3150°C. Его легко получить из карбида кальция. Технический ацетилен получают разложением карбида кальция водой. Процесс идет по реакции:



Ацетилен сравнительно дорог (в 15...20 раз дороже промышленных горючих газов) и взрывоопасен. При работе с ним несоблюдение правил техники безопасности может привести к взрывам.

Оборудование для газопламенного нанесения порошков

Аппараты для напыления:

–МОГУЛ–9 "Интерфакел";

–ОКС-5531 ГОСНИТИ;

–УПТР–1–18М ВНИИАвтогенмаш.

Горелки:

ГН–1; ГН–2; ГН–3; ГЕЛ6–13 (разработчик ВНИИАвтогенмаш).

Вращатели:

- установка для восстановления деталей типа "вал" 011–1–09 типа ОКС–5612;
- установка универсальная для восстановления коленчатых валов 011–1–01 типа ОКС–5522;
- установка для струйной обработки деталей 026-7.00.000 ВНПО "Ремдеталь";
- станки токарные и круглошлифовальные для предварительной и последующей обработки напыленного слоя: 3В161, 3А151, 3Б12, 3А423 и т.д.

Баллоны:

- кислородный ГОСТ 947–73;
- ацетиленовый ТУ 6–21–32–78;
- пропановый ГОСТ 51465–72.

Шланги:

- кислородные Тип 3 ВН d=12 ГОСТ 9356-80;
- ацетиленовые Тип 1 ВН d=12 ГОСТ 9356-80;
- пропановые Тип 1 ВН d=12 ГОСТ 9556-60.

Режимы и технология напыления твердосплавных порошковых материалов

Напыление ведется на определенных режимах и в зависимости от марки порошка выполняется науглероживающим или окислительным пламенем.

Режимы напыления следующие:

- давление кислорода, кгс/см² – 3,4...4,
- давление ацетилена, кгс/см² – 0,3...0,5
- расход кислорода, л/ч – 800...1000
- расход ацетилена, л/ч – 600...800
- частота вращения детали, об/мин – 50...250
- дистанция напыления, мм – 150...250
- продольная подача аппарата, мм/об – 3...5
- расход порошка, кг/ч – 2,5...3,0.

Частота вращения детали при напылении зависит от диаметра изношенного участка. Так частота вращения детали составляет 250 об/мин при диаметре восстанавливаемой детали до 40 мм, 150 мм/об – при 40...80 мм; 75 об/мин – при 80...160 мм, 50 об/мин при 160...250 мм.

Газопламенное напыление без последующего оплавления ведут в два этапа: напыление подслоя (порошок ПТ–НА–01); напыление основного слоя (порошок ПТ–19Н–01 или другие порошковые материалы).

При напылении необходимо соблюдать следующую последовательность выполнения операций:

- установить и закрепить деталь в патроне;
- включить вращение детали;
- зажечь ацетилено-кислородную смесь аппарата;
- подогреть поверхность детали до 50...100°C;
- нанести за один проход слой порошка ПТ–НА–01 толщиной 0,08...0,1 (т.н. под-слой);
- дать детали остыть;
- заменить на аппарате бачок с порошком ПТ-НА-01 (подслойный) на бачок с порошком для нанесения основного (рабочего) слоя;
- нанести рабочий слой необходимой толщины, контролируя температуру детали (200...250°C) с помощью термометра типа ТП;
- выключить подачу порошка, ацетилена, кислорода;
- выключить вращатель и снять деталь.

Фигурные и плоские детали напыляют вручную или по копиру. Детали типа "вал" – напыляют с автоматической подачей аппарата.

Предварительный подогрев детали осуществляют горелкой при избытке ацетилена с

тем, чтобы противодействовать окислению поверхности. Стальные детали подогревают до 50...100°C, бронзовые или латунные – до 300°C.

При напылении участков значительной длины после первого прохода следует остановить подачу порошка и начать процесс с охлажденного конца детали.

Основной слой наносят за несколько проходов. Толщина покрытий должна быть не больше 2,0 мм на сторону.

При восстановлении деталей напылением с последующим оплавлением последнее может быть выполнено с использованием тепла ацетиленокислородного пламени, нагревом ТВЧ, лазерным лучом и т.п.

Оплавление следует проводить сразу же за напылением. Восстановленный участок нагревают до полного расплавления зерен напыленного металла. В итоге получают блестящую поверхность.

Во избежание образования окислов, усадки и отслоения напыленного покрытия необходимо соблюдать следующие требования. Сначала напыленный слой оплавляют в середине, затем аппарат перемещают поочередно к концам напыленного участка и оплавливают. Деталь охлаждают в печах в грануляте асбеста.

В процессе напыления необходимо контролировать равномерность толщины слоя по длине детали (в трех-четырех сечениях) по диаметру. Для измерения используется штангенциркуль или микрометр.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается сущность газопламенного напыления порошков?
2. Область применения данного способа.
3. Преимущества и недостатки газопламенной наплавки.
4. Какие материалы применяются при газопламенном напылении?
5. Дайте классификацию напыляемым металлическим порошкам.
6. Дайте характеристику порошку самофлюсующегося сплава ПГ–10Н–01.
7. Дайте характеристику порошковому материалу марки ПТ–НА–01.
8. Дайте характеристику порошку самофлюсующегося сплава ПГ–12Н–01.
9. Какие вращатели используются при напылении деталей?
10. Охарактеризуйте рабочие газы (кислород, ацетилен) применяемые при напылении металлических порошков.
11. Какие аппараты и горелки применяются для напыления (наплавки) порошков?
12. Назначение, сущность последующего оплавления напыленного слоя.
13. По каким параметрам происходит настройка установки для напыления порошков?
14. Поясните принцип выбора напыляемых порошков.
15. Какие характерные дефекты возникают при напылении (наплавке) порошков?
16. Поясните конструкцию и принцип действия пистолета для напыления порошков МОГУЛ-9.
17. Каковы меры по технике безопасности при выполнении работ по восстановлению деталей газопламенным напылением порошковых материалов?

ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ А-41

1. Задание

Протереть и произвести наружный осмотр деталей механизма газораспределения; замерить износ, определить отклонение от геометрической формы основных деталей механизма газораспределения двигателя А-41, определить упругость клапанных пружин. По результатам замеров заполнить карту дефектации. Образец карты приведен в приложении.

2. Оснащение рабочего места

Рабочий стол, поверочная линейка 1000x80x20, микрометры 0...25 и 25...50 мм, штангенглубиномер 0x200 мм, индикаторный нутромер часового типа 10x18 и 18x35 мм, щуп № 1, прибор для определения упругости пружин и поршневых колец (КИ - 040).

3. Общие положения

3.1. Газораспределительный механизм двигателя внутреннего сгорания является одним из ответственных механизмов (рис. 5.1.). Состояние основных сопряжений деталей механизма газораспределения определяет работу двигателя в целом. Техническое состояние деталей определяют в соответствии с техническими условиями и указаниями по дефектации деталей при ремонте.

3.2. Износ клапанных гнезд головки цилиндров определяют, измеряя штангенглубиномером глубину утопания тарелки нового клапана относительно нижней поверхности головки блока (рис. 5.2.).

3.3. Прямолинейность стержня клапана контролируют на специальном приспособлении (рис. 5.3.).

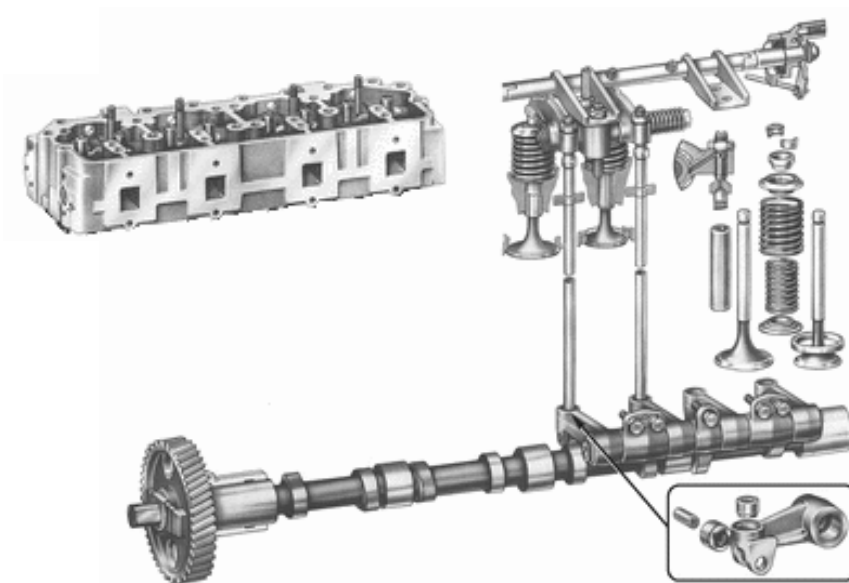


Рис. 5.1. Основные детали механизма газораспределения двигателя А-41.

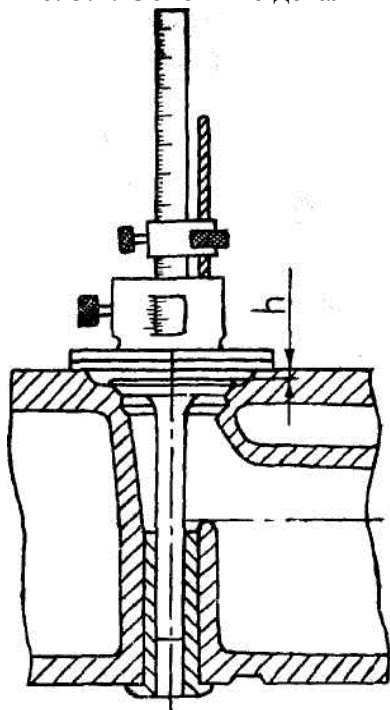


Рис. 5.2. Схема определения износа клапанных гнезд.

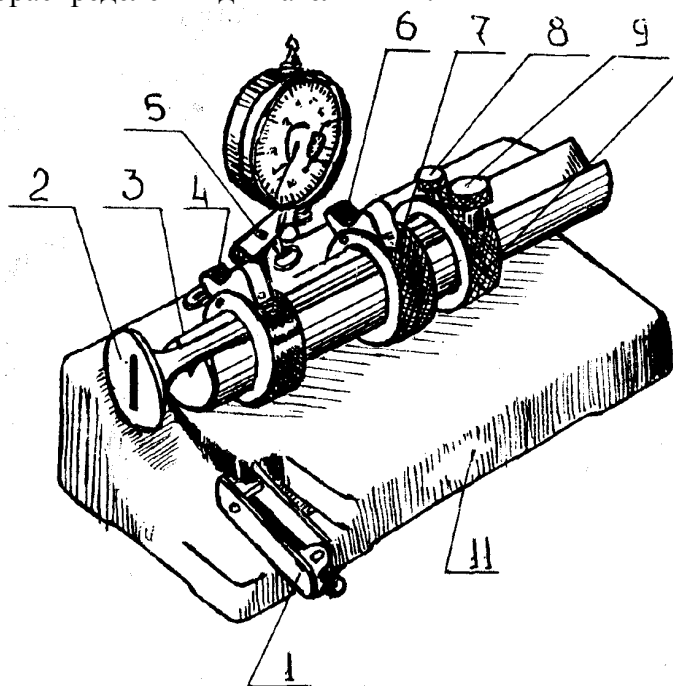


Рис. 5.3. Прибор для проверки прямолинейности стержня клапана: 1,5- кронштейны для установ-

ки индикаторных головок; 2 - клапан; 3 - призма;
4, 6 и 7 - зажимные кольца; 8 - винт упора; 9 -
стопорный винт; 10 - упорное кольцо;
11 – плита.

Для этого клапан стержнем укладывают на призму приспособления, перемещают упорное кольцо до соприкосновения с торцом стержня и прижимают его к призме зажимными кольцами. Затем устанавливают индикаторную головку и, вращая клапан, наблюдают за показаниями стрелки индикатора.

3.4. Упругость клапанных пружин измеряют на приборе КИ-040 (рис. 5.4), для чего пружину устанавливают на предметный столик прибора и при помощи рукоятки сжимают до рабочей высоты, которую замеряют линейкой, имеющейся на приборе. Затем уравнивают весовой механизм приспособления и по величине груза определяют упругость пружин.

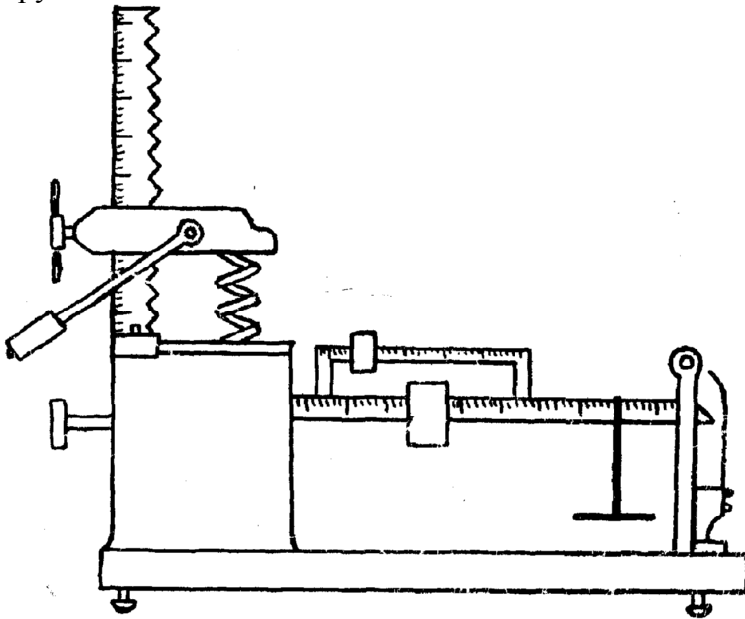


Рис. 5.4. Прибор КИ - 040 для контроля упругости клапанных пружин.

3.5. Износ стержня клапана замеряют микрометром. Износ внутренней поверхности направляющей втулки измеряют индикаторным нутромером, для чего нутромер устанавливают на нормальный или ремонтный размер, затем вставляют его в направляющую втулку и легким отклонением влево и вправо находят минимальное показание. По отклонению стрелки индикатора от установленного значения судят о величине износа направляющей втулки.

3.6. Высоту бойка коромысла измеряют штангенциркулем.

3.7. Износ поверхности коромысла замеряют микрометром. Износ втулки коромысла замеряют, как указано в п.3.5.

3.8. Неплоскостность головки блока цилиндров проверяют проверочной линейкой и щупом. Линейку устанавливают в двух плоскостях под углом 45° (рис. 5.5.), максимальный зазор между линейкой и привалочной плоскостью головки цилиндров не должен превышать 0,15 мм.

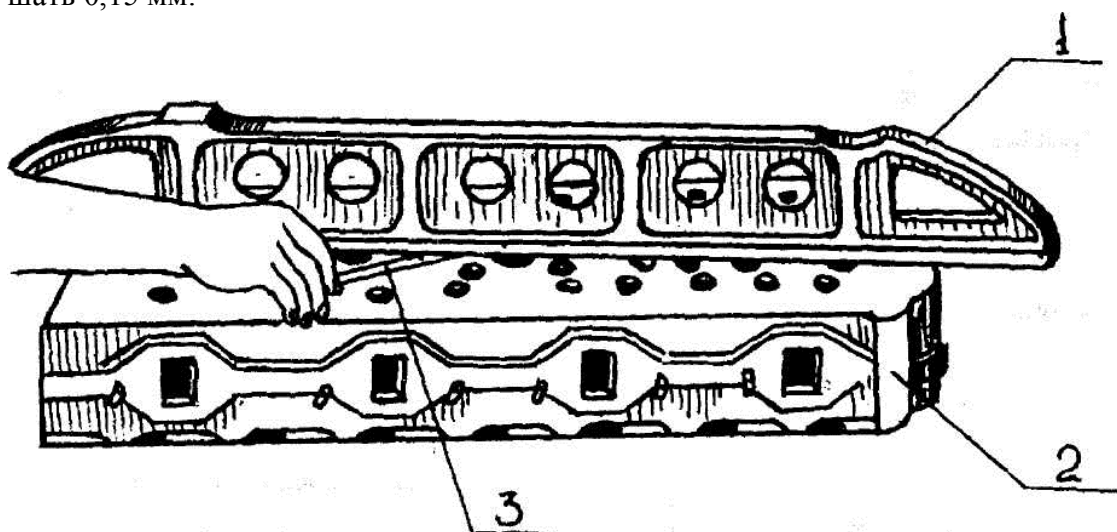


Рис. 5.5. Проверка плоскостности головки блока цилиндров:
1 - проверочная линейка; 2 - головка блока; 3 - щуп.

4. Порядок выполнения работы

- 4.1. Протереть и произвести наружный осмотр деталей механизма газораспределения.
- 4.2. Определить износ клапанных гнезд головки блока цилиндров.
- 4.3. Определить прямолинейность и биение стержня клапана.
- 4.4. Определить износ сопряжения «направляющая втулка - стержень клапана».
- 4.5. Определить износ бойка коромысла.
- 4.6. Определить зазор в сопряжении «ось - втулка коромысла».
- 4.7. Определить потерю упругости клапанных пружин.
- 4.8. Проверить неплоскостность привалочной плоскости головки цилиндров.
- 4.9. В соответствии с картой дефектации произвести дефектацию деталей, при необходимости назначить метод ремонта.
- 4.10. Оформить отчет о работе по установленной форме.
- 4.11. Привести в порядок рабочее место и отчитаться за работу преподавателю.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните методику проверки упругости клапанных пружин.
2. Как проверяют привалочную плоскость головки блока цилиндров ?
3. Как определяют износ клапанных гнезд головки блока цилиндров ?
4. Как определяется биение стержня клапана ?
5. Как определяется износ втулки коромысла ?

ДЕФЕКТАЦИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ А-41

1. Задание

Произвести замеры шеек коленчатого вала, определить: некруглость и конусность, прогиб вала, радиус кривошипа, параллельность осей шатунных шеек оси коренных, скрученность вала, радиус галтелей и биение фланца маховика. По результатам замеров заполнить карту дефектации. Образец карты приведен в приложении.

2. Оснащение рабочего места

Рабочий стол, коленчатый вал двигателя А-41, плита поверочная 750x100 мм, призмы 150x80x110 мм, микрометр МК 75x100 ГОСТ 6507-80, индикатор часового типа ИЧ 05 кл.0. ГОСТ 577-68, штангенрейсмус (точность отсчета – 0,05 мм), радиусомер.

3. Общие положения

Коленчатый вал (рис. 5.6.) при работе воспринимает значительные нагрузки от инерционных сил и давления газов, переменных как по величине, так и по направлению. Под действием этих сил возникают следующие основные дефекты: износ шатунных и коренных шеек, прогиб и скрученность вала, изменение радиуса кривошипа и галтелей шеек вала.

Величина износа шеек коленчатого вала зависит от конструкции вала, качества топлива и смазки, режима и условий эксплуатации двигателя, степени изношенности деталей цилиндро-поршневой группы двигателя.

Шейки коленчатого вала изнашиваются по окружности неравномерно, принимая некруглую и конусную форму.

Шатунные шейки коленчатого вала работают в более тяжелых условиях, чем коренные и поэтому изнашиваются интенсивнее коренных и изнашиваются всегда со стороны, обращенной к оси коренных шеек.

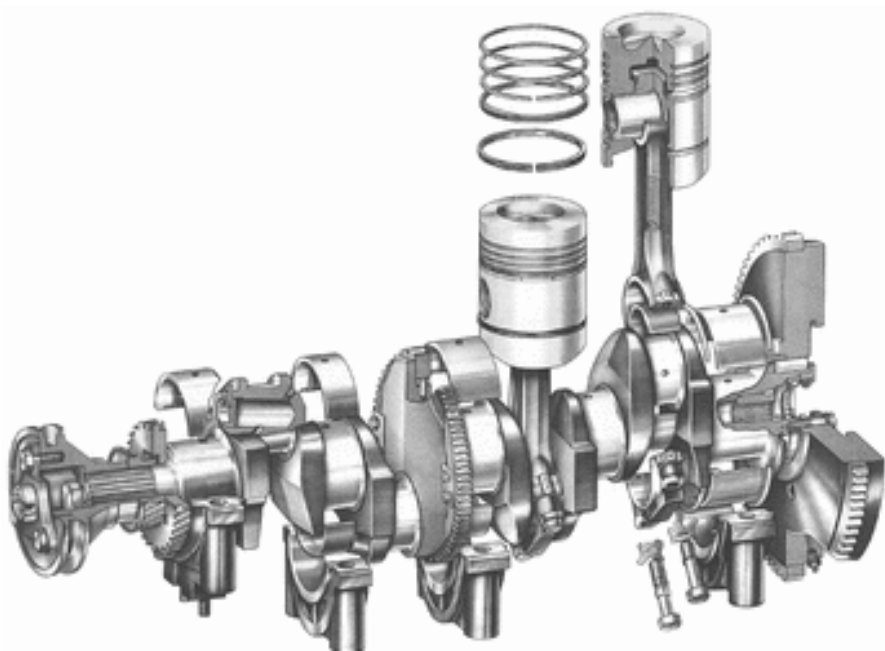


Рис. 5.6. Коленчатый вал двигателя А-41.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Установить коленчатый вал на призмы крайними коренными шейками так, чтобы ось коренных шеек вала была параллельна поверхности поверочной плиты. Для чего за базу отсчета принять показание индикатора на пятой коренной шейке, установленной на неподвижной призме. Установив стержень индикатора на пятую коренную шейку, найти наивысшую точку и заметить положение стрелок индикатора. Переместить индикаторную стойку на первую коренную шейку и, при необходимости, изменяя положение подвижной призмы, добиться одинаковых показаний индикатора.

4.2. Определить некруглость и конусность коренных и шатунных шеек. Замеры шеек произвести микрометром в двух поясах, сначала в одной плоскости (в одном направлении), затем, повернув вал на 90° , аналогично произвести замеры в другой плоскости.

4.3. Определить прогиб вала индикатором. Для этого установить наконечник измерительного стержня индикатора с некоторым натягом на средней коренной шейке вала. Вращая вал, фиксируют максимальное и минимальное показания индикатора и, разделив их разность пополам, определяют прогиб вала. При определении прогиба вала необходимо учесть овальность средней коренной шейки.

4.4. Проверить радиус кривошипа вала штангенрейсмусом. Для этого установить первую шатунную шейку вала в верхнее положение (путем поворота вала в призмах и поперечным перемещением индикаторной стрелки), затем замерить расстояние от поверхно-

сти плиты до верхней точки шейки штангенрейсмусом. Далее, проворачивая вал на 180° , поставить шейку в нижнее положение и снова измерить расстояние от плиты (рис. 5.7). Разность полученных измерений, поделенная пополам, даст величину радиуса кривошипа. Радиус кривошипа остальных шеек вала определить в такой же последовательности.

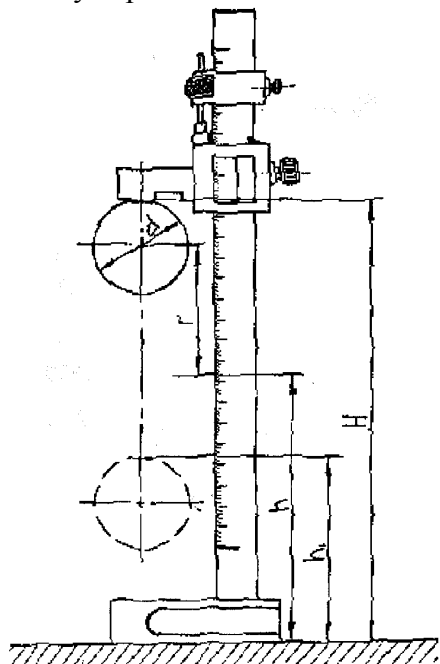


Рис. 5.7. Схема проверки радиуса кривошипа коленчатого вала.

4.5. Проверить параллельность осей шатунных шеек с осями коренных, для чего установить первую шатунную шейку в наивысшее положение, поставить индикатор на одном ее конце. Заметив положение малой стрелки (создав некоторый натяг), большую установить на нуль. Затем передвинуть индикатор на другой конец шейки. Если шейка конусности не имеет, то отклонение индикатора от первоначальной установки укажет на ее не параллельность оси относительно оси коренных шеек. При определении не параллельности шеек необходимо учитывать величину конусности, приходящуюся на эту шейку. Остальные шейки проверяют в той же последовательности.

4.6. Проверить скрученность вала, для чего оси первой коренной и шатунной шеек установить в одной горизонтальной плоскости.

Точность установки проверяют индикаторной стойкой. Ножку индикатора (с натягом 1,0...1,5 мм) установить на первую коренную шейку вала и найти максимальное отклонение (показание большой стрелки). Заметив положение малой и большой стрелок (для удобства подсчетов показаний большую стрелку установить на «0»), переместить индикаторную стойку на первую шатунную шейку. При необходимости (слегка поворачивая вал) добиться идентичности в показаниях индикатора для первой коренной и первой шатунной шеек. Затем передвинуть индикаторную стойку к последней шатунной шейке. Разность в показаниях индикатора дает скрученность вала, при этом необходимо учитывать разность радиуса шеек.

4.7. Проверить биение фланца маховика индикатором. Для этого стержень индикатора установить к фланцу, создавая небольшой натяг, затем плавно поворачивать коленчатый вал в призмах. По отклонению стрелки индикаторной головки определить биение фланца.

4.8. Привести в порядок рабочее место, сдать инструмент и оформить отчет по установленной форме.

4.9. Отчитаться за выполненную работу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяют прогиб коленчатого вала двигателя?

2. Как проверяют радиус кривошипа коленчатого вала?
3. Как определяют скрученность коленчатого вала?
4. Как проверяется параллельность осей шатунных шеек коренным?

ДЕФЕКТАЦИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ А-41

1. Задание

Замерить коренные шейки, определить их овальность и конусность; произвести внешний осмотр блока; проверить соосность постелей блока; подобрать комплект вкладышей ремонтной группы; определить величину масляного зазора. По результатам замеров заполнить карту дефектации. Образец карты приведен в приложении.

2. Оснащение рабочего места

Рабочий стол, торцевой ключ - 32 мм, блок цилиндров, коленчатый вал и вкладыши двигателя А-41, микрометр 75х100 мм; нутромер индикаторный с пределами измерения 50х100 мм, скалка индикаторная.

3. Общие положения

Блок цилиндров - основная базовая деталь, на которую в строго определенном положении монтируют все узлы и механизмы двигателя (рис. 5.8.).

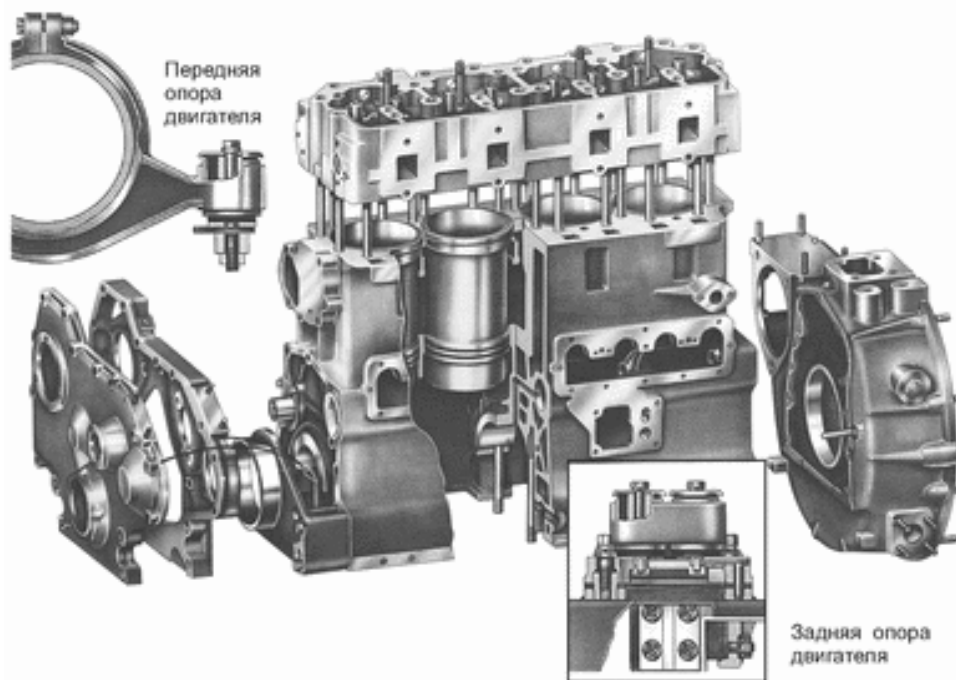


Рис. 5.8. Блок цилиндров двигателя А-41.

Во время работы двигателя блок цилиндров подвергается воздействию высоких температур, переменных нагрузок и ряда других факторов, что влияет на состояние коленчатого вала. Нормальная работа двигателя во многом зависит от правильной укладки коленчатого вала в блок цилиндров.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Замерить микрометром коренные шейки коленчатого вала с целью определения овальности и конусности шеек. Замеры произвести в двух поясах, сначала в одной плоскости (в одном направлении) для всех шеек, затем, повернув вал на 90°, аналогично произвести замеры в другой плоскости.

4.2. Произвести внешний осмотр блока цилиндров, обратить особое внимание на гнезда коренных подшипников. Гнезда подшипников и места разъема должны быть чистыми и не иметь забоин. Крышки бугелей не должны иметь трещин. Плоскости разъема должны прилегать всей поверхностью.

4.3. Проверить соосность постелей блока. Проверка соосности постелей производится с помощью индикаторной скалки в следующей последовательности:

- снять крышки бугелей;
- с помощью установочного полукольца установить индикаторы скалки на «0»;
- опустить индикаторную скалку на проверяемые поверхности блока, при этом штифты индикаторов должны находиться в вертикальном положении;
- по показателям индикатора определить (соосность) отклонение осей постели блока. Отклонение допускается не более 0,03 мм по всей длине и 0,02 мм для смежных гнезд.

4.4. Проверить овальность и конусность постелей при затянутых бугелях. Момент затяжки гаек - 200...220 Н · м (20...22 кгс · м). Овальность и конусность определяют с помощью индикаторного нутромера в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, расположенных по углом 45° к линии разреза в двух поясах.

4.5. Подобрать комплект вкладышей соответственно ремонтному размеру шеек коленчатого вала. Расчет проводится по формуле:

$$h_{ВК} = d_{П} - d_{В} - h_{МЗ},$$

где $d_{П}$ - диаметр постелей после ремонта, мм;

$d_{В}$ - диаметр коренных шеек коленчатого вала после ремонта, мм;

$h_{МЗ}$ - толщина масляного зазора, мм принимается равной 0,106...0,160 мм.

4.6. Величину масляного зазора между коренными шейками коленчатого вала и вкладышами определить в следующей последовательности:

- установить вкладыши в постель блока;
- установить крышки бугелей в сборе с вкладышами в соответствии с их порядковыми номерами,
- измерить нутромером диаметры вкладышей;
- определить зазор разностью размеров наименьшего диаметра коренного подшипника и наибольшего диаметра шейки коленчатого вала.

4.7. Привести в порядок рабочее место, сдать инструмент и оформить отчет по установленной форме.

4.8. Отчитаться за выполненную работу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяют соосность постелей блока цилиндров двигателя?
2. Как определяют величину масляного зазора?
3. Как проверяют овальность и конусность постелей в блоке цилиндров двигателя?

ДЕФЕКТАЦИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ-236

1. Задание

Произвести осмотр гильз цилиндров. Замерить диаметры отверстий гильз цилиндров. Рассчитать величину общего и одностороннего износа, а также овальность и конусообразность. Замерить диаметр посадочной поверхности гильзы. По результатам замеров заполнить карту дефектации.

2. Оснащение рабочего места

Рабочий стол, гильзы цилиндров двигателя ЯМЗ-236, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 (ГОСТ 166 - 80), гладкий микрометр МК - 100 (ГОСТ 6507 -80), индикаторный нутромер НИ 80-100 (ГОСТ 868-82).

3. Общие положения

В процессе работы двигателя на блок цилиндров и гильзы воздействуют силы трения, внутренние напряжения в металле, вибрация, агрессивность среды и другие факторы. Все это приводит к износам (до 0,150 мм), отклонениям от расположения (до 0,10 мм), отклонениям от формы (до 0,120 мм), нарушениям качества поверхности (задиры, риски, коррозия), механическим повреждениям (трещины, отколы, дефекты резьб).

Износы, механические и коррозионные повреждения устраняют обработкой деталей под ремонтный размер (РР) или постановкой дополнительной ремонтной детали (ДРД), заваркой в среде аргона, а также синтетическими материалами. Деформации различного характера устраняют слесарно-механической обработкой.

4. Порядок выполнения работы

4.1. При наличии повреждений любого характера, установленных осмотром, гильзы выбраковываются.

4.2. С помощью индикаторного нутромера замерить диаметр отверстия в поясах А-А, Б-Б и В-В и взаимно перпендикулярных плоскостях 1-1 и 2-2. Пояс А-А располагают ниже выработки от верхнего поршневого кольца, Б-Б – посередине гильзы, В-В – на 20 мм выше нижнего торца гильзы.

Перед замером отверстия индикаторный нутромер необходимо установить на базовый размер, которым является наибольший целый размер измеряемого отверстия.

4.3. Рассчитать величину общего износа ($I_{\text{общ}}$), мм:

$$I_{\text{общ}} = D_{\text{и}} - D_{\text{н}},$$

где $D_{\text{и}}$ - наибольшее значение диаметра всех замеренных гильз данного блока (использовать величину с наибольшим износом);

$D_{\text{н}}$ - диаметр гильзы до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу).

4.4. Рассчитать величину одностороннего неравномерного износа (I), мм:

$$I = \beta I_{\text{общ}},$$

где β - коэффициент неравномерного износа ($\beta = 0,6$).

4.5. Рассчитать нецилиндричность (овальность и конусообразность), мм:

$$\Delta_{\text{ОВ}} = D_{\text{А-А}(1-1)} - D_{\text{А-А}(2-2)}$$

$$\Delta_{\text{КОН}} = D_{\text{max(А-А; Б-Б; В-В)}} - D_{\text{min(А-А; Б-Б; В-В)}}$$

Для каждой гильзы получить три значения овальности и два значения конусообразности. Дефектацию вести по наибольшему из пяти значений.

4.6. Рассчитать размер обработки отверстия (D_p), мм:

$$D_p = D_{\text{и}} + I + 2Z,$$

где Z - минимальный односторонний припуск на обработку (для расточки и хонингования $2Z = 0,150$ мм).

Сравнить величину D_p со значениями категорийных ремонтных размеров $D_{\text{рр}}$ и назначить категорию ремонтного размера одну для всех гильз (выбрать ближайшую большую категорию РР).

4.7. Замерить микрометром диаметр верхнего и нижнего посадочного пояса.

4.8. Привести в порядок рабочее место, сдать инструмент и оформить отчет по установленной форме.

4.9. Отчитаться за выполненную работу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите конструктивные элементы, подлежащие дефектации, у гильзы цилиндров.
2. Как рассчитать величину общего износа гильзы?
3. Как рассчитать величину одностороннего неравномерного износа?
4. Как рассчитать овальность и конусообразность?
5. Как замерить диаметр посадочной поверхности гильзы цилиндров?
6. По каким параметрам выбраковывается гильза цилиндров?
7. Как производят замер диаметра отверстия гильзы цилиндров?

ДЕФЕКТАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ А-41

1. Задание

Осмотром установить наличие выбраковочных признаков; с помощью микрометра измерить диаметры опорных шеек; рассчитать величину общего и одностороннего износа, овальность и конусность, а также ремонтный размер обработки опорных шеек; измерит диаметры цилиндрической части кулачков, высоту кулачков и высоту подъема каждого клапана; определить радиальное биение вала.

2. Оснащение рабочего места

Рабочий стол, микрометры рычажные МР-50 и МР-75 (ГОСТ 4381-87), индикатор часового типа (ГОСТ 577-68), штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 (ГОСТ 166-80)

3. Общие положения

В процессе работы на распределительный вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает появление износов (до 0,05 мм), нарушение качества поверхности шеек и кулачков (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по вершинам кулачков), отклонения от расположения (до 0,10 мм).

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

4. Порядок выполнения работы

4.1. Осмотром установить наличие выбраковочных признаков, а при их отсутствии – места расположения и характер задиров и других видимых повреждений, а также состояние фасок центровых отверстий и резьб.

4.2. С помощью микрометра измерить диаметры опорных шеек. Измерение каждой шейки провести в поясах А-А, Б-Б и двух взаимно перпендикулярных плоскостях 1-1, 2-2 (плоскость 1-1 расположена в плоскости первого кулачка).

4.3. Рассчитать величину общего износа ($I_{общ}$) для всех шеек, мм:

$$I_{общ} = d_n - d_u$$

где d_n - диаметр шейки до начала эксплуатации, мм;

d_u - минимальный диаметр шейки, мм (использовать значение с наибольшим износом).

4.4. Рассчитать величину одностороннего неравномерного износа (I), мм:

$$I = \beta \cdot I_{общ}$$

где β - коэффициент неравномерности износа, $\beta = 0,75$.

4.5. Рассчитать нецилиндричность (овальность и конусность), мм:

$$\Delta_{ов} = d_{1-1A-A} - d_{2-2A-A}$$

$$\Delta_{\text{кон}} = d_{\text{max l-l}} - d_{\text{min l-l}}$$

4.6. Рассчитать ремонтный размер обработки опорных шеек (d_p) при износе в пределах РР, мм (расчет вести по шейки, имеющей наибольший износ):

$$d_p = d_u - I - 2Z,$$

где Z - минимальный односторонний припуск на обработку ($2Z=0,15$ мм).

4.7. С помощью микрометра измерить диаметры цилиндрической части кулачков (b) в одном поясе (посередине) и высоту кулачков (a). Рассчитать высоту подъема каждого клапана $h=a-b$. Наименьший размер записать в карту дефектации.

4.8. Радиальное биение распределительного вала определяют по средней шейке. Для этого стержень индикатора устанавливают на среднюю шейку. Обеспечив натяг, поворачивают вал, пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180° и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит биение вала. Величина прогиба вала равна половине величины его биения.

4.9. Привести в порядок рабочее место, сдать инструмент и оформить отчет по установленной форме.

4.10. Отчитаться за выполненную работу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким критериям выбраковывается распределительный вал?
2. Как рассчитать величину общего износа распределительного вала?
3. Как рассчитать величину одностороннего неравномерного износа?
4. Как рассчитать овальность и конусность шеек вала?
5. Как определить ремонтный размер опорных шеек вала?
6. Как определяется прогиб вала?

Ремонт деталей, имеющих трещины и пробоины

Блоки цилиндров, их головки, картеры коробок передач и другие детали ремонтируют с использованием эпоксидных смол.

Широко используется эпоксидная смола ЭД-16 - прозрачная вязкая масса светлороманового цвета. В герметически закрытом сосуде при комнатной температуре она может храниться продолжительное время.

Смола отвердевает под действием отвердителя. В качестве последнего служат алифатические амины (полиэтиленполиамин), ароматические амины (АФ-2), низкомолекулярные полиамиды (Л-18, Л-19 и Л-20). Самым распространенным считается полиэтиленполиамин - вязкая жидкость от светло-желтого до темно-бурого цвета.

Чтобы повысить эластичность и ударную прочность отвержденной эпоксидной смолы, следует вводить в ее состав пластификатор, например дибутил-фталат - желтоватую маслянистую жидкость.

С помощью наполнителей улучшаются физико-механические, фрикционные или антифрикционные свойства, повышаются теплостойкость и теплопроводность и снижается стоимость. К ним относятся чугунные, железные и алюминиевые порошки, асбест, цемент, кварцевый песок, графит, стекловолокно и др.

Эпоксидную композицию готовят следующим образом. Разогревают тару с эпоксидной смолой ЭД-16 в термошкафу или емкости с горячей водой до температуры $60...80^\circ\text{C}$ и наполняют ванночку необходимым количеством смолы. В последнюю добавляют большими порциями пластификатор (дибутилфталат), тщательно перемешивая смесь в течение $5...8$ мин. Далее также вводят наполнитель - $8...10$ мин.

Приготовленный состав можно хранить длительное время. Непосредственно перед его применением вливают отвердитель и перемешивают в течение 5 мин, после чего эпоксидная композиция должна быть использована в течение $20...25$ мин.

Качество эпоксидных покрытий зависит от состава композиции (табл. 1).

Таблица 1 Состав эпоксидных композиций

Компонент	Состав (в частях по массе)				
	А	Б	В	Г	Д
Смола ЭД-16	100	100	100	100	---
Компаунд К-115	---	---	---	---	120
Дибутилфталат	10...15	15	15	---	---
Полиэтиленполиамин	8	10	10	---	---
Олигоамид Л-19	---	---	---	30	---
Отвердитель АФ-2	---	---	---	---	30
Железный порошок	---	160	---	120	---
Цемент	---	---	---	60	---
Алюминиевая пудра	---	---	25	---	---
Графит	---	---	---	---	70

ЗАДЕЛКА ТРЕЩИН

Трещины длиной до 20 мм заделывают следующим образом. С помощью лупы 8...10-кратного увеличения определяют границы трещин и на ее концах сверлят отверстия диаметром 2,5...3,0 мм. Вдоль нее по всей длине снимают фаску под углом 60...70 °С на глубину 1,0...3,0 мм. Если толщина детали менее 1,5 мм, то снимать фаску не рекомендуется.

Зачищают поверхность на расстоянии 40...50 мм от трещины до металлического блеска. Обезжиривают поверхности трещины и зачищенного участка, протирая их смоченным в ацетоне тампоном. После просушивания в течение 8... 10 мин поверхность детали вновь обезжиривают и вторично просушивают.

Деталь 1 (рис. 2. 40, а) устанавливают так, чтобы поверхность с трещиной 2 длиной до 20 мм находилась в горизонтальном положении, и наносят шпателем эпоксидный состав 3 на поверхности трещины и зачищенного участка. Заделывают трещины чугуновых и стальных деталей составом Б, а из алюминиевых сплавов - В.

Трещину длиной 20...150 мм (рис. 1, б) заделывают также, но после нанесения эпоксидного состава 3 на нее дополнительно укладывают накладку 4 из стеклоткани. Она перекрывает трещину со всех сторон на 20...25 мм. Затем накладку прикатывают роликом 5, на поверхность наносят слой состава и накладывают вторую накладку 6 (рис 1, в) с перекрытием первой на 10..15 мм. Далее прикатывают роликом и наносят окончательный слой эпоксидного состава.

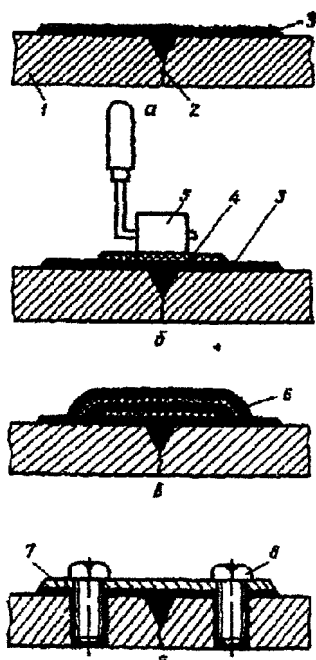


Рис 1 Схема заделки трещин

а, г - варианты, 1 - деталь, 2 - трещина. 3-эпоксидный состав, 4 и 6 - накладки из стеклоткани, 5 - ролик, 7 - металлическая накладка, 8 – болт

На трещины длиной более 150 мм (рис. 1, г) наносят эпоксидный состав с наложением металлической накладки и закреплением ее болтами. Подготовка поверхности и разделка трещины такая же, что и для трещины длиной менее 150 мм. Накладку 7 изготавливают из листовой стали толщиной 1,5...2,0 мм. Она должна перекрывать трещину на

40...50 мм. В накладке сверлят отверстия 10 мм. Расстояние между их центрами вдоль трещины 60...80 мм. Центры должны отстоять от краев накладки на расстоянии не менее $d/10$ мм.

Накладку устанавливают на трещину. Кернят центры отверстий на детали, снимают накладку, сверлят отверстия диаметром 6, 8 мм и нарезают в них резьбу 1М8х1. Поверхности детали и накладки зачищают до металлического блеска и обезжиривают. Далее наносят на них слой эпоксидного состава. Размещают накладку на деталь и заворачивают болты, предварительно покрыв резьбовые поверхности тонким слоем эпоксидного состава.

ЗАДЕЛКА ПРОБОИН

Пробоины на деталях заделывают при помощи этого же состава с наложением металлических накладок заподлицо или внахлестку. В первом случае (рис. 2 а) притупляют острые кромки пробоины и зачищают поверхность детали вокруг пробоины до металлического блеска на расстоянии 10...20 мм.

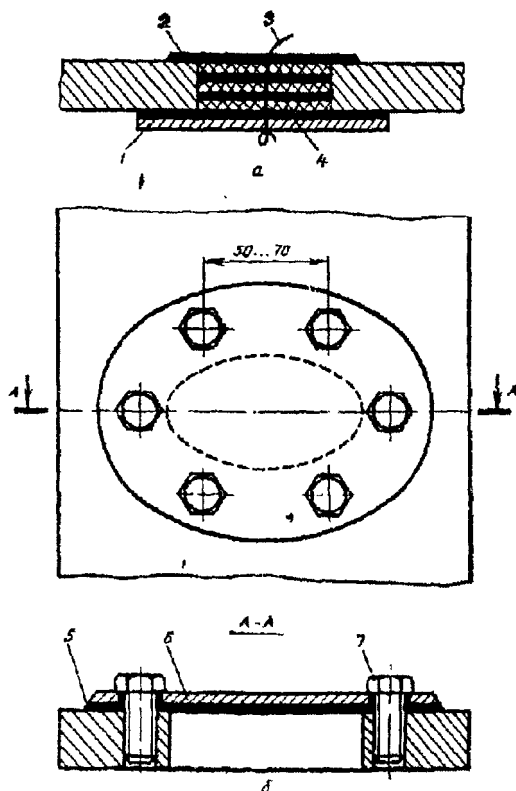


Рис. 2. Схема заделки пробоин с наложением накладок: а - заподлицо; б - внахлестку; 1 и 6 - металлические накладки; 2 и 5 - слой эпоксидного состава; 3 - проволока; 4 - накладка из стеклоткани; 7 - болт

Накладку изготавливают из листовой стали толщиной $0,5...0,8$ мм. Она должна перекрывать пробоину на $10...20$ мм. Обезжиривают и просушивают в течение $8..10$ мин кромки пробоины и зачищенный вокруг нее участок поверхности.

Прикрепляют к центру накладки проволоку $0,3...0,5$ мм и длиной $100...150$ мм. Выполняют из стеклоткани накладки по контуру пробоины. Наносят тонкий слой эпоксидного состава после вторичного обезжиривания кромок пробоины и зачищенного участка и просушивания. Устанавливают накладку 1 под пробоину и закрепляют проволокой 3. Затем укладывают накладку 4 из стеклоткани, прикатывают ее роликом, наносят эпоксидный состав, укладывают вторую накладку из стеклоткани и прикатывают ее роликом. Операции по нанесению эпоксидного состава и укладке накладок из стеклоткани повторяют до тех пор, пока пробоина не будет заполнена по всей толщине стенки.

На верхнюю накладку наносят слой 2 эпоксидного состава и проводят его отверждение.

Во втором случае (рис. 2, б) притупляют острые края пробоины, зачищают вокруг нее на расстоянии $40...50$ мм до металлического блеска поверхность детали. Накладку изготавливают из стали толщиной $1,5...2,0$ мм. Она должна перекрывать пробоину на $40...50$ мм. Сверлят в ней отверстия диаметром 10 мм. Сверлят в детали отверстия диаметром $6, 8$ мм и нарезают в них резьбу $1M8 \times 1$. Защищают от металлического блеска поверхность накладки, соприкасающуюся с деталью. Обезжиривают поверхность детали и накладки, а затем наносят на них тонкий слой эпоксидного состава.

Эпоксидные композиции, содержащие полиэтиленполиамин (составы А, Б и В), отвердевают при температуре $18...20$ °С в течение 72 ч.; при той же температуре - 12 ч, а затем при нагревании в термошкафу по одному из следующих режимов: при температуре 40 °С - в течение 48 ч, при $60-24$, при $80-5$ и при $100-3$.

После этого зачищают подтеkania и наплывы эпоксидной композиции и проверяют качество ремонта.

Приклеивание фрикционных накладок дисков сцепления двигателей

Способ крепления этих деталей заклепками имеет ряд существенных недостатков. В

процессе эксплуатации диски коробятся, их толщина становится неравномерной. Фрикционные накладки по толщине используются не более чем на 40 %, так как головки заклепок соприкасаются с поверхностью соединяемой детали. Возникает необходимость заменять частично изношенную накладку новой. Этого можно избежать с помощью приклеивания.

После удаления старых деталей диски зачищают до металлического блеска шлифовальной машиной или дробеструйной установкой. На поверхности не допускается наличие следов коррозии. Поверхность обезжиривают тампоном, смоченным ацетоном. После просушивания в течение 10 мин на них наносят слой клея ВС-10Т и выдерживают не менее 5 мин на воздухе при температуре 18...20 °С. Толщина клеевого шва не должна быть 0,1...0,2 мм, а расход клея – не более 200 г на 1 м² поверхности. Резиновый брусок не должен прилипать.

Ведомый диск соединяют с фрикционными накладками и укладывают в приспособление. Между собранными дисками 6 (рис. 3) размещают промежуточные кольца 7. Динамометрическим ключом на поверхностях создают давление не менее 0,1 МПа. Смещение накладок относительно диска не более 0,5 мм.

Для полимеризации клеевого слоя приспособление с дисками устанавливают в электропечь и выдерживают 40 мин при температуре 180°С. диски охлаждают до 70...100 °С в отключенной печи, а затем на воздухе до температуры 35...40°С. Затем разбирают приспособление, зачищают подтеkania и наплывы, проверяют качество склеивания внешним осмотром и простукиванием.

Торцовое биение диска - не более 0,5 мм и коробление - 1,0 мм. В противном случае протачиваются диски на токарно-винторезном станке. При их простукивании молотком звук должен быть ровным и не дребезжащим.

Изношенные фрикционные накладки, приклеенные к диску клеем ВС-10Т, отделяют путем выдержки дисков в печи при температуре 350°С и в течение 5...6 ч с последующим легким простукиванием.

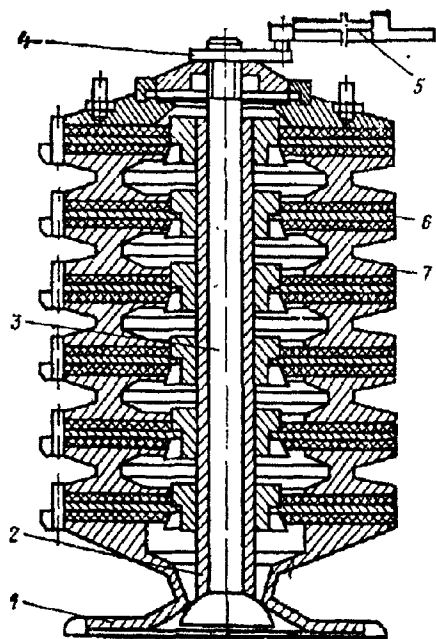


Рис. 3. Схема приспособления для приклеивания фрикционных накладок сцепления: 1- основание; 2 - направляющая труба; 3 - болт; 4 - гайка; 5 - динамометрический ключ; 6 - диск; 7 – кольцо

Восстановление неподвижных соединений подшипников качения склеиванием

С использованием полимерных материалов для этого способа значительно упрощается технологический процесс, исключается термическое воздействие на детали, снижаются трудоемкость и себестоимость ремонта машин. Для восстановления деталей служат эпоксидные композиции, эластомеры и анаэробные герметики.

Поверхности зачищают до металлического блеска, обезжиривают и просушивают в течение 10 мин. После вторичного обезжиривания и просушивания наносят равномерный слой состава А (см. табл. 1) на основе эпоксидной смолы ЭД-16. После выдержки в течение 10 мин соединяют детали, удаляют подтекания и излишки эпоксидного состава и отверждают.

Посадочные места под подшипники качения корпусов коробок передач ремонтируют следующим образом. Изношенные поверхности зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном, просушивают в течение 5 мин и вторично обезжиривают. На изношенные поверхности посадочных мест шпателем наносят эпоксидный состав Г или Д (см. табл. 1). Затем деталь с эпоксидным составом Г выдерживают в течение 1 ч, а с составом Б - 2 ч на воздухе при температуре 18...20 °С. За это время вязкость состава значительно увеличивается, что исключает возможность его стекания с вертикальных поверхностей. Затем корпус устанавливают на плиту 1 (рис. 4), закрепленную на столе радиально-сверлильного станка.

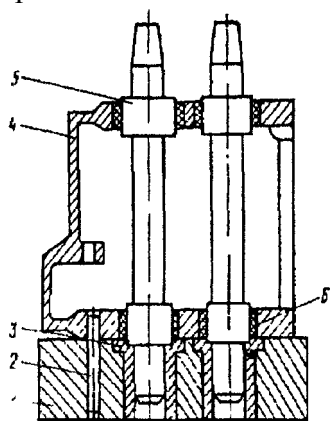


Рис 4 Схема формовки посадочных мест подшипников корпуса коробки передач 1 - плита, 2 - штифт, 3 - втулка, 4 - корпус, 5 - калибрующая оправка, 6 - слой эпоксидного состава

Кондуктор включает плиту 1 с запрессованными втулками 3 и двумя штифтами 2, предназначенными для фиксации корпуса 4. Расстояния между осями отверстий под втулки соответствуют межосевым расстояниям посадочных мест корпуса коробки передач.

Нанесенный слой эпоксидного состава формуют под номинальный размер отверстий с помощью калибрующей оправки 5, которая закреплена в шпинделе радиально-сверлильного станка. Оправку протягивают сверху вниз без вращения относительно оси шпинделя. Она своим нижним хвостовиком входит в направляющую втулку 3, что обеспечивает соблюдение межцентровых расстояний восстанавливаемых отверстий и параллельность их осей.

Калибрующая оправка 5 выполнена из стали 45 и закалена до твердости HRC 45. Ее рабочие поверхности прошлифованы. Допуск на изготовление оправки выбирают с учетом усадки эпоксидного состава и толщины слоя разделителя, которым ее смазывают перед формованием отверстий. В качестве разделителя применяют масло АКЗП-6 или технический солидол.

После формования отверстий на поверхности остается слой 6 эпоксидного состава, позволяющий получить посадочные места под подшипники номинального размера. Его отверждают в термошкафу. Чтобы исключить стекание состава с вертикальных поверхностей и нарушение геометрической формы отверстий при нагревании, процесс проводят по ступенчатому режиму: при температуре 60 °С выдерживают 2 ч, при 100 - 1 и 150 °С - 1 ч. Состав Д отверждают при температуре 18...20 °С в течение 5 ч или при 60 °С - 1,5 ч.

Корпус коробки передач охлаждают вместе с термошкафом. Удаляют наплывы эпоксидного состава и замеряют диаметры восстановленных отверстий

При ремонте гнезд вкладышей коренных подшипников двигателей после выполнения подготовительных операций на поверхность постелей и крышек наносят слой эпоксидного состава и укладывают калибрующую скалку, выполненную в виде трубы. Перед

монтажом крышек под них устанавливают прокладки из фольги толщиной 0,05 мм. После затяжки болтов крышек удаляют подтекания выжатого эпоксидного состава и выдерживают блок двигателя при комнатной температуре в течение 1, 5...2, 0 ч.

После отверждения эпоксидного состава в термошкафу или с помощью нагревательного элемента, находящегося внутри скалки, снимают крышки постелей, калибрующую скалку и прокладки из фольги. Зачищают оставшиеся наплывы эпоксидной композиции, просверливают масляные каналы, продувают их сжатым воздухом и проверяют качество восстановления.

Наибольшее распространение при ремонте неподвижных соединений подшипников качения получили эластомер ГЭН-150(В) и герметик 6Ф. Первый состоит из бутадиен-нитрильного каучука марки СКН-40С и смолы ВДУ. Второй представляет собой продукт совмещения каучука марки СКН-40 со смолой ФКУ на основе замещенного фенола ви-нилацетиленовой структуры.

Заводы-изготовители поставляют эластомеры в виде листов толщины 2...3 мм. На поверхность детали наносят покрытия из их растворов концентрацией 20 частей по массе полимера на 100 частей ацетона.

Для приготовления раствора эластомер или герметик нарезают кусочками, помещают в емкость с герметически закрываемой пробкой и выдерживают в течение 10...12 ч до разбухания материала. Содержимое емкости периодически в течение 2...3 часов взбалтывают до полного растворения эластомера. При 20 °С условная вязкость раствора, определенная с помощью вискозиметра ВПЖ-2, должна быть 72, 7 мм²/с.

Поверхность деталей (кроме колец подшипников) перед нанесением покрытия зачищают и обезжиривают. Покрытия наносят различными способами (кистью, окунанием, обливом, центробежным) в зависимости от конструкции детали и имеющихся средств.

При использовании кисти следят за равномерностью формирования покрытия толщиной 0,015...0,027 мм, не допуская перекрытия мазков и просветов между ними. Поверхность просушивают при температуре 20 °С в течение 10...15 мин, а затем при необходимости наносят последующие слои до получения покрытия заданной толщины.

В процессе окунания деталь устанавливают на оправку, вращающуюся с частотой 6 мин⁻¹, и погружают на 2...3 мм в ванну с раствором эластомера. После трех оборотов детали вокруг своей оси ванну опускают так, чтобы деталь не касалась раствора. Нанося пять слоев с просушиванием каждого из них, можно получить покрытие высокого качества толщиной до 0,26 мм.

Чтобы нанести покрытие на внутреннюю поверхность цилиндрической детали центробежным способом, следует закрепить деталь на планшайбе токарно-винторезного станка. Подшипниковый щит 6 (рис. 5) устанавливается на один из центрирующих поясков щеки 5 и поджимается винтом 2. Прижимная крышка 4 предохраняет от разбрызгивания раствора во время заливки. После замера диаметра изношенного посадочного отверстия рассчитывают объем заливаемого раствора:

$$V = n \times b \times h \times K_p \times (D_{\max} - h),$$

где b - ширина посадочного места, мм; h - толщина покрытия, мм; K_p - коэффициент, учитывающий объем раствора на заполнение шероховатости детали и изменение вязкости материала при термической обработке; $D_{\max}$ - максимальный диаметр изношенного посадочного отверстия, мм.

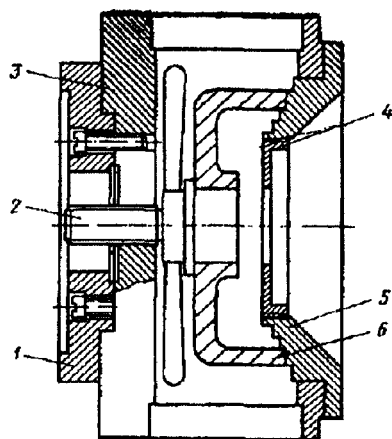


Рис. 5. Схема планшайбы для крепления подшипникового щита электродвигателя серии 4А: 1 - оправка; 2 - винт; 3 - корпус; 4 - крышка; 5 - щека; 7 - подшипниковый щит электродвигателя 4А

Рассмотрим значения коэффициента K_p при вязкости раствора герметика 6Ф в ацетоне, равной $72,7 \text{ мм}^2/\text{с}$, в зависимости от толщины покрытия

Таблица 2 Значения коэффициента K_p в зависимости от толщины покрытия

Толщина покрытия, мм	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
K_p	21,4	17,8	16,1	15,0	14,3	13,8	13,3	13,1	12,9	12,7	12,5	12,4

Раствор заливают с помощью приспособления, оправка 1 (рис. 6) которого закреплена в резцедержателе токарно-винторезного станка. На валике 2 установлен желоб 3. Ширина рабочей части последнего может изменяться от $b_{\min}$ до $b_{\max}$ перемещением вдоль валика. Ширину рабочей части желоба устанавливают равной ширине посадочного места подшипника.

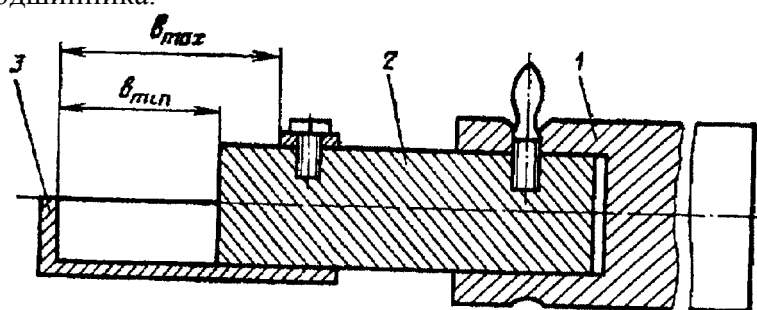


Рис. 6. Приспособление для заливки раствора полимера: 1 - оправка; 2 - валик; 3 – желоб

Устройство для заливки с необходимым раствором в желобе вводят в подшипниковый щит с помощью суппорта. Включают привод станка. При установившейся частоте вращения детали 1400 мин⁻¹ валик 2 поворачивают на 180°. Раствор полимера подается по всей ширине посадочного места подшипникового щита. После этого деталь должна вращаться 5... 10 мин для предотвращения стекания раствора.

Термообработку (полимеризацию) покрытий из раствора эластомера ГЭН-150 (В) проводят при температуре 115 °С в течении 3 ч.

Долговечность неподвижных соединений зависит от скорости изнашивания посадочных мест подшипников качения. Чем она ниже, тем выше долговечность. Зависимость износа посадочных отверстий от наработки при динамическом характере нагружения показана на рис.7. Основная причина изнашивания посадочных мест подшипников без полимерного покрытия - фреттинг-коррозия, о наличии которой свидетельствует выделение красновато-бурых продуктов изнашивания. Однако долговечность соединений при посадке подшипников с натягом 0,02 мм почти в 2 раза выше, чем с зазором 0,02 мм.

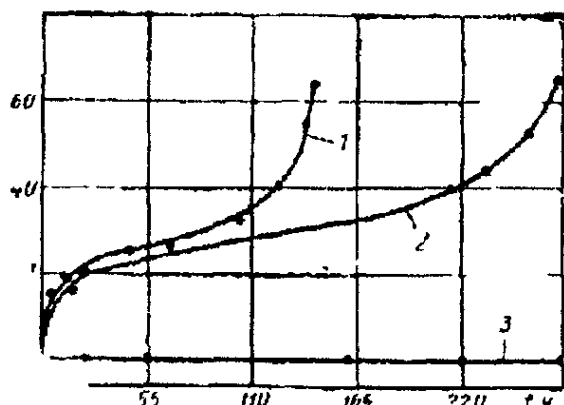


Рис. 7. Зависимость износа посадочных отверстий И от наработки t для соединения: 1 - с зазором 0,02 мм; 2- с натягом 0,02 мм, 3- с перекрытием из раствора герметика 6Ф толщиной 0,06 мм

Характер процесса существенно меняется при посадке подшипников с покрытием из раствора герметика 6Ф. Полимерное покрытие полностью предотвращает металлический контакт соединяемых поверхностей и препятствует развитию фреттинг-коррозии, что снижает износ посадочных мест. При наработке до 280 ч износ посадочного отверстия обнаружить не удалось.

Долговечность неподвижных соединений зависит от зазора до нанесения покрытия (рис. 8). Стрелки у точек означают, что сдвига наружного кольца подшипника во время испытаний не отмечено. За предельное состояние неподвижного соединения принимали начало поворота кольца подшипника.

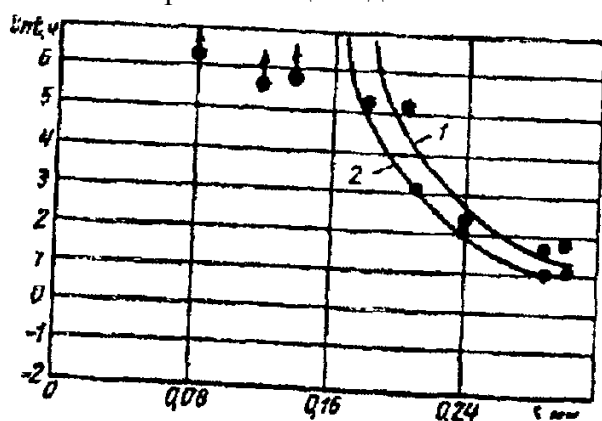


Рис. 8. Зависимость долговечности неподвижных соединений от зазора до нанесения покрытия. 1 и 2 - покрытие из раствора соответственно герметика 6Ф и эластомера ГЭН-150(В)

С увеличением зазора перед ремонтом долговечность неподвижных соединений, восстановленных эластомером ГЭН-150 (В) и герметиком 6Ф, снижается. Поэтому первым рекомендуется восстанавливать неподвижные соединения "наружное кольцо подшипника - посадочное отверстие" с зазором менее 0,16 мм и "внутреннее кольцо - вал" - менее 0,12 мм, а вторым - неподвижные соединения обоих типов с зазором до 0,20 мм.

Неподвижные соединения с покрытиями из эластомера или герметика собирают запрессовкой с натягом 0,01...0,03 мм по принятой на ремонтном предприятии технологии.

Анаэробные герметики - это многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться (полимеризоваться) при температуре 15...35°C без доступа воздуха с образованием прочного твердого полимера. Они состоят из полимеризационно ненасыщенного соединения, инициатора полимеризации, катализатора, модификатора вязкости, стабилизирующей системы, красителя и др.

Основная часть - полимеризационно ненасыщенные соединения акрилового ряда. Они обладают высокой скоростью превращения в пространственно сшитые полимеры при

отсутствии кислорода. Инициатор и катализатор полимеризации ускоряют процесс образования полимера. Стабилизирующая система сдерживает действие инициатора в присутствии кислорода воздуха. Модификаторы вязкости вводят для получения заданной вязкости в зависимости от назначения герметика. Краситель предназначен для облегчения контроля при нанесении последнего на поверхности детали.

Анаэробные герметики поставляют в плоских воздухонепроницаемых полиэтиленовых флаконах. Заполнение ими флакона не должно превышать 50...60 % его объема, так как кислород растворенного воздуха служит также стабилизатором композиции и, чтобы сохранить ее стабильность, он должен непрерывно поступать в композицию. Гарантийный срок хранения герметиков - 12 мес.

Технологический процесс фиксации колец подшипников качения в корпусе и на валу включает следующие операции: очистку и обезжиривание посадочных поверхностей, нанесения герметика, сборку неподвижного соединения и отверждения герметика.

Посадочные поверхности очищают и обезжиривают по принятой технологии.

Герметик наносят на поверхность охватываемой и охватывающей деталей из капельницы полиэтиленового флакона, а затем разравнивают капли с помощью кисти, причем соединяемые поверхности должны быть полностью смочены, а пространство между ними - заполнены.

При сборке неподвижного соединения вал устанавливают вертикально, а корпусную деталь - так, чтобы посадочное место под подшипник заняло горизонтальное положение. Затем центрируют собранные детали с помощью специальных приспособлений. Далее вал поворачивают на 2...3 оборота, что способствует устранению перекоса колец подшипника и удалению подтеканий герметика. Соединение выдерживают в неподвижном состоянии 40 мин, после чего снимают центрирующее приспособление и проводят последующие сборочные операции.

После сборки неподвижного соединения затрудняется доступ кислорода к клеевому слою, что резко увеличивает скорость полимеризации. Анаэробный герметик быстро превращается в твердый прочный полимер.

Процесс полимеризации протекает с различной скоростью, характеризуемой активностью металла, зазором, температурой и наличием активатора.

В зависимости от скорости все металлы делятся на активные, нормальные и пассивные.

Для фиксации подшипников качения наиболее широко используют герметики "Анагермы" (АН-6, АН-6В, АН-103 и АН-104) и "Унигермы" (УГ-7, УГ-8 и УГ-9).

При температуре 20 °С герметики УГ-7 отверждаются в течение 8 ч, УГ-8 - 9, АН-6 и АН-6В - 96 ч. С ее повышением до 50 °С время отверждения УГ-8 снижается до 4 ч, АН-6 и АН-6В - до 5 ч, а при температуре 80 °С герметик УГ-8 отверждается в течение 1, а АН-6 и АН-6В - 4 ч.

Увеличение температуры способствует улучшению прочности клеевого соединения. При диаметральном зазоре 0,15 мм предел прочности при аксиальном сдвиге клеевого соединения, выполненного герметиком АН-6 и отвержденного при температуре 20°С - 8,6 МПа, 50°С - 11,3 и 80°С - 11,5 МПа.

Чтобы ускорить полимеризацию, следует применять активатор марок КС и КВ. Его наносят на поверхность одной из соединяемых деталей мягкой кистью. Деталь выдерживают при температуре 15...35°С в течение 10...25 мин до полного высыхания активатора. Затем поверхность детали покрывают анаэробным герметиком.

Использование активатора марки КВ позволяет снизить время отверждения герметиков АН-6 и АН-6В до 2 ч. Предел прочности клеевого соединения, выполненного АН-6 и отвержденного при температуре 20 °С, повышается до 11 МПа.

Долговечность неподвижных соединений, восстановленных с использованием анаэробных герметиков, зависит также от толщины клеевого слоя. С ее увеличением долговечность снижается. Герметиком УГ-7 рекомендуется фиксировать кольца подшипников с диаметральным зазором до 0,16 мм, УГ-8 - до 0,18 и АН-6В - до 0,22 мм.

Восстановление деталей литьем под давлением

Подготовка детали заключается в проточке до удаления следов износа, обезжиривании и фосфатировании поверхности. Фосфатируют в растворе, содержащем 1 кг суперфосфата на 2 л воды. Детали опускают на 5...10 мин в кипящий раствор, затем их промывают в 5 % -ом растворе кальцинированной воды, в горячей воде и выдерживают в сушильном шкафу при температуре 130...150 °С в течение 8...10 мин.

В загрузочный бункер 1 (рис. 9) литьевой машины засыпают полимерный материал 2, который затем подается в цилиндр 3. Там он нагревается до температуры 240...270 °С в течение 30...40 мин.

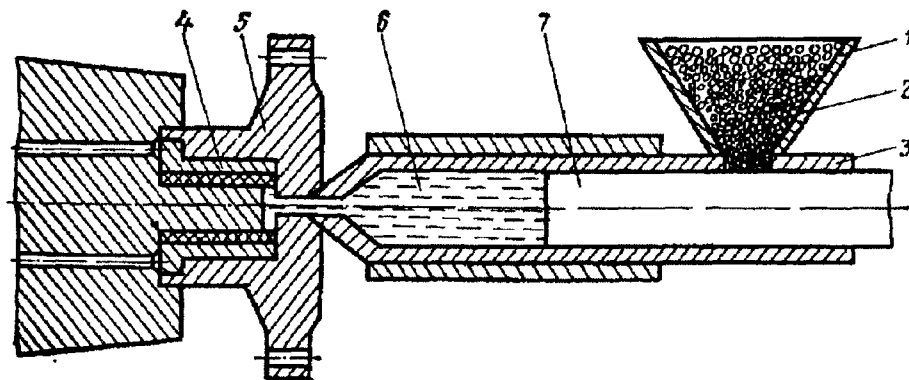


Рис 9. Схема восстановления деталей литьем под давлением 1 - бункер, 2 - полимерный материал; 3 - цилиндр; 4 - деталь, 5 - пресс-форма; 6 - расплавленный полимерный материал, 7 – поршень

Деталь 4, нагретую до температуры 240°С, устанавливают в пресс форму 5, предварительно подогретую до температуры 80...100°С.

При движении поршня 7 справа налево в расплавленный полимерный материал 6 выталкивается из цилиндра и заполняет зазор между оформляющей поверхностью пресс-формы и изношенной поверхностью детали. Температура расплава должна быть на 20°С выше температуры плавления материала, удельное давление литья - 30...35 МПа, выдержка под давлением - 20 с.

После этого снимают давление, разбирают пресс-форму, извлекают восстановленную деталь, зачищают швы, удаляют облой и литниковую прилив, проводят термообработку детали в масле при температуре 120... 130°С в течение 1,5...2 ч. Затем деталь охлаждают вместе с маслом до температуры 100 °С и на воздухе - до комнатной температуры. Ее размеры следует проверять через 24 ч после литья под давлением.

Такой способ восстановления имеет высокую производительность, позволяет получать детали с заданными размерами, не требующими последующей механической обработки. К его недостаткам относятся: необходимость изготавливать для каждой детали пресс-форму; сравнительно низкая адгезия полимерного слоя к поверхности детали.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Различают вихревой, вибрационный, вибро-вихревой, электростатический, струйный и другие способы. Наибольшее распространение получило вибро-вихревое нанесение покрытий.

Установка состоит из открытой ванны 2 (рис. 10), пористой перегородки 6, пневматической камеры 5 и электромагнитного вибратора 4. Она смонтирована на пружинах 3.

Размеры каналов пористого материала 40...150 мкм при пористости 50 %. Для изготовления перегородок используются керамические плиты толщиной 20 мм из кизельгура и стеклянной муки, несколько слоев стеклоткани, пластмассу ДК-7, технический войлок и др.

Порошкообразный материал с размерами частиц 0,12...0,22 мм засыпают в ванну 2. Первоначальная высота слоя порошка равна Н. При подаче сжатого газа в пневматиче-

скую камеру 5 газ, проходя через перегородку 6, разбивается на множество мельчайших струек. Частицы полимера, находящиеся в состоянии

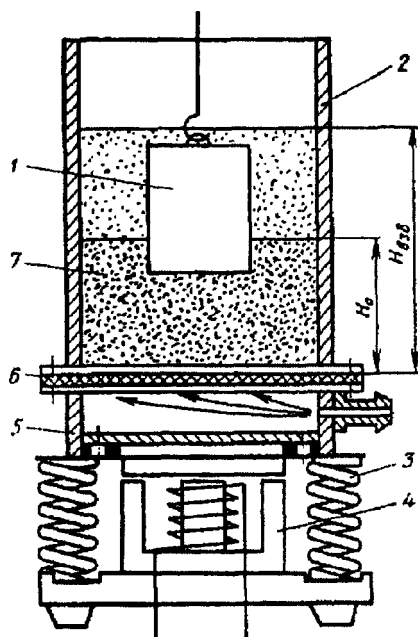


Рис. 10. Схема вибровихревой установки: 1 - деталь; 2 - ванна; 3 - пружина; 4 - вибратор; 5 - пневматическая камера; 6 - пористая перегородка; 7 - полимерный порошок

В результате воздействия двух противоположно направленных сил, а также столкновений со стенками сосуда и между собой частицы находятся в хаотическом движении. При включении электромагнитного вибратора рабочая камера установки вместе с порошкообразным полимером подвергается вынужденным колебаниям с частотой 50... 100 Гц. За счет совместного и одновременного действий сжатого газа и вибрации полимерный материал переходит в псевдосжиженное состояние. Высота его слоя возрастает и становится равной $H_{взв}$. Ему присущи многие свойства жидкости. В такой слой можно легко погружать твердые тела.

Подготовка детали к нанесению полимерного покрытия заключается в механической обработке изношенной поверхности до устранения следов износа, зачистке ее шлифовальной шкуркой, обезжиривании и фосфатировании. Поверхности деталей, не подлежащие нанесению покрытий, изолируют с помощью различных приспособлений, а также их обертывают фольгой или листовым асбестом, покрывают жидким стеклом или термостойким силиконовым лаком.

В процессе нанесения покрытий из порошкообразного поликапроамида деталь нагревают до температуры 290°C, затем ее погружают в псевдосжиженный слой на 5...20 с. Частицы порошка 7, ударяясь о поверхность нагретой детали, оседают на ней и, оплавляясь, растекаются в равномерное покрытие. Время выдержки детали в слое зависит от необходимой толщины покрытия.

После этого деталь вынимают из установки, обдувают сжатым воздухом, проводят термообработку при температуре 110... 130°C в течение 5...10 мин в масле и охлаждают на воздухе. Чтобы получить необходимые размеры, следует выполнить механическую обработку.

ВЫРАВНИВАНИЕ НЕРОВНОСТЕЙ НА ПАНЕЛЯХ КАБИН, ОПЕРЕНИЯ И ОБЛИЦОВКИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ.

Сущность такого напыления состоит в том, что струя воздуха с частицами порошкообразного полимерного материала пропускает сквозь факел газового пламени. Пролетая через факел, они нагреваются, оплавляются до пластичного состояния и, ударяясь о предварительно подогретую поверхность детали, растекаются на ней образуя покрытие.

Наибольшее распространение получили установки УПН-6-63, УПН-7-65 и УГПЛ. К основным их частям относятся распылительная газовая горелка, питательный бачок и соединительные шланги. Питательные бочки УППН-6-63 и УПН-7-65 герметически закрыты крышками.

В качестве горючего газа применяют ацетилен или пропан-бутан. При работе на пропан-бутане используют специальную насадку к газовой горелке. Для питания горелки пригоден ацетилен, получаемый из ацетиленовых генераторов, или растворенный ацетилен в баллонах. Рабочее давление газа должно быть не ниже 500 Па при расходе 300 л/ч.

Герметизация неподвижных разъемных соединений полимерами

При ремонте машин используют паронитовые, картонные, пресс-шпоновые и другие прокладки. Они не всегда обеспечивают длительную герметичность соединений, так как теряют свои уплотняющие свойства. Применение герметизирующих полимерных материалов вместо прокладок или в сочетании с ними повышает долговечность узлов и агрегатов, снижает вероятность возникновения подтекания топлива, смазочных материалов и охлаждающих жидкостей.

Полимерные материалы делятся на две группы: отверждающиеся и неотверждающиеся. К первой относятся кремнийорганические герметики типов эластосил и КЛТ-75Т, ко второй - жидкие уплотняющие прокладки типа ГИПК и уплотнительная замазка У-20А.

Герметик эластосил 137-83 состоит из низкомолекулярного каучука, катализаторов и наполнителей и представляет собой однородную пастообразную вязкотекучую композицию белого цвета. Рабочий интервал температур от -60 до +300 °С. Время высыхания при температуре 20 °С 60 мин. Эластосил 137-83 предназначен для герметизации соединений, работающих в водяной, водно-паровой, щелочно-кислотной, воздушной и маслянистой средах.

Компаунд КЛТ-75Т применяется в неподвижных соединениях, находящихся в водяной, воздушной, масляной и топливной средах.

Эластосил 137-83 и компаунд КЛТ-75 используют при неплоскостности соединяемых поверхностей до 0,8 мм.

Уплотняющая жидкая прокладка ГИПК-242 содержит низкомолекулярный полиэтилен и целевые добавки и представляет собой однородную пастообразную композицию светло-серого цвета. Она необходима в неподвижных соединениях, работающих в водяной, водно-паровой и воздушных средах, а также при неплоскостности соединяемых поверхностей до 0,15 мм. Рабочий интервал температур от -60 до +150 °С.

Уплотняющая жидкая прокладка ГИПК-244 - это однородная вязкая композиция от коричневого до темно-коричневого цвета. Она включает бутадиен-акрилонитрильный каучук и целевые добавки. С помощью ее герметизируют неподвижные соединения в водяной, водно-паровой, щелочно-кислотной, воздушной и маслобензиновых средах. Ее применяют при неплоскостности соединяемых поверхностей до 0,15 мм.

Уплотнительная замазка У-20А состоит из высокомолекулярного полиизобутилена, наполненного асбестом и пластифицированного минеральным маслом, и представляет собой серо-зеленую массу высокой пластичности. Она служит для герметизации соединений с неплоскостностью поверхностей не более 0,25 мм в водяной и воздушных средах.

Технологический процесс герметизации включает зачистку и обезжиривание поверхности, нанесение герметика, сборку и отверждение отверждающихся герметиков. Соединяемые поверхности зачищают от старых прокладок с помощью ручного или механизированного инструмента. Далее их обезжиривают ацетоном.

Наносят герметик эластосил 137-83 и компаунд КЛТ-75Т на поверхность одной из соединяемых деталей ровным слоем толщиной 1...3 мм с помощью шприца или шпателя. Расход герметиков - 500 г/м². Соединения собирают после их нанесения в течение не более 20 мин и отверждают при температуре 18...20 °С в течение 6 ч.

Жидкие уплотняющие прокладки ГИПК-242 и ГИПК-244 разогревают до температуры 80 °С и наносят на одну из поверхностей детали, а затем устанавливают твердую прокладку. На последнюю наносят слой герметика и собирают соединение затяжкой болтов

согласно техническим требованиям. Расход жидкой уплотняющей прокладки 300...400 г/м². Прокладки ГИПК-242 и ГИПК-244 можно использовать и без твердых прокладок.

Уплотнительную замазку У-20А нарезают кусочками и растворяют в уайтспирите. Соотношение замазки и растворителя 1:1. Приготовленный герметик можно применять в течение длительного времени, расход уплотнительной замазки 400 г/м².

Тема: Растачивание гильз цилиндров блока автотракторных двигателей

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить технологический процесс восстановления гильз блока цилиндров, оборудование, оснастку и инструмент.

2. ЗАДАНИЕ

- Ознакомиться с устройством и работой отделочно-расточного станка марки 278Н для расточки гильз цилиндров, с оснасткой и ее назначением.
- Замерить изношенные гильзы цилиндров. Определить овальность и конусность.
- Рассчитать ремонтный размер.
- Отцентрировать приспособление относительно оси шпинделя станка.
- Установить вылет и размер резца и расточить гильзу цилиндров.
- Проконтролировать качество восстановленной гильзы.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- Отделочно-расточной станок 278Н.
- Приспособление для центрирования с индикатором 278.75.01.
- Приспособление для крепления гильз (собств. изготовления)
- Приспособление для установки резца.
- Резцы расточные специальные 278.70.45Б.
- Нутромер индикаторный НИ 100-160 ГОСТ 868-82.
- Микрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-90.
- Эталон шероховатости ГОСТ 9378-93.
- Ключи гаечные.

4. УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ

Восстановление гильз цилиндров под ремонтный размер заключается в их механической обработке до установленного размера и придания изношенным поверхностям детали (зеркало цилиндров) необходимой геометрической формы и шероховатости. Сопрягаемые с гильзой поршень и поршневые кольца заменяют новыми деталями, изготовленными под этот ремонтный размер.

Гильзы блоков изнашиваются главным образом в области движения поршневых колец. Рабочая поверхность гильзы по сечению приобретает форму овала с большой осью с плоскости качения шатуна, а по высоте - форму конуса, обращенного вершиной вниз.

Допустимый без ремонта зазор между гильзой и юбкой поршня при положении его в верхней мертвой точке для двигателей ЯМЗ-238НБ составляет - 0,21 мм; ЗМЗ-511 - 0,024 мм; для ЗИЛ-508.10 - 0,05 мм при допустимой овальности и конусности для гильз всех двигателей 0,03 мм.

При износах гильз и увеличении зазора в сопряжении «гильза-поршень» выше допустимого без ремонта их растачивают и хонингуют на следующий увеличенный ремонтный размер, после чего комплектуют по размерным группам с поршнями соответствующего диаметра.

Гильзы блоков цилиндров тракторных двигателей имеют по одному ремонтному размеру Р1, увеличенному на 0,7 мм.

Внутренний диаметр гильз цилиндров изготавливают (обрабатывают) с допуском 0,04 мм с последующей разбивкой на три или четыре размерные группы, при внутригрупповом допуске 0,01 мм.

Маркировка и размерные группы гильз цилиндров и поршней приведены в приложении 1.

Для всех автомобильных блоков цилиндров устанавливают в основном три ремонтных размера с интервалом в 0,5 мм.

При восстановлении гильз и блоков цилиндров эксцентricность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. Центрирование приспособлений для расточки гильз ведется по посадочному отверстию в основании приспособления. Соосность посадочного отверстия со шпинделем станка достигается с помощью приспособления для центрирования, ввинчиваемого в торец шпинделя, а также шариковых оправок. При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки на шпиндельной бабке.

При центрировании перемещение приспособления для гильз в продольном и поперечном направлениях осуществляется движением стола в указанных направлениях.

По окончании центрирования приспособление жестко закрепляется на столе станка.

5. ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ОТДЕЛОЧНО-РАСТОЧНОМ СТАНКЕ 278Н

- Приспособление для гильз или блока цилиндров должны быть жестко закреплены на столе станка, а стол зафиксирован.
- Перед пуском станка необходимо убедиться в правильном положении всех рукояток управления.
- Рукоятки переключения скоростей и подач на ходу станка не переключать.
- Проверить надежность крепления режущего инструмента в головке шпинделя.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Перед замером блока цилиндров или гильзы их устанавливают на стол-подставку и тщательно протирают.

2) Диаметры гильз измеряют индикаторным нутромером в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех сечениях. За одну из плоскостей принимают плоскость с наибольшим износом (плоскость качания шатуна). Верхнее сечение берут на расстоянии 10... 15 мм от верхнего торца гильзы, нижнее - на расстоянии 15...20 мм от нижнего торца и среднее - в середине общей высоты гильзы. Для определения овальности и конусности ножку индикатора устанавливают на неизношенный поясok в верхней части гильзы. Этот поясok служит базой и для определения величин износов гильзы по их длине и окружности.

Овальность гильзы цилиндра подсчитывается как разность между замерами вдоль оси коленчатого вала и в плоскости качания шатуна.

Конусность определяют как разность максимального и минимального из замеренных значений в горизонтальных плоскостях гильзы цилиндра.

3) Определить ремонтный размер гильзы для чего к полученному размеру гильзы в максимально изношенном участке добавить величину припуска на не выход резца и на последующую обработку (рис. 13).

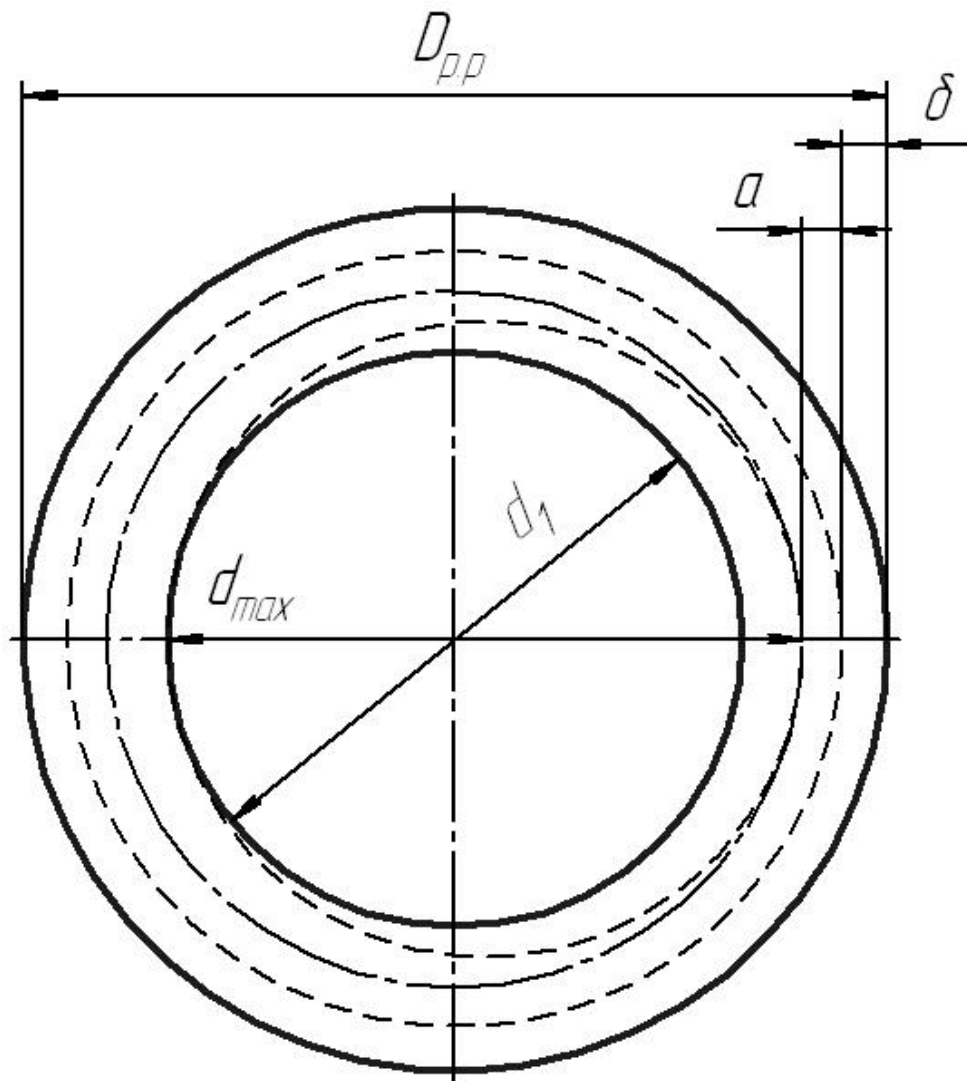


Рис. 13. Схема для определения ремонтного размера гильзы

Ближайший ремонтный размер гильзы должен быть больше или равен расчетному:

$$D_{pp} \geq D_{расч} = d_{max} + 2a + 2\delta \quad (1)$$

где D_{pp} – ремонтный размер гильзы; d_{max} – наибольший диаметр изношенной гильзы; a – припуск на невыход резца (0,02...0,03 мм), обеспечивает работу резца в металле; δ – припуск на последующую обработку (0,03...0,05 мм).

4) Установить приспособления для расточки гильз на стол станка растачиваемым отверстием против шпинделя. Ввернуть индикаторное приспособление (рис. 14) в торец резцовой головки шпинделя. Вращением маховика ручной подачи шпинделя опустить шпиндель в отверстие приспособления так, чтобы головка ножки индикаторного приспособления оказалась на уровне средней части отверстия. Затем, поворачивая головку шпинделя станка наблюдают за показаниями стрелки индикатора и, в зависимости от этого перемещают приспособление по столу в нужном направлении, добиваясь полного совмещения осей шпинделя и отверстия. По окончании центрирования приспособления крепят к столу станка специальными прижимами. Поднять шпиндель в крайнее верхнее положение, снять индикаторное приспособление. При центрировании приспособления со шпинделем станка с помощью шариковой оправки вылет ее определяется по формуле (см. рис. 15):

$$H_{в} = \frac{D_z + d_{пр}}{2}, \quad (3)$$

где D_z – диаметр гильзы, мм; $d_{пр}$ – диаметр резцовой головки, мм.

Вращая шпиндель вручную, необходимо добиться его соосности с посадочным отверстием приспособления. При растачивании блока цилиндров, каждый цилиндр центра-

лизуют отдельно, за базу центрирования принимается диаметр цилиндра в верхней изношенной части как показано на рис. 15.

5) Снять шариковую оправку. Вставить в резцовую головку резец (рис. 16) с пластинкой из твердого сплава ВК-2 или ВК-3.

6) Установить вылет и размер резца с помощью приспособления (рис. 17) или микрометра.

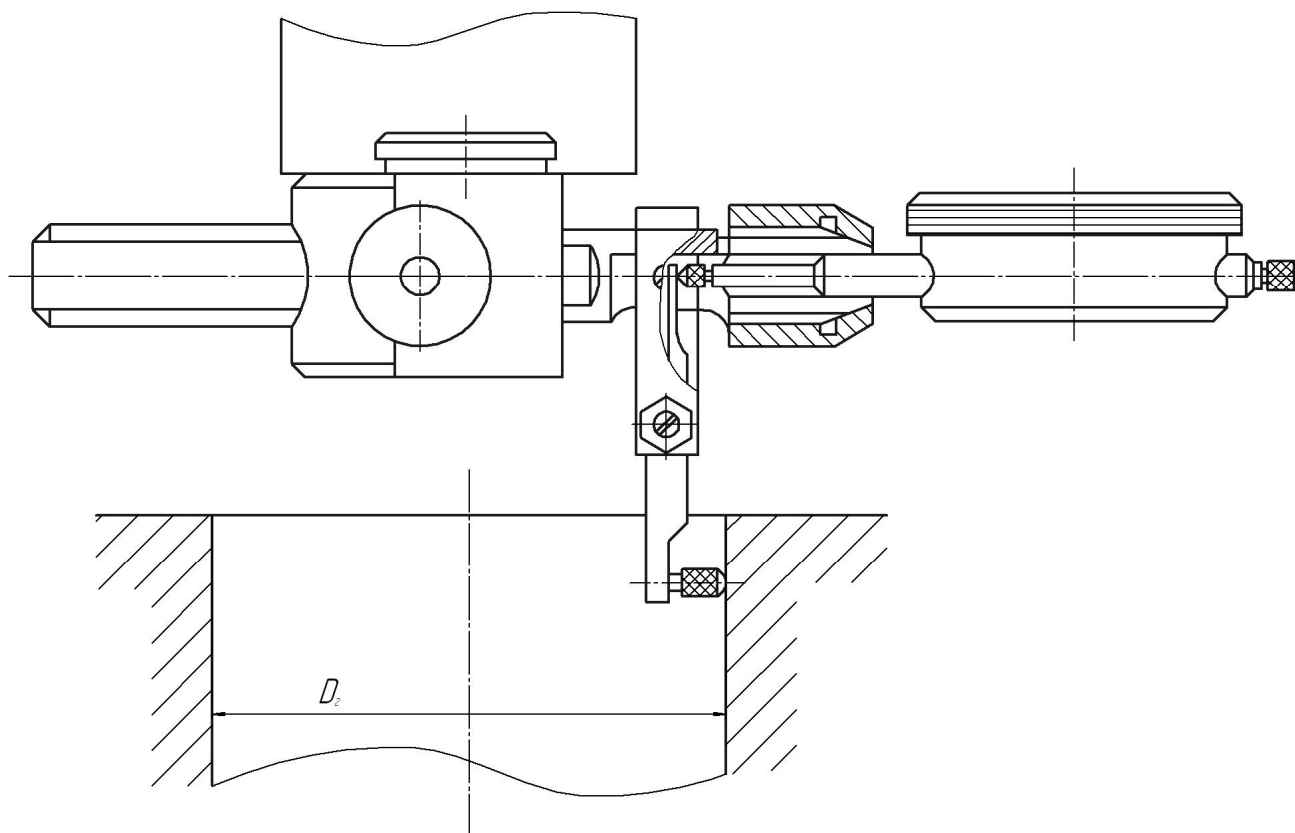


Рис. 14. Индикаторное приспособление

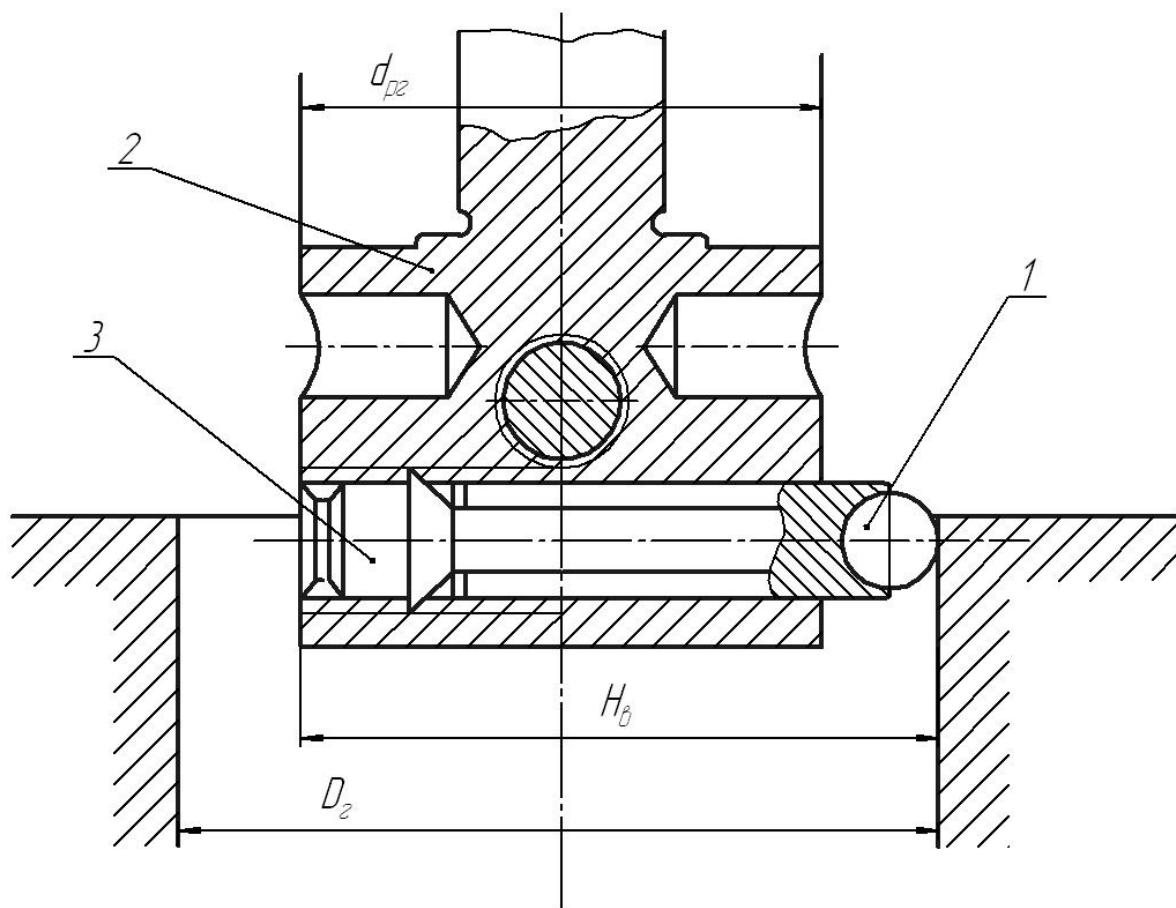


Рис. 15. Центрирующая оправка: 1 – шариковая оправка; 2 – резцовая головка; 3 – регулировочный винт

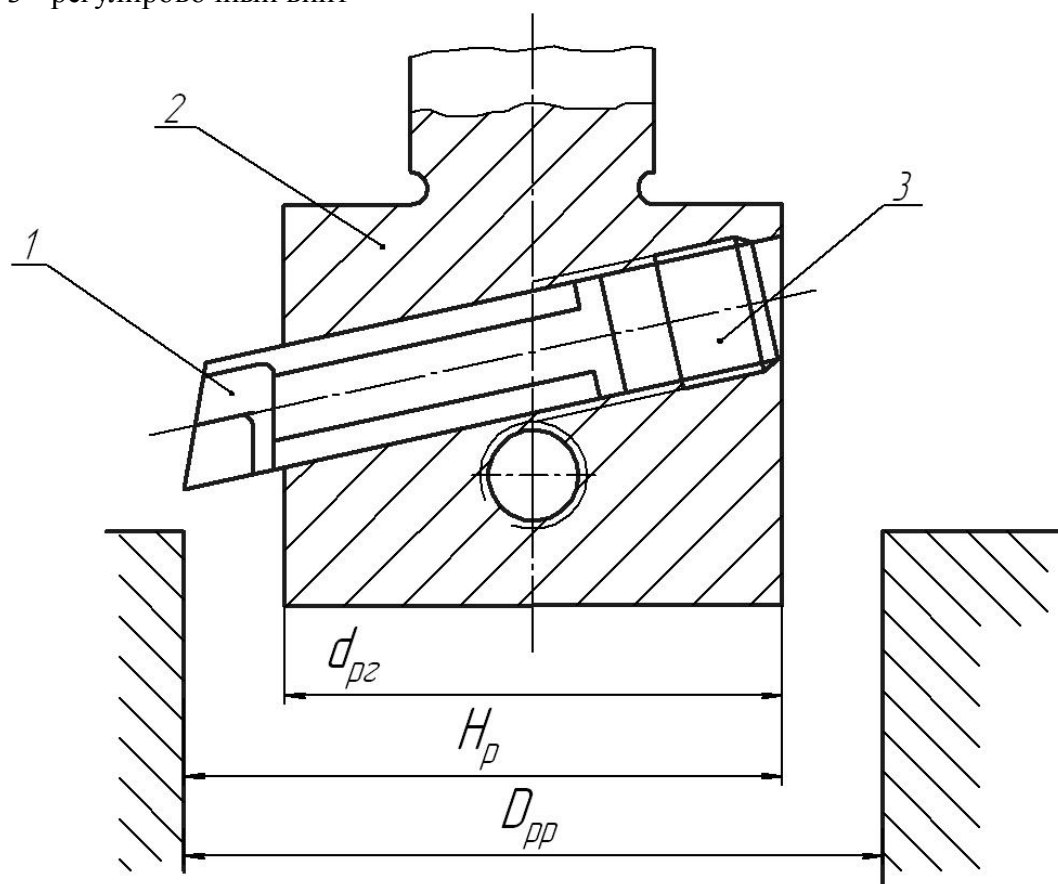


Рис. 16. Резцовая головка: 1 – резец; 2 – резцовая головка; 3 – регулировочный винт

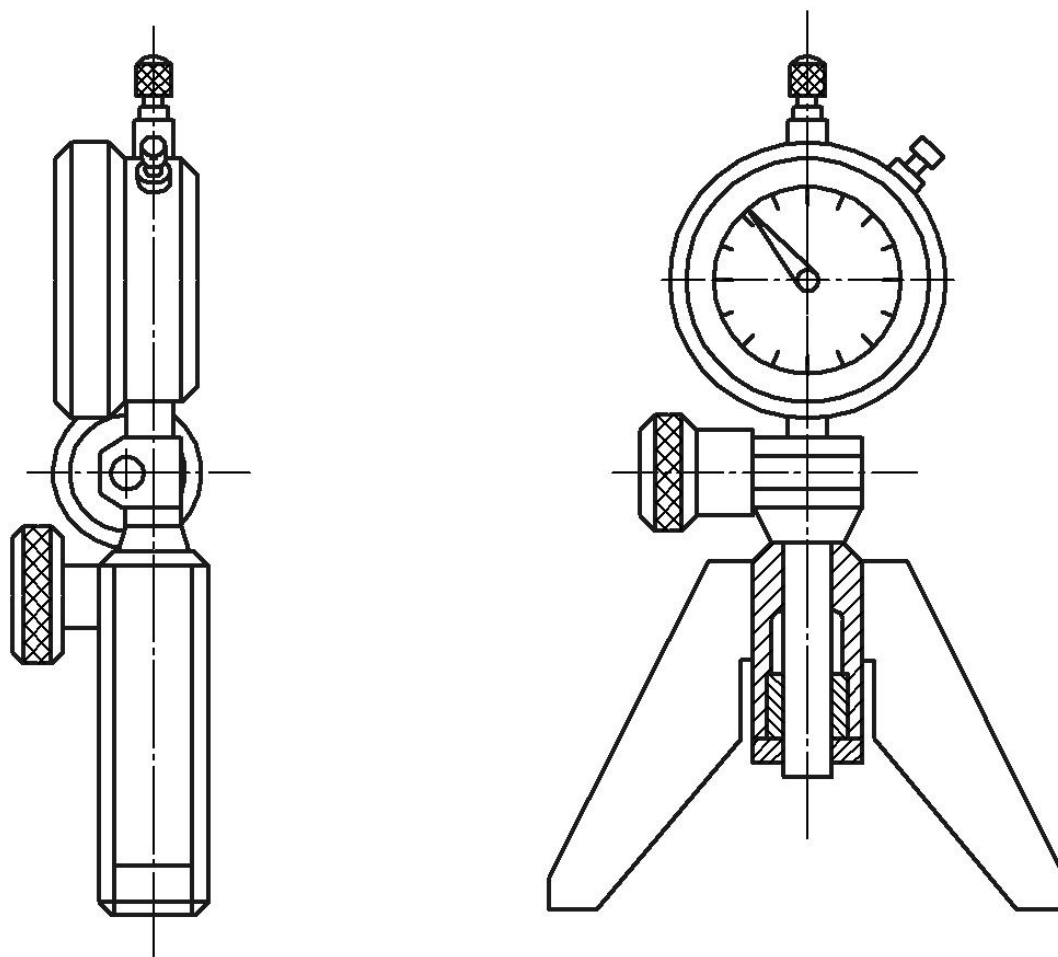


Рис. 17. Приспособление для установления вылета резца

Вылет резца H_p (с помощью приспособления) определяют по формуле:

$$H_p = \frac{D_{pp} + d_{pr}}{2} - \delta, \quad (4)$$

где δ – припуск на хонингование ($\delta = 0,03 \dots 0,05$ мм.), мм.

Установка вылета и размера резца приспособлением (см. рис. 17) ведется в следующей последовательности. Прижать приспособление мерительными плоскостями к резцовой головке. Закрепить в корпусе индикатор с натягом (1...2 оборота большой стрелки индикатора) и установить ноль шкалы против большой стрелки. Разместить приспособление на резцовой головке так, чтобы ножка индикатора упиралась в вершину резца. С помощью регулировочного винта и лимба выдвигают резец до расчетной величины и фиксируют его в этом положении стопорным винтом.

При установке микрометром пятку микрометра прижимают к цилиндрической поверхности резцовой головки, а микрометрический винт располагают против вершины резца и выдвигают последний до тех пор, пока он не упрется в измерительную поверхность винта.

7) По таблице выбрать режим резания и подсчитать частоту вращения шпинделя станка по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_p}, \quad (5)$$

где V_p – принятая скорость резания, м/с; D_p – диаметр гильзы после расточки, мм

По паспорту станка выбирают ближайшую частоту вращения шпинделя (см. приложение 2). Расточку гильзы цилиндра проводят за один проход при подаче $S = 0,2$ мм/об. Овальность и конусность расточенных гильз цилиндров допускается не более 0,03 мм на всей длине гильзы, а шероховатость поверхности не ниже 6-го класса.

8) Снять гильзу со станка и тщательно протереть. Произвести контроль расточенного отверстия: измерить гильзу и определить припуск на хонингование.

- 9) Оформить отчет по установленной форме (см. приложение 3).
- 10) Отчитаться за выполненную работу.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Какие неисправности встречаются у гильз цилиндров?
- Характеристика оборудования применяемого для растачивания гильз цилиндров двигателя.
- Как определить ремонтный размер гильзы?
- Каков порядок центрирования приспособления?
- Поясните технологию центрирования изношенной гильзы.
- Как установить вылет и размер резца?
- Назовите основные особенности восстановления изношенных гильз цилиндров в сравнении от их изготовления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Хонингование гильз цилиндров блока автотракторных двигателей

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить особенности технологического процесса хонингования гильз цилиндров блока, оборудование, оснастку и инструмент.

2. ЗАДАНИЕ

- Ознакомиться с устройством и работой шлифовально-притирочного (хонинговального) станка марки ЗГ833 для хонингования гильз цилиндров.
- Замерить расточенные гильзы цилиндров, определить припуск на хонингование, овальность и конусность.
- Рассчитать ремонтный размер.
- Установить длину хода хонинговальной головки.
- Произвести хонингование гильзы.
- Проконтролировать качество обработанной гильзы.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- Станок шлифовально-притирочный (хонинговальный) ЗГ833.
- Приспособление для крепления гильз (собственного изготовления).
- Хонинговальные головки.
- Алмазные бруски ГОСТ 9602-70.
- Микрометр МК-100-125 ГОСТ 6507-90.
- Нутромер индикаторный НИ 100-160 ГОСТ 868-82.
- Эталон шероховатости ГОСТ 9378-93.
- Ключи гаечные.
- Технологические условия на ремонт гильз цилиндров двигателей.

4. УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ

Хонингование гильз и цилиндров блока как при их изготовлении так и восстановлении является окончательной операцией механической обработки. Назначение операции - достижение необходимой шероховатости обрабатываемой поверхности. Хонингование гильз и цилиндров блока производится на специальных шлифовально-притирочных станках модели ЗГ833 абразивными или алмазными брусками, закрепленными в хонинговальных головках.

Схема процесса хонингования представлена на рис. 18.

По сравнению с абразивным хонингованием алмазное хонингование имеет ряд преимуществ:

- шероховатость обработанной поверхности снижается с $Ra=0,63...0,32$ мкм до

$Ra=0,16...0,08$ мкм;

- снижается давление брусков на обрабатываемую поверхность;
- повышается точность обработки в 1,5...2 раза, производительность в 4...6 раз, стойкость инструмента - в 50... 100 раз.

Для получения необходимой шероховатости обрабатываемой поверхности хонингование производят в два перехода - предварительное (черновое) и окончательное (чистовое).

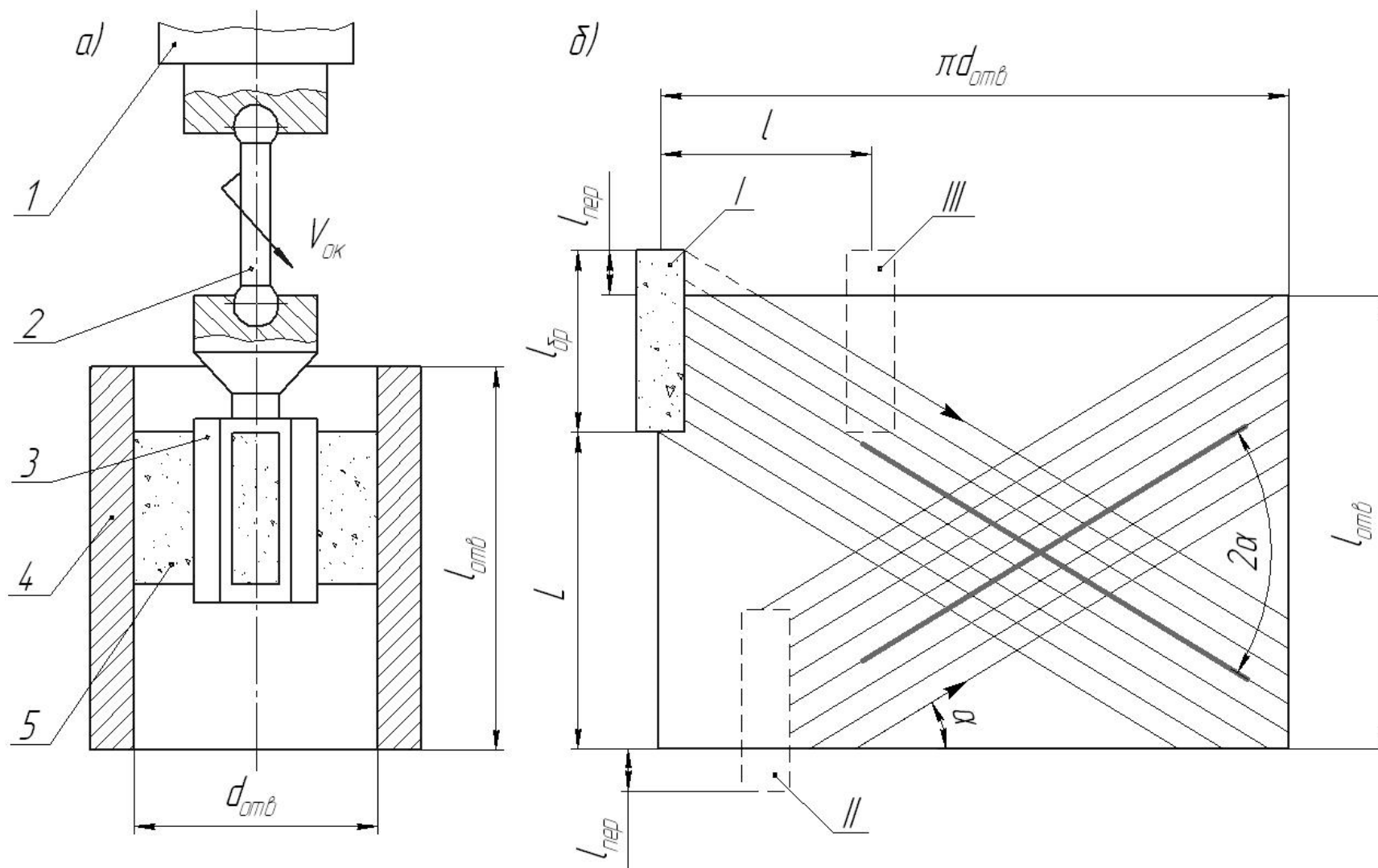


Рис. 18. Схема процесса хонингования (а) и развертка сетки следов обработки (б):

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

При алмазном хонинговании, для предварительной обработки, применяют хонинговальные бруски из синтетических алмазов повышенной прочности ГОСТ 9206-70, марки АСР; при окончательной обработке – алмазные бруски нормальной абразивной способности марки АСМ. $d_{отв}$

При выполнении хонингования в зону обработки подается смазочно-охлаждающая жидкость (технический керосин или керосин с добавлением 15...20 % индустриального масла). Наряду с охлаждающим действием, жидкость удаляет с обрабатываемой поверхности и брусков металлическую стружку и продукты износа режущего инструмента.

Окружная скорость для предварительного хонингования принимается в пределах 60...80 м/мин, окончательного - 45...60 м/мин. Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки должна равняться 0,2 окружной скорости.

Большое влияние на качество поверхности, производительность процесса и расход алмазного материала оказывает давление брусков на обрабатываемую поверхность. При алмазном хонинговании давление брусков на обрабатываемую поверхность цилиндра принимается до 0,2...0,3 МПа.

В процессе хонингования гильз и блоков цилиндров в основном сохраняется их форма полученная расточкой. Если расточка выполнена в соответствии с ТУ, то для того, чтобы при хонинговании образующая цилиндра оставалась прямолинейной, необходимо, чтобы интенсивность снятия металла с поверхности сохранялась одинаковой во всех частях цилиндра. Это достигается правильным подбором длины брусков и определенной длиной их выхода.

Выход брусков за край цилиндра необходим для компенсации уменьшения скорости резания в крайних положениях хонинговальной головки, так как в этих положениях скорость ее возвратно-поступательного движения становится равной нулю.

Для распространенных режимов обработки при соотношении скорости возвратно-поступательного и вращательного движения, равном 0,2, величина выхода брусков составляет 1/3 их длины.

Чрезмерное увеличение длины выхода брусков вызывает появление «корсетности», т.е. повышенное снятие металла в верхней и нижней частях обрабатываемого цилиндра. Полная длина брусков должна быть такой, чтобы не происходило перекрытия брусками средней части цилиндра. Требуется, чтобы расстояния между верхним краем бруска в нижнем положении головки и нижним краем бруска в верхнем положении было не меньше 5 мм. При соблюдении этих требований происходит повышенный съем металла в средней части цилиндра и образование на обрабатываемой поверхности «бочкообразности».

Восстановление под ремонтный размер гильзы и цилиндры блоков должны иметь шероховатость не более $Ra\ 0,16...0,32\ \mu m$ (ГОСТ 2309-73), овальность и конусность 0,025 мм.

5. ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ШЛИФОВАЛЬНО-ПРИТИРОЧНОМ (ХОНИНГОВАЛЬНОМ) СТАНКЕ 3Г833.

- Приступать к работе на станке можно только с разрешения преподавателя или учебного мастера.
- Одежда работающих должна плотно облегать тело.
- Категорически запрещается включать вращение шпинделя при выведенной хонинговальной головке.
- Тщательно проверять, не имеют ли абразивные или алмазные бруски трещин.
- Проверить надежность крепления брусков в хонинговальной головке, гильз или блока в приспособлениях.
- Запрещается производить регулировку величин хода хонинговальной головки на ходу.

- Не выводить хонинговальную головку из цилиндра, не остановив станка.
- Не производить замеры во время движения шпинделя станка.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Установить на рабочую плоскость стола станка приспособление с гильзой, предварительно отцентрировав его. Вращением маховика 3 (рис. 19), расположенного в верхней части ползуна, разжать бруски хонинговальной головки до размера меньшего, чем обрабатываемый цилиндр. Маховичком ручного подвода шпинделя 15 плавно ввести хонинговальную головку в обрабатываемое отверстие на глубину $2/3$ бруска. Затем, выставив кулачок, расположенный на лимбе коробки передач, ограничивающий движение ползуна вверх, ручным вводом найти крайнее нижнее положение хода головки (так, чтобы она выходила из отверстия на $1/3$ длины бруска) и выставить кулачок, ограничивающий движение ползуна вниз.

Длина хода хонинговальной головки определяется по формуле:

$$S = L + 2K - M, \quad (6)$$

где L – длина гильзы, мм; K – выход брусков, мм; M – длина брусков, мм.

Схема для расчета длины хода хона представлена на рис. 20.

2) Поставить переключатель режимов управления в положение «Ввод хона» (рис. 19 б). Нажатием кнопки «Шпиндель пуск» одновременно включаются приводы возвратно-поступательного и вращательного движений шпинделя. Для установления шпинделя в исходное положение, нажать кнопку «Шпиндель стоп» и вслед за этим кнопку «Конец цикла». При этом вращение шпинделя прекращается, а ползун с хонинговальной головкой займет крайнее положение.

3) В соответствии с материалом и диаметром обрабатываемых отверстий установить окружную скорость хонингования.

Частота вращения хонинговальной головки рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (7)$$

где V_p – окружная скорость резания, м/мин (для чугуна – 60...70 м/мин, для стали – 45...60 м/мин); D – диаметр обрабатываемого отверстия, мм

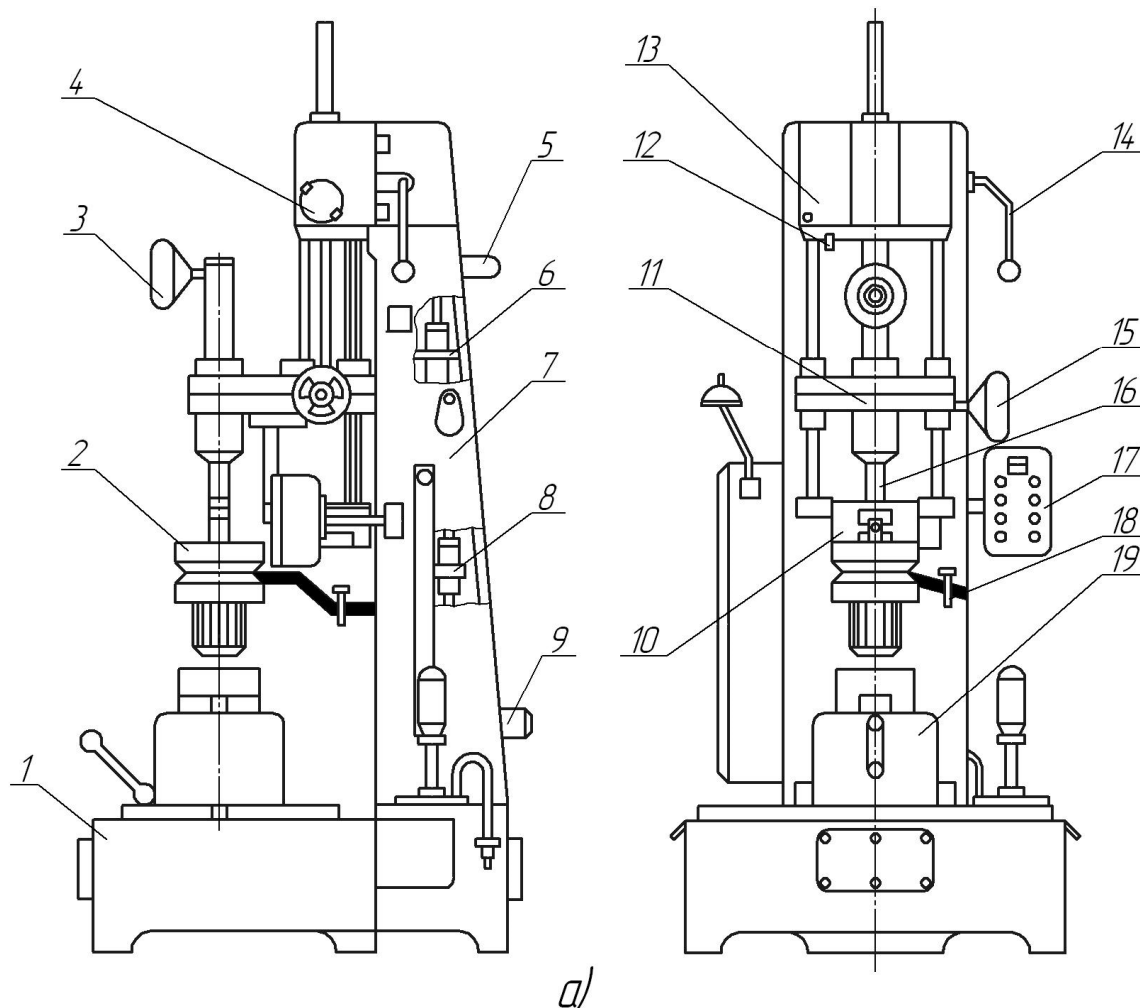
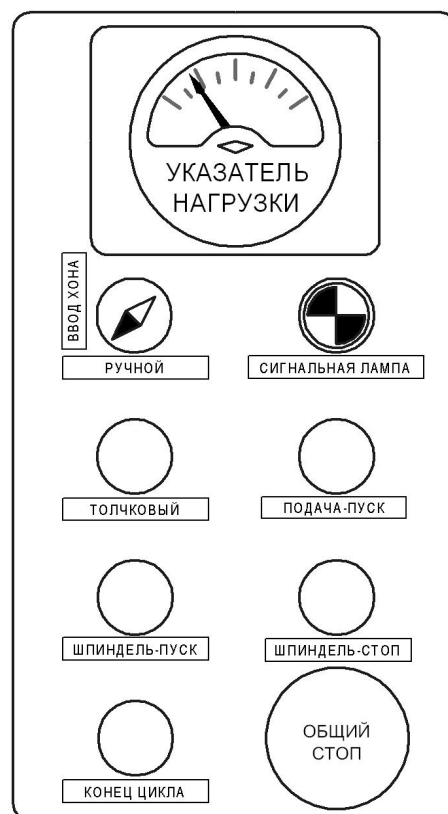


Рис. 19. Хонинговальный станок 3Г833

а – устройство:

1 – основание; 2 – шпиндель; 3 – маховик механизма разжима хона; 4 – кулачки регулировки хода ползуна; 5 – электродвигатель возвратно-поступательного движения шпинделя; 6 – привод возвратно-поступательного движения хонинговальной головки; 7 – колонна; 8 – привод вращения шпинделя; 9 – электродвигатель привода вращения шпинделя; 10 – редуктор; 11 – ползун; 12 – толкатель конечного выключателя; 13 – коробка подач; 14 – рукоятка реверса; 15 – маховик ручного ввода хона; 16 – поводок хонинговальной головки; 17 – пульт управления; 18 – кран охлаждения; 19 – приспособление для закрепления гильз при хонинговании.

б – пульт управления.



б/

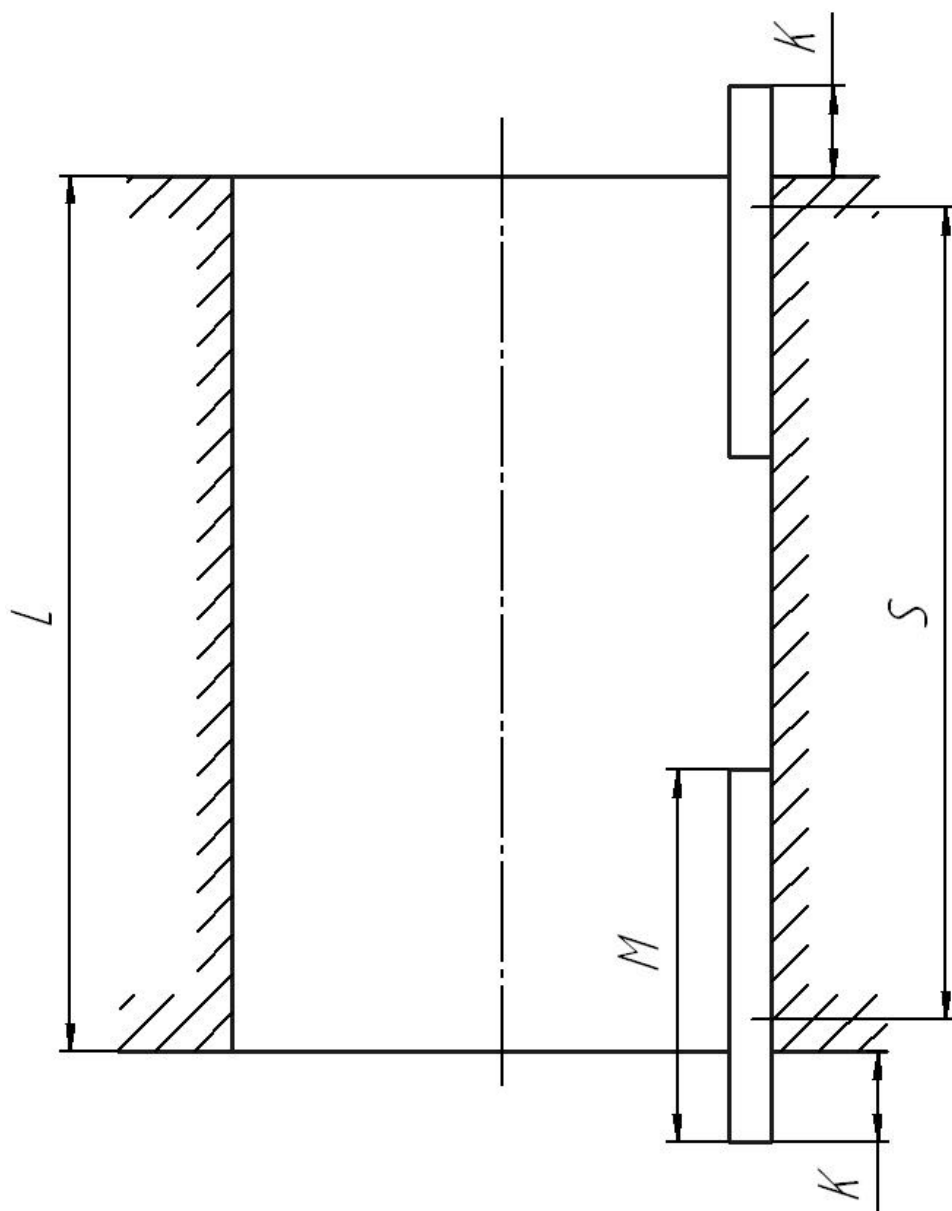


Рис. 20. Схема для расчета длины хода хона

Скорость возвратно-поступательного перемещения инструмента изменяется в пределах 5...20 м/мин. Расчетные величины частоты вращения хонинговальной головки округляется до ближайшего значения (400 об/мин; 280 об/мин; 155 об/мин).

4) Установить выбранную частоту вращения шпинделя и необходимую скорость возвратно-поступательного движения ползуна 11 (см. рис. 19). Вручную ввести хонинговальную головку в обрабатываемое отверстие. Вращением маховика 3 произвести разжим брусков хонинговальной головки. Установив переключатель режимов управления в положение «Ввод хона», нажать кнопку «Шпиндель пуск» и открыть кран охлаждения 18 - процесс хонингования начался.

5) Произвести контроль шероховатости обработанной поверхности, размера, овальности и конусности цилиндра.

6) Привести в порядок рабочее место, сдать инструмент и оформить отчет по установленной форме (приложение 3).

7) Отчитаться за выполненную работу.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

- Для какой цели производят хонингование гильз цилиндров?

- Назовите преимущества алмазного хонингования перед абразивным.
- Дайте характеристику режущего инструмента для абразивного и алмазного хонингования,
- Как определить длину хода хонинговальной головки?
- Чем объяснить установку выхода брусков хонинговальной головки за пределы цилиндра?
- Назначение охлаждающей жидкости?
- Преимущества и недостатки известных Вам способов восстановления гильз цилиндров.
- В чем причина образования «бочкообразности»?
- В чем причина образования «корсетности»?

Тема: Шлифование шеек коленчатых валов автотракторных двигателей

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить особенности технологического процесса шлифования шеек коленчатых валов автотракторных двигателей, применяемое оборудование, оснастку и инструмент.

2. ЗАДАНИЕ

- Ознакомиться с устройством и работой станка для шлифования коленчатых валов, с технической оснасткой и ее назначением.
- Замерить шатунные шейки вала, определить максимальное значение овальности и конусности и ремонтный размер.
- Установить радиус кривошипа (при шлифовании шатунных шеек), отбалансировать коленчатый вал и произвести установку шеек вала.
- Прошлифовать шатунные шейки вала под ремонтный размер и отполировать.
- Замерить прошлифованные шейки вала, определить овальность, конусность, радиус кривошипа и галтели и установить соответствие этих параметров ТУ.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- Специальный круглошлифовальный станок для перешлифовки шеек автотракторных коленчатых валов 3А423.
- Прибор для правки периферии и торцов круга.
- Прибор для правки галтели круга.
- Приспособление для установки коленчатого вала.
- Микрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-60.
- Микрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-60.
- Индикатор часового типа ИЧ05 кл. 1 ГОСТ 577-68.
- Штангенрейсмус.
- Шаблон (радиусный) №1 ГОСТ 4126-66.
- Образец шероховатости 9 ГОСТ 9378-93.
- Молоток 7850-0035.

4. ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЬНОМ СТАН-КЕ 3А423

- Перед шлифованием шеек коленчатого вала убедиться (остукиванием) в отсутствии трещин в шлифовальном круге.
- Перед включением станка повернуть коленчатый вал от руки и убедиться в том, что вал не задевает абразивный круг.
- При пуске не начинать работу до тех пор, пока шлифовальный круг не наберет полное число оборотов.

- При работе на шлифовальном станке рабочий не должен находиться в плоскости вращения круга во избежание получения травмы на случай разрыва круга.
- Нельзя пользоваться боковой поверхностью круга.
- Балансировочные пакеты грузов планшайбы должны быть надежно закреплены.
- Запрещается резко подводить камень к изделию.

5. УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ

Коленчатые валы относятся к сложным конструктивным деталям, поэтому при шлифовании их под ремонтный размер должны быть выдержаны следующие координационно-кинематические размеры: соосность коренных шеек; концентричность других цилиндрических поверхностей к цилиндрическим поверхностям коренных шеек, расположенных на одной геометрической оси с ними; перпендикулярность торца фланца геометрической оси коренных шеек вала; постоянство радиуса кривошипа; соосность парных шатунных шеек, а также их расположение в одной плоскости.

Выполнение перечисленных требований во многом зависит от соблюдения технологии и технических условий на шлифование шеек вала, а также правильности выбора установочных баз.

Известно, что при восстановлении деталей рекомендуется использовать те же установочные базы, которые применялись при изготовлении. Однако, учитывая специфику технологии изготовления, для коленчатых валов это условие не всегда удается выполнить. Так, например, центровые отверстия, являющиеся установочными базами при шлифовании коренных шеек, удаляются на заводах-изготовителях для целого ряда коленчатых валов при сверлении отверстий под храповик и подшипник направляющего конца ведущего вала коробки передач.

Для коленчатых валов, в случае отсутствия центровых отверстий, установочными базами могут служить шейки под ступицу шкива или распределительную шестерню и цилиндрическая поверхность фланца крепления маховика. Если эти базы имеют неисправности, последние необходимо устранить.

Перед шлифованием шеек коленчатого вала необходимо притупить острые кромки у отверстий масляных каналов. Это выполняется шлифовальными кругами конусной формы или зенковками, закрепленными в электродрели. Затем изношенные шейки шлифуют и подвергают суперфинишированию. Эти операции в основном и определяют точностные и качественные характеристики восстановления шеек вала.

В прямой зависимости эти показатели находятся от технической характеристики и состояния режущего (абразивного) инструмента, т.е. маркировки круга. Маркировка обычно ставится на торце круга. Для шлифования стальных коленчатых валов рекомендуется применять шлифовальные круги следующей маркировки, например: КАЗ 23А40СТ25К 35 м/с, ПП 900х33х305А ГОСТ 2424-83, где:

КАЗ - Косулинский абразивный завод;

23А - марка абразивного инструмента (электрокорунд белый, 99 % А1203);

40 - номер зернистости (ГОСТ 3647-80);

СТ2 - степень твердости (ср. твердость вторая) - ГОСТ 18118-79;

5 - структура;

К - вид связки (керамическая);

35 м/с - окружная скорость, при которой работа безопасна;

ПП - форма круга (плоский прямого профиля ГОСТ 4785-84);

900х33х305 - размеры (наружного диаметра, высоты, внутреннего диаметра), мм;

А - класс круга (ГОСТ 4785-84).

Применяемые при шлифовании абразивные круги подбираются в зависимости от требований, предъявляемых к обрабатываемой поверхности, точность и шероховатость обработки которой зависит от перечисленных характеристик.

Также на точность и шероховатость обрабатываемых шеек коленчатого вала влияет балансировка и правка шлифовального круга.

Балансировка шлифовального круга осуществляется на специальном приспособлении (рис. 21) изменением положения балансировочных грузиков в кольцевой выточке фланца шлифовального круга. По окончании балансировки шлифовальный круг устанавливают на шпиндель шлифовальной бабки и правят по диаметру и торцам алмазозаменителем. После правки проводят повторную балансировку, а затем чистовую правку алмазом.

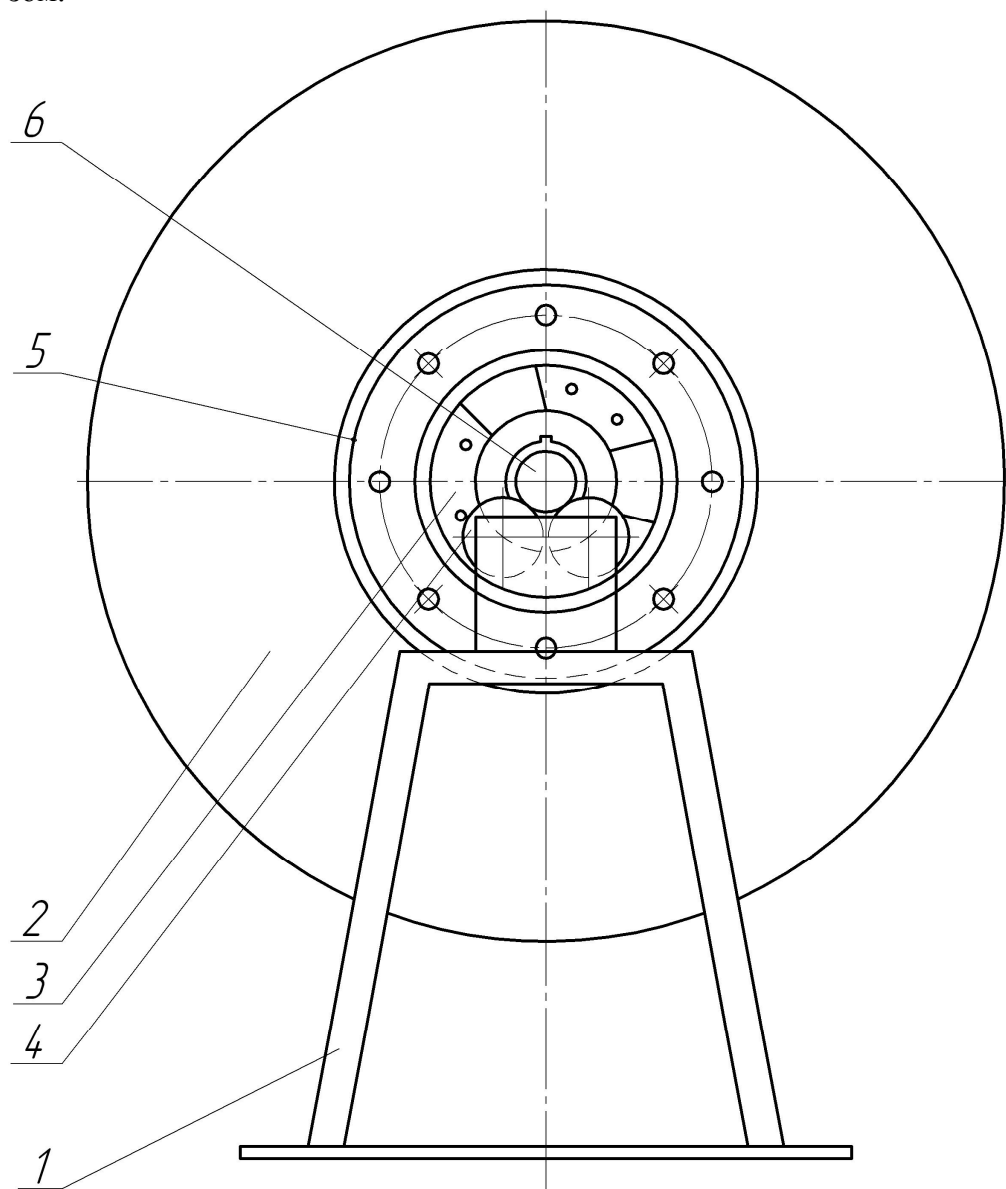


Рис. 21. Приспособление для балансировки шлифовального круга:

1 – стол приспособления; 2 – шлифовальный круг; 3 – балансировочный грузик;
4 – балансировочный нож; 5 – план-шайба; 6 – вал.

В процессе шлифования режущая способность абразивных частиц круга притупляется, о чем можно судить по таким показателям, как:

- искажение формы на обрабатываемой поверхности (бочкообразность, корсетность);
- появление прижогов.

Восстановление геометрических размеров шлифовального круга производится следующей алмазной правкой.

Подача круга на алмаз не должна превышать 0,05 мм на один проход. Рекомендуемая скорость перемещения алмаза при правке для чистового шлифования – 0,2 м/мин, а для предварительного шлифования – 0,25... 0,50 м/мин.

При шлифовании коленчатых валов дизелей производят правку круга на величину радиуса галтели обрабатываемых шеек вала (рис.22).

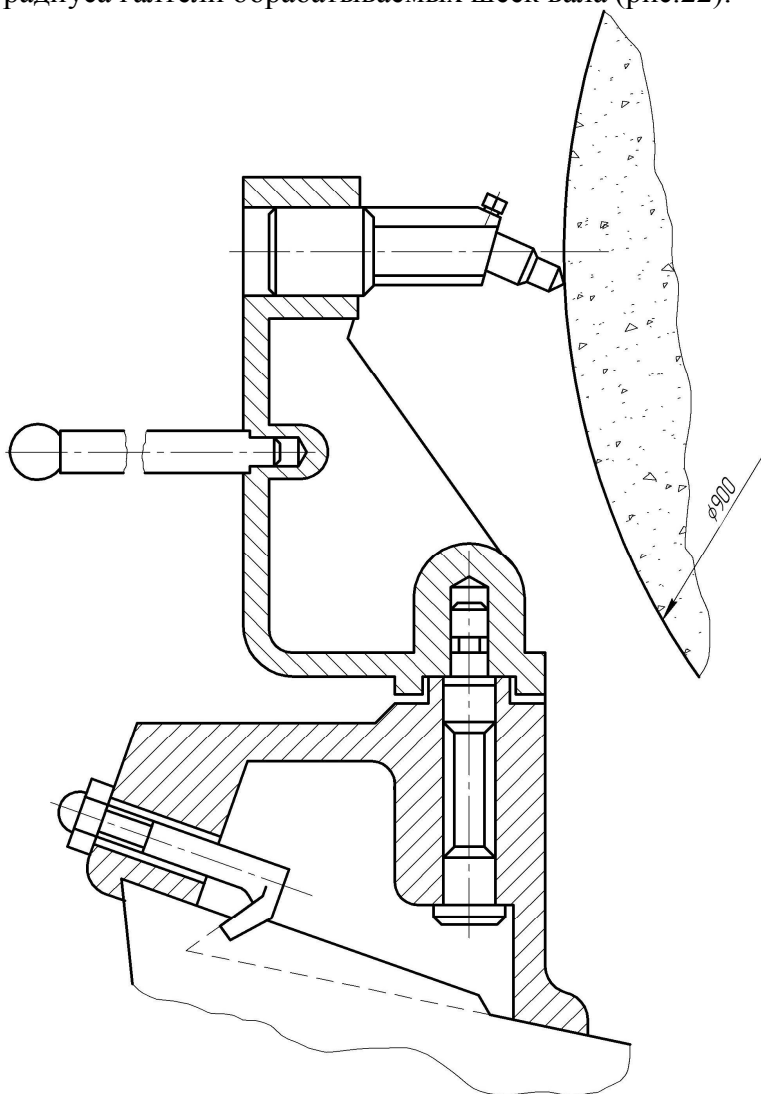


Рис. 22. Правка шлифовального круга по радиусу

Правка производится алмазозаменителем или алмазом и должна сопровождаться обильной подачей охлаждающей жидкости.

Вначале рекомендуется шлифовать шатунные шейки (средние, а затем крайние), так как после их механической обработки из-за перераспределения внутренних напряжений нарушается соосность коренных шеек.

Процесс шлифования шатунных шеек аналогичен обыкновенному круглому шлифованию. Однако наибольшую сложность и трудоемкость вызывает процесс установки шатунных шеек, при которой ось шлифуемой шатунной шейки должна совместиться с осью центров станка. Требуемое положение вала достигается установкой его в вертикальной и горизонтальной плоскости. При шлифовании парных шатунных шеек вала под одну из них устанавливают люнет.

После обработки шатунных шлифуют коренные шейки. Коренные шейки вала можно шлифовать как в центрах, так и в патронах, причем, во избежание прогиба вала, под среднюю шейку обязательно ставят люнет. Все одноименные шейки коленчатого вала после шлифования должны иметь ремонтный размер одной категории.

Шлифование шеек обычно выполняют в два перехода: черновое и чистовое, соблюдая режимы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ ШЛИФОВАНИЯ

Режимы шлифования	Черновое	Чистовое
-------------------	----------	----------

	шлифование	шлифование
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	25. . .30	25. . .30
Окружная скорость детали, м/мин	12. . .15	15...25
Поперечная подача при врезном шлифовании, мм/об	0,02. . .0,07	0,005.. .0,010
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали	0,3. . .0,7	0,2. . .0,3

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Измерение шеек коленчатого вала производится в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях и двух сечениях (рис. 23). За одну из плоскостей принимают плоскость I-I, проходящую через оси шеек вала, за другую II-II, перпендикулярную ей. Сечения выбираются на расстоянии 6...8 мм от галтелей.

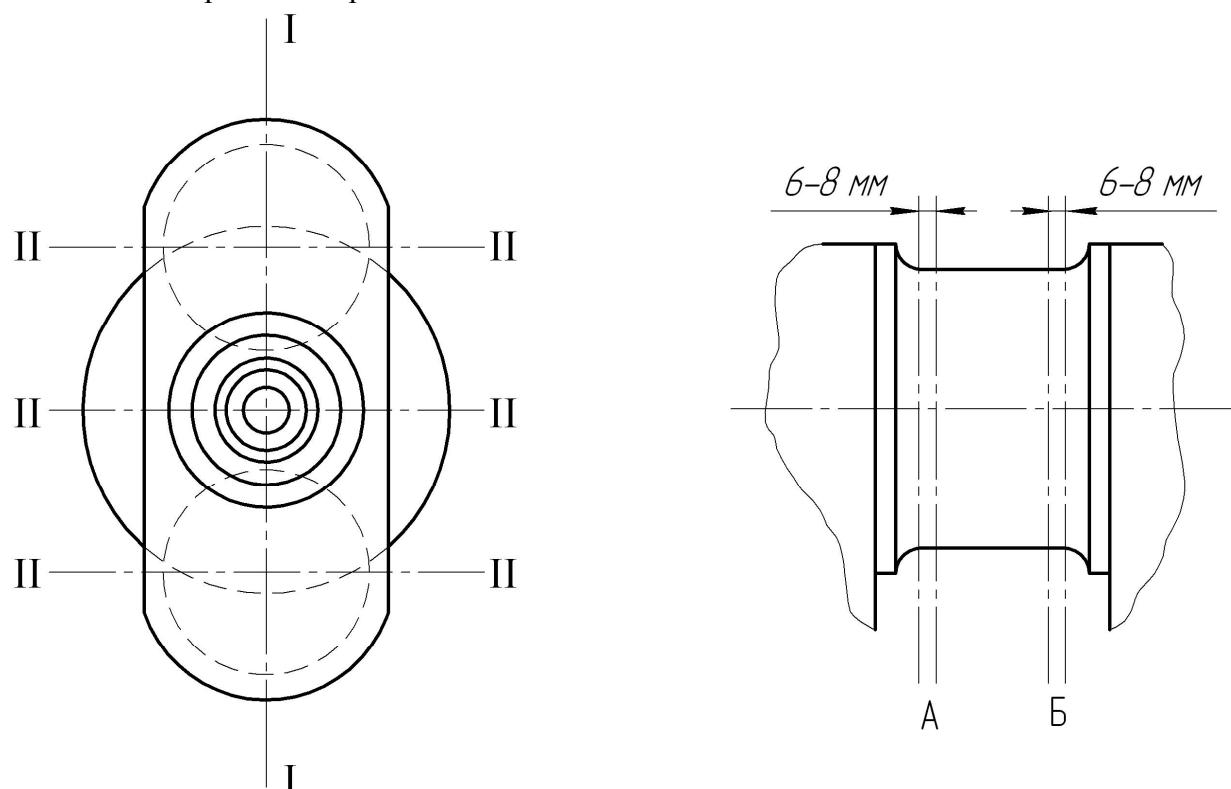


Рис. 23. Схема замеров шеек коленчатого вала.

Ремонтный размер шатунных и коренных шеек определяют по формуле:

$$d_{pp} = d_{\min} - d, \quad (8)$$

где $d_{\min}$ – диаметр наиболее изношенной шейки вала, мм; d – припуск на шлифование, равный 0,10...0,15 мм.

Стандартные ремонтные размеры валов представлены в приложении 4

2) Установку радиуса кривошипа коленчатого вала проводят в следующем порядке. Планшайбы центросместителей нужно поместить в вертикальное положение. Установить коленчатый вал в патроны и проворачивать его так, чтобы плоскость, проходящая через оси шеек вала, оказалась перпендикулярной к плоскости стола станка.

Перемещая шейки вала в крайнее верхнее и крайнее нижнее положение (рис. 24), штангенрейсмусом измерить высоту H и h от стола до шейки вала.

Размер радиуса кривошипа r , подсчитывают по формуле:

$$r = (H - h) / 2, \quad (9)$$

где H – расстояние до шатунной шейки вала в крайнем верхнем положении, мм; h – расстояние до шатунной шейки вала в крайнем нижнем положении, мм.

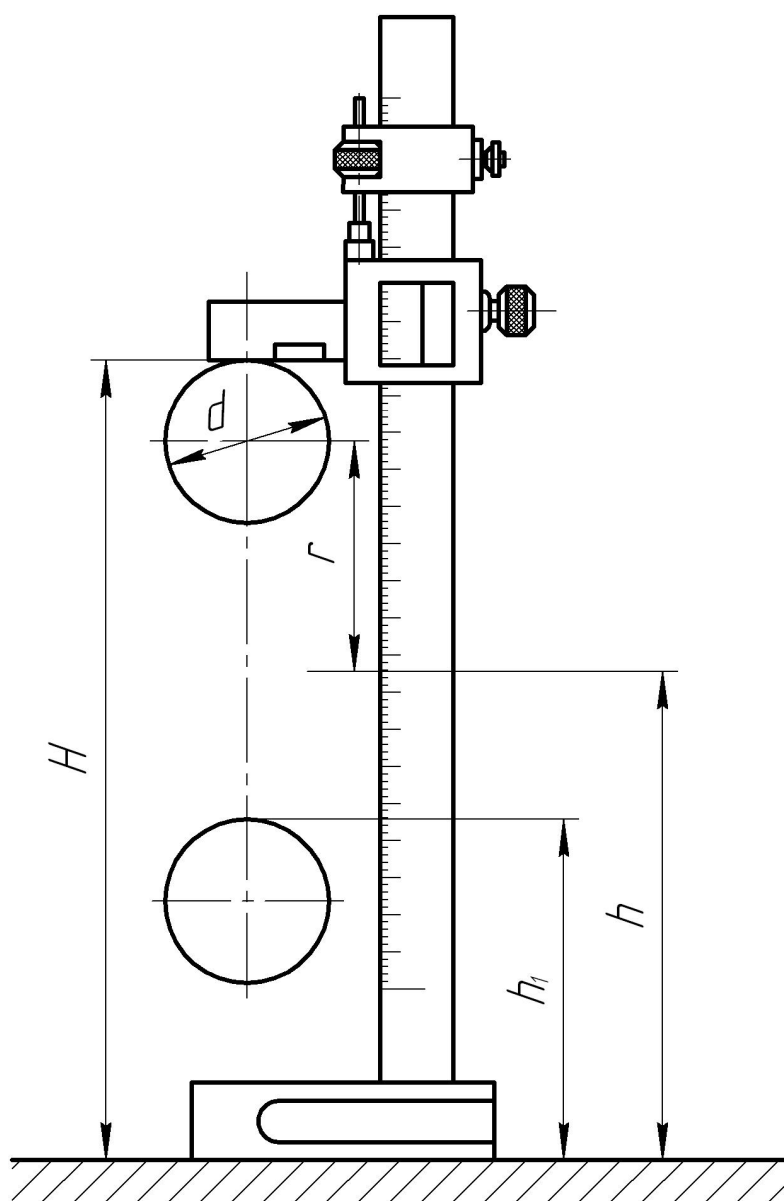


Рис. 24. Измерение радиуса кривошипа коленчатого вала штангенрейсмусом

Ослабив затяжку патронов, сместить их по нониусу на рассчитанную величину радиуса кривошипа.

3) Установку оси шатунных шеек коленчатого вала в горизонтальной плоскости производят приспособлением (рис. 25). На стол станка установить указанное приспособление; нажимая рукой на рычаг приспособления, вынуть фиксатор, освободив вилку прибора, затем вилку прибора направить на вы-становливаемую шейку и усилием рычага приспособления повернуть вал в патронах, при этом шлифуемая шейка станет концентричной с осью вращения шпинделей передней и задней бабок. Закрепить коленчатый вал в патронах и снять приспособление.

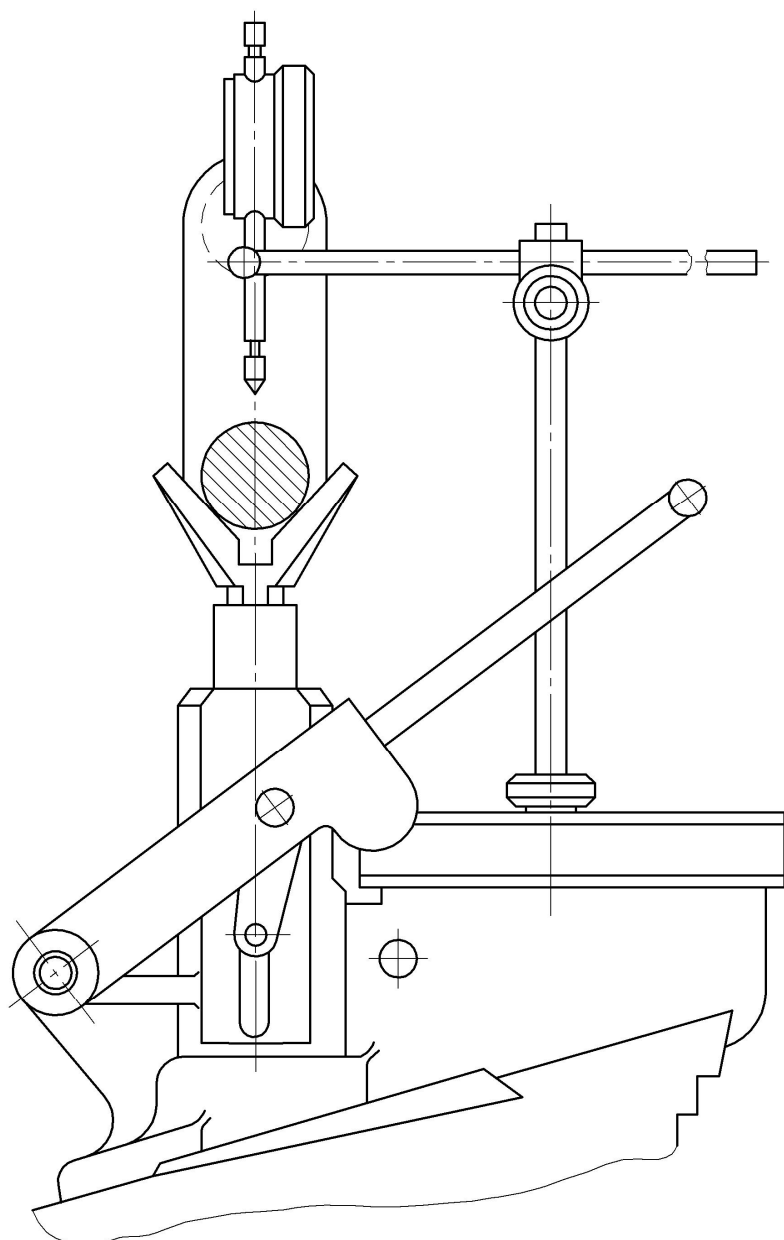


Рис. 25. Схема установки шатунных шеек вала в горизонтальной плоскости

4) Отбалансировать коленчатый вал. Для этого винты, соединяющие планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки, вывертывают, освобождая от привода планшайбу с патроном и закрепленным в нем коленчатым валом.

Устанавливают необходимое количество противовесов и их положение на направляющих планшайб передней и задней бабок. Противовесы закрепляют гайками и резьбовыми шпильками. Вал считается отбалансированным, если он при любом положении не проворачивается. После окончания балансировки вворачивают винты, соединяющие планшайбу и ведущее колесо шпинделя передней бабки и приступают к окончательной установке шлифуемых шеек вала. Окончательную выставку шатунных шеек вала производят по индикатору (рис. 26). Выставив шейки коленчатого вала, салазки центросместителей закрепив прижимными планками.

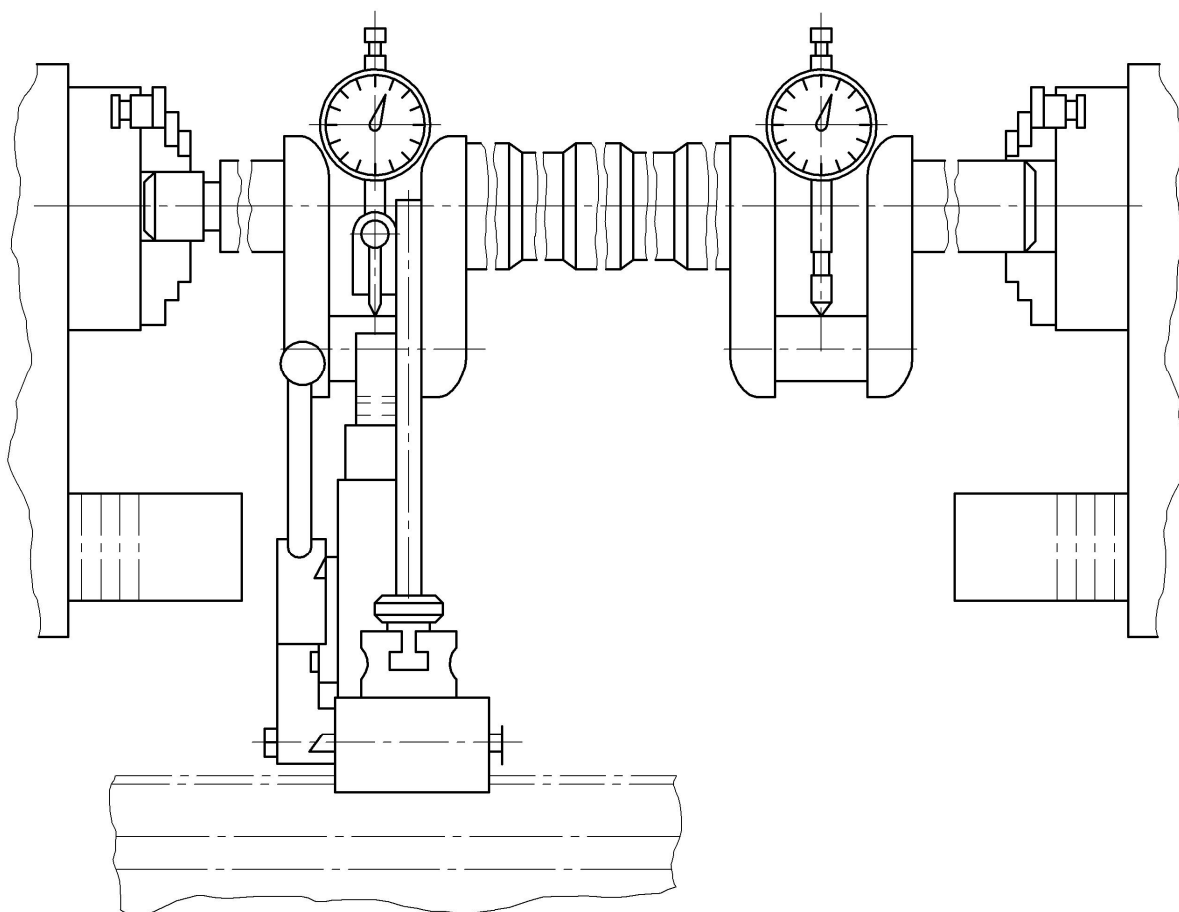


Рис. 26. Схема окончательной установки шатунных шеек вала по индикатору

5) Проверить балансировку коленчатого вала. Шлифовать шейки под ремонтный размер. Рассчитать частоту вращения детали по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (10)$$

где V – линейная скорость вращения изделия, м/мин (12...20 м/мин); d – диаметр обрабатываемой шейки, мм.

6) После шлифования шеек вала произвести их полирование пастой ГОИ с помощью жимков. Частота вращения изделия должна быть примерно 150 об/мин. Полированная поверхность не должна иметь рисок и задигов.

7) Произвести замеры обработанных шеек: диаметры шеек (овальность и конусность), радиус кривошипа и радиус галтелей и определить шероховатость обработанных поверхностей.

8) Оформить отчет о работе по установленной форме (приложение 3).

9) Привести в порядок рабочее место и отчитаться за работу преподавателю.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Чем вызвана необходимость восстановления коленчатых валов?
- Для какой цели производят статическую балансировку шлифовальных кругов, коленчатых валов, поясните технологию статической балансировки указанных наименований?
- Почему при шлифовании коренных шеек вала люнет ставят под среднюю шейку, а шатунных под одну из каждой пары шеек?
- Как влияет техническая характеристика шлифовального круга на качественные показатели восстанавливаемой поверхности?
- Чем обусловлен рекомендуемый порядок шлифования: вначале шлифуют шатунные, а затем коренные шейки вала?

- Изменение величины радиуса кривошипа - как она влияет на основные характеристики работы двигателя?
- Как устанавливается и проверяется величина радиуса кривошипа на станке перед шлифованием и после шлифования?
- Как правильно установить коленчатый вал на станке при шлифовании шатунных шеек?
- Поясните методику определения ремонтного размера шейки вала.

Тема: Ремонт клапанов автотракторных двигателей

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Сформировать знания и умения по разработке, оформлению, выполнению и контролю шлифовальной операции; приобрести практические навыки в работе на шлифовальном станке, при ремонте клапанов.

2. ЗАДАНИЕ

Разработка, оформление, выполнение и контроль качества операции по восстановлению фаски и торца стержня клапана; изучение устройства шлифовального станка Р-108, приемов работы на нем и правил техники безопасности.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- настольный шлифовальный станок Р-108 с принадлежностями;
- верстак-подставка;
- прибор для контроля клапанов;
- шлифовальные круги ПП 125x10X32, 24А40ПС2-СТ19К.5А и ПВ 125Х32Х32 (ГОСТ 2424-83);
- штангенциркуль ШЦ-П-250-0.05 (ГОСТ 166-80);
- шаблон для контроля угла фаски;
- шаблон для контроля цилиндрической части головки клапана;
- эталоны шероховатости по стали;
- алмазный карандаш.

4. УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ

В процессе работы двигателя на клапан действуют силы трения, вибрации, агрессивность среды, удары при посадке в седло, что вызывает появление износов стержня, деформации и коррозионных повреждений.

Износы устраняют слесарно-механической обработкой, хромированием, железнением; деформации – правкой; коррозионные повреждения – слесарно-механической обработкой.

На шлифовальном станке Р-108 фаску клапана шлифуют кругом ПП 125Х10Х32 24А40ПС2-СТ19К5А, а торец стержня – кругом ПВ 125Х32Х32, что обеспечивает требуемую шероховатость шлифуемой поверхности и точность. При шлифовании фаски припуск на диаметр принимают 0,2...0,6 мм. Глубину резания, называемую при круглом шлифовании поперечной подачей $S_{n\ a}$ и выражаемой в миллиметрах на ход стола, принимают по нормативам в зависимости от диаметра и длины обрабатываемой детали, механических свойств материала, а также характера обработки (предварительная, чистовая).

Для шлифования фаски клапана $d = 50$ мм можно принять $S_{n\ a} = 0,018$ мм на двойной ход стола.

Продольную подачу S_{np} на 1 оборот детали (мм/об) принимают по нормативам в зависимости от обрабатываемого материала и глубины шлифования и выражают в долях ширины B шлифовального круга.

Продольную подачу минутную $S_{прм}$ определяют из соотношения:

$$S_{прм} = S_{пр} n_{\partial}, \quad (11)$$

где n_{∂} – частота вращения детали, мин⁻¹.

Окружная скорость шлифовального круга V_K зависит от вида связки и профиля круга. Для шлифовальных кругов, диаметр которых меньше 150 мм, $V_K = 25...30$ м/с.

Окружная скорость детали V_{∂} , устанавливается в зависимости от диаметра шлифования и механических свойств материала. При $V_K = 30...35$ м/с и шлифовании закаленной стали $V_{\partial} = 25...35$ м/мин.

При шлифовании применяется смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) – раствор 2,5% эмульсола и 0,6% кальцинированной соды в воде.

Для восстановления фаски головки и торца стержня клапана применяются станки типа Р-108 (рис. 27).

Перед началом работы необходимо произвести правку шлифовального круга в следующей последовательности: установить алмазный карандаш с помощью стойки в паз салазок 1 бабки клапана 5 и закрепить бабку гайкой 2, править периферию шлифовального круга, снять приспособление.

Шлифование фаски головки клапана происходит в следующей последовательности:

1. Вставить в отверстие шарикового патрона 6 стержень клапана так, чтобы торец тарелки находился на наименьшем расстоянии от торца патрона, а шарики патрона располагались на шлифованной части стержня;
2. Застопорить шпиндель фиксатором 4;

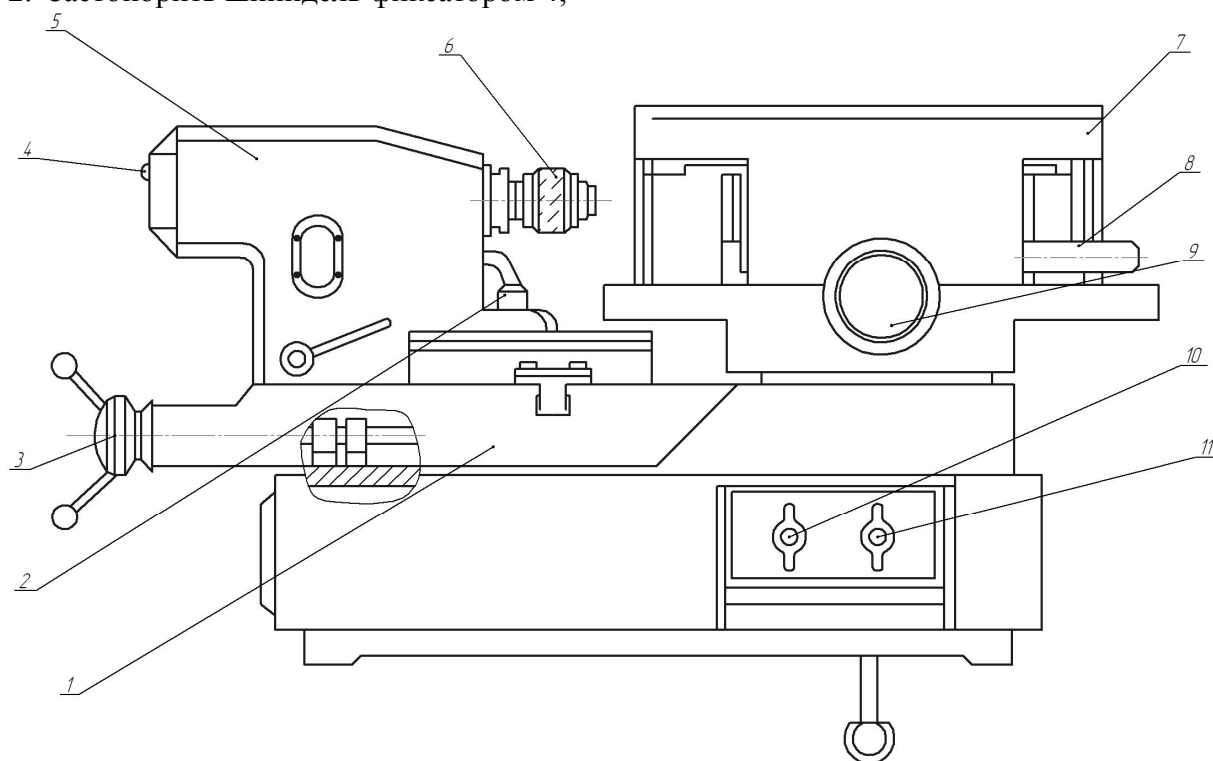


Рис. 27. Станок Р-108:

1 – салазки бабки клапана; 2 – гайка фиксации угла бабки клапана; 3 – маховичок продольной подачи бабки клапана; 4 – фиксатор шпинделя; 5 – бабка клапана; 6 – шариковый патрон; 7 – шлифовальная бабка; 8 – ось приспособления для шлифования торца клапана; 9 – маховичок подачи шлифовальной бабки; 10, 11 – выключатели электродвигателей.

3. Завинтить муфту патрона по часовой стрелке, зажав клапан;
4. Бабку клапана установить под нужным углом, соответствующим углу фаски клапана;
5. Гайкой 2 закрепить бабку клапана;
6. Подвести клапан к шлифовальному кругу так, чтобы расстояние между фаской клапана и периферией круга было 2...3 мм;

7. Включить электродвигатель бабки клапана (выключатель 10);
8. Включить электродвигатель шлифовальной бабки 7 (выключатель 11);
9. Надеть защитные очки, открыть кран системы охлаждения;
10. Плавным, медленным вращением маховика 9 подачи шлифовальной бабки подвести шлифовальный круг к клапану до легкого касания фаски;
11. Вращая маховик 3, отвести клапан влево (на 3...5 мм от круга);
12. Установить назначенную поперечную подачу маховиком 9;
13. Осуществить назначенную продольную подачу (2...3 двойных хода клапанной бабки) и шлифование без поперечной подачи (2...3 двойных хода);
14. Остановить электродвигатель (выключателями 10 и 11);
15. Осмотреть фаску, определив ее соответствие предъявляемым требованиям;
16. Отвернуть патрон 6, вынуть из него клапан.

Шлифование торца клапана (рис. 28):

1. В призму 3 приспособления установить стержень клапана 2 и закрепить его винтом 1;
2. Установить приспособление на палец 8 (см. рис. 27) и подвести торец стержня к торцу шлифовального круга (до касания);
3. Вращая винт 4 (см. рис. 28), ввести торец стержня клапана в соприкосновение с торцом шлифовального круга;
4. Отвести призму 3 с клапаном за периферию круга, поворачивая приспособление на себя;
5. Винт 4 отвернуть на величину подачи;
6. Надеть защитные очки. Включить электродвигатель шлифовальной бабки, открыть кран системы охлаждения;
7. Шлифовать торец клапана, поворачивая приспособление на пальце «от себя» (до выхода торца клапана за кромку выточки круга), затем на себя (до выхода торца клапана за кромку периферии круга) с легким прижимом клапана к шлифовальному кругу (2...3 двойных хода);
8. Остановить электродвигатель;
9. Определить соответствие поверхности торца клапана предъявляемым требованиям.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Уяснить особенности конструктивных элементов клапана (фаска головки, цилиндрическая часть головки, стержень клапана, торец стержня), его конструктивно-технологическую характеристику, условия работы, возможные дефекты и способы их устранения; а также технологию наружного круглого и плоского шлифования, точность получаемых размеров, формы и расположения, величину шероховатости, параметры режима шлифования, применяемое оборудование, режущий и измерительный инструмент, материалы;

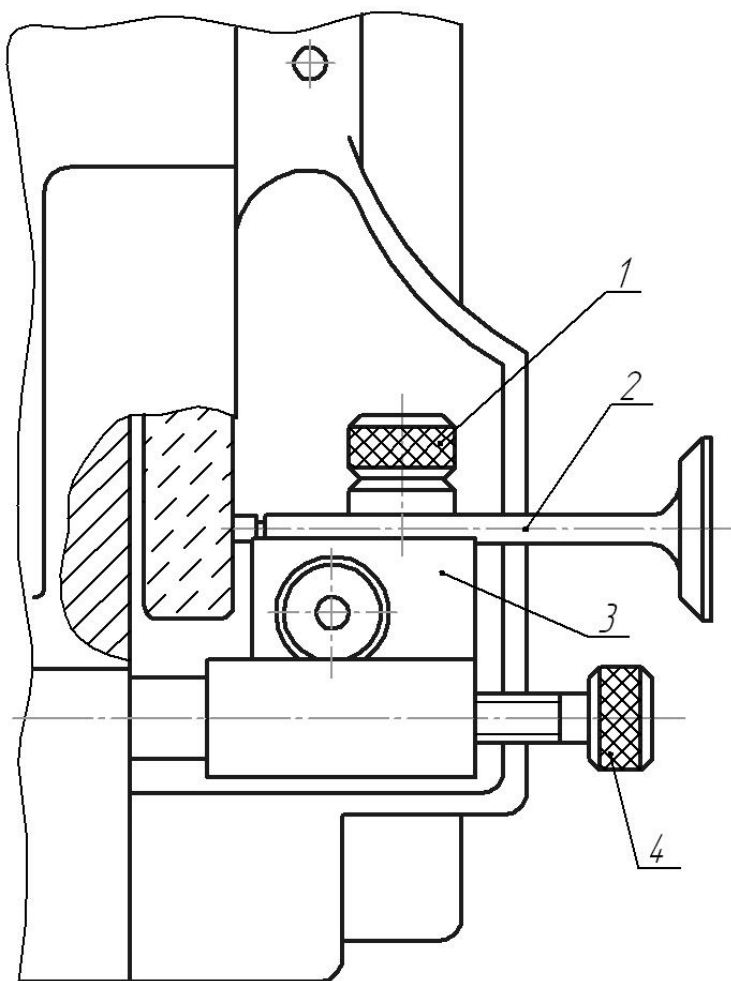


Рис. 28. Приспособление для шлифования торца клапана:

1, 4 – крепежные винты; 2 – клапан; 3 – призма.

2) Записать в бланк отчета содержание вспомогательных и технологических переходов при обработке фаски и торца клапана, конструктивно-технологическую характеристику детали и расчетные формулы;

3) Преподавателю проверить готовность студентов к выполнению лабораторной работы;

4) Ознакомиться с рабочим местом и уяснить его специализацию, назначение и расположение оборудования, приборов и инструментов; содержание документов и справочной информации; основные узлы станка и его кинематику, органы управления, способы установки и крепления клапана при шлифовании фаски и торца, паспортные данные частоты вращения детали n_d и шлифовального круга $n_{кр}$, цену деления нониуса винта поперечной подачи $S_{n.п.}$, характеристику шлифовального круга, требования чертежа к восстанавливаемому клапану. Подготовить инструмент к работе.

5) Определить, записать (или дополнить) в отчет следующие показатели: вспомогательные и технологические переходы при обработке и контроле фаски и торца клапана, характеристику шлифовальных кругов, измерительного инструмента и СОЖ, величины параметров режима шлифования и машинно-ручного времени (расчет см. ниже).

6) Назначить режим обработки и рассчитать норму времени шлифования фаски клапана на станке Р-108: определить припуск на шлифование в зависимости от характера дефекта (0,2...0,6 на диаметр); рассчитать фактическую окружную скорость вращения шлифовального круга, м/с:

$$V_{кр.ф.} = \frac{\pi \cdot d_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}, \quad (12)$$

где $d_{кр}$ – диаметр шлифовального круга по паспорту станка, мм;

Рассчитать фактическую окружную скорость вращения детали, м/мин:

$$V_{\text{д.ф.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}}}{1000}, \quad (13)$$

где $d_{\text{д}}$ – диаметр головки клапана, мм;

Назначить нормативную поперечную подачу $S_{\text{п.п.}}$, мм/дв. ход и уточнить ее по паспорту станка.

Рассчитать продольную подачу детали, мм/об:

$$S_{\text{п.р.}} = \beta \cdot B, \quad (14)$$

где β – доля ширины шлифовального круга; B – ширина шлифовального круга, мм.

Рассчитать продольную минутную подачу, мм/мин:

$$S_{\text{пр.м}} = S_{\text{пр}} \cdot n_{\text{д}}, \quad (15)$$

где $n_{\text{д}}$ – частота вращения детали, мин⁻¹.

Рассчитать машинно-ручное время шлифования:

$$t_{\text{м.р.}} = \frac{2 \cdot L_{\text{рх}} \cdot a \cdot K}{S_{\text{пр.м}} \cdot S_{\text{п.п}}}, \quad (16)$$

где $L_{\text{рх}}$ – длина хода стола, мм;

при шлифовании с выходом круга в обе стороны

$$L_{\text{х}} = l + B$$

где l – ширина фаски клапана, мм;

K – коэффициент выхода круга, 1,2... 1,4;

a – припуск на шлифование.

7) Произвести наладку станка: проверить наличие смазки в редукторе шпиндельной бабки, произвести правку шлифовального круга алмазным карандашом (периферии круга ПП и торца круга ПВ), установить шпиндельную бабку в положение, соответствующее углу фаски шлифуемого клапана, установить клапан в шариковый патрон и подвести его к шлифовальному кругу на расстояние 2...3 мм от периферии круга, запомнить цену деления нониуса винта подачи шлифовальной бабки и направление вращения винтов подачи бабки клапана и шлифовальной бабки;

8) Шлифовать фаску и торец клапана по назначенной последовательности. Включение станка и работа на нем производится с разрешения преподавателя при обязательном выполнении требований техники безопасности работы на шлифовальных станках.

9) Контроль операции произвести визуально, сделать сравнение рабочих поверхностей с эталонами шероховатости по стали; ширину цилиндрической части головки клапана и угол фаски проверить по шаблону; биение фаски клапана относительно стержня проверить на приборе. Сделать заключение о соответствии полученных результатов контроля требованиям ремонтного чертежа и записать его в отчет;

10) Обеспечить организационно-техническое обслуживание рабочего места. Привести в исходное положение оборудование, документы, детали, протереть всю оснастку ветошью.

11) Сдать отчет по установленной форме (приложение 3) и защитить результаты работы.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Из каких основных элементов состоит станок Р-108 для шлифования клапанов?
- Каким образом производят правку шлифовального круга на станке Р-108?
- В какой последовательности производят шлифование фаски головки клапана?
- В какой последовательности производят шлифование торца клапана?
- Как рассчитать фактическую окружную скорость вращения шлифовального круга?
- Как рассчитать продольную подачу детали?
- Как рассчитать продольную минутную подачу детали?

- Как рассчитать фактическую окружную скорость вращения шлифовального круга?
- Поясните методику наладки станка на шлифование клапана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Курчаткин, В. В.* Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
2. *Технология ремонта машин* / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
3. *Практикум по ремонту машин* / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2009. – 327 с.
4. *Техническая эксплуатация машин в фермерских хозяйствах* / И.Г. Голубев, А.Э. Северный, И.А. Спицын и др.; Под ред. И. Г. Голубева. – М.: Информагротех, 1997. – 292 с.
5. *Пантелеев, Ф. И.* Восстановление деталей машин / Ф. И. Пантелеев, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
6. *Ремонт машин* / Под ред. Н. Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 559 с.
7. *Батищев, А. П.* Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А. П. Батищев, И. Г. Голубев, В. П. Лялякин. – М.: Информагротех, 1995. – 296 с.
8. *Специализированный круглошлифовальный станок для перешлифовки автотракторных коленчатых валов ЗА423. Руководство по эксплуатации и паспорт станка.* – М.: Внешторгиздат, 1971. – 42 с.
9. *Вертикальные одношпиндельные отделочно-расточные станки моделей 278 и 278Н. Руководство к станкам.* – М.: Внешторгиздат, 1973. – 64 с.
10. *Станок шлифовально-притирочный (хонинговальный) вертикальный ЗГ833. Руководство по эксплуатации.* Ворошиловград, 1975. – 38 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Карта дефектации деталей механизма газораспределения

Контролируемый дефект	Размеры, (мм)			Заключение
	по чертежу	допустимый	фактический	
Износ клапанных гнезд, риски, раковины на их рабочих поверхностях впускного клапана выпускного клапана	Утопление тарелки клапана относительно нижней плоскости головки цилиндров (до фрезерования):			
	1,05 -1,55 1,55-2,05	1,72,1		
	Риски и раковины на рабочих поверхностях клапанных гнезд не допускаются			
Изгиб (биение) стержня клапана: впускного выпускного	не более 0,03 мм			
Износ внутренних поверхностей направляющих втулок клапанов	12 ^{+0,027}	12,09		
Износ стержня клапана: впускного выпускного	12	11,86		
	12	11,89		
	Раковины, риски на рабочей поверхности тарелок клапана не допускаются.			
Износ внутренней поверхности втулки коромысла	24 ^{+0,045}	24,12		
Износ бойка коромысла по высоте	14,5 _{-0,24}	14,4		
Коробление (неплоскостность) поверхности прилегания головки цилиндров к блоку	не более 0,06	не более 0,15		

Технические требования на дефектацию пружин

Наименование пружины	Длина (высота) пружины, мм		Усилие (нагрузка) пружины, сжатой до рабочей длины (высоты), кгс			Заклю-чение
	в свободном состоянии	в рабочем состоянии	по чертежу	допустимое	фактиче-ское	
Пружина клапана наружная	74,0	56,0	25±1,5	22,3		
Пружина клапана внутренняя	63,0	50,0	12±0,7	11,1		

Карта дефектации коленчатого вала

Шейки	Пояс замера	Диаметр шейки				Овальность шеек		Конусность шеек		Радиус криво-шипа, мм	Радиус галтелей, мм	Скру-чен-ность вала, мм	Непарал-лель-ность вала, мм	Бие-ние торца флан-ца, мм
		Коренные		Шатунные		Корен-ные	Шатун-ные	Корен-ные	Шатун-ные					
		Плоскость заме-ров		Плоскость замеров										
		1	2	1	2									
1	А													
	Б													
2	А													
	Б													
3	А													
	Б													
4	А													
	Б													
5	А													
	Б													

Приложение 3

Карта дефектации блока цилиндров

Контролируемые параметры	Нормальные размеры, (мм)		Фактические размеры										Заключение
			Номера постелей блока										
			1	2	3	4	5						
Несоосность постелей	не более 0,03 мм												
Диаметр постелей (d _n)	по чертежу 116 ^{+0,021} допустимый 116,03		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	
		1											
		2											
Овальность постелей	Отклонение от правильной геометрической формы должно быть не более 0,025												
Диаметр постелей с вкладышами	105,00 104,75 104,50 104,25 104,00 103,75												
Диаметр коренных шеек вала (d _B)	105,00 104,75 104,50 104,25 104,00 103,75												
Зазор в коренных подшипниках	0,116-0,180												

Приложение 4

Карта дефектации гильз цилиндров

Карта дефектации гильз цилиндров								
№ п/п	ПОЯС	Диаметр гильз		Оваль- ность	Конус- ность	Высота Посадочного бурта	Диаметр посадочного пояска	
		Плоскости замеров					верхний	нижний
		1	2					
1	А							
	Б							
	В							
2	А							
	Б							
	В							
3	А							
	Б							
	В							
4	А							
	Б							
	В							

Приложение 5

Карта дефектации распределительного вала

Контролируемые параметры	Нормальные размеры, мм		Фактические размеры, мм												Заключение		
			Номера опорных шеек														
			1		2		3		4		5		6		7		
Износ опорных шеек	по чертежу 54 ^{-0,065} _{-0,105} доп. 53,80	1	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	
Овальность опорных шеек	Отклонение от правильной геометрической формы не более 0,02 мм																
Конусность опорных шеек																	
			Номера кулачков														
Диаметр цилиндрической части кулачка	-----		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Износ кулачка по высоте	по чертежу 45,25 ^{-0,170} доп. 44,05																
Высота подъема клапана	-----																
Изгиб вала	Биение средней шейки относительно крайних не более 0,10																

Размерные группы гильз цилиндров и поршней тракторных двигателей

* Для гильз цилиндров и поршней двигателей А-01М и А-41 ремонтные размеры не предусмотрены

Приложение 2

Краткая характеристика отделочно-расточного станка 278Н

Класс точности: повышенной точности

Наибольший диаметр растачивания: 165 мм

Длина рабочей поверхности стола: 1200 мм

Ширина стола: 500 мм

Min частота вращения шпинделя: 80 об/мин

Max частота вращения шпинделя: 450 об/мин

Мощность: 2,2 кВт

Габаритные размеры, мм: 1200x1200x2050

Масса станка с выносным оборудованием: 1850 кг

Частоты вращения шпинделя станка, об/мин: 80, 112, 160, 224, 315, 450

Предназначен для ремонтной тонкой расточки блоков цилиндров и гильз судовых и автотракторных двигателей, подрезки торцов и расточки отверстий в отдельных деталях.

Приложение 3

Отчет по лабораторной работе

Должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Результаты измерений.
Для лабораторной работы №1
Диаметры, овальность и конусность гильз цилиндров.
Для лабораторной работы №3
Диаметры, овальность и конусность шеек коленчатого вала.
3. Расчет ремонтного размера (*для лабораторных работ № 1 и 3*).
4. Расчет параметров (режимов) механической обработки.
Для лабораторной работы №1
Вылет шариковой оправки, вылет резца, частота вращения шпинделя станка.
Для лабораторной работы №2
Длина хода и частота вращения хонинговальной головки.
Для лабораторной работы №3
Радиус кривошипа и частоту вращения детали.
Для лабораторной работы №4
Окружная скорость шлифовального круга и детали, продольная подача детали, машинно-ручное время шлифования.
5. Выводы по работе

Приложение 4

Диаметры шеек коленчатых валов

Марка двигателя	Обозначение нормальных и ремонтных размеров	Коренные шейки		Шатунные шейки		Допустимая овальность и конусообразность шатунных и коренных шеек
		Нормальные	Допустимые в сопряжении с новыми вкладышами	Нормальные	Допустимые в сопряжении с новыми вкладышами	
1	2	3	4	5	6	7
ЯМЗ-240Б	1Н	191,92 _{-0,030}	191,85	88,00 _{-0,015}	87,865	0,020
	P1	191,42 _{-0,030}	191,35	87,75 _{-0,015}	87,715	
	P2	190,42 _{-0,030}	190,34	87,50 _{-0,015}	87,465	
	P3	-	-	87,25 _{-0,015}	87,215	
	P4	-	-	87,00 _{-0,015}	86,965	
	P5	-	-	86,75 _{-0,015}	86,715	
	P6	-	-	86,50 _{-0,015}	86,465	
ЯМЗ-238НБ	1Н	110,00 _{-0,015}	109,05	88,00 _{-0,015}	87,95	0,020
	P1	109,75 _{-0,015}	109,70	87,75 _{-0,015}	87,70	
	P2	109,50 _{-0,015}	109,45	87,50 _{-0,015}	87,45	
	P3	109,00 _{-0,015}	108,95	87,00 _{-0,015}	86,95	
СМД-60; СМД-62	1Н	92,25 _{-0,015}	92,235	85,25 _{-0,015}	85,235	0,015
	2Н	92,00 _{-0,015}	91,985	85,00 _{-0,015}	84,985	
	P1	91,50 _{-0,015}	91,485	84,50 _{-0,015}	84,485	
	P2	91,00 _{-0,015}	90,985	84,00 _{-0,015}	83,985	
	P3	90,50 _{-0,015}	90,485	83,50 _{-0,015}	83,485	
	P4	90,00 _{-0,015}	89,985	83,00 _{-0,015}	82,985	
А-01М	1Н	105,00 _{-0,023}	104,95	88,00 _{-0,043} ⁻ _{0,020}	87,95	0,020
	2Н	104,75 _{-0,023}	104,70		87,70	
	P1	104,50 _{-0,023}	104,45	87,75 _{-0,043} ⁻ _{0,020}	87,45	
	P2	104,25 _{-0,023}	104,20		87,20	
	P3	104,00 _{-0,023}	103,95	87,50 _{-0,043} ⁻ _{0,020}	86,95	
	P4	103,75 _{-0,023}	103,70		86,70	
				87,25 _{-0,043} ⁻ _{0,020}		
				87,00 _{-0,043} ⁻ _{0,020}		
				86,75 _{-0,043} ⁻ _{0,020}		

1	2	3	4	5	6	7
А-41	1Н	104,98 _{-0,022}	104,93	88,00 _{-0,022}	87,95	0,020
	2Н	104,73 _{-0,022}	104,68	87,75 _{-0,022}	87,70	
	P1	104,48 _{-0,028}	104,43	87,50 _{-0,022}	87,45	
	P2	104,23 _{-0,028}	104,18	87,25 _{-0,022}	87,20	
	P3	103,98 _{-0,022}	103,93	87,00 _{-0,022}	86,95	
	P4	103,73 _{-0,022}	103,68	86,75 _{-0,022}	86,70	

Д240	1Н	75,25 ^{-0,095} _{0,080}	75,15	68,25 ^{-0,090} _{0,075}	68,16	0,010
	2Н		74,90		67,91	
	P1	75,00 ^{-0,095} _{0,080}	74,40	68,00 ^{-0,090} _{0,075}	67,41	
	P2		74,90		66,91	
	P3	74,50 ^{-0,095} _{0,080}	73,40	67,50 ^{-0,090} _{0,075}	66,41	
		74,00 ^{-0,095} _{0,080}		67,00 ^{-0,090} _{0,075}		
		73,50 ^{-0,095} _{0,080}		66,50 ^{-0,090} _{0,075}		
Д-65Н	1Н	85,25 ^{-0,103} _{0,080}	85,14	75,25 ^{-0,090} _{0,075}	75,15	0,015
	2Н		84,89		74,90	
	P1	85,00 ^{-0,103} _{0,080}	84,39	75,00 ^{-0,090} _{0,075}	74,15	
	P2		83,89		73,40	
	P3	84,50 ^{-0,103} _{0,080}	83,39	74,25 ^{-0,090} _{0,075}	72,65	
	P4		82,89		71,90	
		84,00 ^{-0,103} _{0,080}		73,50 ^{-0,090} _{0,075}		
	83,50 ^{-0,103} _{0,080}		72,75 ^{-0,090} _{0,075}			
	83,00 ^{-0,103} _{0,080}		72,00 ^{-0,090} _{0,075}			
Д-160	1Н	95,21 ^{-0,023}	95,17	92,21 ^{-0,023}	92,17	0,025
	2Н	94,69 ^{-0,023}	94,92	91,96 ^{-0,023}	91,92	
	P1	94,16 ^{-0,023}	94,42	91,21 ^{-0,023}	91,17	
	P2	93,96 ^{-0,023}	93,92	90,46 ^{-0,023}	90,42	
	P3	93,46 ^{-0,023}	93,42	89,71 ^{-0,023}	89,67	
	P4	92,96 ^{-0,023}	92,92	88,96 ^{-0,023}	88,92	
Д-21	1Н	70,25 ^{-0,085} _{0,065}	70,16	65,25 ^{-0,08} _{-0,06}	65,17	0,020
	2Н		69,91	65,00 ^{-0,08} _{-0,06}	64,92	
	P1	70,00 ^{-0,085} _{0,065}	69,41	64,50 ^{-0,08} _{-0,06}	64,42	
	P2		68,91	64,00 ^{-0,08} _{-0,06}	63,92	
	P3	69,50 ^{-0,085} _{0,065}	68,41	63,50 ^{-0,08} _{-0,06}	63,42	
	P4		67,91	63,00 ^{-0,08} _{-0,06}	62,92	
		69,00 ^{-0,085} _{0,065}				
	68,50 ^{-0,085} _{0,065}					
	68,00 ^{-0,085} _{0,065}					
Примечание. Разница диаметров одноименных шеек вала допускается не более 0,02 мм.						

