

154  
154

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к лабораторным работам по теме  
**«Восстановление деталей автомобилей»**  
дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей»  
для студентов специальности  
*37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»*  
дневной и заочной форм обучения

Брест 2004

УДК 629.113.004.5(038)

В методических указаниях изложены методики практического освоения методов восстановления деталей автомобилей сваркой и обработкой до ремонтного размера, формирования знаний и умений по оценке износа поршневых отверстий блока цилиндров и разработке операций их восстановления. Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу «Технология производства и ремонта автомобилей» для студентов специальности 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей».

Составитель: А.В. Драган, доцент, к.т.н.

Рецензент: А.В. Боричевский, инженер-конструктор I категории КБПИ СП ОАО «Брестгазоаппарат»

мггг», 2004

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
<b>Лабораторная работа №1</b>	
«Восстановление деталей машин электродуговой сваркой».....	4
Цель работы.....	4
1 Краткие теоретические сведения.....	4
2 Порядок выполнения работы.....	12
<b>Лабораторная работа №2</b>	
«Определение износа поршневых отверстий блока цилиндров и разработка методов их восстановления».....	14
Цель работы.....	14
1. Краткие теоретические сведения.....	14
2. Порядок выполнения работы.....	23
Литература.....	31

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКОЙ

### Цель:

ознакомиться с методом восстановления деталей машин путем сварки, оценить экспериментально его эффективность.

### 1. Краткие теоретические сведения

**Сварка** – процесс получения неразъемных соединений или восстановления целостности металлических деталей путем образования сварочного шва за счет межатомных сил сцепления.

Сварку применяют при устранении механических повреждений в деталях (трещин, отколов, пробоин и т. п.),

В настоящее время для создания сварных соединений и восстановления автомобильных деталей используют следующие виды сварки:

- электродугую,
- газовую,
- аргонно-дугую,
- в среде углекислого газа,
- электроконтактную и др.

В процессе сварки наплавленный металл и прилегающие участки основного металла детали нагреваются до температуры плавления. Для нагрева используют энергию электрического тока и газового пламени.

**Строение сварного шва** после затвердевания и распределения температуры малоуглеродистой стали показано на рис. 1. Наплавленный металл 2 получается в результате перевода присадочного и частично основного металлов в жидкое состояние, образования жидкой ванночки и последующего затвердевания, в процессе которого расплавленный металл соединяется с основным 1. В узкой зоне сплавления 3 кристаллизуются зерна, принадлежащие основному и наплавленному металлу. Во всяком сварном шве образуется зона термического влияния 4, которая располагается в толще основного металла. В этой зоне под влиянием быстрого нагрева и охлаждения в процессе сварки изменяется лишь структура металла, а его химический состав остается неизменным.

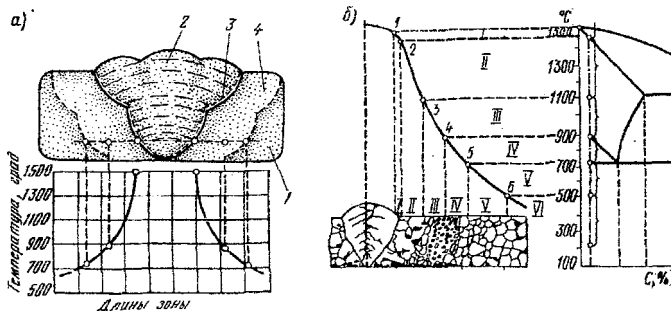


Рис.1. Строение сварочного шва (а) и структурные превращения малоуглеродистой стали в зоне термического влияния (б) /6/:

Зоны: I — неполного расплавления; II — перегрева; III — нормализации; IV — неполной рекристаллизации; V — рекристаллизации; VI — синеломкости

Свойства металла в зоне шва определяются условиями плавления, металлургической обработки основного и присадочного металлов и кристаллизации металла шва при охлаждении. Свойства сварного соединения в целом определяются характером теплового воздействия на металл в околошовных зонах.

Во время плавления основной и присадочный металлы сильно перегреваются иногда до температур, близких к температуре кипения. Это приводит к испарению металла и изменению химического состава сплава. Наличие газовой атмосферы вокруг плавящегося металла приводит в ряде случаев к окислению, взаимодействию металла с азотом и растворению в металле газов. Все это изменяет химический состав наплавленного металла, создает в нем окислы и другие неметаллические включения, поры и трещины. Чем чище наплавленный металл, тем выше механические свойства сварного шва.

**Окисление наплавленного металла и выгорание легирующих элементов** (углерода, марганца, кремния и др.) происходят в результате соединения его с кислородом воздуха. Эти процессы снижают прочность наплавленного металла. Из воздуха в наплавленный металл проникает также азот, который образует нитриды. Нитриды несколько повышают предел прочности металла, но зато значительно ухудшают его пластичность. Для защиты металла от окисления, выгорания легирующих элементов и насыщения азотом при сварке и наплавке применяют электродные обмазки и флюсы, которые при плавлении образуют шлак, надежно изолирующий металл от окружающей среды. Хорошие результаты также дает применение сварки в среде защитных газов.

**Насыщение металла водородом** повышает пористость наплавленного металла и способствует возникновению в нем значительных внутренних напряжений. Водород проникает в наплавленный металл из влаги, которая всегда содержится в гигроскопичных электродных обмазках и флюсах,

**Разбрызгивание металла** при сварке и наплавке происходит в результате восстановления окислов железа углеродом. При этой реакции образуются углекислый и угарный газы, которые бурно расширяются и разбрызгивают жидкий металл. Разбрызгивание увеличивает потери присадочного металла. Чтобы уменьшить разбрызгивание металла, рекомендуется при сварке применять электроды с пониженным содержанием углерода, тщательно очищать детали от окислов и вводить в состав электродных обмазок и флюсов вещества, содержащие раскисляющие элементы (марганец, кремний).

**Структурные изменения** в основном металле детали возникают вследствие неравномерного нагрева детали в околошовной зоне, которая называется зоной термического влияния. Механические свойства металла в зоне термического влияния снижаются. Размеры зоны термического влияния зависят от химического состава свариваемого металла, способа сварки и ее режима. Наибольшие размеры зона термического влияния имеет при газовой сварке (до 25... 30 мм). При электродуговой сварке она значительно меньше и составляет 3.. 5 мм. С увеличением сварочного тока и мощности сварочной горелки зона термического влияния увеличивается, а с увеличением скорости сварки уменьшается. Размеры зоны термического влияния можно значительно уменьшить правильным выбором режима сварки и наплавки.

**Внутренние напряжения и деформации** возникают в деталях в результате неравномерного (местного) нагрева и структурных превращений, происходящих в зоне термического влияния. Местный нагрев детали и структурные изменения в металле вызывают локальные изменения объема металла и, следовательно, создают условия для возникновения внутренних напряжений.

Внутренние напряжения и деформации могут быть значительно снижены путем нагрева деталей перед сваркой и медленного охлаждения после сварки.

Деформации можно уменьшить также путем применения специальных приемов сварки и наплавки. Так, при соединении листов металла небольшой толщины рекомендуется применять обратноступенчатый метод сварки. При этом весь сварочный шов разбивают на несколько равных ступеней (участков). Каждую ступень сваривают в направлении, обратном общему направлению сварки. Длину ступени выбирают так, чтобы при окончании сварки последующей ступени температура детали в начале предыдущей ступени была бы около 300°С.

**Электродуговая сварка** — наиболее распространенный способ соединения и восстановления металлических деталей, использующий тепло электрической дуги. **Электрическая дуга** представляет непрерывный поток электронов и ионов, образующихся между двумя электродами в той или иной среде как постоянным, так и переменным токами.

Для создания и поддержания дуги необходимо ионизировать воздушный промежуток или специально созданную газообразную среду. Непрерывная ионизация воздуха или газа обеспечивается электронами, вылетающими с поверхности отрицательно заряженного электрода. Эти электроны сталкиваются с атомами или молекулами газообразных веществ, находящимися в пространстве между электродами, возбуждают или ионизируют их.

В дуговом разряде выбрасывание (эмиссия) электронов с катода происходит под влиянием двух факторов: высокой температуры (термоэлектронная эмиссия) и напряженности электрического поля (автоэлектронная эмиссия).

Отрицательно заряженные частицы бомбардируют анод, а положительно заряженные — катод. Взаимная бомбардировка ионов при соответствующем напряжении дуги превращает кинетическую энергию этих частиц в тепловую и световую; электроны превращаются в электроны проводимости, а ионы нейтрализуются.

Тепловая и световая энергия в сварочной дуге выделяется неравномерно. На аноде выделяется около 43% тепла за счет бомбардировки его электронами, имеющими более высокую кинетическую энергию, чем ионы, бомбардирующие катод; на катоде выделяется около 36% общего количества тепла сварочной дуги. Остальное тепло (~21 %) образуется в столбе дуги.

Температура электрической дуги зависит от материала электродов; при угольных электродах она составляет на катоде около 3200°С, на аноде — около 3900°С; при металлических электродах — соответственно 2400 и 2600°С. В центре дуги, по ее оси, температура достигает 6000—7000°С.

При электродуговой сварке на нагревание и расплавление металла используется 60—70% тепла. Остальное его количество (30—40%) рассеивается в окружающем пространстве.

На рис.2 изображена схема ручной дуговой сварки. Дуга возникает при пропускании тока между металлическим (проволочным) электродом 4 и основным металлом 1. Дуговой разряд (пламя дуги) имеет форму расширяющегося к поверхности изделия столба, у основания которого в толще изделия образуется кратер дуги или сварочная ванна 3. Для зажигания (возбуждения) дуги электрод под током соприкасается с изделием. Вследствие высокой плотности тока в месте контакта конец электрода и соприкасающийся с ним участок изделия сильно нагреваются. Это обеспечивает образование дугового разряда в момент отвода электрода от поверхности изделия.

Под влиянием автотермоэлектронной эмиссии конец электрода и находящийся под ним участок изделия расплавляются, на изделии возникает сварочная ванна, в которую по каплям стекает расплавленный металл 6 с электрода 4. Пространство между оплавающимся торцом электрода и поверхностью сварочной ванны заполняется раскаленной средой, представляющей смесь частично ионизированного воздуха, паров металла и обмазки 5, которые образуются при высоких температурах в процессе взаимо-

действия материала электрода и его обмазки 5 с воздухом. Электрод, перемещаясь в направлении стрелки, оставляет слой наплавленного металла 2.

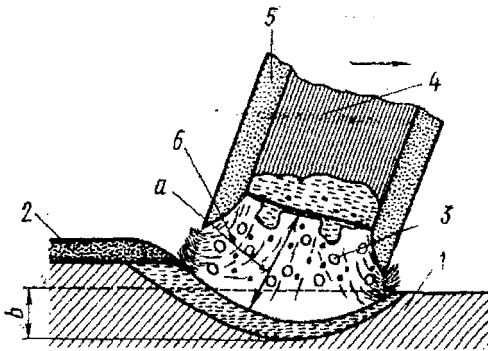


Рис.2. Схема ручной дуговой сварки [6].

Устойчивое горение, необходимое для высокого качества сварки, достигается при длине дуги  $a = 3 \dots 5$  мм. Величину проплавления свариваемого металла называют *глубиной сварки*.

Обычно в сварочную ванну с электрода в виде капель стекает до 90% всего металла плавящегося электрода; остальной металл не достигает сварочной ванны вследствие частичного разбрызгивания, испарения и окисления и уходит в окружающую среду.

При любом способе сварки и положения шва в пространстве металл всегда переходит с электрода на изделие в виде капель. Силы поверхностного натяжения придают каплям сферическую форму, доводя их размер перед отрывом до критической величины. Это облегчает отекание капель в ванночку.

**Для зажигания** электрической дуги необходима сравнительно небольшая разность потенциалов на электродах: обычно для металлических электродов она составляет около 40—60 В при постоянном токе и около 50—70 В при переменном. После возбуждения дуги напряжение уменьшается. Дуга между металлическим электродом и свариваемым металлом устойчиво горит при напряжении 15—30 В, а между угольным или графитовым электродами и металлом — при напряжении 30—35 В.

При работе на постоянном токе свариваемое изделие обычно присоединяют к положительному полюсу (аноду), а электрод — к отрицательному полюсу (катоде). Такое соединение называют **включением на прямую полярность**. Иногда (особенно при малых сечениях изделия) во избежание прожога изделие присоединяют к катоду, а электрод — к аноду. Такое соединение называют **включением на обратную полярность**.

Горение дуги при переменном токе менее устойчиво, чем при постоянном. Устойчивость дуги увеличивается с повышением напряжения, с увеличением частоты переменного тока или созданием специальной газовой среды путем обмазки электродов.

Перед устранением дефекта производят **подготовку** поверхности:

При заварке трещины сверлят отверстия диаметром 4...5 мм на концах трещины для ограничения ее распространения.

Трещину разделяют шлифкругом ручной шлифмашиной. При толщине детали более 3 мм применяют V-образную разделку кромок, а при толщине стенок свыше 12 мм — X-образную разделку. Гладкие отверстия небольшого диаметра подготавливают к восстановлению сверлением с разделкой кромок большим сверлом (Рис.3).

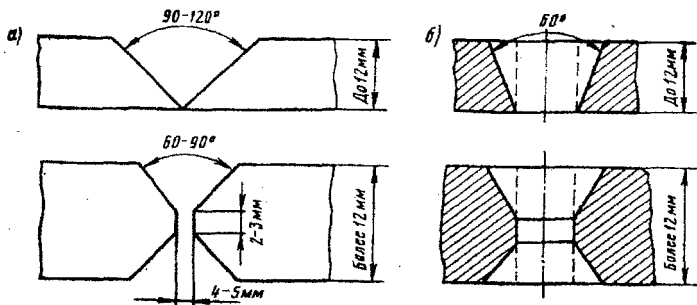


Рис.3. Подготовка трещины (а) и отверстия (б) к заварке.

**Режимы ручной сварки.** Для получения качественного сварного шва нужно правильно выбрать режим сварки, определяемый диаметром электрода, величиной сварочного тока и длиной дуги.

**Диаметр электрода** выбирают в зависимости от толщины металла и типа сварного соединения. При этом можно руководствоваться ориентировочно следующими данными:

Толщина металла, мм	0,5	1—2	2—5	5—10	Свыше 10
Диаметр электрода, мм	1,5	2—2,5	2,5—4,0	4 6	4—8

**Величина сварочного тока** зависит от толщины свариваемого металла, типа соединения, скорости сварки, положения шва в пространстве, толщины и вида покрытия электрода, его диаметра. Практически величину сварочного тока при сварке электродами из малоуглеродистой стали можно определять по формуле

$$I_{св} = (40...60)d, \quad (1)$$

где  $d$  — диаметр электрода, мм.

Величина сварочного тока влияет не только на глубину провара, но и на форму шва. При ширине шва, равной 3—4 диаметрам электрода, форма шва наиболее благоприятна.

**Длина дуги** существенно влияет на качество шва: чем короче дуга, тем выше качество наплавленного металла. Длину дуги определяют по формуле

$$l_d = 0,5(d + 2), \quad (2)$$

где  $d$  — диаметр электрода, мм.

Обычно сварку ведут при токах свыше 50 А. При величине сварочного тока более 100 А **напряжение горения дуги** зависит только от длины дуги и определяется по формуле

$$v_d = \alpha + \beta \cdot l_d, \quad (3)$$

где  $\alpha$  — коэффициент, характеризующий падение напряжения на электродах (при стальных электродах  $\alpha = 10—12$ , при угольных  $\alpha = 35—38$ );

$\beta$  — коэффициент, характеризующий падение напряжения на 1 мм длины столба дуги;  $\beta = 2,0—2,5$ .



**Напряжение зажигания дуги** для постоянного тока равно 40—60 В; для переменного 50—70 В.

**Производительность сварки** зависит от затрачиваемого времени и диаметра электрода. Полное время определяют по формуле

$$T_n = \frac{t_0}{k}, \quad (4)$$

где  $t_0$  — основное время горения дуги, ч;

$k$  — коэффициент загрузки сварщика, равный 0,4—0,8 в зависимости от вида производства и характера выполняемой работы.

**Основное время горения дуги** можно определить по формуле

$$t_0 = \frac{Q}{I \cdot k_n}, \quad (5)$$

где  $Q$  — количество наплавленного металла, г;

$I$  — сварочный ток, А;

$k_n$  — коэффициент наплавки, т. е. количество электродного металла в граммах, наплавленное в течение 1 ч, приходящееся на 1 А сварочного тока с учетом марки электрода, потери металла на угар и разбрызгивание; для тонкообмазанных электродов  $k_n = 7—8$  г/А\*ч, а для толстообмазанных  $k_n = 10—12$  г/А\*ч и выше.

**Массу наплавляемого металла**, если известно время  $t_0$ , определяют по формуле:

$$Q_n = k_p \cdot I \cdot t_0, \quad (6)$$

где  $k_p$  — коэффициент расплавления (8—14 г/А\*ч);

$I$  — сварочный ток, А.

**Скорость сварки**

$$v_{св} = \frac{L}{t_0}, \quad (7)$$

где  $L$  — длина шва, м.

Расход электродов (на угар, разбрызгивание и огарки) составляет до 25% всей массы электродов. Расход электроэнергии при ручной сварке на постоянном токе составляет 7—8 кВт\*ч/кг, а на переменном—3,5 кВт\*ч/кг наплавленного металла.

**Оборудование рабочего места для ручной сварки** состоит из сварочного аппарата постоянного или переменного тока, сварочного стола, стеллажа, предохранительного щитка, электрододержателя и различных сборочно-сварочных приспособлений. Рабочий пост сварщика находится в изолированной кабине, снабженной приточно-вытяжной вентиляцией.

## 2. Порядок выполнения работы

В лабораторной работе предлагается разработать и осуществить ремонтные мероприятия по устранению сваркой трещины в детали, а также путем прочностных испытаний оценить эффективность проведенного ремонта:

- 2.1. Подготовить образец детали к восстановлению. Осуществить разделку кромок трещины в зависимости от толщины стенок детали.
- 2.2. Произвести необходимые измерения и выполнить эскиз восстанавливаемой детали.
- 2.3. Рассчитать режимы сварки:
  - указать сварочное оборудование и оснастку на рабочем месте, необходимые для проведения восстановления сваркой;
  - выбрать диаметр электрода;
  - назначить величину сварочного тока;
  - рассчитать рациональную длину дуги;
  - определить напряжения зажигания и горения дуги.
- 2.4. Произвести восстановление детали. При выполнении сварочных работ выполнять инструкцию по технике безопасности и охране труда на рабочем месте сварщика.
- 2.5. Оценить эффективность восстановления экспериментальной детали. Для полной экспериментальной оценки прочности восстановленной детали необходимо проведение целого ряда испытаний, как статических, так и динамических, характерных для условий работы детали в составе машины. Одним из критериев прочности восстановленной детали можно считать прочность при статических испытаниях на растяжение.

Для оценки прочности восстановленного образца на статическое растяжение необходимо:

- 2.5.1. Рассчитать величину статического продольного нагружения, необходимую для разрыва целостной детали:

$$P=[\sigma] \cdot F, \quad (8)$$

где  $[\sigma]$  – предел прочности материала, МПа. Назначается по справочнику для материала детали;

$F$  – минимальная площадь поперечного сечения, мм<sup>2</sup>

Полученную величину сравнить с максимальным рабочим усилием разрывной машины, предполагаемой к использованию. Сделать вывод о возможности использования данного оборудования для испытаний экспериментальных образцов.

- 2.5.2. Произвести испытания детали на растяжение. Для оценки эффективности ремонта испытания произвести для двух деталей: целой и восстановленной сваркой.
- 2.5.3. По результатам испытаний получить значения разрушающих нагрузок, построить диаграммы растяжения для каждого из образцов, проанализировать их и сделать вывод.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА ПОРШНЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

#### Цель работы:

Сформировать знания и умения по оценке износа поршневых отверстий блока цилиндров и разработке операций их восстановления.

#### Содержание работы:

1. Подготовка исходных данных для дефектации; определение технического состояния дефектуемых конструктивных элементов, назначение способов ремонта и содержания операций по подефектной технологии.

2. Разработка операции по расточке и доводке цилиндров отверстий под поршни двигателя.

#### Оборудование и оснастка:

нутромер НИ 50-100 (ГОСТ 868-82), блок цилиндров двигателя ВАЗ 2101, штангенциркуль ШЦ-Г 1-250-0,05 (ГОСТ 166—80), микрометр МК-100 (ГОСТ 6507-78), индикаторный

#### Краткие теоретические сведения

Блок цилиндров автомобиля ВАЗ-2101 является базовой деталью двигателя и служит для установки и крепления механизмов, аппаратов и вспомогательных агрегатов двигателя. Он отлит из специального низколегированного чугуна.

Цилиндры блока по диаметру подразделяются через 0,01 мм на пять классов, обозначаемых буквами А, В, С, D, Е. Диаметры цилиндров, соответствующие этим классам, следующие, мм: Класс Диаметр цилиндра двигателей 2101: А 76,000 - 76,010; В 76,010 - 76,020; С 76,020 - 76,030; D 76,030 - 76,040; Е 76,040 - 76,050. Класс цилиндра указан на нижней плоскости блока против каждого цилиндра. Цилиндр и сопрягающийся с ним поршень должны иметь одинаковый класс. При ремонте цилиндры могут быть механически обработаны (на 0,4; 0,8 мм) под увеличенный диаметр поршней с учетом обеспечения зазора между поршнем и цилиндром 0,06-0,07 мм.

#### Виды дефектов и погрешностей блоков цилиндров

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 (например, нецилиндричности до 0,120 мм), нарушениям качества поверхности (задиры, риски, коррозия), механическим повреждениям (трещины, отколы, дефекты резьб).

При сгорании топлива в верхней части отверстия резко повышаются температура и давление газов. Газы проникают под поршневые кольца, что повышает их давление на поверхность отверстия. Под действием высокой температуры ухудшаются условия смазки, так как происходит разжижение масляной пленки. Кроме того, смазка частично смывается рабочей смесью. При сгорании топлива образуются газы, содержащие углекислые и сернистые соединения. Эти газы с парами воды образуют серную и угольную кислоты, которые создают условия для коррозионного износа.

Причиной появления овальности рабочей поверхности является неравномерное давление поршня на стенки гильзы. В плоскости, перпендикулярной к оси поршневого пальца, это давление больше, поэтому и износ поршневого отверстия в этой плоскости выше. Овальности способствуют также деформации блока цилиндров из-за неправильной затяжки болтов крепления головки цилиндров и неравномерного нагрева блока цилиндров.

### **Восстановление гильз и цилиндров**

Износ, механические и коррозионные повреждения устраняют обработкой деталей под ремонтный размер (РР) или постановкой дополнительных ремонтных деталей (ДРД), заваркой в среде аргона, а также синтетическими материалами. Деформации различного характера устраняют слесарно-механической обработкой.

В практике ремонта наибольшее распространение получил способ восстановления изношенных цилиндров двигателя обработкой под ремонтный размер. Этот способ состоит из расточной и хонинговальной операций.

### **Растачивание цилиндров**

Расточка производится на вертикальных алмазно-расточных станках моделей 278, 278Н, 2А78Н, 2Е78П и многошпиндельных полуавтоматах.

Вертикальный отделочно-расточный станок модели 2Е78П с подвижным столом предназначен для тонкой ремонтной расточки блоков цилиндров и гильз автомобильных, тракторных и мотоциклетных двигателей, а также для сверления, подрезки торцов и расточки отверстий в отдельных деталях.

Станок снабжен комплектом шпинделей, которые устанавливаются на шпиндельную бабку в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия. Универсальным шпинделем кроме расточки можно производить сверление, зенкерование, развертывание и тонкое фрезерование. Станок может быть оборудован устройством для отсчета координат.

Станок 2А78Н (рис. 1) также предназначен для тонкого растачивания цилиндров (гильз) автотракторных двигателей. Станок включает в себя следующие узлы: основание 1, колонну 2, шпиндельную бабку 3, шпиндель 4, коробку скоростей и подач 17.

Основание является основной базовой деталью, на которой устанавливаются все остальные узлы станка. Оно выполнено за одно целое со столом, имеет сверху привалочную плоскость, к которой крепятся колонна, коробка скоростей и подач. Внутри основания располагаются электродвигатели. На правой стенке расположен вводной выключатель, на передней — пульт управления станком.

По направляющим колонны в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка. На кронштейнах передней стенки колонны установлены ходовой винт и шлицевой валик. В шпиндельной бабке расположены механизмы привода шпинделя, привода шпиндельной бабки и ручных перемещений. С помощью кулачковой муфты возможно отключение шпинделя от кинематической цепи привода, что облегчает вращение шпинделя от руки при установке и центрировании обрабатываемых деталей.

Коробка скоростей и подач обеспечивает шпинделю шесть частот вращения, что в сочетании с двухскоростным (переключатель скоростей 8 на рис. 1) электродвигателем главного привода составляет 12 различных скоростей вращения шпинделя и 4 рабочие подачи.

Управление коробкой осуществляется двумя рукоятками: первая 10 предназначена для переключения частоты вращения шпинделя, вторая 9 — для переключения величины подач.

На станке установлены два трехфазных короткозамкнутых асинхронных электродвигателя: двухскоростной электродвигатель 1М главного движения типа Т 42/6-2-С1 мощностью 1,7/2,3 кВт (1000/3000 мин<sup>-1</sup>, исполнения М-301); электродвигатель быстрых ходов 2М типа АОЛ 2-12-6-С1 мощностью 0,6 кВт (1000 мин<sup>-1</sup>, исполнения М-101).

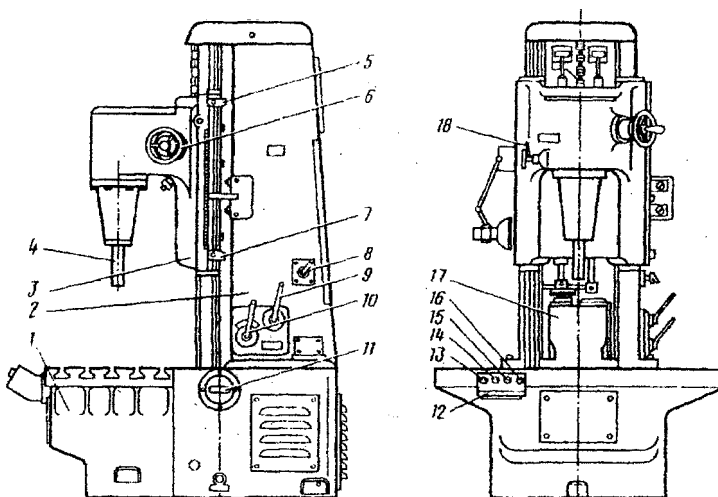


Рис. 1. Узлы и органы управления станком 2А78Н /2/.

1 - основание. 2 — колонна; 3 - шпиндельная бабка; 4 — шпиндель; 5, 7 — кулачки выключения хода шпиндельной бабки; 6 — маховик ручного перемещения шпиндельной бабки; 8 — переключатель скорости; 9 — рукоятка переключения величины подачи; 10 — рукоятка переключения частоты вращения шпинделя; 11 — вводный выключатель; 12 — пульт управления; 13, 14 — кнопки ускоренного движения шпиндельной бабки соответственно «Вверх» и «Вниз»; 15 — кнопки «Пуск»; 16 — кнопка «Стоп»; 17 — коробка скоростей и подач; 18 — рукоятка отключения шпинделя от кинематической цепи его привода.

Рабочее напряжение 380 В в силовой цепи, 110 В в цепи управления, 36 В в цепи местного освещения. При выходе резца из зоны резания срабатывает концевой выключатель, пускатель обесточивается, электродвигатель 1М отключается. Вращение шпинделя и рабочая подача прекращается, включается двигатель 2Д, осуществляется возврат шпиндельной бабки в исходное положение на быстром ходу.

По достижении верхнего исходного положения срабатывает концевой выключатель, электродвигатель 2Д отключается.

В резцовую головку шпинделя (рис. 2, а) устанавливают:

- шариковую оправку 4 для грубой центровки в гладкое наклонное отверстие с двумя фиксирующими резьбовыми пробками;
- индикаторный центроискатель для окончательного контроля соосности шпинделя и гильзы (в торцевое резьбовое отверстие);
- резец 2 (рис. 2б) в гладкое отверстие с микрометрическим винтом 1 для установки вылета резца с фиксирующей резьбовой пробкой. Цена деления лимба микрометрического винта 0,02 мм.

Приспособление для установки и крепления гильзы (рис. 3) состоит из основания 6, корпуса 5, центрирующего кольца 4, прижима 3 с пневматическим приводом 1 и крана управления 2.

Посадочной поверхностью гильза устанавливается в центрирующее кольцо приспособления. Вилка прижима в это время отведена в сторону до упора. Для крепления гильзы вилка прижима устанавливается над верхним торцом гильзы. Подача воздуха в камеру привода производится поворотом ручки крана вверх.

Для центровки цилиндра и установки резца отключают резцовую головку от кинематической цепи привода при помощи рукоятки 18 (рис.1). Блок цилиндров устанавливают на столе станка, а гильзы — в приспособление, которое крепится на столе.

Эксцентриситет осей шпинделя и цилиндра не должен превышать 0,03 мм.

Для предварительной центровки приспособления или блока цилиндров применяют шариковую оправку 4 (см. рис. 2а), а величину погрешности центровки проверяют индикаторным центроискателем.

Центрирование приспособления ведется по посадочному отверстию под гильзу, а блока цилиндров по неизношенной поверхности растачиваемого цилиндра на глубине 3...4 мм от верхнего торца.

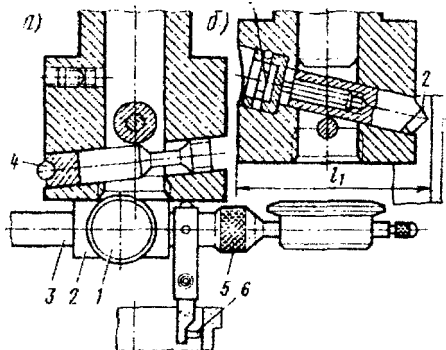


Рис. 2. Резцовая головка станка 2А78Н с приспособлениями для центрирования цилиндра (а) и установки резца (б).

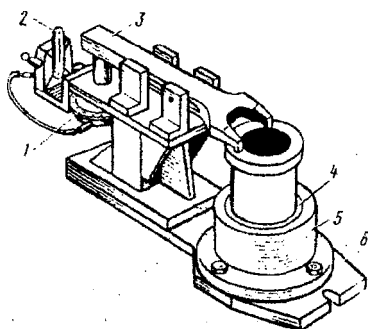


Рис. 3. Приспособление для установки и крепления гильз

Оправку в шпиндель устанавливают так (см. рис. 2, а), чтобы шаровой конец ее находился от диаметрально противоположной стороны резцовой головки на расстоянии

$$l = \frac{d + D}{2} \quad (9)$$

где  $d$  — диаметр резцовой головки, мм;

$D$  — диаметр цилиндра на глубине 3...4 мм от верхнего торца цилиндра, мм.

После проверки микрометром величины / оправку закрепляют и опускают шпиндель на указанную глубину в цилиндр. При вращении резцовой головки шаровой конец оправки скользит по образующей цилиндра и устанавливает деталь (приспособление) по оси шпинделя.

Точность центровки проверяют при помощи индикаторного приспособления (центроискателя) (см. рис. 2,а), колодка 2 которого ввинчивается в торец резцовой головки шпинделя. Упор 6 рычага подводят к зеркалу цилиндра на глубине 3...4 мм, положение рычага 3 фиксируется винтом 1 и гайкой 5. Шкалу индикатора устанавливают на «О» и поворотом шпинделя на один оборот определяют величину погрешности центрирования.

При необходимости производят корректировку положения детали. Вылет  $l_1$  резца (см. рис. 2, б) регулируют при помощи винта 1 с лимбом, ввинчиваемого в торец резца 2. Расстояние  $l_1$  от вершины резца до диаметрально противоположной стороны резцовой головки рассчитывают:

$$l_1 = \frac{d + D_1}{2} \quad (10)$$

где  $D_1$  — диаметр цилиндра, мм, под который должно быть произведено растачивание.

Положение резца фиксируется стопорным винтом. Режим резания должен обеспечить выполнение требований чертежа по шероховатости зеркала цилиндра, точности размера, формы и расположения, наивысшую производительность и минимальную себестоимость работы. Режимы резания при растачивании приведены в табл. 1.

**Таблица 1 – Режимы резания при растачивании поршневых отверстий**

Обрабатываемый материал	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Материал инструмента
Чугун				
НВ 170...229	0,1...0,15	0,05...0,10	100...120 80...100	ВКЗМ
НВ 229...269	0,1...0,15	0,05...0,10		ВКЗМ

### **Доводка поверхностей цилиндра хонингованием**

Требуемые шероховатость, точность размера и форма зеркала цилиндра могут быть достигнуты хонингованием.

Хонингование (рис. 4) позволяет успешно решать ряд технологических задач, к числу которых относятся: получение высокой точности размера и формы (до 6 качества) и малой шероховатости обрабатываемых поверхностей ( $Ra=0,32$  мкм).

Хонингование ведется при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания для удаления стружки и продуктов износа с поверхности брусков и с обрабатываемой поверхности. Кроме того, СОЖ отводит часть выделяющегося при резании тепла, оказывает смазывающее воздействие, способствует улучшению условий резания.

**Хонинговальные бруски.** Абразивный брусок характеризуется видом абразивного материала (64С), зернистостью (М20П), твердостью (С1), структурой (6), видом связи (К5), классом (А), типом (БКв) и габаритными размерами. Пример условного обозначения: 64СМ20-М28ПСТ-Т26К5А БКв 100x100 ГОСТ 2424-83. Тип и размеры абразивных

брусков выбирают по ГОСТ 2424-83 в зависимости от выполняемой операции формы и размеров обрабатываемого отверстия.

Для изготовления алмазных брусков применяют зерна природных (А) и синтетических (АС) алмазов.

Характеристика алмазного бруска включает следующие основные параметры: вид алмазных зерен (АСР), зернистость (80), (63) концентрацию алмазного слоя (100), связку (М), форму и габаритные размеры (2768—0124). Пример условного обозначения: 2768-0124-1-АСР 80/63-100-М1 СТ СЭВ 204—75.

Основные параметры режима хонингования приведены в табл. 2.

Для хонингования чугуна в качестве СОЖ применяют керосин с добавлением 10...20% инструментального масла И12А.

**Хонинговальный станок** ЗГ833 (рис. 5, таблица 4) предназначен для хонингования отверстий в гильзах автотракторных двигателей.

Основание станка представляет собой плиту коробчатой формы, внутренняя полость которой является резервуаром для охлаждающей жидкости. На основании расположены электронасос охлаждения, колонна 7 и фильтр. На верхней рабочей плоскости устанавливаются приспособления 19 для обработки гильз или блоков.

На колонне расположены: привод вращения шпинделя, привод возвратного поступательного движения хонинговальной головки, пульт управления (см. рис. 5).

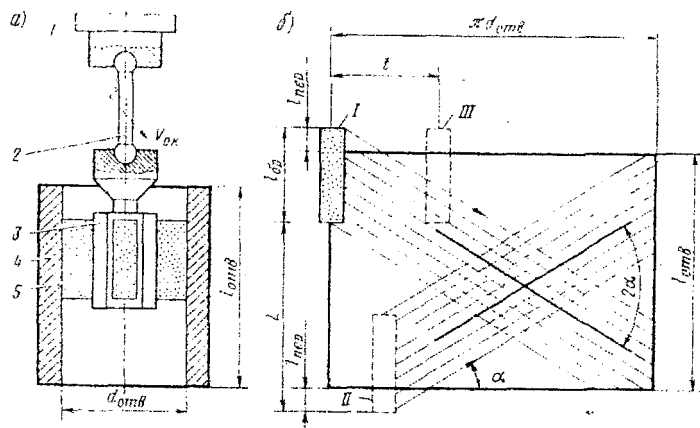


Рис. 4. Схема процесса хонингования (а) и развертка сетки следов обработки (б).

1- шпиндель станка; 2 - шарнирное устройство; 3 - хонинговальная головка; 4 - гильза; 5 - хонинговальный брусок;

I, II, III - последовательные положения бруска за один двойной ход.



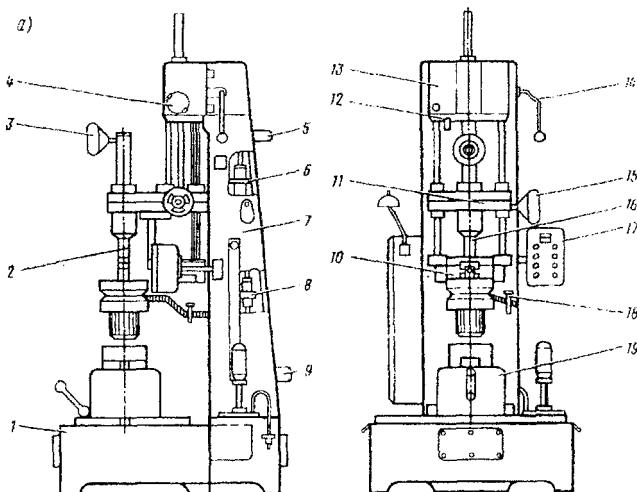


Рис. 5. Хонинговальный станок ЗГ833 /2/.

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 подачи; 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.

Таблица 2 — Режимы резания при хонинговании поршневых отверстий

Обрабатываемый металл	Характер обработки	Припуск на диаметр, мм	Абразивные бруски	Тип бруска	Размер бруска, мм	$V_{об}$ , м/мин	$V$ , м/мин
Чугун	Предварительная	0,04...0,08	64С 1 ОП СТ2-Т-27 К5А	БКв	$B=10...13$ $L=100,$ 125, 150	40...80	17...22
	Окончательная	0,005...0,01	64СМ20- М2ВПСТ2 Т26К52	БКв		30...50	10...15

Кинематическая схема станка позволяет осуществлять:

- вращательное и осевое возвратно-поступательное движение хонинговальной головки с одновременным радиальным перемещением брусков головки;
- осевое перемещение невращающейся хонинговальной головки вниз, вверх.

Станок имеет систему с ручным приводом механизма разжима.

Приспособление для установки и крепления гильзы такой же конструкции, как на расточном станке.

## 2. Порядок выполнения работы:

2.1. Определить состояние конструктивных элементов блока цилиндров:

2.1.1. Осмотром установить наличие выбраковочных признаков рубашки охлаждения и верхнего картера, а при их отсутствии — места расположения и характер (длина, площадь, глубина и т. д.) трещин, отколов, задиров и других видимых повреждений;

2.1.2. При отсутствии по итогам осмотра оснований для выбраковки блока цилиндров определить состояние конструктивных элементов поршневых отверстий блока цилиндров:

С помощью индикаторного нутромера замерить диаметр отверстия в поясах I—I, II—II и III—III (рис. 6) и взаимно перпендикулярных плоскостях А—А и Б—Б. Пояс I—I располагают ниже выработки от верхнего поршневого кольца, II—II — посередине отверстия, III—III — на 20 мм выше нижнего торца.

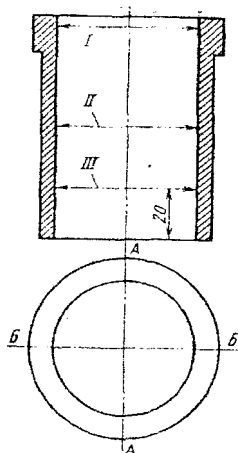


Рис. 6. Схема обмера отверстия

Перед замером отверстия индикаторный нутромер необходимо установить на базовый размер, которым является наибольший целый размер измеряемого отверстия. Установка индикаторного нутромера на базовый размер осуществляется в следующей последовательности:

- измерить измеряемое отверстие штангенциркулем. Базовым является наибольший целый размер (например, диаметр отверстия 100,65 мм — базовый размер 101,0 мм);
- установить на микрометре базовый размер (предварительно проверив правильность его установки на «О»);
- установить соответствующую измерительную вставку в измерительную головку индикаторного нутромера;
- ввести измерительную головку нутромера между пяткой и винтом установленного микрометра и, поворачивая циферблат индикатора, совместить «О» со стрелкой. Это положение и будет соответствовать базовому размеру.

2.1.3. Рассчитать величину общего износа ( $I_{общ}$ ) цилиндра, мм:

$$I_{\text{общ}} = D_u - D_n, \quad (11)$$

где  $D_u$  — наибольшее значение диаметра всех замеренных цилиндров данного блока (использовать величину с наибольшим износом);

$D_n$  — диаметр до начала эксплуатации (наибольший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу);

Рассчитать величину одностороннего неравномерного износа ( $I$ ), мм:

$$I = \beta I_{\text{общ}}, \quad (12)$$

где  $\beta$  — коэффициент неравномерного износа ( $\beta = 0,6$ );

2.1.4. Рассчитать нецилиндричность (овальность и конусообразность), мм:

$$\Delta_{\text{ос}} = D_{A-A(1-1)} - D_{Б-Б(1-1)}$$

$$\Delta_{\text{кон}} = D_{\text{max}(A-A)} - D_{\text{min}(A-A)}. \quad (13)$$

Для каждого цилиндра получить три значения овальности и два — конусообразности. Дефектацию ведут по наибольшему из пяти значений;

2.1.5. Рассчитать минимальный размер обработки отверстия ( $D_p$ ), мм:

$$D_p = D_n + 2(I + Z_{\text{min}}), \quad (14)$$

где  $Z$  — минимальный односторонний припуск на обработку (для расточки и хонингования минимальное значение  $2Z_{\text{min}} = 0,150$  мм);

2.1.6. Сравнить величину  $D_p$  со значениями категорийных ремонтных размеров  $D_{pp}$  и назначить категорию ремонтного размера одну для всех цилиндров (выбрать ближайшую большую категорию размера):

$$D_{pp} \geq D_p. \quad (15)$$

2.1.7. Уточнить припуск под обработку  $Z$ .

2.2. Разработать расточную операцию

2.2.1. Изучить технологию растачивания цилиндра; точность получаемых размеров, формы, расположения; величину шероховатости, параметры режима растачивания, их влияние на качество и эффективность; применяемое оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент.

2.2.2. Установить содержание вспомогательных и технологических переходов и изучить методику расчета параметров режима резания.

2.2.3. Рассчитать режимы резания и машинное время.

Определить припуск на растачивание

$$Z_{\text{раст}} = Z - Z_{\text{хон}}. \quad (16)$$

Значение припуска под хонингование принимается по табл.2

- определить глубину резания  $t$ , мм с учетом рекомендации табл. 1 и назначить число проходов  $i$ :

$$i = z / t, \quad (17)$$

- выбрать нормативную подачу  $S_o$ , мм/об (см. табл. 1), и уточнить ее по паспорту станка  $S_\phi$ ;
- выбрать скорость резания  $V$  по табл. 1 или рассчитать по /3/ или другим рекомендациям;
- рассчитать частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{pp}} \quad (18)$$

- уточнить значение частоты вращения шпинделя  $n_\phi$  мин<sup>-1</sup> по паспорту станка;
- рассчитать длину рабочего хода шпиндельной бабки

$$L_{px} = l_1 + l + l_2, \quad (19)$$

где  $l$ —длина цилиндра, мм;  $l_1, l_2$ —длина врезания и перебега резца соответственно, мм;  $l_1, l_2 = 3 \dots 5$  мм;

- рассчитать машинное время, мин,

$$t_o = \frac{L_{px}}{n_\phi S_\phi} i \quad (20)$$

2.3. Разработать хонинговальную операцию.

2.3.1. Изучить технологию хонингования, точность получаемых размеров формы, расположения, величину шероховатости, параметры режима хонингования, применяемое оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент;

2.3.2. Изучить основные узлы хонинговального станка, его кинематику, способы установки и крепления детали при обработке, паспортные данные частоты вращения и скорости возвратно-поступательного движения хонинговальной головки, характеристику хонинговальных брусков; требования чертежа (РК) к восстановленной гильзе цилиндра;

2.3.3. Определить, рассчитать и записать в отчет:

- содержание вспомогательных и технологических переходов при доводке отверстия под поршень и контроле качества работы;
- измерительного инструмента и СОЖ;
- выбрать тип, размеры и характеристику хонинговальных брусков.

Длина бруска определяется

$$l_{\phi p} = \left( \frac{1}{3} \dots \frac{3}{4} \right) l_{отв}, \quad (21)$$

где  $l_{отв}$ —длина хонингуемого отверстия, мм;

Полученное значение округляется до стандартного по табл.2.

- выбрать по таблице 2 рекомендуемые скорости возвратно-поступательного  $V_{вп}$  и вращательного  $V_{ок}$  движения хонинговальной головки;

- рассчитать частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V_{ок}}{\pi D}, \quad (22)$$

• уточнить по паспорту станка и принять фактическое значение  $V_{впф}$  и расчетную частоту вращения шпинделя  $n_{ф}$ ,

• по нормативу режима резания принять соответствующее конкретным условиям доводки давление брусков  $P_0$  (до 1,2 МПа) и определить силу осевого усилия пружины разжима брусков

$$P = P_0 \cdot l_{бр} \cdot B \cdot n \cdot \operatorname{tg}(\varphi + Q), \quad (23)$$

где  $l_{бр}$  - длина бруска;  $B$  - ширина бруска;  $n$  - число брусков,  $n=6, 8$ ;  $\varphi$  - угол конуса разжима,  $\varphi=10...15^\circ$ ;  $Q$  - угол трения,  $Q=6^\circ$ ;

- рассчитать величину перебега брусков за пределы отверстия

$$l_{пер} = \frac{1}{3} l_{бр}. \quad (24)$$

Из-за неправильной установки величины перебега брусков возникает повышенная погрешность формы отверстия (конусообразность, бочкообразность, седлообразность и т. д.);

- рассчитать длину рабочего хода шпиндельной бабки  $L$ , мм:

$$L = l_{отс} + 2l_{пер} - l_{бр}; \quad (25)$$

- рассчитать машинное время хонингования  $t_m$ , мин:

$$t_m = \frac{n_1}{n_2}, \quad (26)$$

где  $n_2$  — число двойных ходов шпиндельной бабки в мин:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_{впф}}{2 \cdot L}, \quad (27)$$

$n_1$  — число двойных ходов, необходимое для снятия припуска;

$$n_1 = \frac{Z_x}{b}, \quad (28)$$

где  $Z_x$  — припуск на хонингование на сторону, мм;

$b$  — слой металла, снимаемый за один двойной ход, мм; для чугуна

$b=0,002$  мм;

2.3.4. Оформить отчет в соответствии с п.2.1-2.3, обосновать целесообразность и правильность принятых решений и расчетов по разработке операций.

**Таблица 3 - Технические характеристики отделочно-расточного станка 2Е78П**

<b>Наименование характеристики</b>	<b>Значение</b>
Диаметр растачиваемого отверстия, мм	28...200
Расстояние от оси шпинделя до салазок шпиндельной бабки, не менее, мм	320
Наибольший ход шпиндельной бабки, не менее, мм	500
Расстояние от конца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	25
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1000x500
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное	800
- поперечное	200
Количество ступеней частот вращения шпинделя	12
Пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	26...1200
Число ступеней рабочих подач шпиндельной бабки	4
Пределы подач шпиндельной бабки, мм/мин	0,025...0,200
Скорость рабочего перемещения стола в продольном направлении, мм/мин	100
Скорость быстрого перемещения стола в продольном направлении, м/мин	2,7
Скорость быстрого перемещения шпиндельной бабки, м/мин	2,0
Диаметры отверстий в зависимости от обработки, мм:	
- шпинделем диаметр 48	50...82
- шпинделем диаметр 78	82...125
- шпинделем диаметр 120	125...200
Наибольшая глубина растачивания в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия, мм:	
- шпинделем диаметр 48	185
- шпинделем диаметр 78	210...300
- шпинделем диаметр 120	350...410
Наибольший диаметр сверления в сплошном материале, мм	15
Количество электродвигателей в станке, шт.	3
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	3,7
Габариты станка, не более, мм	1750x1560x2125
Масса станка с электрооборудованием, кг	2680

Таблица 4 - Технические характеристики хонинговального станка 3Г833

Наименование характеристики	Значение
Класс точности по ГОСТ 8-82	H
Диаметр хонингования, мм:	
- наибольший	125
- наименьший	30
- допустимый	165
Длина хонингования, мм:	
- наибольшая	30
- наименьшая	400
Ход шпинделя, мм	500
Расстояние от оси шпинделя до направляющих (вылет), мм	300
Размер рабочей поверхности стола (ширина х длина), мм	500x1000
Количество скоростей шпинделя	3
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	90, 145, 235
Скорость возвратного поступательного движения (речупривание бесступенчатое), м/мин	3...18
Габаритные размеры полуавтомата, мм:	
длина	1295
ширина	1145
высота	2755
Масса, кг	1520

### Литература

1. Иванов В.П. Основы ремонта машин. Учебное пособие. Новополоцк: ПГУ, 2000. – 245 с.
2. Боднев А.Г., Шаверин Н.Н. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. – М.: Транспорт, 1989. – 142с.
3. Справочник технолога-машиностроителя / Косилова А.Г., Мещеряков Р. - М.: Машиностроение, 1986.
4. Дюмин И. Р. Третьуб Г. И. Ремонт автомобилей. — М.: Транспорт, 1999 – 280 с.
5. Канарчук В. Е. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учеб. для вузов. / Канарчук В.Е., Чигринцев А.Д. Голяк О. Л. Шоцкий П. М. – М.: Транспорт, 1995. – 303 с.
6. Технология металлов и сварка: Учебник для вузов / Под. ред. П.И. Полухина. – М.: Высшая школа, 1977. – 464 с.

Учебное издание

Составитель: Драган Александр Вячеславович

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к лабораторным работам по теме  
**«Восстановление деталей автомобилей»**  
дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей»  
для студентов специальности  
Т 04.02.00 «Техническая эксплуатация автомобилей»  
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Драган А.В.  
Редактор: Строкач Т.В.  
Компьютерная вёрстка: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.  
Технический редактор: Никитчик А.Д.

---

Подписано к печати 14.10.2004 г. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая. Гарнитура Arial Narrow. Усл. п. л. 1,4. Уч. изд. л. 1,5. Тираж 120 экз. Заказ № 1021. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017 Брест, ул. Московская 267