

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Р.Н. Сайфуллин, А.Ф. Кунафин, А.П. Павлов, Исламов Л.Ф.**

## **УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО РЕМОНТУ МАШИН**

**Направления** 35.03.06 Агроинженерия  
**подготовки** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
**бакалавров:** 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
**Направления** 35.04.06 Агроинженерия  
**подготовки** 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
**магистров:** 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Уфа  
Башкирский ГАУ  
2019

УДК 621.797  
ББК 30.83  
Л 12

Авторы:

**Сайфуллин Р.Н., Кунафин А.Ф., Павлов А.П., Исламов Л.Ф.**

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры управления качеством ФГБОУ ВО  
Башкирский государственный университет В.Г. Петряков

Л12 Учебное пособие к лабораторным работам по ремонту машин / Сайфуллин Р.Н., Кунафин А.Ф., Павлов А.П., Исламов Л.Ф. Изд. 2-е, испр. и доп. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2019. – 140 с.

В учебном пособии приведены практические указания для проведения лабораторных работ по ремонту машин и оборудования в соответствии с производственным процессом ремонта машин.

УДК 621.797  
ББК 30.83

© Сайфуллин Р.Н., Кунафин А.Ф.,  
Павлов А.П., Исламов Л.Ф., 2019  
© Башкирский государственный  
аграрный университет, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по ремонту машин разработан для подготовки и проведения лабораторных занятий обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров по следующим дисциплинам:

- Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования;
- Основы технологии производства и ремонт транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования;
- Ремонт машин;
- Основы теории надежности и работоспособности технических систем;
- Ресурсосбережение при проведении технического обслуживания и ремонта;
- Научно-исследовательская работа в семестре.
- Технологическая практика

Целью данного методического пособия является формирование у обучающихся знаний и представлений об методах восстановления работоспособности и ресурса машин и оборудования, изучение современных технологических процессов восстановления деталей, рациональных методов ремонта машин и оборудования.

**ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН**

Кунафин А.Ф.

**1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- 1.1 Изучить техническую документацию на дефектацию деталей при ремонте машин.
- 1.2 Освоить навыки дефектации деталей.

**2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**Дефектацией** называется процесс технического контроля (осмотра, измерения и, при необходимости, испытания) деталей и сопряжений с последующей их сортировкой на группы в соответствии с техническими условиями.

В основу дефектации положен принцип, состоящий в том, что замена деталей при ремонте не допускается, если остаточный технический ресурс этих деталей равен или больше установленного для этого агрегата межремонтного ресурса.

**Техническое состояние** деталей выявляют сравнением фактических показателей с данными технической документации, где приведены нормальные, допустимые и предельные величины размеров деталей, зазоров и натягов сопряжений.

При дефектации деталей основными оценочными показателями являются допустимые размеры, зазоры и натяги.

**Допустимыми** называются такие размеры, зазоры и натяги, при которых детали или сопряжения, оставленные при ремонте в узле, проработают без замены, при соблюдении правил технического ухода, в течение еще одного межремонтного срока.

Для определения допустимых размеров, зазоров и натягов исходными данными являются: предельные величины размеров, зазоров и натягов, средние значения износостойкости и ресурсов основных деталей и средние межремонтные ресурсы тракторов и их агрегатов.

Если размер детали (например, отверстие под подшипник) равен или меньше величины, указанной в графе «допустимый», то деталь не требует ремонта или замены (по данному виду дефекта) и ее следует маркировать как годную независимо от того, будет ли она сопрягаться с новой или с бывшей в эксплуатации годной деталью. Эти детали маркируют **зеленой** краской.

Если размер отверстия детали больше величины, указанной в графе «допустимый», то и это еще не означает, что ее следует браковать (т.е. восстанавливать или заменять), так как возможно, что эту деталь следует маркировать как годную при условии сопряжения ее с новой деталью. В этом случае срок последующей работы сопрягаемых деталей будет не меньше очередного периода. Эти детали маркируют **желтой** краской.

Если размер отверстия окажется больше величины, указанной в графе «допустимый» при сопряжении с новой деталью, то деталь подлежит восстановлению (отмечают **белой** краской при восстановлении в собственном предприятии или **синей** — в специализированном) или браковать (маркируют **красной** краской).

У большинства деталей может быть несколько дефектов, каждый из которых требует самостоятельной проверки. Приступая к контролю такой детали (или технологического комплекта), нужно придерживаться последовательности, приводимой в технической документации, так как там в начале приведены наиболее часто встречаемые дефекты, по которым деталь может быть выбракована, чтобы не тратить время на дальнейшую ее проверку.

При дефектации следует иметь в виду, что допустимые и предельные размеры деталей, зазоры и натяги в сопряжениях относятся к месту их наибольшего износа.

Размеры деталей по чертежу, допустимые и предельные значения зазоров и натягов сопряжений приведены в альбомах «Технические требования на капитальный ремонт», которые состоят из двух разделов: - «Общие технические требования на дефектацию», где изложены принципы и таблицы по дефектации подшипников качения, шестерен (зубчатых колес), пружин, а также трубопроводов, угольников, наконечников, ниппелей, болтов, шпилек, гаек, стопорных и пружинных шайб, самоподжимных и войлочных уплотнений (сальников) и прокладок; - «Технические требования на дефектацию основных частей, технологических комплектов и деталей».

### 3 ЗАДАНИЕ

3.1 Ознакомиться с техническими условиями и указаниями по дефектации деталей тракторов при их ремонте.

3.2 Освоить навыки пользования универсальным мерительным инструментом и специальным оборудованием при дефектации деталей.

3.3 Провести дефектацию деталей, результаты оформить в виде таблиц 5.1 ... 6.2 и сделать выводы.

#### 4 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Специальная литература «Технические требования на капитальный ремонт».

Таблица 4.1 Универсальный измерительный инструмент для дефектации деталей

Инструменты	Пределы измерения
Щуп (набор № 3 и 5)	0,03-0,50 и 0,55-1,00
Линейка измерительная металлическая	1-150 и 1-500
Штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,10 и 0,05 мм	0-125, 0-300 и 0-500
Штангенглубиномер (0,05 мм)	0-150
Штангензубомер (0,02 мм)	Интервал модулей 1-18
Штангенрейсмус (0,02 мм)	30-300
Микрометры гладкие с ценой деления 0,01 мм	0-75
Глубиномер микрометрический (0,01 мм)	0-100
Нутромеры индикаторные (0,01 мм)	0-75
Линейка поверочная двутаврового сечения	1000 × 60 × 16
Угольник поверочный	160 × 100
Плита поверочная	750 × 1000
Призма разметочная	150 × 80 × 150
Шаблон радиусный	1 × 6,5

Таблица 4.2 Специальное оборудование

Оборудование, приборы и приспособления	Шифр
Прибор для проверки упругости пружин и поршневых колец	КИ-040
Прибор для измерения радиального зазора в подшипниках	КИ-1223
Прибор для проверки клапанов	КИ-1517

## 5 ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

### 5.1 Дефектация подшипников качения

Перед дефектацией подшипники промывают в бензине или дизельном топливе.

Контроль производится в следующей последовательности: осмотр, проверка на шум и легкость вращения и измерение радиального зазора и размеров колец (при наличии следов сдвига обойм относительно мест посадки).

#### **Не допускаются:**

- трещины или выкрашивание металла на кольцах, шариках и роликах;
- цвета побежалости; выбоины и отпечатки (лунки) на беговых дорожках колец;
- глубокая коррозия, отслоения, раковины, глубокие риски и забоины на беговых дорожках, шариках и роликах;
- надломы, сквозные трещины на сепараторе, отсутствие или ослабление заклепок сепаратора;
- неравномерный износ беговых дорожек, образование «елки» в упорных и радиально-упорных подшипниках.

#### **Допускаются:**

- царапины, риски на посадочных поверхностях колец,
- забоины и вмятины на сепараторе, не препятствующие плавному вращению подшипников,
- матовая поверхность беговых дорожек, шариков и роликов.

Проверку подшипника на легкость вращения производят предварительно окунув его в 10 %-ный раствор дизельного масла в бензине, вращая наружное кольцо и удерживая внутреннее.

При этом **исправный подшипник должен** вращаться легко, без заметных притормаживаний и заеданий и наружное кольцо должно останавливаться плавно, без рывков и стука; должен быть слышен глухой, шипящий звук, резкий металлический или дребезжащий звук не допускается.

У шариковых и роликовых радиальных подшипников, признанных годными при осмотре и опробовании вращением, измеряют с помощью специального прибора радиальный зазор.

Произвести дефектацию подшипников и результаты замеров занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 Результаты дефектации подшипников

№ подшипника по ГОСТ	Условное обозначение типа подшипника	Место установки	Фактич. диаметр колец, мм		Допустимый диам. колец, мм		Радиальный зазор, мм		
			внутренний	наружный	внутренний	наружный	факт.	допуст.	предельн.
1)									
2)									

Выводы: (указать годность(негодность) деталей по каждому замеряемому параметру, их причины, значения сравниваемых параметров и цвет маркировки деталей)

## 5.2 Дефектация шестерен

Состояние рабочих поверхностей зубьев шестерен контролируется осмотром, а величина износа зубьев, посадочных мест, кольцевых, шлицевых или шпоночных пазов – измерением универсальным мерительным инструментом или специальными шаблонами.

### Не допускаются:

- сквозные трещины на зубьях и забоины на их торцах;
- ослабление посадки венца шестерни на ступице;
- неравномерный износ зуба («конусность») более 0,05 мм на длине 10 мм (проверять только у непостоянно замкнутых шестерен).

### Допускаются:

- поверхностные трещины и выкрашивание общей площадью не более 25 % рабочей поверхности зуба;
- поломка трех несмежных зубьев до 1/3 их длины.

Дефектовка шестерен по основным параметрам производится в соответствии с техническими условиями, приведенными в альбоме «Технические требования на капитальный ремонт».

Произвести дефектацию шестерен и результаты замеров занести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 Результаты дефектации шестерен

Наименование детали	№ по каталогу	Кол-во зубьев	Установочная высота штангензубомера, мм	Толщина зуба, мм		Длина головки зуба, мм	
				фактическая	допустимая	фактическая	допустимая

Выводы: (указать годность(негодность) деталей по каждому



замеряемому параметру, их причины, значения сравниваемых параметров и цвет маркировки деталей)

### 5.3 Дефектация пружин

Дефекты пружин выявляют осмотром.

У пружин клапанов, главного сцепления и регулятора пускового двигателя обязательно определяют упругость путем замера усилия пружины, сжатой до рабочей высоты. Для измерения используют прибор КИ-040А.

Упругость остальных пружин проверяют при необходимости.

**Пружины считаются годными, если:**

- поверхности витков ровные и гладкие, без следов коррозии, трещин и надломов;
- опорные торцы пружин перпендикулярны оси пружины;
- неперпендикулярность для пружин клапанов, муфт сцепления и регулятора пускового двигателя не более 2 мм, а остальных пружин 3 мм на длине 100 мм;
- допускается неравномерность шага витков пружины не более 20 %.

Произвести дефектацию пружин и результаты замеров занести в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 Результаты дефектации пружин

Наименование пружин	№ по каталогу	Длина (высота), мм			Усилие (нагрузка) пружины, сжатой до рабочей длины, Н (кгс)		
		нормальная в свободном	фактическая в свободном состоянии	в рабочем состоянии	нормальное	фактическое	допустимое
1)							
2)							

Выводы: (указать годность(негодность) деталей по каждому замеряемому параметру, их причины, значения сравниваемых параметров и цвет маркировки деталей)

## 6 ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ

Произвести дефектацию деталей и сопряжений (по усмотрению преподавателя) и результаты замеров занести в таблицы 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 Результаты дефектации деталей

Контролируемая деталь	Контролируемый дефект	Способы и средства контроля	Размер, мм			
			нормальный	фактический	допустимый в сопряж. с деталями	
					бывшими в эксплуатации	новыми

Выводы: (указать годность(негодность) деталей по каждому замеряемому параметру, их причины, значения сравниваемых параметров и цвет маркировки деталей)

Таблица 6.2 Результаты дефектации сопряжений

Сопрягаемые детали	№ детали	Размер, мм		Натяг (-), зазор (+), мм			
		нормальный	фактический	нормальный	фактический	допустимый	предельный

Выводы: (указать годность(негодность) деталей по каждому замеряемому параметру, их причины, значения сравниваемых параметров и цвет маркировки деталей)

## 7 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1 Что такое допустимые размеры, зазоры и натяги деталей и сопряжений?
- 2 Какие требования предъявляются к деталям и сборочным единицам общего назначения при их дефектации?
- 3 Что называется дефектацией деталей при ремонте машин?
- 4 В каком случае деталь после дефектации считается пригодной к дальнейшей эксплуатации?
- 5 На какие группы подразделяются детали при дефектации?
- 6 Какие размеры, зазоры и натяги называются предельными?
- 7 Какие специальные измерительные инструменты и приборы применяются при дефектации деталей?
- 8 Определяются ли фактические размеры деталей при использовании шаблонов и калибров?

## 8 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Альбомы «Технические требования на капитальный ремонт тракторов и с.-х машин». – М.: ГОСНИТИ, 1975...1988гг.
- 2 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
- 3 Практикум по ремонту машин / Под ред. Пучина Е.А./ М.: Колос, 2009. – 336 с.
- 4 Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей – М.: Академия, 2002. - 496 с.

**МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ**

Кунафин А.Ф.

**1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1.1 Изучение физической сущности, разновидностей и особенностей магнитной дефектации деталей машин.

1.2 Ознакомление с методами магнитной дефектации и применяемым оборудованием.

1.3 Получение практических навыков дефектации деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин магнитным методом.

**2 ЗАДАНИЕ**

2.1 Ознакомиться с назначением и устройством магнитного дефектоскопа, способами намагничивания, магнитными порошками и суспензиями.

2.2 Составить методику дефектации заданных деталей и образцов и провести их дефектацию.

2.3 Дать характеристику выявления дефектов, установить причины их появления.

**3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

3.1 Магнитные дефектоскопы ПМД-70, 77ПМД-3М, их технические описания и инструкции по эксплуатации.

3.2 Детали и образцы для дефектации, образцы магнитных порошков, магнитные суспензии.

3.3 Комплект плакатов по магнитной дефектоскопии.

**4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

4.1 Сущность магнитной дефектоскопии деталей

Физическая сущность дефектации магнитным методом основана на том, что в местах нарушения сплошности детали и однородности магнитных свойств материалов происходит изменение магнитного потока и появляются поля рассеяния. Магнитные силовые линии в месте расположения дефекта или зоны металла с повышенным магнитным сопротивлением стремятся обогнуть эти участки и выходят за пределы поверхности детали. У границ дефекта в местах

входа и выхода магнитных силовых линий возникают магнитные полюса.

Поверхностные дефекты дают интенсивные поля рассеяния (см. рисунок 1), в то время как внутренние дефекты (поры, расслоения, раковины, шлаковые включения и др.) огибаются магнитными силовыми линиями и поля рассеяния над поверхностью детали образуются только в тех случаях, когда дефект расположен на небольшой глубине (подповерхностные дефекты).

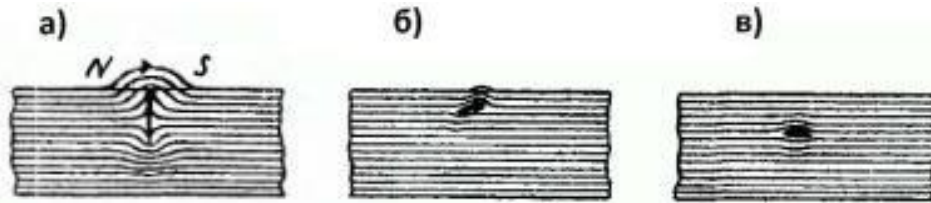


Рисунок 1 Магнитное поле рассеяния над дефектом:  
а - поверхностным; б - подповерхностным; в – внутренним.

В зависимости от способа регистрации магнитного потока рассеяния магнитные методы контроля подразделяют на *магнитопорошковый* и *магнитографический*. В первом случае потоки рассеяния выявляются с помощью магнитного порошка, во втором - регистрируются на магнитную ленту.

Наиболее широко распространенным методом магнитной дефектоскопии является **метод магнитного порошка (магнитопорошковый)**. При этом методе намагниченную деталь посыпают магнитным порошком (*сухой метод*) или поливают магнитной суспензией (*мокрый метод*). Частицы порошка, попавшие в зоны магнитных полей рассеяния, оседают на поверхности деталей вблизи мест расположения дефектов. Ширина полосы, на которой происходит оседание порошка, значительно больше ширины «раскрытия» дефекта, поэтому невидимые до этого дефекты фиксируют по осевшему около них порошку даже невооруженным глазом. Метод магнитного порошка весьма прост и позволяет определять места и контуры нарушений сплошности материала, расположенные на поверхности деталей, а также на глубине до 2—3 мм под поверхностью. Намагничивание деталей, а также последующее их размагничивание производятся с помощью магнитных дефектоскопов.

#### 4.2 Виды намагничивания деталей

Характер магнитного поля рассеяния определяется величиной и формой дефекта, глубиной его залегания, а также его ориентацией относительно направления магнитного потока. Поверхностные дефекты типа трещин, ориентированные перпендикулярно магнитному потоку, вызывают появление наиболее резко выраженных магнитных полей рассеяния. Дефекты, ориентированные вдоль магнитного потока, практически не вызывают появления полей рассеяния (см. рисунок 2). С учетом этого применяются различные виды намагничивания деталей.

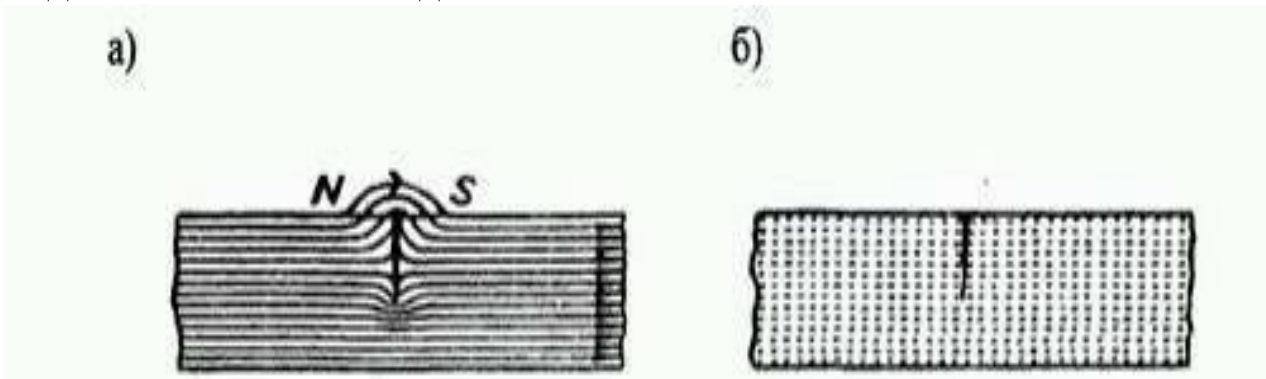


Рисунок 2 Магнитный поток в детали: а – продольный (полюсный); б – циркуляционный (поперечный).

Различают следующие виды намагничивания:

**продольное (полюсное)**, когда намагничивание осуществляют внешним магнитным полем электромагнита, соленоида или (реже) постоянного магнита;

**циркулярное**, когда намагничивающий ток пропускают через всю деталь или ее участок;

**комбинированное**, когда магнитное поле возбуждается одновременно пропусканием тока и внешним магнитным полем.

Когда в контролируемых деталях возможна различная ориентировка дефектов, необходимо проводить двойной контроль с продольным и циркулярным намагничиванием. Более производительным является магнитно-порошковый контроль с использованием комбинированного намагничивания.

#### 4.3 Интенсивность намагничивания

Величина намагничивающего тока при циркулярном намагничивании, а также величина приложенного магнитного поля соленоида или электромагнита зависят от размеров детали, ее конфигурации, магнитных свойств материала детали, а также

способов магнитного контроля: *способ приложенного магнитного поля* и *способ остаточной намагниченности*. Для обнаружения дефекта с помощью магнитного порошка, необходимо, чтобы поле рассеяния в зоне дефекта превышало некоторое критическое значение, начиная с которого частицы порошка хорошо втягиваются в дефект и осаждаются над ним.

Согласно ГОСТ 21105-87 все выявляемые поверхностные дефекты подразделяют на три группы, которым соответствуют условные уровни чувствительности А, Б и В, указанные ниже.

Таблица 1 Характеристики уровней чувствительности

Размеры эталонного дефекта	Уровни чувствительности		
	А	Б	В
- ширина, мкм	2,5	10	25
- длина, мм	>0,5	>0,5	>0,5
- глубина, мкм	25	100	250

Для всех уровней чувствительности введены оптимальные режимы намагничивания, которые рекомендуются рассчитывать по предложенным в ГОСТ 21105-87 формулам в зависимости от магнитных характеристик материала контролируемого изделия.

Практически наилучшие результаты магнитного контроля получаются при максимальном намагничивании, которое обеспечивает дефектоскоп. Снижение уровня намагниченности возможно только в тех случаях, когда проявляются ложные дефекты, связанные с возникновением магнитных полей рассеяния, обусловленных конфигурацией детали – масляными каналами, формой сварных швов и другими факторами.

Иногда целесообразно уменьшить величину намагничивания деталей, имеющих невысокую чистоту обработки контролируемых поверхностей, когда микронеровности на поверхности вызывают появление фона, затрудняющего контроль.

Во всех случаях необходимо проверить чувствительность дефектоскопа по образцу, который прилагается к дефектоскопу, а реальные контролируемые детали проверять при различных способах намагничивания. Изменяя при этом режим питания намагничивающих устройств.



## 5 ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДЕФЕКТОСКОПА И ПОДГОТОВКА ЕГО К РАБОТЕ

Переносный магнитный дефектоскоп ПМД-70 (МД-70 ПК-111У) предназначен для выявления дефектов магнитопорошковым методом. Дефектоскоп рассчитан на работу в цеховых, лабораторных или полевых условиях, обеспечивая намагничивание импульсным током с применением гибкого кабеля, соленоида, электромагнита или ручных электроконтактов (циркулярное намагничивание). Дефектоскоп обеспечивает автоматическое размагничивание деталей после контроля переменным магнитным полем, убывающим по амплитуде.

Дефектоскоп имеет порог чувствительности, обеспечивающий выявление дефектов шириной 2 мкм при их протяженности более 0,5 мм, что соответствует уровню условной чувствительности «А» по ГОСТ 21105-87.

Величина амплитуды импульса тока при намагничивании гибким кабелем или пропусканием тока через деталь не менее 1500А.

Максимальное значение напряженности магнитного поля в центре соленоида не менее 16000 А/м потребляемая средняя электрическая мощность не более 200 ВА. Питание дефектоскопа осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В или от источника постоянного тока (аккумуляторной батареи, аэродромного пускового агрегата, выпрямителя) напряжением 24 В.

В комплект дефектоскопа входят: блок импульсный, блок управления, намагничивающее устройство, соединительные кабели, комплект ЗИП.

### 5.1 Подготовка дефектоскопа к работе

Соединение блоков при работе зависит от источников питания и способов намагничивания.

#### *5.1.1 Питание от сети переменного тока напряжением 220 В.*

Соединительный кабель подключается к разъему ПИТАНИЕ на импульсном блоке. Второй разъем кабеля через переходной кабель подключается к сетевой розетке.

При таком подключении импульсный блок может использоваться самостоятельно как отдельный дефектоскоп для намагничивания и размагничивания гибким кабелем или циркулярным намагничиванием. Переменным током 220В может



питаться соленоид с последовательным соединением секций обмоток при установке переключателя на щитке соленоид в положение ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК.

Питание электромагнита, соленоида и переносной лампы осуществляется через блок управления, который подключается к импульсному блоку соединительным кабелем к штепсельным разъемам БЛОК УПРАВЛЕНИЯ на импульсном блоке и разъем ПИТАНИЕ на блоке управления.

*5.1.2 Питание от источников постоянного тока напряжением 24 В (выпрямитель, аккумуляторная батарея, аэродромный пусковой аппарат).*

Дефектоскоп подключается через блок управления соединительным кабелем 2 и переходными кабелями 6 или 7, имеющими различные наконечники. Импульсный блок разъемом ПИТАНИЕ в этом случае соединяется с разъемом БЛ.ИМП. на блоке управления соединительным кабелем 3. Переключатель видов работы блока управления устанавливается в положение ПИТАНИЕ БЛ.ИМП.

## 5.2 Намагничивание деталей

*5.2.1 Намагничивание в соленоиде.* Соленоид подключается к розетке ЭЛ.МАГНИТ – СОЛЕНОИД на блоке управления. Переключатель ИЗМЕРЕНИЕ – НАПРЯЖЕНИЕ 50 V ТОК\* 5А устанавливается в положение ТОК. Переключатель режимов работы на блоке управления устанавливается в положение НАМАГ. Переключатель на щитке соленоида устанавливается в положение ПОСТОЯННЫЙ ТОК.

Проверяемая деталь помещается в соленоид. Выключателем на щитке включается питание соленоида. Величина тока проверяется по стрелочному индикатору и при необходимости регулируется ручкой ТОК.

*5.2.2 Намагничивание электромагнитом.* Подключение электромагнита производится аналогично соленоиду. Включение питания производится переводом тумблера на щитке в положение 1.

## 5.3 Нанесение магнитной суспензии

Качество магнитной суспензии проверяют по контрольному образцу, который после намагничивания в соленоиде погружают в суспензию. Должны четко выявляться поверхностные трещины на выпуклой части образца. Нанесение магнитной суспензии лучше

всего производить окунанием детали в суспензию. Если габариты деталей не позволяют это выполнить, то суспензию поливают на деталь, подставив под нее ванночку. Небольшие участки покрывают суспензией с помощью кисточки. Во всех случаях суспензии перед нанесением на деталь должна быть хорошо перемешана.

#### 5.4 Размагничивание деталей

После окончания контроля все детали и образец должны быть размагничены.

5.4.1 *Размагничивание гибким кабелем от импульсного блока.* Производится установкой переключателя рода работ в положение РАЗМАГНИЧИВАНИЕ и кратковременным нажатием на кнопку ПУСК. Пропускание размагничивающих импульсов контролируется по лампочке ТОК и щелчком контактора.

5.4.2 *Размагничивание с помощью соленоида или электромагнита.* Производится через блок управления. Переключатель рода работ на блоке управления устанавливается в положение РАЗМАГ. Нажимным выключателем на щитке соленоида или выключателем на щитке электромагнита подключают их к цепи, а кратковременным нажатием кнопки РАЗМАГНИЧИВАНИЕ ВКЛ. включается система мультивибратора с подачей знакопеременного напряжения на нагрузку (соленоид, электромагнит) с понижением амплитуды импульсов до нуля. Контроль размагничивания производится по стрелочному индикатору.

#### 5.5 Уборка рабочего места

По окончании работы блоки дефектоскопа отключаются от источников питания, отключаются соединительные кабели. Намагничивающие устройства (соленоид, электромагнит) устанавливаются соответствующие гнезда чемодана, а соединительные и намагничивающие кабели аккуратно сворачиваются и укладываются в чемодан. Принадлежности: эталон, магнитный порошок, зеркало, светильник и др. укладываются в чемодан ЗИП.

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 По методическим указаниям и плакатам ознакомиться с физической сущностью магнитной дефектоскопии, подготовить дефектоскоп к работе.

6.2 Для заданных деталей наметить методику контроля (виды наиболее вероятных дефектов, расположение возможных дефектов, способ намагничивания, способ нанесения суспензии, способ размагничивания).

6.3 Осмотреть детали, при необходимости очистить их от загрязнений.

6.4 Пользуясь руководством подготовить дефектоскоп к работе.

6.5 Подготовить суспензию: смесь 30 г темного магнитного порошка на 1 литр керосина. Перед нанесением ее на деталь тщательно перемешать.

6.6 Провести намагничивание контрольного образца в соленоиде, окунанием образца в суспензию нанести магнитный порошок (на выпуклую часть). По образцу проверить степень намагничивания и качество суспензии. Должна быть четко видна сетка поверхностных трещин.

6.7 Провести контроль заданных деталей на выявление трещин и структуру наплавленного слоя.

6.8 Размагнитить детали, удалить остатки магнитного порошка, убрать рабочее место, оформить отчет по работе.

## 7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

### 7.1 Характеристика детали (образца):

Наименование \_\_\_\_\_

Материал \_\_\_\_\_

Размеры \_\_\_\_\_

### 7.2 Настройки дефектоскопа:

Марка дефектоскопа \_\_\_\_\_

Вид намагничивания \_\_\_\_\_

Ток намагничивания, А \_\_\_\_\_

Вид намагничивающего оборудования \_\_\_\_\_

### 7.3 Результаты проверки:

Тип дефектов \_\_\_\_\_

Число обнаруженных дефектов \_\_\_\_\_

Глубина залегания дефектов, мм \_\_\_\_\_

Конфигурация дефектов \_\_\_\_\_

### 7.4 Эскиз детали с указанием дефектов:

## 7.5 Выводы по работе

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорофеев А.Л., Козоманов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – М.: Машиностроение, 1980.
2. Методы дефектоскопии сварных соединений. / Под ред. В.Г.Щербинского. – М.: Машиностроение, 1987.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. /Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука, 2004. - 535 с.
4. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Яговкин. -2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 400 с.

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Кунафин А.Ф.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучение физической сущности, разновидностей и особенностей контроля деталей ультразвуковой дефектоскопией.

1.2 Ознакомление с методами ультразвукового контроля и применяемым оборудованием.

1.3 Освоение методики настройки дефектоскопа УДЗ-21 и проведения контроля для конкретных деталей и образцов.

### 2 ЗАДАНИЕ

2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении работы.

2.2 Изучить по плакатам и литературе физическую сущность, разновидности и особенности контроля деталей ультразвуковой дефектоскопией

2.3 Настроить дефектоскоп УДЗ-21 и провести контроль конкретных деталей и образцов (по указанию преподавателя).

2.4 Выполнить эскизы проверенных деталей с указанием местоположения и конфигурации обнаруженных дефектов. Оформить отчет по работе.

### 3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

3.1 Дефектоскоп ультразвуковой УДЗ-21.

3.2 Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств (КОУ-2), контактная смазка (машинное масло, вазелин, вода).

3.3 Руководство по эксплуатации дефектоскопа УДЗ-21, плакаты по теме.

3.4 Набор деталей и образцов для проверки.

### 4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 4.1 Сущность акустических методов контроля

Согласно ГОСТ 23829-79 акустические методы контроля делят на две большие группы: использующие излучение и приём акустических волн (**активные методы**) и основанные только на

приёме (**пассивные методы**). В каждой из групп можно выделить методы, основанные на возникновении в объекте контроля бегущих и стоячих волн или колебаний.

Активные акустические методы, в которых применяют бегущие волны, делят на две подгруппы, использующие **прохождение** и **отражение** волн. Применяют как **непрерывное**, так и **импульсное** излучение.

**Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД)** - разновидность акустических методов контроля дефектов. Метод основан на свойстве ультразвуковых колебаний прямолинейно распространяться в однородном твердом теле и отражаться от границ раздела сред с различными акустическими сопротивлениями.

**Ультразвук** представляет собой волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц среды с частотой за пределом слышимости человека. Обычно под ультразвуком понимают частоты выше 20 000 Герц. В ультразвуковом диапазоне сравнительно легко получить направленное излучение, он хорошо поддается фокусировке, в результате чего повышается интенсивность ультразвуковых колебаний (УЗК).

Первые работы по исследованию ультразвука были проведены великим русским ученым-физиком П. Н. Лебедевым в конце XIX, а затем ультразвуком занимались многие видные ученые. Профессор С. Я. Соколов использовал свойство распространения ультразвука в ряде материалов и предложил в 1928 году новый метод обнаружения дефектов, залегающих в толще металла. Ультразвуковой метод скоро получил признание в нашей стране и за рубежом. Это объясняется более высокой чувствительностью и достоверностью обнаружения дефектов (в 2 – 2,5 раза), более высокой оперативностью (в 15 – 20 раз) и производительностью (в 2 – 4 раза), меньшей стоимостью (в 2 – 6 раз) и безопасностью в работе по сравнению с другими методами неразрушающего контроля.

Существует огромное количество различных методов ультразвуковой дефектоскопии, но в ремонтном производстве наиболее часто используются два эхо-метода дефектоскопии: **теневого** и **импульсный**.

Теневой метод основан на сквозном прозвучивании. Ультразвуковые колебания (УЗК) вводятся в деталь с одной стороны, а принимаются с противоположной. При отсутствии в детали

дефектов (трещин, раковин, расслоений и др.) колебания, прошедшие через нее, будут восприняты и преобразованы в электрический сигнал пьезоприемником, усилены усилителем и представлены на экране дефектоскопа почти без изменений амплитуды. Если на пути УЗК встречается дефект, то амплитуда на экране прибора будет меньшего исходного значения.

Основные недостатки этого метода – необходимость доступа к детали с двух сторон и синхронность перемещения пьезоизлучателя и пьезоприемника по поверхности детали.

Импульсный эхо-метод в отличие от теневого основан на применении УЗК в виде коротких импульсов, регистрации интенсивности и времени отраженных от дефектов и границ детали эхо-сигналов. Ультразвуковые импульсы посылаются в деталь один за другим, через определенные промежутки времени – паузы.

**Периодом импульсов (Т)** называют время с от начала действия одного импульса до начала следующего:

$$T = t + \tau,$$

где:  $t$  – длительность импульса, мкс;

$\tau$  – длительность паузы, мкс.

Импульсы УЗК подаются и воспринимаются одной пьезоголовкой. Если в детали есть дефект, то импульсы УЗК отражаются от него раньше, чем от противоположной поверхности изделия.

На поверхности детали устанавливают пьезоэлектрический преобразователь (щуп) с пластинкой титаната бария или кварца, электрически связанной с прибором (рисунок 1).

Пластинка титаната бария (кварца) возбуждается электрическими импульсами высокой частоты на короткий промежуток времени (1-3 мкс). Вследствие явления обратного пьезоэффекта пластинка титаната бария излучает ультразвуковой импульс, который проходит через деталь. Отраженный от дефекта и от дна ультразвуковой импульс частично возвращается обратно и попадает на пьезоэлектрический преобразователь, который теперь служит приемником. Вследствие явления прямого пьезоэффекта пластинка титаната бария преобразует ультразвуковые импульсы в электрические, которые усиливаются и регистрируются дефектоскопом.

На экране дефектоскопа с помощью специального развертывающего устройства возникает временная диаграмма,

соответствующая распространению ультразвукового импульса в металле. Горизонтальная линия на экране индикатора представляет собой ось времени. Ее начало совпадает со временем посылки ультразвукового импульса в металл, а конец – со временем возвращения импульса, отраженного от дефекта или дна детали («донный импульс»).

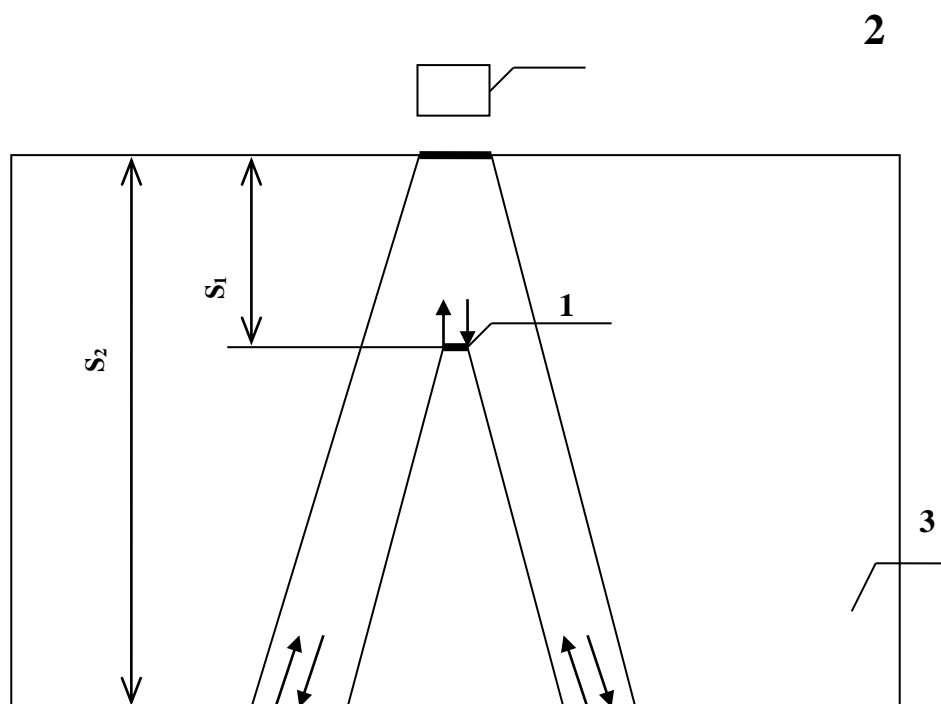


Рисунок 1 Схема прохождения ультразвукового импульса:

1 – дефект; 2 – пьезоэлектрический преобразователь; 3 – деталь (образец);

$S_1$  – глубина залегания дефекта;  $S_2$  – толщина детали (образца).

Время распространения импульса прямо пропорционально пройденному пути, т.е. длина горизонтальной оси времени на экране представляет масштабное изображение контролируемой длины. Время, необходимое для распространения ультразвукового импульса, отраженного от дефекта, будет меньше времени распространения импульса отраженного от дна детали, поэтому дефект, находящийся внутри металла и отразивший ультразвук, будет зарегистрирован на экране в виде всплеска импульса (рисунок 2).



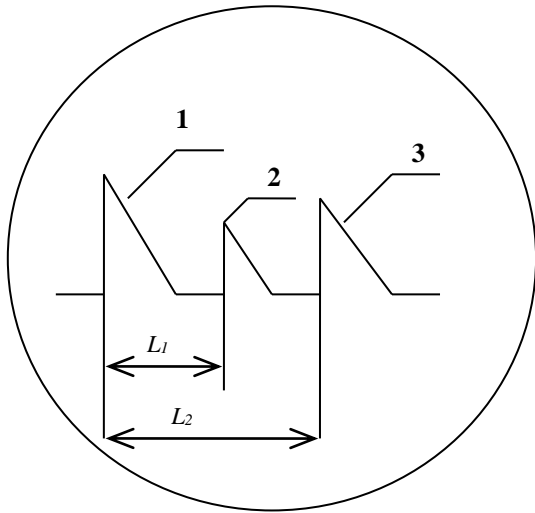


Рисунок 2 Картина распределения импульсов на экране дефектоскопа:

1 – начальный импульс; 2 – импульс, отраженный от дефекта; 3 – импульс, отраженный от дна образца (донный импульс).

Расстояние  $L_1$  между начальным импульсом и импульсом отраженным от дефекта, соответствует глубине залегания дефекта. Глубина залегания дефекта определяется из соотношения:

$$L_1 / L_2 = S_1 / S_2.$$

#### 4.2 Эхо-импульсный метод ультразвуковой дефектоскопии

При эхо-импульсном методе ультразвуковой дефектоскопии используются те же принципы, что и в радио - и акустической локации.

Современный эхо-метод УЗД основан на излучении в контролируемое изделие коротких импульсов упругих колебаний (длительностью 0,5 – 10 мкс) и регистрации интенсивности (амплитуды) и времени прихода эхо-сигналов, отраженных от дефектов отражателей (см. рисунок 3).

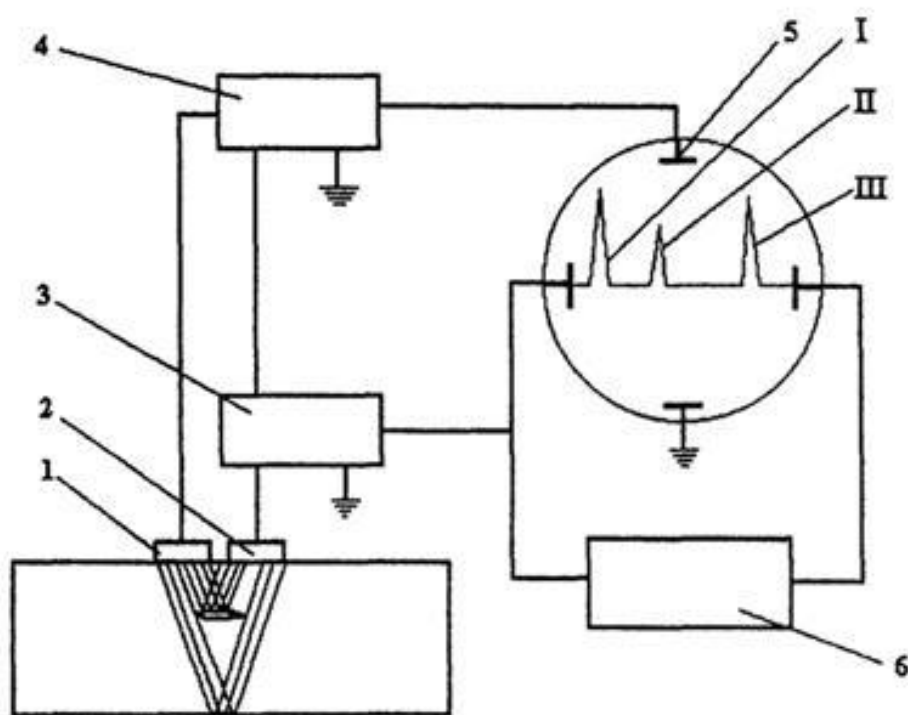


Рисунок 3 Принципиальная схема импульсного ультразвукового дефектоскопа

Генератор импульсов 3 возбуждает, пьезопластину передающей искательной головки 1. Ультразвуковые колебания распространяются в контролируемой детали, отражаются от ее противоположной стенки и попадают на пьезопластину приемной искательной головки 2. При этом на гранях пьезопластины возникает переменное напряжение, которое детектируется и усиливается в усилителе 4, а затем поступает на индикатор дефектоскопа. В современных дефектоскопах в качестве индикатора применяется жидкокристаллический экран или монитор ноутбука.

Генератор радиоимпульсов 3 возбуждает пьезопластину передающей искательной головки 1 короткими импульсами, между которыми получаются продолжительные паузы. Это позволяет четко различать на экране 5 сигнал начального (зондирующего) импульса I, сигнал от дефекта II и донный сигнал III. При отсутствии дефекта в контролируемом участке детали на экране осциллографа импульс II будет отсутствовать. Перемещая передающую и приемную искательные головки по поверхности контролируемой детали, обнаруживают дефекты и определяют их местоположение.

В некоторых конструкциях ультразвуковых дефектоскопов имеется только одна совмещенная искательная головка, которая

используется как для передачи, так и для приема ультразвуковых колебаний. Места прилегания искательных головок к контролируемой детали смазывается тонким слоем трансформаторного масла или вазелина для обеспечения непрерывного акустического контакта искательных головок с поверхностью контролируемого изделия.

Импульсный эхо-метод позволяет решать следующие задачи дефектоскопии:

1. Обнаружение и определение координат дефектов, представляющих собой нарушения сплошности и расположенных как на поверхности, так и внутри металлических и неметаллических изделий и в сварных соединениях.

2. Определение размеров дефектов и толщины изделий.

3. Обнаружение зон крупнозернистости в металлических изделиях и заготовках.

Современные ультразвуковые дефектоскопы, реализующие данный метод, позволяют эффективно определять характер дефектов, идентифицировать их по размерам, формам, ориентации.

#### 4.3 Основные характеристики УЗД

К основным характеристикам дефектоскопов относятся: **чувствительность, максимальная глубина прозвучивания, минимальная глубина ("мертвая зона»), разрешающая способность, точность измерения расстояния, производительность контроля.**

Под чувствительностью понимают минимальный размер дефекта, находящийся на максимальной глубине и четко регистрируемый прибором. Количественно ее определяют порогом чувствительности. Для эхо-метода – это минимальная площадь искусственного дефекта типа плоскодонного отверстия, который обнаруживается при контроле. Ее можно определить по отражателям другого типа, выполняя пересчет на площадь плоскодонного отверстия по формулам акустического тракта. Порог чувствительности ограничивается двумя главными факторами: чувствительностью аппаратуры и уровнем помех. В зависимости от структуры материала будет изменяться и порог чувствительности.

Максимальная глубина прозвучивания определяется максимальным расстоянием от дефекта (отражателя) заданного размера, на котором он уверенно выявляется. Она ограничивается условием, чтобы сигнал от дефекта был больше минимального сигнала, регистрируемого прибором и уровня помех. Она также определяется параметрами аппаратуры. В технических характеристиках прибора в качестве максимальной глубины прозвучивания указывают максимальную длительность развертки дефектоскопа. Достижение максимальной глубины прозвучивания ограничивается теми же факторами, которые препятствуют повышению чувствительности.

Минимальная глубина или "мертвая" зона - минимальное расстояние от преобразователя или от поверхности изделия до дефекта, на котором он четко выявляется, не сливаясь с зондирующим импульсом или импульсом от поверхности ввода ультразвука.

Разрешающая способность - минимальное расстояние между двумя одинаковыми дефектами, при котором они регистрируются раздельно. Различают **лучевую** и **фронтальную** разрешающую способности.

Лучевая разрешающая способность - минимальное расстояние в лучевом направлении, при котором сигналы от дефектов видны на экране как два отдельных импульса.

Фронтальная разрешающая способность по перемещению - минимальное расстояние между дефектами в направлении перпендикулярном лучевому.

Точность измерения расстояния до дефекта определяется погрешностью в % от измеряемой величины.

Производительность контроля определяется шагом и скоростью сканирования (перемещения) преобразователя. При оценке времени контроля учитывается и время на исследование дефекта.

## 5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

5.1 Изучить по методическим указаниям и плакатам сущность и приемы ультразвуковой дефектоскопии.

5.2 Измерить габаритные размеры и зарисовать эскиз проверяемой детали (образца).

5.3 Выбрать площадки, пригодные для установки преобразователей.

5.4 Выбрать тип преобразователя, частоту и направление ввода УЗК.

- 5.6 Настроить дефектоскоп на контрольном образце.
- 5.7 Произвести контроль детали.
- 5.8 Определить глубину залегания и конфигурацию дефектов, отразить их на эскизе детали.
- 5.9 Составить отчет по работе.

## 6 ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

### 6.1 Характеристика детали (образца):

Наименование \_\_\_\_\_

Материал \_\_\_\_\_

Размеры \_\_\_\_\_

### 6.2 Настройки дефектоскопа:

Тип преобразователя \_\_\_\_\_

Марка преобразователя \_\_\_\_\_

Частота УЗК, МГц \_\_\_\_\_

Угол ввода УЗК в деталь \_\_\_\_\_

### 6.3 Результаты проверки:

Число обнаруженных дефектов \_\_\_\_\_

Глубина залегания дефектов, мм \_\_\_\_\_

Конфигурация дефектов \_\_\_\_\_

### 6.4 Эскиз детали с указанием дефектов:

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 7.1 В чем заключается физическая сущность ультразвуковой дефектоскопии?
- 7.2 Назовите разновидности ультразвукового контроля.
- 7.3 Чем отличаются активные и пассивные методы УЗК?
- 7.4 Какие особенности имеет теневой метод ультразвукового контроля?
- 7.5 Какие особенности имеет эхо-метод УЗК?
- 7.6 Перечислите основные характеристики ультразвукового дефектоскопа.
- 7.7 Что такое чувствительность и максимальная глубина прозвучивания ?
- 7.8 Объясните сущность «мертвой зоны» УЗД.
- 7.9 Как определяются разрешающая способность, точность измерения расстояния и производительность при ультразвуковой дефектоскопии?
- 7.10 Назовите основные узлы ультразвукового дефектоскопа.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н., Лезин П.П., Лисунов Е.А., Кравченко И.Н. Надежность технических систем. – М.: УМЦ «Триада», 2010. – 353 с.
- 2) Надежность и ремонт машин./ Под ред. Курчаткина В.В.- М.: Колос, 2000. –776 с.
- 3) Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. / Варнаков В.В. и др. – М.: Колос, 2000. – 256 с.
- 4) Щербинский В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. – М.: Тиссо, 2005. -326 с.
- 5) Ультразвуковой контроль: дефектоскопы, нормативные документы, стандарты по УЗК. / Составитель В.А.Троицкий. – К: Феникс, 2006. – 224 с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАПЛАВКОЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА**

Павлов А.П.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Освоить сущность, особенности и возможности автоматической наплавки под слоем флюса, применяемое оборудование, материалы, выбор режимов наплавки.

### **2 ЗАДАНИЕ**

- Ознакомиться с правилами техники безопасности при автоматической наплавке под слоем флюса.
- Изучить сущность и особенности данного способа наплавки, устройство, принцип работы и настройку наплавочной установки.
- Выбрать марки электродной проволоки и флюса для наплавки заданной детали.
- Выбрать режимы наплавки.
- Наплавить деталь и проверить качество полученного металлопокрытия.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Наплавочная установка УД-209, сварочный выпрямитель ВДУ-506, электродная проволока диаметром 1,6...2,0 мм марок Св-08 (ГОСТ 2246-70), Нп-30, Нп-40, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543-82), флюс АН-348А, АН-60 (ГОСТ 9087-81), АНК-18, АНК-19 (ТУ 14-1-1261-74), стальные цилиндрические образцы, детали диаметром 60...300 мм, молоток с острым бойком, штангенциркуль ШЦ-I...ШЦ-III, плоскогубцы, защитные очки, металлическая щетка, волосяная щетка, сито металлическое, тара для шлака, совок.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

- Перед началом работы убедиться в исправности наплавочной установки.
- Запрещается прикасаться к токоведущим частям установки, находящимся под током.
- Устанавливать и крепить деталь на станке для наплавки, а также снимать наплавленную деталь после ее охлаждения необходимо при отключенном напряжении питающей сети.
- Во время наплавки сварочная дуга должна быть постоянно закрыта слоем флюса, не допускающего появления светового излучения.



- Очищать наплавленный слой металла от шлаковой корки в защитных очках.
- Наплавщик должен работать в брезентовом костюме или фартуке и головном уборе, под ногами у него должен быть резиновый коврик.
- При наплавке должна быть включена местная вытяжная вентиляция.
- У рабочего места не должно быть легко воспламеняющихся материалов.

## 5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сущность автоматической наплавки под слоем флюса состоит в том, что электрическая дуга 2 (рисунок 1) между деталью 1 и голой электродной проволокой 6 горит внутри эластичной шлаковой оболочки 3, образованной расплавлением непрерывно подаваемого из бункера 4 гранулированного флюса, которая:

- защищает расплавленный металл от вредного воздействия кислорода и азота окружающего воздуха;
- не только способствует уменьшению выгорания из него углерода и других элементов, но и легирует наплавленный слой металла;
- уменьшает теплоотвод в окружающую среду, тем самым увеличивая время нахождения металла в жидкой фазе, что позволяет всплыть из сварочной ванны пузырькам газа и частицам шлака;
- уменьшает потери металла на разбрызгивание;
- улучшает формирование наплавленного слоя.

При использовании кремне-марганцовистых плавящихся флюсов шлаковая оболочка является также раскислителем и восстанавливает окиси железа.

По мере вращения цилиндрической поверхности или прямолинейного перемещения плоских поверхностей при наплавке металл сварочной ванны и жидкий шлак затвердевают. Последний образует на наплавленном металле 11 шлаковую корку 10, которую постоянно отбивают в процессе наплавки заостренным молотком. Нерасплавившуюся часть флюса после просеивания используют повторно. Электродная проволока 6 подается в кассеты 8 в зону горения дуги, подающим механизмом 7 по направляющему мундштуку 5. Ток от одного полюса («+» анода) источника 9 подключают к электродной проволоке 6, от другого («-» катода) - через щеточное устройство и патрон станка к наплавляемой детали 1 (обратная полярность).

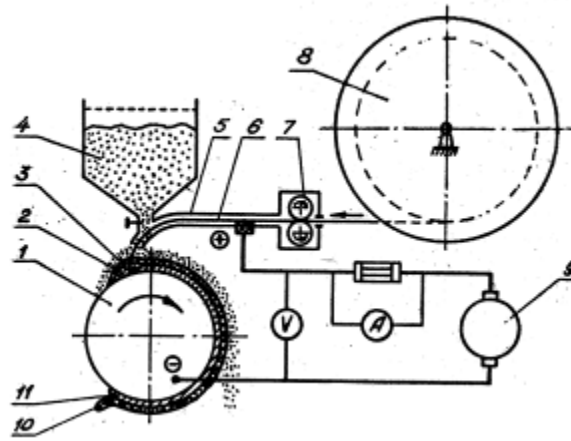


Рисунок 1 Схема автоматической наплавки под слоем флюса:  
 1 - деталь; 2 - электрическая дуга; 3 - оболочка из жидкого шлака; 4 - бункер с флюсом; 5 - мундштук; 6 - электродная проволока; 7 - механизм подачи электродной проволоки; 8 - кассета; 9 - источник тока; 10 - шлаковая корка; 11 - наплавленный металл.

Под автоматизацией процесса в наплавочных работах подразумевается автоматическое регулирование длины дуги в заданных пределах. При использовании источника тока с пологопадающей вольтамперной характеристикой поддержание длины дуги обеспечивается автоматическим регулированием тока, который при такой характеристике изменяется обратно пропорционально сопротивлению дуги, зависящей от её длины. Источники тока с жесткой вольтамперной характеристикой не дают такую возможность, в этом случае длину дуги необходимо регулировать автоматическим изменением скорости подачи электродной проволоки.

#### Достоинства, недостатки и область применения автоматической наплавки под слоем флюса

##### Достоинства:

- обеспечение получения качественного (плотного, без пор и раковин) наплавленного слоя металла;
- производительность в 6...10 раз выше, чем при ручной электродуговой сварке и наплавке, т.к. повышенная плотность тока и скорость наплавки;
- расход энергии примерно 3 кВт·ч/кг наплавленного металла (6...7 кВт·ч/кг – при ручной наплавке);
- потери металла на разбрызгивание - 1...3% (25...30% при ручной наплавке);
- возможность легирования через состав флюса;
- более благоприятные условия работы сварщика (отсутствие открытой

дуги и излучения).

Недостатки:

- значительный нагрев детали, вызывающий коробление;
- возможность наплавки деталей диаметром не менее 50...60 мм из-за:
- сильного нагрева детали (маленькое сечение для теплоотвода);
- трудности удержания на поверхности малого диаметра расплавленного металла и шлака;
- потребность во флюсе, удорожающая стоимости восстановления.

Область применения:

- восстановление цилиндрических и плоских поверхностей, имеющих большие износы (опорные катки, поддерживающие ролики, направляющие колеса, звенья гусениц и башмаки, различные шлицевые валы и др.);
- восстановление ответственных деталей с малым износом (коленчатые и распределительные валы, валы коробок передач).

## 6 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 6.1 Выбор электродной проволоки и флюса

Марки электродной проволоки и флюса следует выбрать с учетом требуемой твердости восстанавливаемой поверхности заданной детали, руководствуясь данными приложения 1.

При недостаточной твердости наплавленного металла в технологии восстановления детали необходимо предусмотреть операцию термообработки.

Диаметр электродной проволоки принимается в пределах  $d_{пр} = 1,6...2,0$  мм.

### 6.2 Выбор режимов наплавки заданной детали

Параметры режима наплавки подставлять в формулы без изменения размерностей.

Требуемая толщина наплавленного слоя металла для восстановления заданной детали должна равняться (см. рисунок 2) в мм:

$$h = I/2 + z_1 + z_2, \quad (1)$$

где  $I$  - износ детали, мм,

$$I = d_{ном} - d_{изн}, \quad (2)$$

где  $d_{ном}$  – номинальный размер, мм, принимается по чертежу детали,  
 $d_{изн}$  – диаметр изношенной детали, мм, определяется измерением с помощью штангенциркуля;

$z_1$  – односторонний припуск на механическую обработку перед покрытием, мм,  $z_1 = 0,1 \dots 0,3$  мм;

$z_2$  - односторонний припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм, для наплавки под слоем флюса  $z_2 = 0,8 \dots 1,1$  мм.

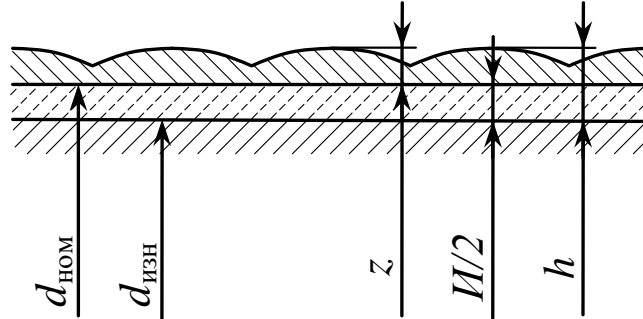


Рисунок 2 К расчету толщины наплавленного слоя металла:

$d_{НОМ}$  – номинальный диаметр детали, мм;  $d_{ИЗН}$  – диаметр изношенной поверхности детали, мм;  $И/2$  - износ детали на сторону, мм;  $h$  – толщина наплавленного слоя металла (высота наплавленных валиков), мм.

При выборе режима наплавки можно воспользоваться следующими эмпирическими формулами и рекомендациями.

Наплавка производится на постоянном токе обратной полярности.

Сварочный ток, А:

$$I = 40\sqrt[3]{d} \quad (3)$$

где  $d$  – диаметр наплавляемой детали (образца), мм;

Напряжение на дуге, В:

$$U_{д} = 21 + 0,04 \cdot I \quad (4)$$

Коэффициент наплавки, г/(А·ч):

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \frac{I}{d_{np}} \quad (5)$$

Скорость наплавки, м/ч:

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma} \quad (6)$$

Частота вращения детали, мин<sup>-1</sup>:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad (7)$$

Скорость подачи проволоки, м/ч:

$$V_{np} = \frac{4\alpha_n I}{\pi d_{np}^2 \gamma}; \quad (8)$$

где  $\gamma$  — плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>,  $\gamma = 7,85$  г/см<sup>3</sup>;  
 $d$  – диаметр детали, мм;

Шаг наплавки, мм:

$$S = (2,0 \dots 2,5) d_{np}; \quad (9)$$

Вылет электродной проволоки, мм:

$$\delta = (10 \dots 15) d_{np}; \quad (10)$$

Смещение электрода от зенита, мм:

$$l_3 = (0,05 \dots 0,07) d. \quad (11)$$

Ориентировочные режимы наплавки можно выбрать, пользуясь приложениями 2 и 3. По рассчитанной  $V_{np}$  подобрать сменные шестерни наплавочного головки, пользуясь приложением 4.

Выбранные значения параметров режима наплавки записать в отчете.

### 6.3 Выбор режимов наплавки заданной детали

Норма времени на выполнение наплавочных работ под слоем флюса и другими механизированными способами наплавки ( $T_H$ ) складывается из следующих элементов затрат времени:

$$T_H = T_o + T_{вс} + T_{доп} + T_{пз}/n, \quad (12)$$

где  $T_o$  - основное время определяется по следующей формуле:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S}$$

где  $l$  - длина наплавляемой поверхности детали, мм;

$n$  - количество наплавляемых деталей в партии, шт, в учебных целях можно принять 7...22 шт.

$T_{вс}$  — вспомогательное время наплавки (в учебных целях для механизированных способов наплавки принимается равным 2—4 мин.);

$T_{доп}$  — дополнительное время определяется по следующей формуле:

$$T_{доп} = (T_o + T_{вс}) \cdot K$$

где  $K$  (10)

где  $K = 10 - 14\%$  - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$T_{пз}$  - принимается (в учебных целях) равным 16 - 20 мин.

#### **6.4 Порядок работы на наплавочной установке:**

- подготовить деталь к наплавке (очистить от ржавчины, масла и т.д.);
- наполнить бункер флюсом, предварительно просеяв его через сито;
- закрепить на кронштейне кассету с намотанной электродной проволокой, конец проволоки заправить через ролики подающего механизма в мундштук;
- закрепить на станке восстанавливаемую деталь;
- при помощи механизмов подъема и перемещения головки подвести мундштук с электродной проволокой к детали, обеспечив принятые значения вылета электрода из мундштука и его смещения с зенита;
- настроить станок на требуемое число оборотов детали регулятором на пульте управления и шаг наплавки подбором сменных шестерен (приложение 5);
- подобрав сменные шестерни головки, установить требуемую скорость подачи электродной проволоки (приложение 4);
- включить рубильник электроцита лаборатории, автомат наплавочной установки и сварочный выпрямитель;
- открыть заслонку бункера и нажатием кнопки на пульте управления одновременно включить вращение детали (направление вращения по часовой стрелке, если смотреть на торец детали со стороны задней бабки станка), подачу электродной проволоки и сварочную цепь (при этом возбуждается дуга и начинается процесс наплавки); для получения ровных краев наплавленного участка детали продольную подачу включить после наплавки первого валика и выключить перед наплавкой последнего, шлаковую корку с поверхности детали в процессе наплавки удалять легкими ударами молота;
- после наплавки последнего (кольцевого) валика выключить установку для чего нажатием кнопки культа управления одновременно выключить подачу электродной проволоки, сварочный ток, вращение детали, затем прекратить подачу флюса, выключить сварочный преобразователь, шкаф управления, рубильник электроцита и снять со станка наплавленную деталь.

Качество наплавленной поверхности детали проверить визуальным осмотром. Она должна быть сплошной, сравнительно ровной, без наплывов, пор и шлаковых включений.

После выполнения задания убрать рабочее место.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
- 2 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве /Под ред. В.И.Черноиванова / Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992с.
- 3 Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудования /Под ред. В.Е.Канарчука - М.: Транспорт, 1995. – 303с.
- 4 Практикум по ремонту машин / Под ред. Пучина Е.А. - М.: Колос, 2009. – 336 с.
- 5 Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей – М.: Академия, 2002. – 496 с.

### Приложение 1 Твердость наплавленного металла

Марка электродной проволоки	Марка флюса	Средняя твердость, НРС
Св – 08	АН – 348А	16
	АН – 60	18
	АНК – 18	43
	АНК – 19	53
Св – 08Г2С	АН – 348А	20
	АН – 60	30
	АНК – 18	45
Нп – 30	АН – 348А	19
Нп - 40	АН – 348А	20
Нп – 50	АН – 348А	21
Нп – 65	АН – 348А	26
Нп – 80	АН – 348А	32
Нп – 30ХГСА	АН – 348А	32
	АН - 60	44

### Приложение 2 Режимы наплавки в зависимости от диаметра детали

Диаметр детали d, мм	Сварочный ток I, А	Напряжени е дуги U <sub>д</sub> , В	Скорость наплавки V <sub>н</sub> , м/ч	Шаг наплавки S, мм	Диаметр эл. проволоки d <sub>пр</sub> , мм	Толщина наплавленного слоя h, мм
50...60	140...150	26...28	16...24	3	1,6	1,5...2,0
65...75	170...180	26...28	16...28	3...5	1,6	1,8...2,5
80...100	180...200	28...30	16...32	4...5	2,0	2,5...3,5
150...200	220...250	30...32	16...36	5...6	2,2	3,0...5,0
250...300	250...280	30...32	16...36	6...7	2,2	3,0...5,0

### Приложение 3 Скорость подачи электродной проволоки в зависимости от сварочного тока

Скорость подачи электродной проволоки $V_{пр}$ , м/ч	Сварочный ток $I_{св}$ при диаметре электродной проволоки, А		
	$d_{пр}=1,6$ мм	$d_{пр}=2,0$ мм	$d_{пр}=3,0$ мм
76,6	140...150	180...200	340...360
87,3	150...160	210...230	370...400
99,5	160...180	240...260	410...450
113,0	170...190	260...280	460...480
128,0	190...220	280...300	480...510
144,0	210...230	300...320	520...550
163,0	230...250	3200...340	
184,0	250...270	340...360	
208,0	270...290	350...380	

### Приложение 4 Подбор сменных шестерен наплавочной головки установки УД-209 для регулирования скорости подачи электродной проволоки

Число зубьев сменных шестерен		Скорость подачи электрода $V_{пр}$ , м/ч при диаметре подающего ролика	
ведущей (с)	ведомой (d)	50 мм	60 мм
18	40	113	136
20	40	129	155
24	36	171	206
26	34	198	236
30	30	257	308
32	28	300	360
34	26	334	400



Приложение 5 Подбор сменных шестерен установки УД-209 для регулирования шага наплавки

Число зубьев сменных шестерен		Шаг наплавки S, мм/об
ведущей (a)	ведомой (b)	
66	42	12,6
64	44	11,6
60	48	10,0
58	50	9,3
56	52	8,6
52	56	7,4
50	58	6,9
48	60	6,4
44	64	5,5
42	66	5,1
40	68	4,7
38	70	4,3
36	72	4,0
32	76	3,4
30	78	3,1
28	80	2,8

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Павлов А.П.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучить принципы сварки и наплавки в среде диоксида углерода; ознакомиться с применяемым оборудованием и материалами для наплавки; приобрести практические навыки восстановления деталей сваркой и наплавкой в среде диоксида углерода.

### **2 ЗАДАНИЕ**

Ознакомиться с содержанием методических рекомендаций и правилами техники безопасности на рабочем месте; изучить оборудование и материалы; исследовать влияние режимов наплавки на свойства наплавленного слоя; разработать технологию восстановления заданной детали; составить отчет о проделанной работе.

### **3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**

Установка для наплавки в среде диоксида углерода; установка для полуавтоматической сварки в среде CO<sub>2</sub>; стол сварочный; образцы деталей для наплавки; заточной станок; твердомер; штангенциркуль; плакаты.

### **4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

#### **Сущность процесса**

Схема наплавки цилиндрических деталей плавящимся электродом показана на рисунке 1.

Через мундштук 2 подается плавящийся электрод 1. В зону горения дуги 4 через корпус горелки 3 поступает диоксид углерода. Между кончиком плавящегося электрода 1 и деталью 7 возбуждается электрическая дуга. В качестве плавящегося электрода используют наплавочную проволоку или ленту. Дуга горит между деталью и электродом, расплавляя последний. Под действием гравитационной силы расплавленный металл переносится на поверхность детали и образует сварочную ванну 5, после остывания которой формируется слой наплавленного металла 6.

При наплавке в среде диоксида углерода защита расплавленного металла осуществляется в процессе ряда химических реакций.

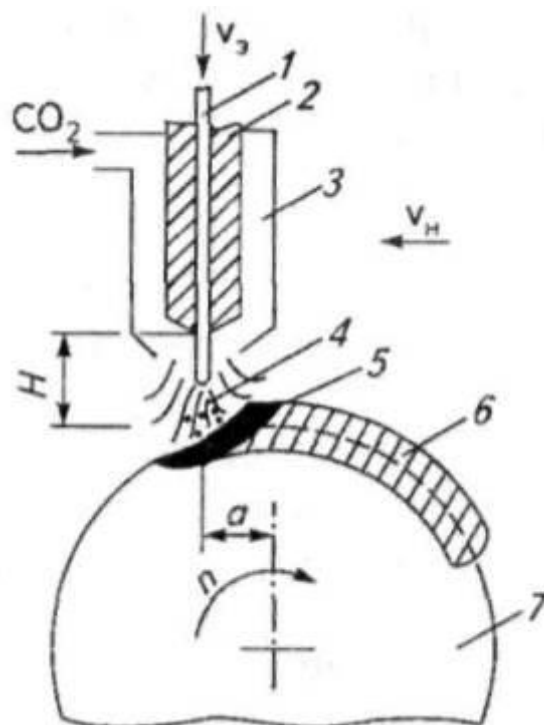
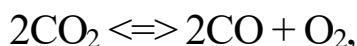


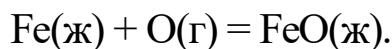
Рисунок 1. Схема наплавки цилиндрических деталей:

1 - плавящийся электрод; 2 - мундштук; 3 - корпус горелки; 4 - зона горения дуги; 5 - сварочная ванна; 6 - наплавленный металл; 7 - деталь; H - вылет электрода;  $V_3$  - скорость подачи электродной проволоки;  $V_n$  - скорость наплавки;  
a - смещение электрода с зенита; n - частота вращения детали.

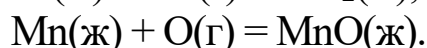
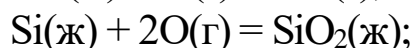
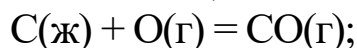
Под действием высокой температуры происходит диссоциация диоксида углерода



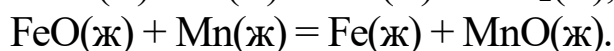
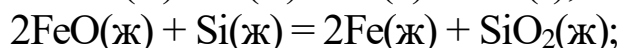
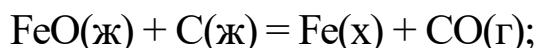
и окисление железа (в скобках: ж - жидкое состояние; г - газообразное состояние)



Нейтрализация (связывание) кислорода происходит в результате взаимодействия химических элементов, входящих в состав стали:

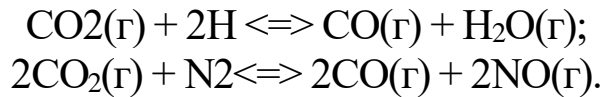


Для восстановления железа из оксидов необходимо повышенное содержание мощных раскислителей, в первую очередь кремния и марганца:



Оксиды кремния и марганца, обладая меньшей массой, чем железо, всплывают на поверхность жидкого металла и после охлаждения образуют тончайшую шлаковую корку.

Нейтрализация (связывание) действия водорода и азота протекает по следующим химическим реакциям:



### **Преимущества**

- Эффективное использование тепла сварочной дуги обеспечивает высокую производительность процесса, достигающую 18 кг наплавленного металла в 1 ч.
- Производительность сварки в среде диоксида углерода в 2,5...4 раза выше, чем производительность ручной сварки штучным электродом, и в 1,5 раза — чем при сварке под слоем флюса.
- Уменьшение зоны термического влияния (ЗТВ) обеспечивает высокое качество сварочных швов, возможность восстановления деталей малого диаметра (начиная с 10... 12 мм), а также сварки металла небольшой толщины.

### **Недостатки**

- Большие потери электродного материала (8... 12 %).
- Снижение (на 10...50%) усталостной прочности восстанавливаемых деталей.

### **Область применения**

Сварку и наплавку в среде диоксида углерода плавящимся электродом широко применяют в ремонтном производстве (для устранения трещин, приварки усилителей, сварки и приварки тонколистовых деталей, особенно при ремонте рам, кабин, элементов оперения и т. д.), что обусловлено рядом преимуществ перед наплавкой под слоем флюса и ручной сваркой штучным электродом.

### **Оборудование**

Сварку плавящимся электродом в среде диоксида углерода проводят с помощью шланговых полуавтоматов А-547, ПДА-300, ПДГ-312-4 и др. (рисунок 2).

Газовый баллон 1 предназначен для хранения диоксида углерода. В стандартный баллон вместимостью 40 л вмещается 25 кг жидкого  $\text{CO}_2$ , после испарения которой образуется около 12,5 м<sup>3</sup> газа. Баллоны окрашивают в черный цвет и маркируют надписью желтого цвета — «диоксид углерода».

При испарении диоксида углерода поглощается большое количество теплоты. Поэтому влага, которая может содержаться в баллоне, приводит к обмерзанию понижающего газового редуктора 4 и выходу его из строя. Для предотвращения этого применяют электрический подогреватель газа 2 и осушитель газа 3.

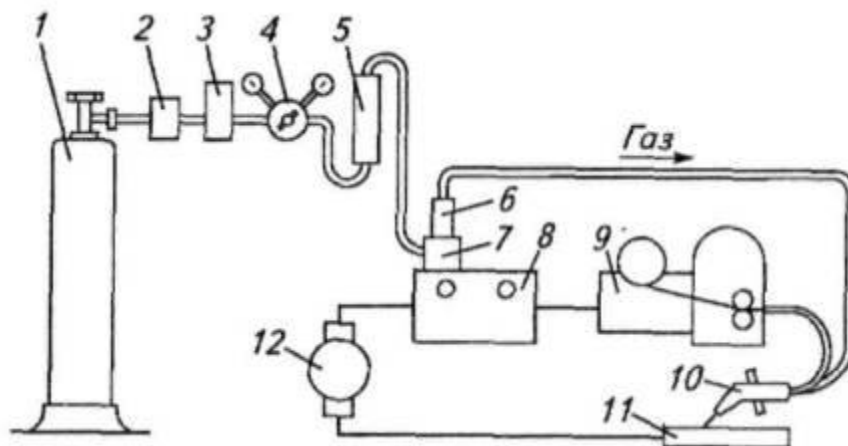


Рисунок 2. Схема установки для сварки (наплавки) в среде диоксида углерода: 1 - баллон с диоксидом углерода; 2 - электрический подогреватель газа; 3 - осушитель газа; 4 - газовый редуктор; 5 - ротаметр (расходомер газа); 6, 7 - электромагнитный газовый клапан; 8 - аппаратный ящик; 9 - механизм подачи проволоки с катушкой; 10 - сварочная горелка; 11 - восстанавливаемая деталь; 12 - источник сварочного тока

Газ, проходя по змеевику подогревателя, нагревается с помощью электрического нагревательного элемента и попадает в осушитель, где при взаимодействии с поглотителем влаги обезвоживается. В качестве поглотителя влаги используют силикагель или медный купорос. Осушитель периодически разбирают, и работоспособность поглотителя влаги восстанавливают путем его прокаливания.

Давление газа понижается, а расход регулируется с помощью газового редуктора 4. Расход газа контролируют ротаметром (расходомером) 5. Перед началом сварочного цикла газовую магистраль продувают для удаления из нее воздуха. Для этого заблаговременно открывают электромагнитный клапан 6, 7. После окончания цикла сварки клапан закрывается с некоторым запаздыванием, обеспечивая защиту сварочной ванны до ее охлаждения. После открытия электромагнитного клапана газ по шлангу через сварочную горелку 10 поступает в зону горения дуги.

Механизм подачи наплавочного материала 9 состоит из кассеты со сварочной проволокой, редуктора с подающими роликами, приводимого электрическим двигателем. Скорость подачи проволоки может изменяться

как ступенчато за счет изменения передаточного числа шестерен в редукторе, так и бесступенчато за счет изменения частоты вращения двигателя.

В качестве источников сварочного тока 12 можно применять сварочные преобразователи ПСГ-300, ПСУ-500 или сварочные выпрямители ВДГ-502, ВСЖ-303 с жесткой внешней характеристикой.

Для наплавки можно применять универсальные вращатели (ТОМ-12м) в сочетании со шланговыми сварочными полуавтоматами или изношенные токарные станки. Вращатель позволяет наплавлять детали диаметром от 20 до 350 мм, длиной 50...400 мм и массой до 50 кг. Частота вращения детали двухступенчатая: 5...10 и 12,5...250 мин<sup>-1</sup>. Скорость продольного перемещения горелки: 2...26 и 24...290 мм/мин. В наплавочной установке используют сварочный полуавтомат ПДГ-312-4. Источник питания дуги — сварочный выпрямитель ВДГ-502, регулирующий сварочный ток в пределах 60...500 А при напряжении на дуге 16...40 В.

### Материалы

Для сварки и наплавки применяют проволоки (диаметром 5...3 мм), ленты сплошного сечения, а также порошковые проволоки. Кроме того, используют сварочные (Св-08Г2, Св-18ХГН и др.) и наплавочные (Нп-30ХГСА, Нп-50ХГНТ и др.) легированные и высоколегированные проволоки с содержанием кремния и марганца не менее 1 %.

### Режимы

В зависимости от типа соединения, толщины свариваемых деталей выбирают диаметр электрода, силу сварочного тока и другие режимы сварки (таблица 1). Сварку проводят на постоянном токе, как правило, обратной полярности (деталь «-», электрод «+»).

Таблица 1. Режимы сварки углеродистых сталей в диоксиде углерода

Толщина листов металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа, л/мин	Положение сварки
Нахлесточное соединение							
0,8 + 0,8	0,8	90... 100	17,5...18,5	30...50	6...10	6...7	Нижнее
0,8 + 0,8	0,8...1,0	100...120	17,5...19,0	40...80	8...10	6...7	Верхнее
1,0+1,0	0,8...1,2	110...135	18,0...20,0	30...50	8...12	7...8	Нижнее
1,0+ 1,0	0,8...1,2	120...150	18,0...20,0	40...80	8...12	7...8	Верхнее
Угловое соединение							
0,8...1,0	0,7...0,8	70...110	17,0...19,5	30...50	8...10	6...7	Нижнее и

1,2...2,0	0,8...1,2	110...140	18,5...20,5	30...50	8...12	6...7	верхнее
2,0...3,0	1,0...1,4	150...210	19,5...23,0	25...45	8...15	6...8	
4,0...6,0	1,0...1,4	170...350	21,0...32,0	23...45	10...15	7...10	

Процесс сварки начинается с включения подачи газа, после небольшой задержки включается подача электрода и включается сварочный ток. Легким касанием кончика электрода детали возбуждается электрическая дуга, и начинается процесс сварки.

При сварке в нижнем положении электроду сообщают поступательное движение вдоль оси шва, возвратно-поступательное, по спирали или змейкой. Электрод перемещают слева направо «углом назад» или справа налево «углом вперед».

Вертикальные швы при толщине металла до 4 мм сваривают сверху вниз без колебаний электрода. При толщине металла более 4 мм сварку проводят снизу вверх с поперечными колебаниями электрода.

Заканчивая сварку, кратер необходимо заполнить металлом, отключить подачу электродного материала и выключить электроток, не отводя горелку и не прекращая подачу газа до остывания металла.

Режимы сварки и наплавки влияют на интенсивность металлургических процессов и состав металла шва. Ток в сварочной цепи определяется напряжением на дуге, скоростью подачи и сечением электрода. С повышением напряжения и уменьшением силы тока потери углерода, марганца и кремния растут. Увеличение силы тока значительно влияет на глубину проплавления. Расход газа влияет на коэффициент расплавления, химический состав шва и наличие пор.

При повышении скорости наплавки уменьшаются потери металла на угар, уменьшается глубина проплавления и несколько улучшаются прочностные свойства наплавленного металла. Рекомендуемые режимы наплавки приведены в таблице 2.

Шаг наплавки выбирают с учетом ширины и перекрытия валиков для достижения минимальной волнистости наплавленного металла.

Электрод с зенита смещают в сторону, противоположную направлению вращения детали, что необходимо для достижения оптимальных условий формирования шва.

## **Выбор режимов наплавки заданной детали**

Сила тока выбирается в зависимости от диаметра электрода и диаметра детали (таблица 2).

Скорость наплавки ( $V_H$ ), частота вращения ( $n$ ), скорость подачи электродной проволоки ( $V_{np}$ ), шаг наплавки ( $S$ ), смещение электрода ( $l$ ) определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.



Таблица 2 Режимы наплавки в углекислом газе

Диаметр проволоки, мм	Диаметр детали, мм	$I$ , А	$U$ , В
0,8...1	10... 20	70... 95	18...19
	20... 30	90...120	18...19
	30... 40	110...140	18...19
1...1,2	40... 50	130...160	18...20
1,2...1,4	50... 70	140...175	19...20
1,4...1,6	70... 90	170...195	20...21
1,6...2	90...120	195...225	20...22

Коэффициент наплавки при наплавке на обратной полярности  $\alpha_n=10 \dots 12$  г/А-ч. Вылет электрода равен 8 ... 15 мм. Расход углекислого газа составляет 8...20 л/мин. Наплавка осуществляется проволоками Нп-30ХГСА, Св-18ХГСА, Св-08Г2С, Св-12ГС, в состав которых должны обязательно входить раскислители — кремний, марганец.

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистой проволокой марки Св-08Г2С, Св-12ГС составляет НВ 200—250, и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (30ХГСА и др.) после закалки достигает 50 НРС. Норму времени следует рассчитывать по формулам 8, 9, 10.

## 5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

### 5.1 Порядок проведения наплавки изношенной детали

1. Устанавливают деталь в патрон вращателя, закрепляют, поджимают конусом задней бабки.
2. Устанавливают положение сварочной горелки относительно наплавляемой детали, смещение и необходимый вылет электрода.
3. Включают питание блока управления вращателя, с помощью тумблеров на пульте управления устанавливают необходимые направления вращения детали и перемещения суппорта, регулируют с помощью потенциометров частоту вращения и скорость перемещения.
4. Устанавливают режим автоматического управления на сварочном полуавтомате и задержки на предварительную и заключительную продувки газом.
5. Устанавливают необходимую скорость подачи проволоки.

6. Включают подачу электрического напряжения на сварочный выпрямитель, подают напряжение на подогреватель газа.
7. Включают сварочный выпрямитель и регулируют предварительно напряжение на его выходе.
8. Открывают вентиль на газовом баллоне, с помощью редуктора регулируют давление на выходе газового редуктора.
9. Нажимают на кнопку «ПУСК» на пульте управления и проводят наплавку детали.
10. Завершают наплавку, нажав на кнопку «СТОП».
11. Отключают сварочный выпрямитель и блок управления вращателем.
12. Закрывают вентиль на газовом баллоне.
13. Охлаждают деталь.
14. Снимают деталь с вращателя и оценивают качество наплавки.

## 5.2 Порядок проведения сварки на установке для полуавтоматической сварки в среде CO<sub>2</sub>.

1. Положить деталь (образцы из стального листа) на сварочный стол, подключенный к клемме «минус» сварочного преобразователя;
2. Включить общий рубильник лаборатории;
3. Подключить вилкой шкаф управления к сети с напряжением 220 В;
4. Включить сварочный преобразователь и предварительно настроить его на выбранное напряжение, имея в виду, что напряжение холостого хода больше рабочего напряжения;
5. Поставить переключатель «Сеть. Включено. выключено» шкафа управления в положение «Включено» (при этом загорается сигнальная лампочка на панели);
6. Открыть вентиль баллона с углекислым газом и с помощью понижающего газового редуктора, установить по ротаметру требуемый расход;
7. Попеременным нажатием кнопок «Электрод вниз» и «Электрод вверх» проверить работу подающего механизма;
8. Пробной сваркой откорректировать режим процесса, (подача электродной проволоки включается кнопкой, расположенной на рукоятке сварочной головки, скорость ее подачи регулируется ручкой, находящейся на панели подающего механизма);
9. Произвести сварку образцов из тонколистовой стали и наплавку изношенных поверхностей детали (шлиц, шпоночной канавки).
10. После окончания сварки (наплавки):

- выключить подачу электродной проволоки;
- выключит шкаф управления поворотом переключателя в положение «Выключено».
- отключить шкаф управления от сети;
- выключить сварочный преобразователь;
- закрыть вентиль баллона;
- выключить общий рубильник лаборатории.

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучают правила техники безопасности на рабочем месте.
2. Знакомятся с содержанием методических указаний.
3. Отвечают на контрольные вопросы.
4. Подготавливают деталь для проведения наплавки.
5. Выбирают и устанавливают режимы наплавки.
6. Наплавляют деталь.
7. Оценивают свойства наплавленного слоя.
8. Оформляют отчет о проделанной работе на бланке индивидуального задания, выданного преподавателем.

## 7 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

Он должен содержать.

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Краткие сведения о материале детали, ее размерах и твердости до и после наплавки.
3. Режимы наплавки для заданной детали и разработку операционной карты ее восстановления.

Таблица 2 Режимы наплавки цилиндрических поверхностей

Диаметр детали, мм	Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Смещение электродов, мм	Шаг наплавки, мм	Вылет электрода, мм	Расход диоксида углерода, л/мин
10...20	0,5...0,8	0,8	70...90	16...18	40...45	2...4	2,5...3,0	7...10	6...8
20...30	0,8...1,0	1,0	85...110	18...20	40...45	3...5	2,8...3,2	8...11	6...8
30...40	1,0...1,2	1,2	90...150	19...23	35...40	5...8	3,0...3,5	10...12	6...8
40...50	1,2...1,4	1,4	110...180	20...24	30...35	6...10	3,5...4,0	10...15	8...10
50...60	1,4...1,6	1,6	140...200	24...28	30...20	7...12	4,0...6,0	12...20	8...10
60...70	1,6...2,0	2,0	280...400	27...30	20...15	8...14	4,5...6,5	18...25	10...12
70...80	2,0...2,5	2,5	280...450	38...30	11...20	9...15	5,0...7,0	20...27	12...15
80...90	2,5...3,0	3,0	300...480	28...32	10...20	9...15	5,0...7,5	20...27	14...18
90...100	0,8...1,0	1,0	100...300	18...19	70...80	8...10	2,8...3,2	10...12	6...8
100...150	0,8...1,0	1,2	130...160	18...19	70...80	8...12	3,0...3,5	10...13	8...9
200...300	0,8...1,0	1,2	150...190	19...21	20...30	18...20	3,0...3,5	10...13	8...9
200...400	1,8...2,8	2,0	350...420	32...34	25...35	18...22	4,5...6,5	25...40	15...18

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
- 2 Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В.Курчаткина/ - М.: Колос, 2000. – 776с.
- 3 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве /Под ред. В.И.Черноиванова / Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992с.
- 4 Практикум по ремонту машин / Под ред. Пучина Е.А. - М.: Колос, 2009. – 336 с.
- 5 Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей – М.: Академия, 2002. – 496 с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ**

Павлов А.П.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Закрепить теоретические знания о сущности, видах и особенностях плазменной наплавки, изучить применяемое оборудование, освоить выбор режимов наплавки для восстановления изношенных деталей.

### **2 ЗАДАНИЕ**

2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при плазменной наплавке.

2.2 Изучить устройство, принцип работы установки для плазменной наплавки.

2.3 Выбрать присадочный материал для восстановления изношенной детали.

2.4 Определить требуемую толщину наплавляемого слоя и выбрать режимы наплавки.

2.5 Произвести наплавку детали, проверить качество покрытия.

2.6 Составить отчет о выполненной работе.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

3.1 Наплавочная установка.

3.2 Сварочный выпрямитель ВДУ-506.

3.3 Баллон с аргоном.

3.4 Наплавочные порошки.

3.5 Стальные цилиндрические образцы или бракованные детали диаметром 20...60 мм.

3.6 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80, стойка индикаторная с ИЧ-10 ГОСТ 15593-70.

3.7 Твердомер ТДМ-2.

3.8 Набор слесарных инструментов.

3.9 Защитные сварочные щитки.

## 4 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

Перед началом работы убедиться в исправности наплавочной установки, проверить циркуляцию воды в системе охлаждения. Наплавочная установка и корпус источника тока должны иметь надежное заземление. На рабочем месте не должно быть легковоспламеняющихся материалов. К работе приступать только под наблюдением учебного мастера.

Наплавщик должен работать в брезентовом костюме или фартуке и головном уборе, под ногами у него должен быть резиновый коврик или сухая деревянная решетка.

Устанавливать и крепить деталь на станке и снимать ее после наплавки только после охлаждения при отключенном напряжении питающей цепи.

Для наблюдения за рабочим процессом во время наплавки установка должна иметь щиток со смотровым светофильтром необходимой плотности или должна быть обеспечена защитными масками. Работа с открытой зоной горения дуги категорически запрещена.

После завершения работы отключить электропитание, систему охлаждения установки и перекрыть подачу газа. Рабочее место привести в порядок.

## 5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 5.1 Сущность плазменной наплавки

Плазма представляет собой сильно ионизированный газ, состоящий из молекул атомов, ионов, электронов и световых квантов. В настоящее время данный источник теплоты используется для сварки, резки, термообработки металлов, а также для восстановления изношенных деталей методами напыления и наплавки присадочных материалов [1].

Высокая концентрация тепловой энергии (до  $500 \text{ кВт/см}^2$ ) и температура (до  $30000 \text{ }^\circ\text{C}$ ) плазменной струи позволяет расплавлять практически любые присадочные материалы и получать покрытия на их основе с высокой твердостью и износостойкостью. Различают наплавку с применением порошка (рисунок 5.1, а), проволоки (рисунок 5.1, б) и их сочетанием.

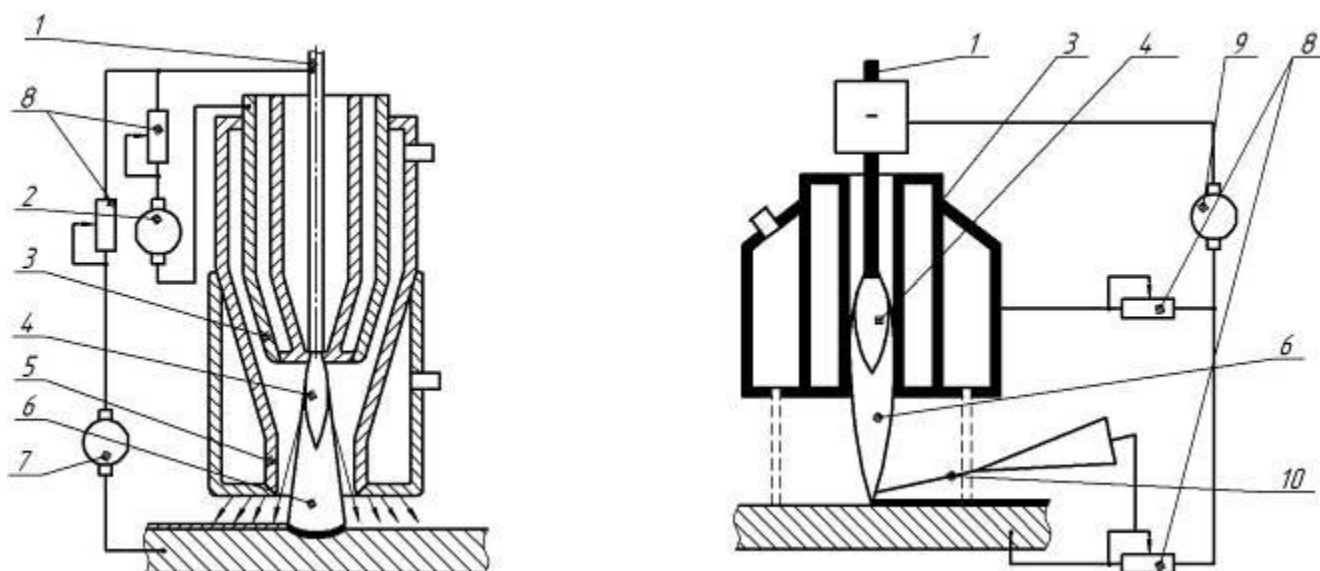


Рисунок 5.1 Схемы плазменной наплавки: а – с вдуванием порошка в дугу, б – с применением присадочной проволоки

1 – вольфрамовый электрод; 2 – источник питания дуги косвенного действия; 3 – плазмообразующее сопло; 4 – плазменная струя; 5 – защитное сопло; 6 – сжатая дуга; 7 – источник питания сжатой дуги прямого действия; 8 – балластные реостаты; 9 – источник питания; 10 – токоведущая проволока.

На практике, в основном, применяют первую схему, поскольку она является более универсальной за счет широкого диапазона регулирования теплоты, идущей на нагрев порошка и детали. Наплавка порошковых материалов позволяет получить покрытия высокого качества с толщиной от 0,2 до 5,0 мм при применении колебательного механизма. Способ отличается незначительным тепловым воздействием на деталь, высокой производительностью (5...12 кг/ч), хорошим сцеплением наплавленного слоя с основным металлом. Припуски на последующую механическую обработку составляют от 0,6 мм до 1,0 мм. Недостатками данного способа являются относительно высокая стоимость оборудования и расходных материалов (порошки, газ, вольфрамовый электрод) [2,3].

Плазменной наплавкой обычно восстанавливаются наружные цилиндрические и плоские поверхности, но могут восстанавливаться и внутренние поверхности.



## 5.2 Принцип работы наплавочной установки

Плазменную наплавку и напыление производят на установках УПМ-6, УПУ-3М, УПУ-5, УД-209 и т.д. Принципиальная схема установки для плазменной наплавки коленчатых валов, разработанная на кафедре «Технология металлов и ремонт машин», представлена на рисунке 5.2, а схема плазмотрона на рисунке 5.3.

Плазменная установка работает следующим образом. Вращатель 1 на базе установки УД-209 приводит во вращение деталь 7. В пульте управления 5 сосредоточены пусковые, измерительные и сигнальные приборы. Здесь же смонтировано устройство защитного отключения установки при отсутствии охлаждающей воды.

В качестве плазмообразующего газа используется аргон, который подается из баллона 10 через редуктор 9 и распределяется расположенными в пульте управления кранами на плазмообразующую и транспортирующую линии. Расход газа контролируется ротаметрами 6 и составляет для плазмообразующего газа 1,5-2,5 л/мин, транспортирующего 6,0 ... 8,0 л/мин (при работе на аргоне и азоте) [4]. Для питания установки используется источник постоянного тока 8 с падающей вольт-амперной характеристикой и напряжением холостого хода не менее 60 В. Для возбуждения электрической дуги используется осциллятор, который расположен в корпусе пульта управления. Плазменная дуга возбуждается между вольфрамовым электродом плазмотрона 2 и деталью 7. При наплавке порошком расстояние от сопла плазмотрона до детали должно составлять 12,0...20,0 мм [4]. Порошок подается в сварочную ванну при помощи порошкового питателя 4. Расход порошка регулируется изменением частоты вращения электродвигателя 3 привода порошкового питателя. Продольное перемещение плазмотрона производится включением подачи суппорта.

## 5.3 Выбор наплавочного материала и технология плазменной наплавки

Выбор наплавочных материалов определяется условиями работы машины, агрегата, узла: одни детали работают при значительном абразивном изнашивании, другие — при высоких температурах, третьи — при знакопеременных нагрузках в условиях сильных давлений, ударов. Выбор наплавочных материалов зависит от многих факторов: состава и формы наплавочного сплава, состава металлической основы детали, характера взаимодействия легирующих и других элементов, способа и режима наплавки и др.

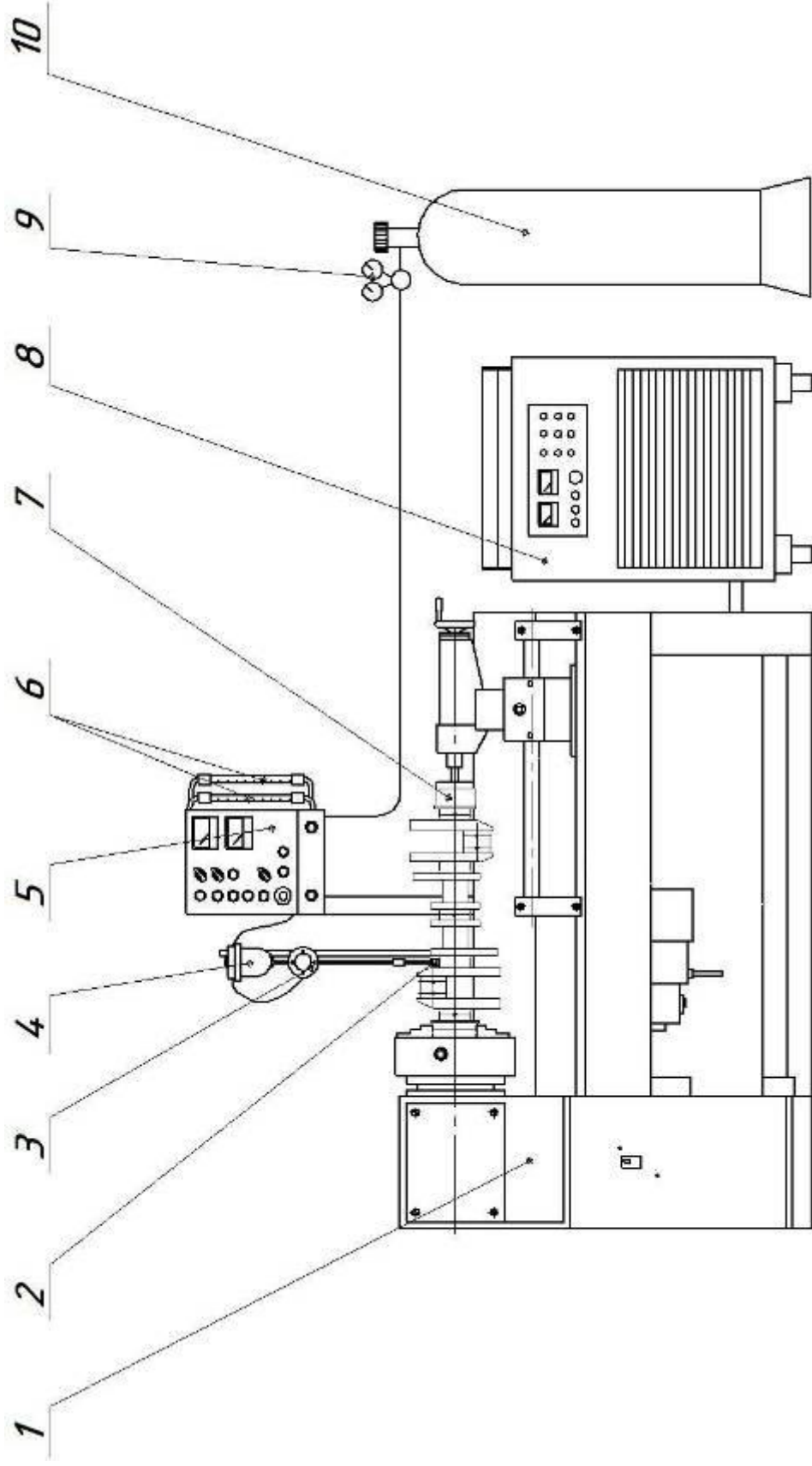


Рисунок 5.2 Схема установки для плазменной наплавки

1 - вращатель; 2 - плазмотрон; 3 – электродвигатель порошкового питателя; 4 - порошковый питатель; 5 - пульт управления; 6 - рогаметры; 7 - восстанавливаемая деталь; 8 - источник питания; 9 - редуктор; 10 - баллон с плазмообразующим газом

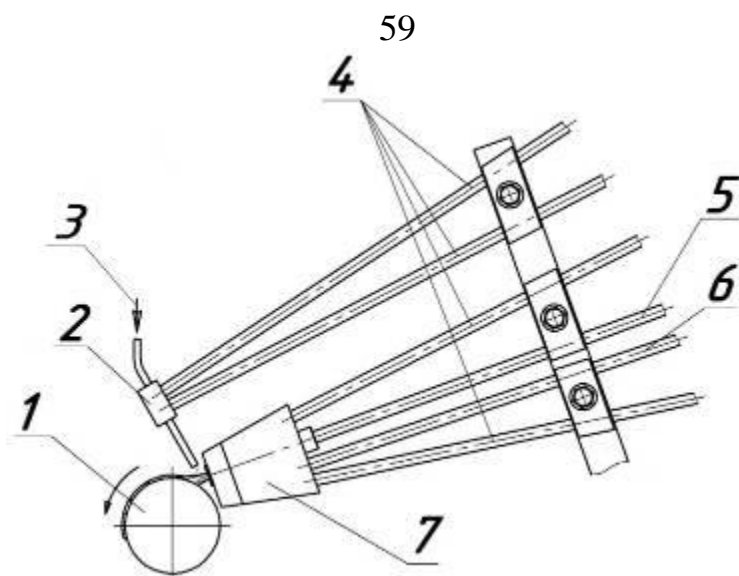


Рисунок 5.3 Схема плазмотрона при наплавке

1 – восстанавливаемая деталь; 2 – приспособление для подачи порошка; 3 – подвод порошка от порошкового питателя; 4 – трубки подвода и отвода охлаждающей воды; 5 – направляющая для крепления электрода; 6 – трубка подвода плазмообразующего газа; 7 - плазмотрон

Гранулометрический состав порошков должен быть по возможности однородным, т.к. слишком крупные частицы не успевают расплавиться в плазме и не образуют прочной связи, слишком мелкие не обладают достаточной энергией для обеспечения хорошей сцепляемости или они могут просто сгореть в плазме. Оптимальный размер частиц порошка 50 ...100 мкм. Для улучшения сыпучести порошков их перед использованием просушивают в течение 1 ... 2 ч при температуре 120 ... 150 °С.

Для восстановления деталей типа «вал», крестовин, фасок клапанов используют твердые сплавы ПГ-С1, ПГ-УС25 с добавлением 6-8% Al (HRC 46-52) и электродные проволоки Нп-65Г, Нп-30ХГСА. Для восстановления распределительных валов используют порошковые сплавы ПГ-СР4, ПГ-ФБХ6-2, с добавлением 6% Al (HRC 52-58). Для восстановления коленчатых валов используют композиции на основе порошка ПГ-С27, ПГ-СР4 (HRC 50-58) и электродной проволоки Нп-30ХГСА, Св-04Х19Н9, Св-08МХ.

Перед наплавкой восстанавливаемую поверхность подготавливают - шлифуют до выведения следов износа и обезжиривают. При незначительных износах припуск на механическую обработку перед наплавкой должен составлять не менее 1 мм, т.к. на границе стыка основного металла с наплавленной поверхностью возможно образование пор. При наплавке ответственных деталей их предварительно нагревают в печи при температуре 400°С в течение 3 часов, для исключения образования усталостных трещин.

## 5.4 Расчёт режимов наплавки

5.4.1 Скорость наплавки в мм/ч определяется по формуле

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (1)$$

где  $\alpha_H$  - коэффициент наплавки, ( $\alpha_H = 10 \dots 13$  г/(А·ч));

$I$  - сила тока, рациональное значение силы тока 200 ... 230 А;

$h$  - толщина наплавляемого слоя, мм;

$S$  - шаг наплавки, ( $S = 4,0 \dots 5,0$  мм/об [2]);

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, (для порошковых твёрдых сплавов на железной основе  $\gamma = 7,4 \cdot 10^{-3}$  г/мм<sup>3</sup>).

5.4.2 Толщина наплавляемого слоя в мм определяется по формуле

$$h = \frac{I}{2} + z_1 + z_2, \quad (2)$$

где  $I$  - износ детали (на диаметр), мм;

$z_1$  - припуск на механическую обработку перед наплавкой (на сторону), мм;

$z_2$  - припуск на механическую обработку после наплавки (на сторону), мм.

5.4.3 Частота вращения детали в мин<sup>-1</sup> определяется по формуле

$$n = \frac{V_H}{60 \cdot \pi \cdot d}, \quad (3)$$

где  $d$  - диаметр детали, мм.

5.4.4 Расход порошка в г/ч определяется по формуле

$$Q = V_H \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_{\Pi}, \quad (4)$$

где  $K_{\Pi}$  - коэффициент, учитывающий потери порошка ( $K_{\Pi} = 1,15 / 2$ ).

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 6.1 Дефектовать деталь, определить значения предельных износов.
- 6.2 Подготовить поверхность под наплавку.
- 6.3 Выбрать марку порошка для наплавки.
- 6.4 Рассчитать режимы наплавки и настроить установку.
- 6.5 Выполнить наплавку изношенной поверхности.
- 6.6 Проверить размеры и качество наплавленного слоя.
- 6.7 Составить отчет по работе в виде таблицы 1, заполнить операционную карту (приложение А).

Деталь \_\_\_\_\_  
Марка двигателя \_\_\_\_\_

Таблица 1 Результаты расчета и выбора режимов наплавки

Параметр	Значение
Твердость, HRC	
Длина наплавляемой поверхности, мм	
Диаметр детали, мм	
Частота вращения детали, мин-1	
Шаг наплавки, мм	
Толщина наплавляемого слоя, мм	
Сила тока, А	
Расход порошка, г/ч	
Расход плазмообразующего газа, л/мин	
Расход транспортирующего газа, л/мин	

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. - М.: Машиностроение, 1987. – 230 с.
2. Ибрагимов В.С. Современные способы восстановления деталей машин. Учебное пособие. Ульяновский СХИ, 1988. – 96 с.
3. Надежность и ремонт машин./ Под ред. В.В. Курчаткина. - М.: Колос, 2000. – 776 с.
4. Бабусенко С.М., Степанов В.А. Современные способы ремонта машин. Изд. 2-е перераб. и доп. - М.: Колос, 1977. – 272 с.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ НАПЫЛЕНИЕМ

Павлов А.П.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Изучить физическую сущность, особенности и возможности электрометаллизации напылением.
- 1.2 Изучить оборудование и получить практические навыки работы на нем.
- 1.3 Освоить технологию и выбор оптимального режима восстановления деталей электрометаллизацией.
- 1.4 Исследовать влияние на твердость металлизированного покрытия одного из параметров режима процесса или содержания углерода в электродной проволоке.

### 2 ЗАДАНИЕ

- 2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении работы.
- 2.2 Изучить устройство стационарной электрометаллизационной установки, принцип ее работы, настройку на требуемый режим и порядок пуска в работу.  
Изучить устройство ручного электрометаллизатора
- 2.3 Разработать маршрутную технологию восстановления заданной детали электрометаллизацией напылением (привести перечень операций и их содержание). Подобрать режим операции электрометаллизации.
- 2.4 Подготовить деталь (образец), настроить установку и произвести электрометаллизацию при изменении одного из параметров ее режима или химсостава (по углероду) электродной проволоки.
- 2.5 Выявить влияние изменившихся факторов на твердость металлизированного покрытия.

### 3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- 3.1 Переоборудованный токарный станок.
- 3.2 Стационарный электрометаллизационный аппарат ЭМ-6.
- 3.3 Ручной электрометаллизационный аппарат ЭМ-10-66.
- 3.4 Компрессор.
- 3.5 Преобразователь сварочный или трансформатор понижающий
- 3.6 Наплавочная (сварочная) проволока Св-08. Нп-30, Нп-40, Нп-50, Нп-65, Нп-80 диаметром 1,6 ...2,2 мм.
- 3.7 Изношенные детали или стальные цилиндрические образцы диаметром 25 ...50 мм.

3.8 Штангенциркуль 0 ... 125 мм.

3.9 Твердомер Бринеля.

3.10 Защитные сварочные щитки.

#### 4 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

- Перед началом работы убедиться в исправности металлизационной установки.
- Установка и корпус источника тока должны иметь надежное заземление.
- Оператор должен работать в брезентовом костюме или фартуке и головном уборе, под ногами у него должен быть резиновый коврик или сухая деревянная решетка.
- Нельзя прикасаться к токоведущим частям установки.
- Устанавливать и крепить деталь на станке и снимать ее после напыления только после охлаждения при отключенном напряжении питающей цепи.
- Во время работы для наблюдения за процессом формирования слоя напыленного металла установка должна иметь щиток со смотровым светофильтром необходимой плотности или должна быть обеспечена защитными масками. Работа с открытой зоной горения дуги категорически запрещена.
- К работе приступать только под наблюдением учебного мастера.

#### 5 ПОРЯДОК И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

При выполнении работы руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в литературе /8,9/ и инструкции, вывешенной в лаборатории

Схема стационарной электрометаллизационной установки показана на рисунке 1.

Техническая характеристика электрометаллизатора ЭМ-6:

Допускаемый ток	300 А
Напряжение	20 - 40 В
Рабочее давление сжатого воздуха	4-5 атм.
Расход сжатого воздуха	0,8 - 0,9 м <sup>3</sup> / мин
Диаметр применяемой проволоки	1,5 - 2,5 мм
Скорость подачи проволоки	0,7 - 4,5 м / мин
Максимальная производительность при распылении стали:	
на постоянном токе	12кг/ч
на переменном токе	7кг/ч
Масса аппарата (без шланга и кабеля)	21 кг

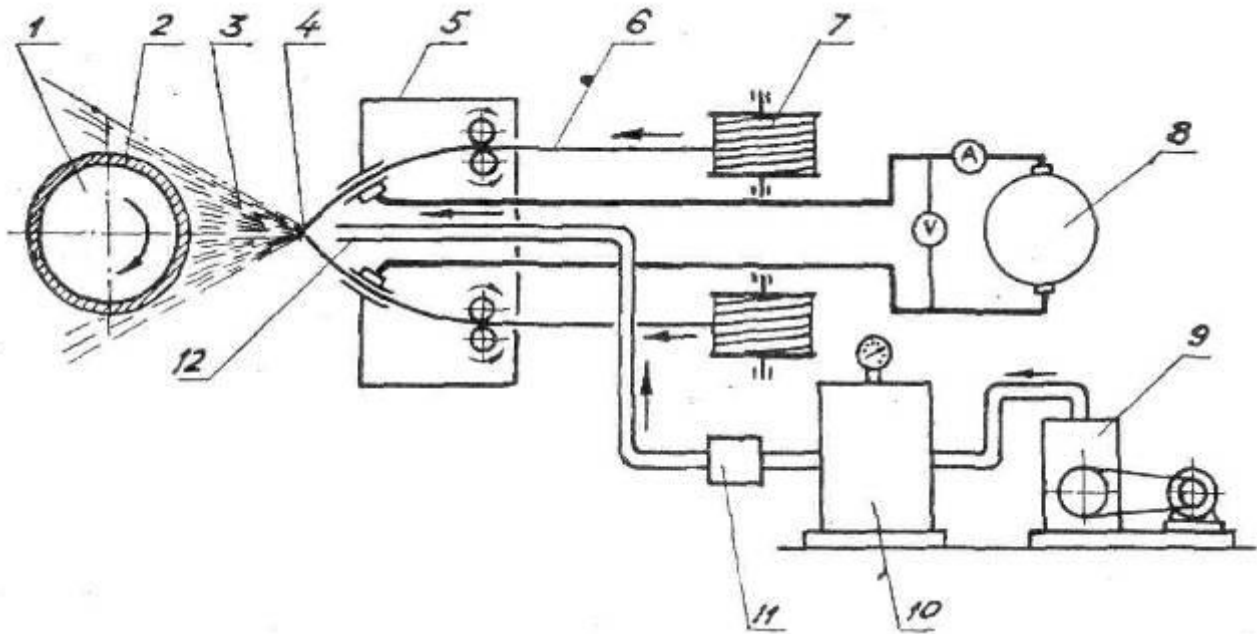


Рисунок 1 Схема электрометаллизационной установки.

1 – деталь; 2 – металлопокрытие; 3 – струя расплавленного металла; 4 – дуга; 5 – электрометаллизатор; 6 – сварочная проволока; 7 – кассета; 8 – источник тока; 9 – компрессор; 10 – ресивер; 11 – маслоотделитель.

С конструкцией ручного электрометаллизатора ЭМ-10-66 ознакомиться внешним осмотром.

При разработке технологического процесса восстановления деталей электрометаллизацией должны предусматриваться следующие операции:

- 1 Подготовка поверхности детали к нанесению покрытия.
- 2 Нанесение покрытия металлизацией.
- 3 Механическая обработка нанесенного покрытия.

Подготовка поверхности детали к металлизации сводится к созданию шероховатости для повышения прочности сцепления покрытия с основным металлом.

Подготовка поверхности может производиться накаткой рифленным роликом; проточкой кольцевых канавок; нарезкой "рваной" резьбы; насечкой зубилом (при незакаленных поверхностях); электроискровой, электроимпульсной, пескоструйной обработкой и электроконтактной наплавкой в жидкости (при закаленных поверхностях) и др.

Режим металлизации выбрать исходя из технических возможностей установки и условия обеспечения стабильного процесса.

Механическая обработка металлизированного покрытия может производиться точением или шлифованием.

Порядок подготовки и пуска в работу стационарной электрометаллизационной установки:



- заправить электрометаллизатор электродной проволокой, сматывая ее с кассеты и пропуская через шланги, подающие ролики и направляющие соплового устройства; включить общий рубильник лаборатории;
- закрепить восстанавливаемую деталь (образец) на станке; настроить станок на требуемую частоту вращения детали и продольную подачу суппорта; настроить электрометаллизатор на выбранную скорость подачи электродных проволок;
- перемещением продольного и поперечного суппортов подвести сопло электрометаллизатора к краю (началу) металлизированной поверхности детали (образца), выдержав необходимое расстояние металлизации;
- включить источник питания и реостатом установить требуемое напряжение;
- включить компрессор до заполнения воздухом ресивера и отрегулировать воздушный редуктор на заданное давление;
- включить последовательно вращение шпинделя станка, подачу воздуха, подачу электродных проволок и продольную подачу суппорта (ее удобнее производить вручную, передвигая суппорт возвратно-поступательно).

После получения металлизированного покрытия толщиной 2 - 3 мм выключить установку.

Для этого необходимо:

- выключить подачу электродных проволок;
- выключить (или прекратить ручную) продольную подачу суппорта;
- выключить вращение шпинделя станка;
- выключить подачу воздуха;
- выключить источник питания;
- выключить компрессор;
- снять деталь (образец) со станка.

## 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА НАПЫЛЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ТВЕРДОСТЬ МЕТАЛИЗИРОВАННОГО ПОКРЫТИЯ

Твердость металлизированного покрытия исследовать по указанию преподавателя в зависимости от одного из параметров режима электрометаллизации:

- расстояния металлизации (расстояния от сопла аппарата до металлизированной поверхности детали)  $L$ ;
- давления дутьевой струи воздуха  $P_v$  или от содержания углерода в применяемой электродной проволоке  $\% C_{эп}$ .

Для установления этих зависимостей произвести металлизацию коротких участков поверхности детали (образца) при более трех значениях изменяемого фактора, оставляя постоянными остальные параметры режима.

Исследуемым факторам придавать следующие значения:

- давлению воздуха (Рв) - 4; 5 и 6 атм.;
- расстоянию металлизации (L) - 50; 80; 100 и 150 мм;
- содержанию углерода в электродной проволоке (%С<sub>эл</sub>) - три любых значения в пределах 0,08 ...1,2% в зависимости от наличия различных марок углеродистой наплавочной проволоки.

Произвести механическую обработку металлизированного образца и замер не менее чем в пяти точках твердостей каждого из трех участков. Данные по замерам твердости занести в таблицу 7.1 и изобразить в виде одной из графических зависимостей:

$$HV_{ср} = f_1(PB), HV_{ср} = f_2(L) \text{ ИЛИ } HV_{ср} = f_3(\%C).$$

Полученным зависимостям дать объяснение.

## 7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете по выполненной работе привести:

- 1.Схему электрометаллизационной установки.
- 2.Технические характеристики электрометаллизатора ЭМ-6.
- 3.Технологию восстановления деталей электрометаллизацией напылением (порядок и содержание операций) с указанием режима операции электрометаллизации
4. Результаты экспериментального исследования влияния на твердость металлизированного покрытия одного из параметров режима процесса (в виде ниже приведенной таблицы и графика).

Таблица 7.1

Значения изменяемого параметра	Твердость покрытия, НВ					Средняя твердость покрытия, НВ <sub>ср</sub>
	1й замер	2й замер	3й замер	4й замер	5й замер	
1.						
2.						
3.						

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Практикум по ремонту машин. / Под редакцией Пучина Е.А. - М.: КолосС, 2009. – 327 с.
2. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. - М.: Транспорт, 1995.
3. Надежность и ремонт машин:/ Под ред. Курчаткина В.В.- М.: Колос; 2000. - 778с.
4. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. М.: Академия, 2002. - 496с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ**

Сайфуллин Р.Н., Исламов Л.Ф.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- 1.1. Закрепить знания о физической сущности и технологических возможностях электроконтактной приварки (ЭКП) металлического слоя.
- 1.2. Изучить оборудование для ЭКП и получить практические навыки работы на нем.
- 1.3. Освоить технологию и выбор режима восстановления деталей ЭКП.

### **2 ЗАДАНИЕ**

- 2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении работы
- 2.2 Изучить устройство, принцип работы, настройку и порядок пуска в работу установки ЭКП.
- 2.3 Выбрать присадочный материал и рассчитать режим ЭКП для заданной детали.
- 2.4 Приварить на поверхность детали (образца) полосы лент с разным содержанием углерода, шлифовать образец, измерить поверхностную твердость наплавленных участков.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Установка 011-1-0211 для восстановления деталей электроконтактной приваркой ленты, компрессор, стальные цилиндрические образцы 20...50 мм, стальные ленты толщиной 0,3... 1,0 мм с различным содержанием углерода. Твердомер Виккерса ТП-1 или ТП-2, ножницы по металлу, штангенциркуль 0... 125 мм, плоскогубцы, наждачная бумага, бензин или ацетон, ветошь.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

- 4.1 Установка должна быть надежно заземлена.
- 4.2 Перед началом работы студент должен изучить конструкцию установки и приспособлений, назначения рукояток управления.
- 4.3 Включение и работа на установке разрешается только в присутствии преподавателя или учебного мастера.
- 4.4 При работе на установке запрещается:
  - касаться электропроводки и корпусов работающих электродвигателей;

- измерять размеры детали при работе установки;
- облакачиваться на установку;
- оставлять инструменты или другие предметы на установке.

## 5 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Сущность электроконтактной приварки металлического слоя заключается в совместном деформировании привариваемого присадочного материала в виде ленты толщиной 0,4-0,5мм, проволоки диаметром до 2,0мм или металлического порошка и поверхностного слоя металла основы, нагретых в очаге деформации до пластического состояния, мощными короткими (0,02...0,08с) импульсами тока (10..20кА). Деформация привариваемого металла за цикл составляет 40...50%.

Производительность при ЭКП доходит до 100см<sup>2</sup>/мин. Толщина наращиваемого слоя 0,1..1,5 мм.

Основное преимущество этого способа состоит в том, что сварка проходит при небольшой глубине плавления и малом тепловом воздействии на деталь (не более 0,3мм).

К недостаткам можно отнести ограниченность толщины наплавленного слоя и сложность установки.

Принципиальные схемы электроконтактной приварки проволоки (ленты) или порошка приведены на рисунках 1 и 2.

При электроконтактной приварке ленты, проволоки (рисунок 1), ток большой силы от трансформатора 5 подается на деталь 3 и на присадочную проволоку (ленту) 2 через изготовленный из меди наплавляющий ролик 1. Специальным прерывающим устройством или с помощью мощных конденсаторов ток подается кратковременными импульсами, вызывающими разогрев присадочной проволоки (ленты) и детали в месте контакта, расплавление их поверхностных слоев и сваривание. Этому способствует также и ролик, который прижимает проволоку (ленту) к детали, пластически деформирует ее и формирует валик. Усилие прижатия ролика для ленты 1,3-1,6 кН.

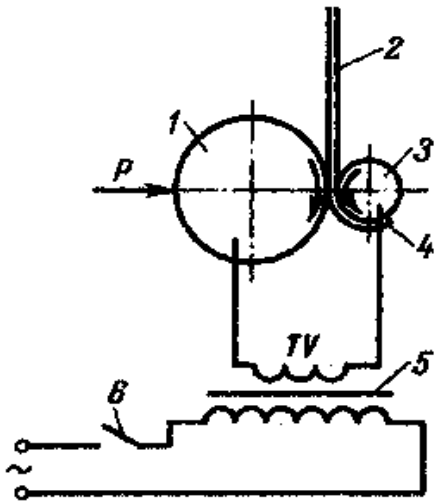


Рисунок 1 Схема электроконтактной приварки проволоки или ленты:  
 1- прижимной электрод-ролик;  
 2- присадочная проволока или лента;  
 3- восстанавливаемая деталь;  
 4 - приваренный слой;  
 5 - трансформатор;  
 6 - прерыватель.  
 Р - прижимное устройство.

При напекании металлических порошков (рисунок 2), к месту контакта ролика с деталью подается порошок. Сразу после начала подачи порошка ролик прижимается к детали с усилием  $0,75 - 1,2 \text{ кН}$  на сантиметр ширины ролика. Одновременно включается напряжение. Под действием тока ( $2500 \dots 3500 \text{ А}$  на сантиметр ширины электрода при напряжении  $0,1 \dots 1,2 \text{ В}$ ) металлический порошок и поверхностный слой детали нагреваются до температуры  $1000 \dots 1300$  градусов. Раскаленные частицы порошка спекаются между собой и с деталью. Толщина слоя за один проход зависит от диаметров прижимающего ролика и детали и колеблется в пределах  $0,3 - 1,5 \text{ мм}$ . Скорость напекания порошковых материалов  $0,17 \dots 0,25$  м/мин.

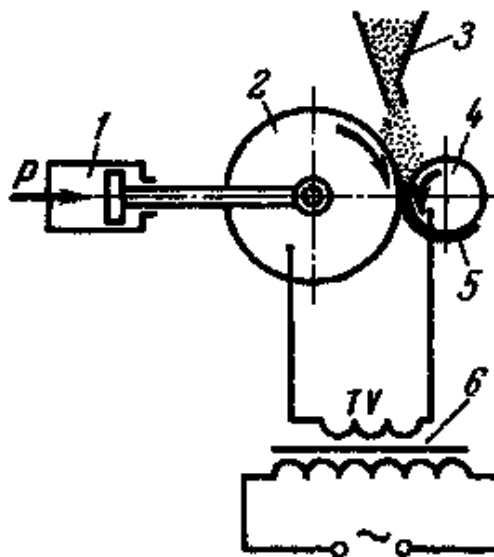


Рисунок 2 Схема электроконтактного напекания металлических порошков: 1- пневмоцилиндр; 2-прижимной электрод-ролик; 3-металлический порошок; 4- восстанавливаемая деталь; 5- напеченный слой; 6-трансформатор;

Параметры, определяющие режим приварки ленты следующие:

- 1) электрические параметры: сила сварочного тока, длительность сварочного цикла (продолжительность импульсов и пауз).
- 2) механические параметры: частота вращения детали, продольная подача электродов, усилие сжатия электродов.

Технологический процесс восстановления деталей ЭКП ленты включает следующие операции:

- 1) Подготовка ленты (проволоки) или порошка.
- 2) Подготовка детали.
- 3) Приварка ленты (проволоки), порошка..
- 4) Механическая обработка приваренного слоя.

Для ЭКП используется лента из углеродистых и легированных сталей. Приваренный слой металла должен быть близок по химическому составу к материалу детали, и иметь твердость, указанную в технических условиях на восстановленную деталь.

При ЭКП проволоки используют проволоки сплошного сечения Св-08, Св-08ГС, Св-08Г2С, НП-30ХГСА и др., порошковые проволоки ПП-АН-10, ПП-АН-128.

Для приварки порошковых материалов используют сплавы ПХ20Н80, ФБХ-6-2 и др. и самофлюсующиеся порошки ПГ-10-01, ПГ-СР-2 и др.

Для восстановления резьбы применяют проволоки из малоуглеродистых сталей.

Таблица 1 Зависимость твердости приваренного слоя от материала ленты

Сталь	20	40	45	55	40Х	65Г
Твердость HRC	30...35	40...45	45...50	50...55	55..60	60...65

Толщина ленты выбирается в зависимости от величины износа детали с учетом припуска на обработку. Длина заготовки должна быть равна длине окружности восстанавливаемой поверхности. При этом зазор в стыке допускается не более 0,5мм. Ширина заготовки принимается на 1-2мм меньше ширины восстанавливаемой поверхности.

Подготовка ленты заключается в вырезке из рулона полосы с размерами, равными размерам восстанавливаемой поверхности, протирке ее ветошью, смоченной в ацетоне или бензине, для удаления масляных и других загрязнений, а при необходимости (наличии ржавчины) с помощью наждачной бумаги очищают поверхность детали.

Восстанавливаемую деталь очищают, обезжиривают, исправляют центровые отверстия и шлифуют до диаметра меньше номинального на 0,15...0,3мм.

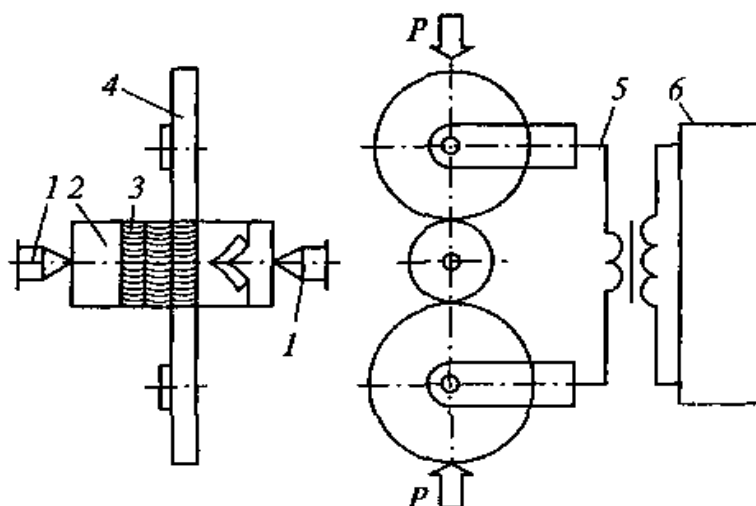


Рисунок 3 Схема электроконтактной приварки ленты на установке 011-1-02Н: 1- центр; 2-восстанавливаемая деталь; 3-лента; 4-ролик; 5-трансформатор; 6 – прерыватель тока; P- прижимное устройство.

Таблица 2 Техническая характеристика установки 011-1-02Н

Напряжение питающей сети, В	380
Максимальная потребляемая мощность, кВт	75,6
регулирование тока наплавки, кА	1...15
регулирование длительности импульсов тока, с	0,02...7
регулирование длительности пауз, с	0,015...2,5
Вращение шпинделя (привод тиристорный), мин <sup>-1</sup> .	0,6...15.
Перемещение суппорта (привод тиристорный), м/с.	0,00015...0,007
Усилия сжатия сварочных клещей, Н	1000...3000
Сварочные ролики – электроды, диаметр* ширина, мм.	160*4
Охлаждение установки	Водяное
Диаметр наплавляемой детали, мм.	20...200
Наибольшая длина наплавляемой детали, мм.	1000
Толщина привариваемой ленты, мм	0,3...1,0
Максимальная производительность, см <sup>2</sup> /мин	60
Габаритные размеры:	2606*1140*980
Масса, кг	980



## Определение режимов наплавки

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварных точек на 1 см длины сварного шва.

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.

Скорость наплавки, 3...4 м/мин.

Таблица 3 Ориентировочный режим приварки ленты толщиной 0,4 мм.

Диаметр детали, мм	Частота вращения детали, мин <sup>-1</sup>	Подача, мм/об	Ток, кА	Продолжительность, с		Усилия сжатия электродов, кН	Расход охлаждающей жидкости л/мин
				импульсов тока	пауз		
15	8...15	4...5	4,0...5,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
20	7...12	4...5	4,0...5,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
30	6...10	4...5	5,5...6,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
40	5...9	4...5	5,5...6,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
50	4...8	4...5	5,8...6,5	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
60	5...7	5...6	7,0...7,5	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
70	4...6	5...6	7,0...7,8	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
80	3...5	5...6	7,0...8,0	0,08	0,10	2...3	1,5...2,0
100	3...4	5...6	7,5...8,2	0,08	0,10	2...3	1,5...2,0

\*Приведенные в таблице режимы требуют корректировки при восстановлении конкретных деталей.

Частоту вращения детали, норму времени на наплавку рассчитывают аналогично расчету этих параметров при наплавке под слоем флюса.

### Порядок выполнения работы:

1. Закрепить образец в патроне и поджечь центром задней бабки;
2. Включить электропитание установки;
3. Включить компрессор;
4. Включить подачу охлаждающей воды;

5. Настроить регулятор цикла сварки РЦС - 506 на требуемую величину тока, длительность импульсов и пауз;
6. Настроить по манометру пневматической системы давление электродов;
7. Настроить частоту вращения детали (шпинделя);
8. Настроить продольную подачу тележки;

**ВНИМАНИЕ!** Медные электроды подводить к детали и отводить от нее только при выключенном токе!

9. Приварить ленту в следующей последовательности:

9.1 Приварить один конец ленты в 2-3 точках по ее ширине к поверхности образца, для чего приложить ленту касательно к последней, при приварке в каждой точке сомкнуть электроды, нажав кнопку «Клещи», и включить ток на 1...2 с, нажав кнопку «Сварка» развести электроды;

9.2 Перемещением тележки совместить плоскость расположения электродов с серединой ширины ленты, сомкнуть электроды и, включив вращение шпинделя, не включая тока, прокатать ленту за 1 оборот шпинделя; при подходе стыка концов ленты под электрод включить вращение шпинделя, кратковременно включить ток, разомкнуть электроды (второй конец ленты приварить также в 2-3 точках);

9.3 Перемещением тележки подвести электроды к левой кромке ленты, сомкнуть электроды; включить вращение шпинделя, ток; через 1 оборот образца включить продольную подачу и произвести сплошную приварку ленты по спирали; последний оборот образца произвести при выключенной продольной подаче;

9.4 Выключить установку, нажав кнопку «Стоп»;

9.5 Выключить электропитание установки, компрессор.

10. Снять деталь;

Механическая обработка наваренных поверхностей осуществляется на станках 3М132, 3М152 и др. Припуск на механическую обработку 0,1...0,2мм.

После выполнения работы привести в порядок рабочее место.

## 6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

- 6.1 Сущность ЭКП проволоки (ленты) и порошковых материалов.
- 6.2 Схемы ЭКП проволоки (ленты) и порошковых материалов
- 6.3 Схема и техническая характеристика установки для ЭКП.
- 6.4 Технология восстановления деталей ЭКП.
- 6.5 Выбор присадочного материала и параметры режима ЭКП ленты для заданной детали (образца).
- 6.6 Результаты измерения твердости приваренного слоя ленты.

Выводы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
2. Надежность и ремонт машин./ Под ред. В.В. Курчаткина./ – М.: Колос, 2000. с. 229-234.
3. Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование.- М.: Транспорт, 1995. с.166-171.

## **РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Павлов А.П.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- Изучить основные дефекты и износы деталей шатунно-поршневой группы (ШПГ) и определить влияние этих дефектов и износов на работу двигателей.
- Изучить оборудование, приспособление и инструменты, применяемые при ремонте ШПГ двигателей.
- Освоить основные приемы дефектации, ремонта этих деталей и контроля их качества.

### **2 ЗАДАНИЕ**

- Ознакомиться с оснащением рабочего места и плакатами.
- Провести дефектацию деталей.
- Произвести ремонт и сборку деталей ШПГ и определить качество ремонта.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Верстак слесарный с тисами, плита поверочная, прибор КИ-724 для проверки шатунов, приспособления для правки изгиба и скрученности шатунов, весы настольные ВНЦ-2, приспособление ОР-6549 для снятия и установки поршневых колец, прибор МИП-100 для измерения жесткости пружин и поршневых колец, устройство для просвечивания гильз цилиндров, контрольно-измерительный инструмент: набор щупов №2, штангенциркуль ШЦ-П-0-250, микрометры МК-50, МК-75, МК-125, МК-150, индикатор типа ИРБ (рычажный) на штативе Ш-Ш, индикатор часового типа на призме, индикаторные нутромеры НИ-50, НИ-100.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

Перед началом работы студент должен изучить инструкцию приборов и приспособлений.

Запрещается производить работу неисправным инструментом, приборами, приспособлениями и другим оборудованием.

На рабочем месте не должно быть посторонних предметов.

## 5 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

## 5.1 Ремонт шатунов

При дефектации шатуна проверяют:

1) Параллельность образующей отверстия нижней головки плоскости ее разъема. Проверку проводят на плите индикатором (см. рисунок 5.1).

2) Прямолинейность шатуна. Проверку производят на приборе КИ-724 в сборе с крышками (без вкладышей), с втулкой верхней головки шатуна и с пальцем (см. рисунок 5.2). Изогнутые и скрученные шатуны правят в специальных приспособлениях (см. рисунок 5.3).

Допускаемая непрямолинейность шатунов в мм на 100 мм (расстояние между контрольным штырем и наконечником индикатора):

	скрученность	изгиб
- тракторных двигателей	0,05...0,10	0,03...0,06
- автомобильных двигателей	0,04... 0,06	0,02... 0,03.

3) Внутренний диаметр отверстий верхней и нижней головок шатуна. Размеры этих отверстий должны быть в пределах, установленных технической документацией.

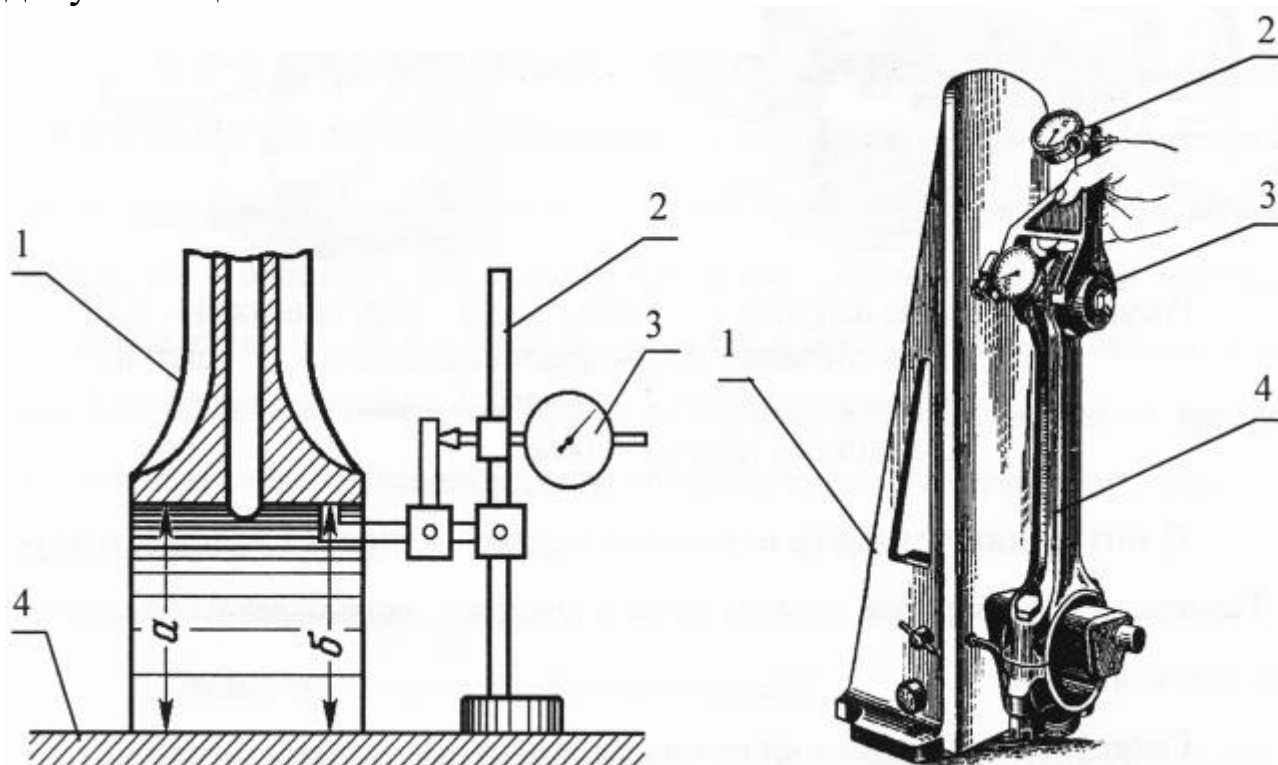


Рисунок 5.1 Проверка параметров отверстия нижней головки шатуна:

- 1 - шатун; 2 - штатив;  
3 - индикатор;  
4 - поверочная плита.

Рисунок 5.2 Проверка шатуна на изгиб и скручивание:

- 1 - прибор КИ-724,  
2 - призма с индикаторами, палец специальный, 4 - шатун.

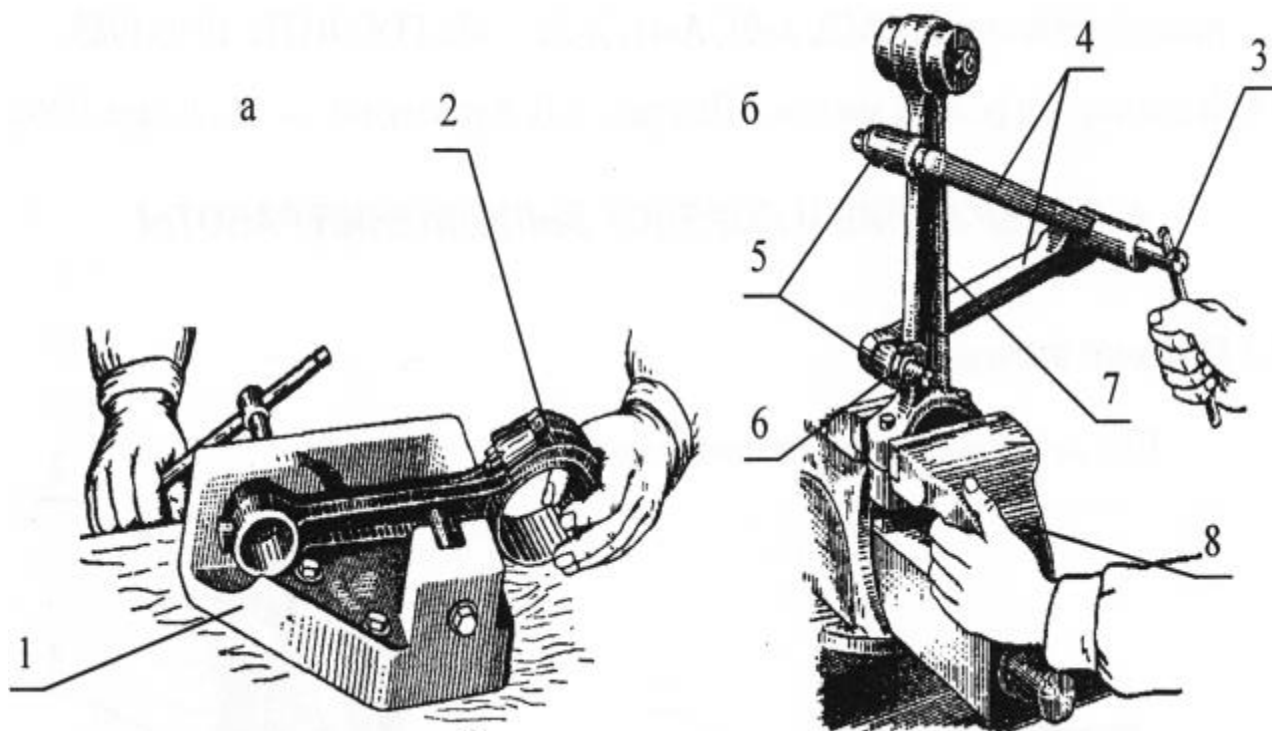


Рисунок 5.3 Правка шатунов: а - изогнутых; б - скрученных; 1 - приспособление для выправления изгиба; 2, 7 - шатун; 3 - разводной винт; 4 - рычаги; 5 - упорные накладки; 6 - зажимная гайка; 8 - тиски.

#### Способы восстановления размеров отверстий головок шатуна

При незначительном износе отверстий нижней головки, их восстанавливают следующим образом. *Шлифуют плоскости разъема* (до 0,2 мм для дизельных двигателей, 0,4 мм для карбюраторных), шатун собирают, затягивают гайки нормальным усилием затяжки и *расточивают* отверстие на станках УРБ-ВП, а затем шлифуют или хонингуют его под нормальный размер.

Если отверстие в шатунах под вкладышами изношены настолько, что с плоскостей разъема требуется снимать металла больше, чем указано, то отверстия восстанавливают *наращиванием металла* с последующей обработкой под нормальный размер.

Восстановленные отверстия должны отвечать следующим требованиям: овальность и конусность не более 0,01 мм, шероховатость поверхности не ниже 8 класса.

Изношенное отверстие под втулку в верхней головке шатуна *расточивают* или *развертывают* до выведения следов износа и запрессовывают втулку увеличенного размера по наружному диаметру.

Изношенные втулки верхней головки шатуна, если позволяет конструкция, восстанавливают *меднением* наружной и внутренней поверхностей или *осадкой*.

## 5.2 Ремонт поршней, поршневых пальцев и колец

В большинстве современных двигателей поршни изготовлены из сплавов алюминия и в процессе эксплуатации в них возникают следующие дефекты: износ направляющей части (юбки) поршня, канавок под поршневые кольца и отверстий в бобышках под поршневой палец; трещины, задиры и изломы. У поршневых пальцев изнашиваются посадочные места под втулку верхней головки, шатуна и под отверстия бобышек поршня, иногда появляются трещины. Поршневые кольца изнашиваются по толщине, ширине и теряют упругость.

У поршней проверяют:

- диаметр юбки поршня;
- диаметр отверстий в бобышке поршня;
- зазоры по высоте между поршневой канавкой и эталонным кольцом.

У поршневых колец проверяют:

- упругость колец, кольцо устанавливают на столик прибора КИ-040 замком в боковую сторону, затем сжимают его до нормального зазора в стыке и отсчитывают значение упругости;
- зазор в стыке колец, кольца устанавливают в неизношенную гильзу и щупом определяют зазор в стыке (зазор в стыке новых колец, установленных в неизношенную гильзу, для тракторных двигателей должен быть 0,4-0,8 мм, для автомобильных — 0,2-0,7 мм);
- плотность прилегания к стенке цилиндра, определяют просвечиванием (см. рисунок 6.4), допускается наличие местных зазоров (просветов) не более 0,02-0,03 мм на дуге не более 30°. У поршневых пальцев проверяют диаметр в местах сопряжения со втулкой шатуна и бобышкой поршня.

Поршни и поршневые кольца, изношенные за пределы допустимых размеров, не восстанавливают. При текущем ремонте изношенные отверстия в бобышках поршня *развертывают* под увеличенный палец. Чтобы сохранить соосность отверстий, их развертывают специальной длинной разверткой за один проход.

Поршневые пальцы с трещинами выбраковывают, а изношенные по диаметру восстанавливают *раздачей под прессом, осталиванием* или *гидротермической раздачей*.

### 5.3 Сборка шатунно-поршневой группы

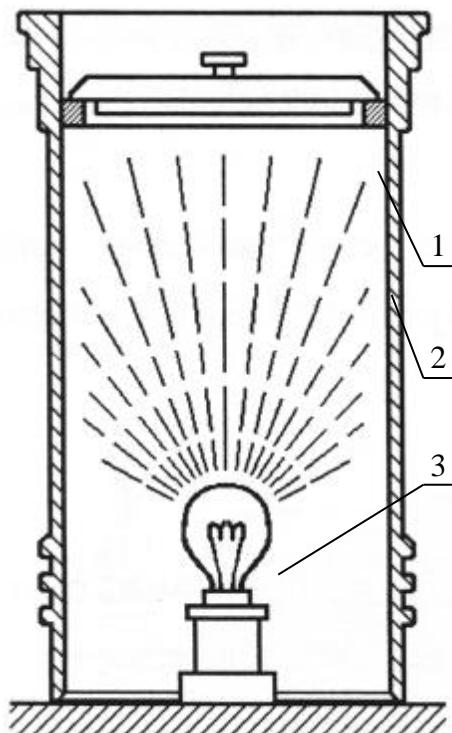


Рисунок 5.4 Проверка плотности прилегания поршневого кольца к цилиндру: 1 - проверяемое кольцо, 2 - эталонная гильза, 3 - лампочка.

Подбирают комплект шатунов и поршней по массе. Разница в массе шатунов и поршней одного комплекта не должна превышать величин, установленных технической документацией.

Перед запрессовкой пальца поршень нагревают до температуры 80-90°C в кипящей воде или на электроплитке. Палец запрессовывают центрирующей конусной оправкой.

Между бобышками поршня и торцовыми поверхностями, верхней головки шатуна должен быть зазор 0,6-1,0 мм.

Поршневые кольца должны свободно, без заеданий устанавливаться в канавки поршней. При вращении поршня в горизонтальном положении вокруг его оси кольца должны плавно перемещаться в канавках и утопать в них под действием собственного веса.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве/ Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
2. Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В.Курчаткина/ - М.: Колос, 2000. – 776с.
3. Практикум по ремонту машин / Под ред. Пучина Е.А. - М.: Колос, 2009. – 336 с.
4. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей – М.: Академия, 2002. – 496 с



## **РАСТОЧКА ШАТУНОВ И ВКЛАДЫШЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Кунафин А.Ф.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- 1.1 Изучить основные дефекты шатунов и их подшипников и ознакомиться с технологией их дефектации.
- 1.2 Ознакомиться с технологическими процессами восстановления шатунов.
- 1.3 Изучить оборудование, приспособления и инструмент, применяемые при расточке втулок верхней головки, вкладышей шатунов и их посадочных мест.
- 1.4 Освоить выполнение основных ремонтных и контрольных операции.

### **2 ЗАДАНИЕ**

- 2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места и плакатами.
- 2.2 Выполнить операции по расточке верхних и нижних головок шатунов и шатунных подшипников (вкладышей), бывших в употреблении.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

- 3.1 Станок УРБ-ВПМ.
- 3.2 Пресс гидравлический ГП-10-1М.
- 3.3 Прибор КИ-724 для контроля шатунов.
- 3.4 Микрометры, индикаторные нутромеры.
- 3.5 Ключ динамометрический.
- 3.6 Установочные кольца и технологические пальцы для шатунов, переходные оправки и кольца.
- 3.7 Щуп - набор №2, призма для установки резца, эталоны шероховатости.
- 3.8 Шатуны, втулки верхних головок шатунов, комплекты вкладышей.
- 3.9 Приспособление для правки шатунов.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Станины станков должны быть надежно заземлены.

4.2 Перед началом работы студент должен изучить конструкцию станков и приспособлений, назначения рукояток управления.

4.3 Включение и работа на станках разрешается только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4.4 При работе на станках запрещается:

- касаться электропроводки и корпусов работающих электродвигателей;
- охлаждать металлорежущий инструмент мокрыми тряпками или ветошью;
- измерять детали на ходу;
- убирать стружку руками;
- облокачиваться на станки;
- оставлять инструменты или другие предметы на станке.

## 5 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Операции ведут в следующей последовательности.

1) Выпрессовывают изношенные втулки, если они не пригодны для расточки под увеличенные размеры поршневых пальцев или ослаблена посадка (см. приложение А1).

2) Проверяют техническое состояние отверстий под втулку и в зависимости от диаметра, состояния отверстия шатуны передают на сборку или расточку. Овальность и конусность допускаются без ремонта до 0,05 мм.

3) Растачивают отверстие верхней головки шатуна:

- вставляют в нижнюю головку шатуна переходную оправку и затягивают ее болтами, устанавливают шатун на станок УРБ-ВПМ и прижимают оправку к призме упорным винтом;
- проверяют и при необходимости совмещают центры верхней головки шатуна и ось шпинделя (при помощи установочных колец);
- выставляют необходимый вылет резца и проводят расточку;
- снимают шатун со станка и проверяют качество расточки.

Шероховатость обработанной поверхности должна быть не ниже 6-го класса. Овальность и конусность не должны превышать 0,015 мм.

4) В подготовленное отверстие запрессовывают ремонтную втулку и растачивают ее под номинальный размер. Втулку запрессовывают со стороны заходной фаски. При отсутствии последней закругляют острые кромки верхней головки. Срезание металла со втулки при ее запрессовке не допускаются. Запрессованную втулку располагают симметрично

относительной верхней головки шатуна. Масляные отверстия должны совпадать или располагаться на одинаковом расстоянии от главного масляного канала шатуна.

5) Расточку втулок верхних головок ведут при 975 оборотах в минуту шпинделя. Шероховатость обработанной поверхности не должна быть ниже 8-го класса. Овальность и конусность - не более 0,01 мм.

Для увеличения износостойкости втулку после расточки можно раскатывать. В этом случае износостойкость втулки увеличивается до 50%. Вместо раскати может быть применен процесс дорнования, совершаемый протягиванием специального калибрующего инструмента (дорна) через отверстие втулки.

В этих случаях после расточки оставляется определенный припуск на раскат или дорнование. После расточки и раскати (дорнования) втулок верхних головок шатунов следует с помощью технологического поршневого пальца проверить величину изгиба и скрученности шатуна.

## 5.2 Расточка шатунных вкладышей, бывших в употреблении

Оставшийся после очередного межремонтного срока службы антифрикционный слой (ДСМ) вкладышей шатунных и коренных подшипников большинства дизельных двигателей позволяет их растачивать на следующий промежуточный размер (см, приложение А2).

Расточку вкладышей производят в следующей последовательности:

- 1) Промывают их дизельным топливом в ванне для расконсервации деталей при температуре 70-80 в течение 3...5 мин. с последующей промывкой в горячей воде. Вкладыши должны поступать, на мойку уложенными в клетку парами.
- 2) Проверяют поверхность вкладышей и установочных фиксаторов. Вкладыши не должны иметь смятых установочных фиксаторов, износа и задиров по наружному диаметру. На поверхности антифрикционного слоя не должно быть задиров глубиной более 0,3 мм.
- 3) Измеряют вкладыши по толщине и подбирают их для расточки в соответствии с дополнительными ремонтными размерами.
- 4) Для расточки шатунных вкладышей на станке УРБ-ВПМ их устанавливают в шатун и зажимают нижнюю головку шатуна болтами при помощи динамометрического ключа. Собранный шатун ставят поршневым пальцем на призму каретки, а нижнюю его головку опирают на выдвижной шток и фиксируют.

5) Делают центрирование отверстия нижней головки шатуна относительно резцовой головки. Центровку можно проводить по поверхности нижней головки или по внутренней поверхности вкладышей.

При центрировании шатунов по внутренней поверхности нижней головки применяют прилагаемые к станку установочные кольца, надеваемые на резцовую головку. Сцентрированный с точностью 0,05 мм шатун снимают со станка, вставляют в него вкладыши и вновь устанавливают и закрепляют, не нарушая настройки станка.

Для центрирования по внутренней поверхности вкладышей, их необходимо предварительно обработать в специальном кондукторе до выведения следов износа. Затем вкладыши собирают с шатуном. Устанавливают его на станок и центрируют индикатором по внутренней поверхности вкладышей. В этом случае отпадает необходимость снимать шатун для сборки с вкладышами после его центрирования на станке.

б) Определяют и устанавливают необходимый вылет резца.

Резец в резцовой головке можно установить микрометром с установочной призмой или без призмы.

При использовании микрометра с установочной призмой применяется нормальный микрометр - 75. . 100 мм. Призма устанавливается на неподвижном мерительном контакте микрометра и закрепляется при помощи зажимного винта (см. рисунок).

Расчет и замер вылета резца при расточке отверстия заданного диаметра производится в следующем порядке:

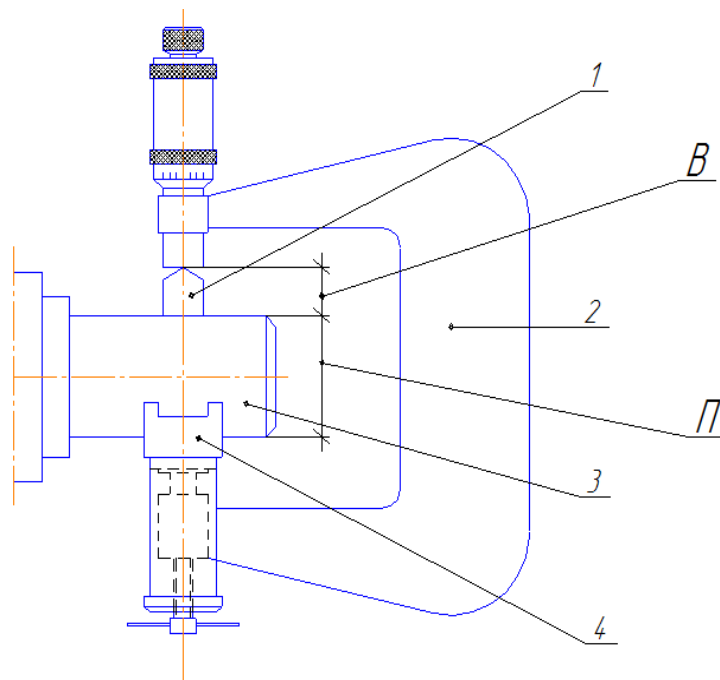


Рисунок Схема установки вылета резца при помощи микрометра с призмой:

1 - резец, 2 - микрометр, 3 - резцовая головка, 4 - установочная призма.

- устанавливают призму на предварительно проверенный микрометр и измеряют диаметр резцовой головки микрометром с установленной призмой. Подученное показание ( $\Pi$ ) является расчетным для установки резца и подлежит проверке после каждой установки призмы на микрометр;

- вылет резца определяют по формуле:

$$B = (D_{\text{отв.}} - D_{\text{р.гол}})/2,$$

где  $B$  - вылет резца, мм;

$D_{\text{отв.}}$  - диаметр растачиваемого отверстия, мм;

$D_{\text{р.гол}}$  - диаметр резцовой головки, мм.

- определяют показание микрометра при замере резца ( $M$ ), установленного на требуемый диаметр расточки по формуле:

$$M = \Pi + B,$$

где  $\Pi$  - показания микрометра при размере резцовой головки микрометром с установленной призмой, мм.

7) После установки вылета резца проводит непосредственно расточку. Для этого шпиндель станка при помощи маховичка подводят к детали, включают станок и продольную подачу. По окончании работы выключают станок, освобождают ручку продольной подачи и шпиндель вручную отводят назад. Расточку рекомендуется вести в два прохода, при чистовом проходе глубина резания должна быть в пределах 0,10...0,15 мм.

Коренные вкладыши растачивают в аналогичном порядке, предварительно зажав их в специальном приспособлении (кондукторе) станка УРБ-ВПМ.

86  
6 ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Марка двигателя \_\_\_\_\_

Таблица 6.1 Результаты ремонта верхней головки шатуна

Наименование параметров		Фактические размеры	По техническим условиям
1	Диаметр отверстия верхней головки шатуна, мм		
2	Наружный диаметр ремонтной втулки, мм		
3	Натяг в посадке отверстие-втулка, мм		
4	Внутренний диаметр втулки до расточки, мм		
5	Расчетный вылет резца(В), мм		
6	Внутренний диаметр втулки после расточки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• овальность</li> <li>• конусность</li> </ul>		

Таблица 6.2 Результаты ремонта нижней головки шатуна

Наименование параметров		Фактические размеры	По техническим условиям
1	Толщина вкладышей в середине		
2	Диаметр затянутых вкладышей до расточки, мм		
3	Расчетный вылет резца, мм		
4	Диаметр затянутых вкладышей после расточки, мм		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
- 2 Надежность и ремонт машин./Под ред. В. В. Курчаткина. - М: Колос, 2000.
- 3 Технологические карты на восстановление деталей двигателей. - М.: Ремдеталь, 1982.
- 4 Руководство к станку для расточки шатунных подшипников автотракторных двигателей УРБ-ВПМ.

### Приложение А

Таблица А1 Основные параметры шатунов

Марка двигателя	Величина натяга между втулкой и верхней головкой шатуна, мм	Ремонтные размеры верхней головки шатуна, мм	Диаметр нижней головки шатуна, мм	
			нормальный	допустимый
ЯМЗ-240Б, -238НБ	0,060-0,120	56,5 57,0	93 <sup>+0,021</sup>	93,4
СМД-60,-62,-64	0,057-0,0133	-	91 <sup>+0,021</sup>	91,04
А-01М, А-41	0,060-0,120	56,5 57,0	93 <sup>+0,021</sup>	93,04
СМД-14,-14К,14А, СМД-15К,-17,-18К	0,048-0,125	48,5 49,0	84 <sup>+0,021</sup>	84,04
Д-240, -240Л,Д-50, - 50Л	0,048-0,125	44,5 45,0	74 <sup>+0,015</sup>	74,03
Д-65, -65М, Д-48Л, - 48Н	0,048-0,125	44,5 45,0	81 <sup>+0,013</sup>	81,03

Таблица А2 Нормальные, ремонтные и промежуточные (дополнительные) размеры шеек коленчатых валов двигателей

Условное обозначение		Диаметры шатунных шеек коленчатого вала, мм		Внутренний диаметр вкладышей в плоскости, перпендикулярно й разъему, мм		Толщина вкладыша по середине, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8
Двигатели Д-50, Д-50Л, Д-501, Д-50ЛГ, Д-240, Д-240Л,							
Нормальный	1Н	-0,075	-0,080	+0,025	+0,031	+0,005	+0,005
		68,25	75,25	68,25	75,25	2,875	2,875
		-0,090	-0,095	-0,010	-0,010	-0,005	-0,005
Нормальный	2Н	68,00	75,00	68,00	75,00	3,00	3,00
Промежуточный	Д1	67,75	74,75	67,75	74,75	3,125	3,125
Ремонтный	Р1	67,50	74,50	67,50	74,50	3,250	3,250
Промежуточный	Д2	67,25	74,25	67,25	74,25	3,375	3,375
Ремонтный	Р2	67,00	74,00	67,00	74,00	3,500	3,500
Промежуточный	Д3	66,75	73,75	66,75	73,75	3,625	3,625
Ремонтный	Р3	66,25	73,50	66,50	73,50	3,750	3,750
Промежуточный	Д4	66,25	73,25	66,25	73,25	3,875	3,875
Ремонтный	Р4	66,00	73,00	66,00	73,00	4,000	4,000

Примечание: \* Неуказанные отклонения соответствуют приведенным для групп 1Н



## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Павлов А.П.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить характерные дефекты деталей газораспределительного механизма (ГРМ).

2. Ознакомиться технологией, оборудованием, приспособлениями и инструментом, применяемыми при дефектации, восстановлении и проверке качества ремонта деталей ГРМ.

### 2 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Плита поверочная 1000x650 мм; призмы 65x100x100 мм; станок Р-108 для шлифования фасок клапанов; набор фрез для ремонта седел клапанов; станок ОПР-1841Н для притирки клапанов; прибор для проверки биения стержня и фаски клапанов; универсальные измерительные и слесарные инструменты.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Станины станков должны быть надежно заземлены.
2. Перед началом работы студент должен изучить конструкцию станков и приспособлений, назначения рукояток управления.
3. Включение и работа на станке разрешается только в присутствии учебного мастера или преподавателя.
4. При работе на станках запрещается:
  - касаться корпусов работающих электродвигателей
  - оставлять инструменты и другие предметы на станке
  - удалять стружку руками
  - измерять детали на ходу
  - облокачиваться на станки

### 4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Головка цилиндров.** Перед ремонтом головки цилиндров испытывают на герметичность стенок и уплотнений. Испытания проводят на стенде КИ-4805, КИ-9147 или на других стендах. На отверстия водяных полостей испытуемой головки устанавливают и прижимают специальную обрезающую плиту. Создают давление воды 0,4...0,5 МПа. Течь и потение головки в любом месте

в течение 5 мин не допускаются. Негерметичные заглушки удаляют. Вместо них ставят новые на сурике, предварительно зачистив посадочные места.

Наиболее частой неисправностью головки цилиндров является износ рабочей фаски клапанных гнезд.

Во время фрезерования стержень оправки фрезы должен плотно (с зазором не более 0,05 мм) входить в отверстие отремонтированной направляющей втулки клапана, поэтому ее сначала дефектуют и при необходимости заменяют.

Наиболее распространенным способом ремонта гнезд является фрезерование. Для этого применяют набор специальных фрез из 4 штук (рисунок 1). Черновой фрезой с углом  $45^\circ$  снимают слой металла до выведения следов износа. Для того чтобы уменьшить ширину увеличившейся фаски, нижнюю часть ее подрезают фрезой с углом  $75^\circ$ , а верхнюю — фрезой с углом  $15^\circ$ . Чистовой фрезой с углом  $45^\circ$  зачищают поверхность фаски и доводят окончательно ее ширину до требуемой величины. Например, ширина фасок гнезд впускных клапанов двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-03, А-41 должна быть 2,0...2,5 мм, выпускных — 1,5...2,3 мм.

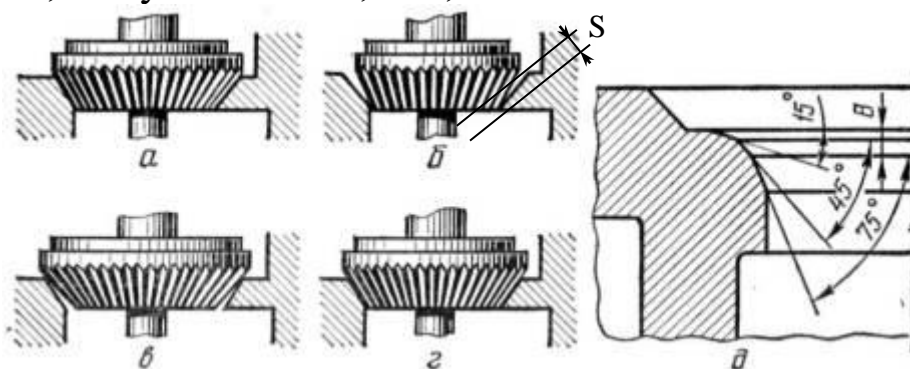


Рисунок 1. Ремонт клапанных гнезд фрезерованием: а - фрезой черновой  $45^\circ$ ; б - фрезой черновой  $75^\circ$ ; в - фрезой черновой  $15^\circ$ ; г - фрезой чистовой  $45^\circ$ ; д - схема образования рабочей фаски гнезда при фрезеровании; В - ширина рабочей фаски.

Гнезда впускных клапанов двигателей ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01М, А-03 и А-41 обрабатывают под углами  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $15^\circ$ , а рабочие фаски седел впускных клапанов двигателя автомобиля ЗИЛ-130 — под углом  $60^\circ$ .

Для обеспечения плотного прилегания клапанов к гнездам после фрезерования их притирают.

Недостатком ремонта гнезд клапанов фрезерованием является то, что снимается значительный слой металла. В результате этого головки сравнительно быстро выбраковывают. Кроме того, седла клапанов плохо поддаются фрезерованию, поэтому их восстанавливают шлифованием на планетарно-шлифовальных приборах различных марок, например ОПР-1334А,

ОР-6686, ЗИЛ Х-7270 и др. Частота вращения шлифовального круга прибора ОПР-1334А 7200 об/мин, частота обкатывания шлифовального круга по гнезду 13,4 мин-1.

На шлифованной поверхности фасок гнезд клапанов не допускаются раковины и риски. Шероховатость обработанной поверхности должна быть не более  $Ra=0,8$  мкм.

Угол шлифования клапанных гнезд и клапанов принимают различный. Например, клапан обрабатывают под углом  $44^\circ$ , а его гнездо — под углом  $45^\circ 30'$ . Рассогласование угла посадочных поверхностей приводит к образованию первоначальной контактной линии сопрягаемых поверхностей. По окончании обкатки двигателя образуется контактная полоска.

При строгом соблюдении технологии ремонта этот способ обеспечивает герметичность сопряжения, исключает притирку клапанов и повышает долговечность сопряжения.

Предельный (выбраковочный) диаметр гнезда клапана устанавливают по величине утопания тарелки нового (номинального размера) клапана или калибра. Утопание обычно измеряют от плоскости головки или блока (рисунок 2). Утопание допускается, например, у двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-03, А-41 - 2,5 мм; СМД-60, СМД-62, СМД-64 - 2,0 мм и т. д.

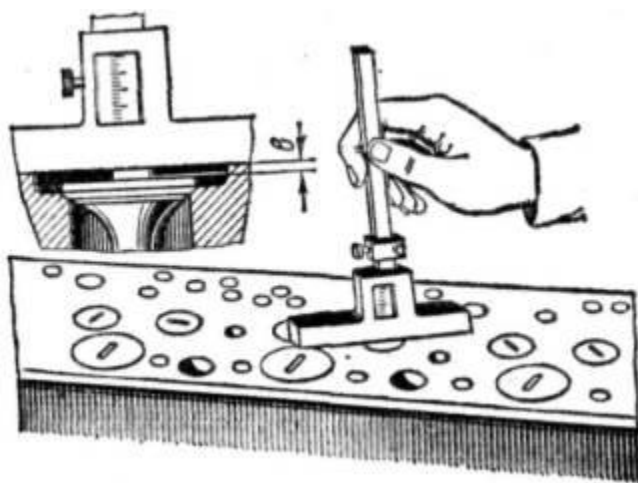


Рисунок 2. Определение величины утопания ( $\delta$ ) клапана штангенглубиномером.

Изношенные клапанные гнезда восстанавливают наплавкой или кольцеванием. При наплавке применяют горячую газовую сварку, используя в качестве присадки чугуновые прутки марки А или выбракованные поршневые кольца и флюсы ФСЧ-1 или буру. При восстановлении изношенных клапанных гнезд запрессовкой колец гнезда растачивают на требуемую глубину с большой точностью (допускается овальность гнезд до 0,05 мм, конусность — 0,02 мм) и запрессовывают в них с натягом 0,14...0,15 мм кольца.

Кольца вытачивают из специального чугуна. Овальность и конусность колец допускается не более 0,02 мм. Для облегчения установки колец и увеличения прочности посадки перед запрессовкой головку блока (блок) рекомендуется нагревать до 380...420°C, а кольца охлаждать в сухом льду или головку нагревать до 90°C, а кольца охлаждать в жидком азоте. После запрессовки на кольцах изготавливают фаски под клапаны. Изношенные вставные гнезда клапанов (гнезда выпускных клапанов двигателей А-01М, А-41, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, СМД-60, СМД-62, СМД-64, Д-37М, Д-37Е, Д-21; впускных и выпускных клапанов ГАЗ-53А и ЗИЛ-130) заменяют на кольца ремонтного размера.

Трещину в перемычке между клапанными гнездами, а также между гнездом и отверстием под распылитель форсунки у чугунных головок заваривают горячей газовой сваркой или ликвидируют путем постановки стягивающих фигурных вставок.

Трещины в водяной рубашке, не проходящие через отверстия для шпилек, заваривают электродуговой сваркой стальным электродом способом отжигающих валиков или электродами ПАНЧ-11.

Для устранения трещин в рубашке охлаждения широко применяют пасты на основе эпоксидных смол. При трещине, проходящей через отверстие под шпильку крепления головки к блоку, отверстие рассверливают и разворачивают на глубину меньше высоты головки цилиндров на 8...10 мм, после чего в отверстие вставляют втулку на эпоксидном составе.

Трещины и коррозионные повреждения у алюминиевых головок заваривают газовой сваркой ацетилено-кислородным, пропан-бутаново-кислородным пламенем или аргонно-дуговой сваркой.

У головок, поступающих в ремонт, а также после сварочных работ поверочной линейкой и щупом проверяют отсутствие коробления поверхности прилегания к блоку.

Для различных марок двигателей неплоскостность допускается до 0,15 мм.

После шлифования, фрезерования, пришабривания или проточки (для двигателей с индивидуальными головками для каждого цилиндра) нижней поверхности головки допускается ее неплоскостность менее 0,1 мм. После механической обработки проверяют высоту головки цилиндров. Например, для двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-41 она не должна быть менее 131 мм, ЯМЗ-240Б — 131,3 мм, СМД-60, СМД-62, СМД-64— 130мм. У ГАЗ-53А допускается уменьшение высоты головки на 1 мм против номинального размера.

После ремонта головку цилиндров вторично подвергают гидравлическому испытанию.

При износе резьбы в отверстиях головки цилиндров резьбу шпилек перед их завертыванием смазывают клеем на основе эпоксидной смолы. При срыве резьбы в отверстиях головок отверстия рассверливают, устанавливают спиральные вставки или нарезают увеличенную (ремонтную) резьбу и ставят ступенчатые шпильки. Изношенные резьбы под свечи ремонтируют постановкой переходных втулок.

**Клапаны.** Наиболее частыми неисправностями клапанов являются износ и подгорание рабочих фасок тарелок. Кроме того, у клапанов изнашиваются поверхность стержня и его торец.

Изношенные рабочие фаски тарелок клапанов и торцы стержней шлифуют на специальных станках (ОПР-823, Р-108 и др.) до выведения следов износа. Требуемый угол шлифования фаски — под  $45^\circ$ , а для впускных клапанов двигателей А-01М, А-41, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, СМД-60, СМД-62, СМД-64 и ЗИЛ-130 — под  $60^\circ$ .

Перед шлифованием проверяют на приспособлении индикатором (рисунок 3а) прямолинейность стержней клапанов. Непрямолинейность стержня допускается до 0,05 мм.

Коническая поверхность фаски после шлифования должна быть чистой, без задигов, черновин, рисок и гранености.

Предельно изношенные тарелки клапанов могут быть восстановлены плазменным напылением, электроконтактным напеканием металлических порошков или наплавкой ТВЧ шихтой из жаропрочных материалов (ВКЗ, ЭП-616, сормайт-1).

Обработку напыленных или напеченных поверхностей целесообразно проводить электроабразивным (электрохимическим) шлифованием.

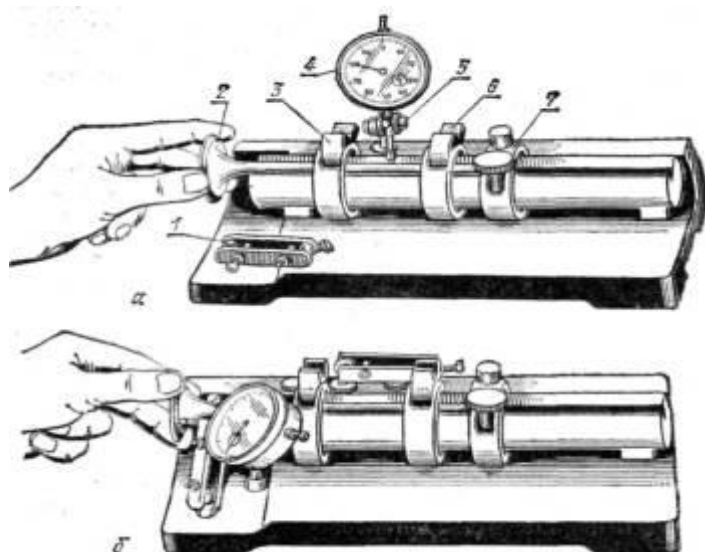


Рисунок 3. Проверка клапана на индикаторном приспособлении:

а - проверка прямолинейности стержня; б - проверка биения фаски тарелки: 1, 5 - стойки для индикатора; 2 - клапан; 3 и 6 - прижимы; 4 - индикатор; 7 - упор.

После шлифования проверяют биение конической фаски тарелки клапана относительно его стержня (рисунок 3б). Биение допускается не более 0,03...0,05 мм.

Высота цилиндрической фаски клапана не должна быть менее 1,1 мм для впускных и 1,3 мм для выпускных клапанов.

Изношенный торец стержня клапана шлифуют на специальной подставке (призме), прилагаемой к станку ОПР-823. После шлифования угольником проверяют перпендикулярность торца стержня по отношению к цилиндрической поверхности. Допускается просвет на торце до 0,05 мм.

Изношенные стержни клапанов можно шлифовать на уменьшенный размер, восстанавливать железнением или хромированием. Овальность и конусность стержня клапана после шлифования не должны быть более 0,02 мм. Из выбракованных клапанов путем проточки и шлифования можно изготовить клапаны меньшего размера для использования в других двигателях. Втулки, изношенные внутри, можно восстанавливать развертыванием под увеличенный стержень клапана.

**Пружины клапанов.** По мере работы двигателя пружины клапанов теряют упругость и получают усадку.

Контроль упругости клапанных пружин проводят на универсальном приборе для проверки упругости пружин и поршневых колец, определяют силу сжатия пружины и сравнивают ее с техническими требованиями.

Пружины, упругость которых меньше допустимой, могут быть восстановлены накаткой роликом или способом термической фиксации. При восстановлении пружины термической фиксацией, ее растягивают за концы зажимами приспособления до необходимой длины и пропускают через нее электрический ток. После того, как пружина нагреется до 400...450°C (о чем судят по времени нагрева и интенсивному испарению масла с поверхности), ее освобождают из зажимов и охлаждают на воздухе.

**Сборка головки цилиндров и притирка клапанов.** Собирают головки на специальном стенде (столе). В головку блока запрессовывают направляющие втулки и развертывают их. Стержень клапана должен свободно, без заеданий, проворачиваться во втулке и перемещаться в осевом направлении. У большинства двигателей нормальный зазор между стержнем впускного клапана и отверстием втулки равен 0,03... 0,07 мм, а выпускного — 0,7...0,11 мм.

После установки клапанов проверяют утопание их тарелок относительно плоскости разъема головки и при его несоответствии техническим требованиям подбирают и притирают другие клапаны.

При притирке фаску клапана и гнезда смазывают тонким слоем пасты ГОИ или пасты, состоящей из абразивного порошка зернистостью М24..М28 и дизельного масла.

Притирку проводят на специальном станке ОПР-1841А или притирочным электроинструментом. Стержни клапанов смазывают дизельным маслом, надевают на них технологические пружины и устанавливают клапаны в направляющие втулки. Головку (блок) устанавливают на угольники подъемной площадки 5.

Вращением маховика 3 или при помощи механизированного подъема поднимают головку на такую высоту, чтобы между муфтами шпинделей и клапанами можно было вставить переходники 2. При верхнем положении блока шпинделей 1 зазор между тарелкой клапана и гнездом должен быть 8...10 мм.

На фаски клапана или гнезда наносят пасту и включают станок. При работе станка шпиндели поворачивают клапан по часовой стрелке на 1/3 оборота, а против часовой стрелки на 1/4 оборота. Кроме этого, клапаны совершают возвратно-поступательное движение в осевом направлении.

Притирку ведут до образования на конической поверхности тарелки клапана и гнезда ровной без разрывов матовой кольцевой полоски. Ширина притертой полоски должна быть у двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б у впускных клапанов - 1,5...2 мм, выпускных - 1,0... 1,8 мм; А-01М, А-41, СМД-60, СМД-62, СМД-64 у впускных — не менее 2,0 мм, выпускных не менее 1,9 мм, СМД-14 и его модификаций — не менее 1,5 мм; Д-240, Д-50 — 1,5...2,0 мм и т. д.

Верхняя кромка матовой полоски должна отстоять от края конусной поверхности тарелки клапана не менее чем на 1,5 мм, а у двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б поясok должен начинаться у основания большого конуса седла.

После притирки клапаны размечают в соответствии с номерами гнезд. Головку и клапаны тщательно промывают в 1%-ном водном растворе тринатрийфосфата для удаления остатков пасты и собирают клапанный механизм. Разборку и сборку головок блоков тракторных двигателей рекомендуется проводить на стендах ОПР-107 или ОПР-2953М. Стержни клапанов смазывают дизельным маслом или графити-руют.

Клапаны устанавливают в гнезда согласно разметке. При помощи приспособления сжимают пружины и устанавливают тарелки клапанных пружин с сухариками.

Сухарики должны плотно сидеть в тарелке пружины и выступать над плоскостью тарелки не более 0,5 мм. Между сухариками по стыку должен быть зазор не менее 0,5 мм.

**Проверка герметичности клапанов.** Окончательный контроль качества притирки ведут либо при помощи пневматического прибора, либо по просачиванию керосина. Прибор состоит из корпуса, манометра и пульверизационной груши.

Для проверки герметичности на тарелку клапана сверху кисточкой наносят керосин. Прибор прижимают к впускному или выпускному отверстию головки, грушей нагнетают под клапан воздух до давления 30 кПа и наблюдают за появлением пузырьков. Если пузырьки отсутствуют, то клапан притерт удовлетворительно.

При проверке качества притирки керосином головку устанавливают впускными или выпускными каналами вверх и наливают в них керосин: он не должен просачиваться между клапанами и гнездами в течение 3 мин.

Для увеличения срока службы сопряжения клапанов с гнездами применяют накатывание роликами рабочих фасок гнезда и тарелки клапана. Накатывание фаски тарелки клапана проводят после ее шлифования, а фаски гнезда — после обработки фрезами. Обе операции выполняют на сверлильном станке за 6...10 оборотов шпинделя при давлении 2,5...3,0 МПа. Накатка позволяет исключить операцию притирки клапанов. Применяют также электромеханическое упрочнение фасок клапанов.

**Валики коромысел (оси).** При износе наружной поверхности в сопряжении со втулками коромысел валики перешлифовывают на уменьшенный ремонтный размер. Возможен ремонт валиков (осей) хромированием, железнением, вибродуговой наплавкой с последующим шлифованием.

**Коромысла клапанов с втулками.** Наиболее частыми дефектами коромысел клапанов являются: износ бойков и внутренней поверхности втулок, ослабление посадки втулок в коромыслах и износ резьбы под регулировочный винт.

При незначительном износе бойков по высоте их шлифуют вручную на обдирочно-шлифовальном станке, выдерживая требуемый радиус закругления по шаблону. При износе на глубину 2...3 мм боек наплавляют и шлифуют. Во время шлифования должна быть обеспечена параллельность цилиндрической поверхности бойков относительно оси отверстия под втулку, что проверяют шаблоном.



При износе резьбы в коромысле под регулировочный винт конец коромысла осаживают с боков в горячем состоянии, просверливают по кондуктору отверстие и нарезают резьбу нормального размера. Толкатели клапанов и втулки толкателей. У толкателей изнашиваются поверхности стержня и тарелки. Стержни толкателей восстанавливают вибродуговой наплавкой проволокой из высокоуглеродистой стали или напеканием металлических порошков. После наплавки или напекания стержень толкателя шлифуют на круглошлифовальном станке. Возможно также восстановление стержня толкателя электролитическим наращиванием (железнением, хромированием).

При незначительном износе рабочей поверхности тарелки толкателя (до 0,3 мм) ее шлифуют до выведения следов износа. При больших износах тарелку наплавляют электродуговой сваркой электродом Т-590 или чугуном газовым пламенем. Чтобы не произошел отпуск стержня, толкатель при наплавке тарелки погружают в ванну с проточной водой таким образом, чтобы тарелка была над жидкостью. Наплавленные тарелки шлифуют до определенной высоты.

У толкателей качающегося типа изнашиваются втулки по внутреннему диаметру, оси роликов и сами ролики, упорные пяты.

**Распределительные валы.** У этих валов изнашиваются опорные шейки и кулачки. Возможен также изгиб вала. Для определения изгиба вал укладывают крайними шейками на призмы и индикатором определяют биение средней шейки. Если биение превышает 0,1 мм, вал правят под прессом.

Опорные шейки распределительного вала при износе до овальности и конусности более 0,1 мм шлифуют до следующего ремонтного размера. Изношенные шейки последнего ремонтного размера восстанавливают вибродуговой наплавкой высокоуглеродистой сталью, после чего шлифуют до номинального диаметра. Возможно также восстановление шеек хромированием, твердым железнением или напеканием металлических порошков.

Втулки для опорных шеек шлифованных валов ставят в блок с уменьшенным внутренним диаметром.

Отверстия для подвода смазки в блоке и втулках после запрессовки должны совпадать. После запрессовки втулок проводят их соосную расточку на станках типа ОПР-4812, ОПР-4811.

Кулачки распределительного вала изнашиваются неравномерно. Цилиндрическая часть поверхности кулачка изнашивается незначительно, и почти весь износ приходится на долю профильной, набегающей части кулачка (рисунок 4).

Вследствие этого изменяется высота подъема клапана, смещаются в сторону запаздывания моменты начала и максимального открытия клапана и уменьшается общее время открытия его.

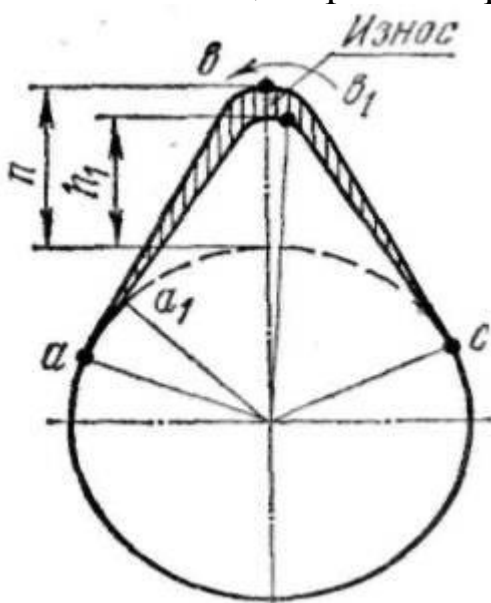


Рисунок 4. Износ кулачка распределительного вала:  $h$  и  $h_1$  - высота подъема толкателя при новом и изношенном кулачках;  $a$  и  $a_1$  - начало открытия клапана при новом и изношенном кулачках;  $b$  и  $b_1$  - максимальное открытие клапана при новом и изношенном кулачках;  $c$  - закрытие клапана.

Износ кулачков распределительного вала определяют замером высоты кулачка. По высоте износ кулачков допускается до определенного предела. Например, наименьшая допустимая высота кулачков распределительного вала равна: для двигателей ЯМЗ-240Б и ЯМЗ-238НБ — 42 мм; Д-50 — 40,1 мм; СМД-14 — 41,25 мм; А-01М и А-41 — 44,05мм. Кулачки, изношенные до размера по высоте меньше допустимого, шлифуют на шлифовально-копировальном станке на ремонтные размеры. При износе кулачков последнего ремонтного размера они могут быть восстановлены до номинального размера электродуговой наплавкой электродом Т-590 с последующим шлифованием или напеканием металлических порошков.

## 5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 5.1 Дефектация деталей ГРМ

Используя альбомы технических требований на ремонт двигателей произвести дефектацию основных деталей механизма газораспределения, занести результаты в таблицу 1 и сделать заключение о необходимой технологии ремонта.

Таблица 1 Результаты дефектации деталей ГРМ двигателя .....

Контролируемый параметр	Результат измерения	Допускаемое значение	Заключение о виде ремонта
Высота кулачков распределительного вала, мм Диаметр опорных шеек распределительного вала, мм Высота бойка коромысла, мм Коробление плоскости разъема головки блока, мм Утопание тарелки клапана, мм Упругость клапанных пружин, Н - внутренней - наружной Зазор в сопряжении, мм: - втулка – клапан впускн. - втулка – клапан выпускн.			

### 5.2 Ремонт клапанной пары

Снять с головки блока цилиндров клапан. Измерить ширину (S) рабочей фаски седла (рисунок 1), продефектовать клапан. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты ремонта клапанной пары двигателя .....

Контролируемый параметр	Допустимое значение	Фактическое значение	
		до ремонта	после ремонта
Ширина фаски седла клапана, мм Высота цилиндрического пояса клапана, мм Биение: - рабочей фаски клапана, мм - торца клапана, мм - стержня клапана, мм Ширина притертой матовой полосы на фаске клапана, мм Расстояние от края тарелки клапана до притертой полосы, мм Герметичность клапанной пары, мин.			

При помощи набора конусных фрез фрезеровать седла клапана.

Прошлифовать коническую фаску клапана на станке Р-108 до выведения следов износа.

Осуществить притирку подготовленного клапана к отремонтированному седлу, Оценить качество притирки клапана.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов / Под ред. В.А.Зорина. – М.: Академия, 2010. - 512 с.
- 2 Практикум по ремонту машин. Под редакцией Пучина Е.А.-М.: КолосС, 2009.-327с.
- 3 Надежность и ремонт машин:/ Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000.- 778с.
- 4 Альбомы технических условий на дефектацию и ремонт двигателей. – М.: ГОСНИТИ, 1990.
- 5 Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. М.; Академия, 2002.- 496с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Кунафин А.Ф.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1.1 Изучить дефекты гильз цилиндров и ознакомиться с технологией их дефектации.

1.2 Ознакомиться с технологическими процессами восстановления гильз цилиндров.

1.3 Изучить оборудование, приспособления и инструмент, применяемые при расточке и хонинговании гильз цилиндров.

1.4 Освоить выполнение основных ремонтных и контрольных операций.

### **2 ЗАДАНИЕ**

2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места и плакатами.

2.2 Провести дефектацию изношенных гильз цилиндров, подлежащих восстановлению, и назначить соответствующие ремонтные размеры.

2.3 Выполнить операцию по расточке и хонингованию гильз цилиндров на принятые ремонтные размеры.

2.4 Проверить размеры восстановленных гильз цилиндров.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

3.1 Станок вертикально - расточный 2А78, расточные резцы, приспособление для центрирования, станочные прижимы, приспособление для закрепления гильз цилиндров на станке, приспособление для установки вылета резца.

3.2 Станок хонинговальный 3Б833, хонинговальные головки, алмазные бруски.

3.3 Гильзы (блоки цилиндров) с изношенными отверстиями, нутромеры индикаторные 50...100 мм и 100...160 мм, микромеры 50...75, 75...100, 100...125 и 125...150 мм, комплект слесарных инструментов, эталоны шероховатости.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 Станины станков должны быть надежно заземлены.

4.2 Перед началом работы студент должен изучить конструкцию станков и приспособлений, назначения рукояток управления.

4.3 Включение и работа на станках разрешается только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4.4 При работе на станках запрещается:

- касаться электропроводки и корпусов работающих электродвигателей;
- охлаждать металлорежущий инструмент мокрыми тряпками или ветошью;
- измерять размеры детали при работе станка;
- облокачиваться на станки;
- оставлять инструменты или другие предметы на станке.

## 5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гильзы цилиндров изнашиваются, в основном, в зоне перемещения поршневых колец («зеркала гильзы»). Максимальная величина износа приходится на участок расположения верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней «мертвой» точке (ВМТ). Рабочая поверхность цилиндра в поперечном сечении приобретает форму овала с большой осью в плоскости качения шатуна, а по высоте – форму конуса, обращенного вершиной вниз.

При не больших износах гильзы восстанавливают путем их растачивания на увеличенный ремонтный размер с последующим хонингованием. С этой целью для гильз цилиндров тракторных двигателей установлен обычно один ремонтный размер (увеличенный на 0,7 мм). Для цилиндров автомобильных двигателей принято большее число ремонтных размеров с интервалом 0,2...0,5 мм. Машиностроительными заводами выпускаются ремонтные поршни и кольца, соответствующие принятым ремонтным размерам гильз.

Гильзы цилиндров, изношенные более последнего ремонтного размера, восстанавливают: гильзованием (запрессовка в цилиндр специальной тонкостенной гильзы); пластинированием (запрессовка свернутой в кольцо стальной ленты); осталиванием, термоциклированием (термопластическим обжатием); индукционной центробежной наплавкой и другими методами. Восстановленные гильзы цилиндров растачивают под номинальный размер и хонингуют.

## 6 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 6.1 Дефектация и определение ремонтного размера для расточки гильз цилиндров

Ремонтный размер для расточки гильз цилиндров в блоке определяется в следующей последовательности:

1) Проводиться микрометрическое измерение внутреннего диаметра гильз цилиндров. Диаметр каждой гильзы измеряется в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях (А и В) и четырех сечениях. Первое сечение принимается по верхней кромке цилиндра, второе – в месте максимального износа (для тракторных гильз на расстоянии 20...25 мм от верхней кромки, автомобильных – 5...10 мм). Данные замеров заносятся в микрометрическую карту (таблица 7.1).

2) По данным измерений находится место максимального износа ( $D_{\text{макс.}}$ ), по которому определяется расчетный размер для расточки ( $D_{\text{расч.}}$ ):

$$D_{\text{расч.}} = D_{\text{макс.}} + z_1 + z_2, \text{ мм},$$

где  $D_{\text{макс.}}$  – диаметр гильзы в месте максимального износа, мм;

$z_1$  и  $z_2$  – припуски (на диаметр) соответственно на расточку и хонингование, мм.

Для чугунных гильз рекомендуется принимать  $z_1 = 0,05...0,10$  мм,  $z_2 = 0,02...0,08$  мм.

3) Из альбомов технических требований на капитальный ремонт двигателя принимается стандартный ремонтный размер ( $D_{\text{рем}}$ ) для расточки гильз цилиндров по условию

$$D_{\text{рем}} \geq D_{\text{расч.}}$$

### 6.2 Растачивание гильз цилиндров

1) Растачиваемая гильза (блок гильз цилиндров) устанавливается и крепится на столе вертикально – расточного станка.

2) При помощи специального индикаторного приспособления с точностью  $\pm 0,03$  мм производится центровка гильзы относительно резцовой головки по ее верхней (не изношенной) части.

3) Определяется необходимый вылет резца, мм:

$$L = (D_{\text{рем}} - d_{\text{шп}} - z_2) / 2,$$

где  $d_{\text{шп}}$  – диаметр шпинделя резцовой головки станка, мм.

4) При помощи микрометрического приспособления устанавливается рассчитанный вылет резца.

5) По справочным таблицам в зависимости от материала гильз и типа резца подбираются режимы растачивания – скорость резания и подача. Определяется частота вращения резцовой головки ( $n$ ) в  $\text{мин}^{-1}$ :

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{\text{рем}}}$$

где  $V_p$  - принятая скорость резания, м/мин.

6) Режимы резания корректируются по паспортным данным станка: станок настраивается на ближайшие значения расчетного числа оборотов шпинделя и подачи.

7) Проводится пробное растачивание гильзы на длине 8-10 мм и проверяется полученный размер. При необходимости корректируется вылет резца и в полуавтоматическом режиме гильза цилиндров растачивается по всей длине.

8) После растачивания проводится микрометраж гильзы (таблица 7.2) и оценивается соответствие результатов расточки техническим условиям.

### 6.3 Хонингование гильз цилиндров

1) Гильза (блок цилиндров) устанавливается и крепится на столе хонинговального станка.

2) В зависимости от диаметра отверстия и материала гильзы подбираются необходимые параметры хонинговальных брусков для черной и чистовой обработки (см. приложение 1).

3) Устанавливается ход хонинговальной головки с таким расчетом, чтобы выход брусков за пределы обрабатываемого отверстия в верхнем и нижнем положениях был не более  $1/3$  длины бруска во избежание образования корсетной формы гильзы и не менее  $1/4$  длины во избежание бочкообразности.

4) По справочным таблицам выбираются окружная и возвратно-поступательная скорости хонинговальной головки, и станок настраивается на их ближайшие значения (приложение 1).

5) Сначала проводится черновая обработка:

- на шпиндель устанавливается хонгоголовка вручную, вводится в обрабатываемую гильзу;

- нажатием кнопки «Подача пуск» и «Шпиндель пуск» включается возвратно-поступательное и окружное движение хонинговальной головки;





Таблица 7.2 Данные по растачиванию гильз цилиндров.....

Показатели	Значения, обозначения
1. Материал гильз 2. Марка резца 3. Принятый ремонтный размер (Дрем), мм 4. Припуск на расточку (а), мм 5. Вылет резца (L), мм 6. Скорость резания ( $V_p$ ), м/мин 7. Частота вращения резцовой головки (n), мин-1: - расчетная - принятая по станку 8. Подача, мм/об: - табличная - принятая по станку 9. Диаметр гильзы после расточки, мм: сеч. I сеч. II сеч. III сеч. IV - наибольшая овальность - наибольшая конусность	

Таблица 7.3 Данные по хонингованию гильз цилиндров

Показатели	Черновое хонингование	Чистовое хонингование
1. Припуск, мм 2. Марка брусков (по ГОСТ) 3. Усилие прижима брусков, кГ/см <sup>2</sup> 4. Скорость хонинговальной головки, м/мин: - окружная - возвратно-поступательная 5. Время обработки, мин. 6. Диаметр гильзы после хонингования мм: сеч. I сеч. II сеч. III сеч. IV - наибольшая овальность, мм - наибольшая конусность, мм		

Выводы:

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надежность и ремонт машин./ Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000.
2. Технологические карты на восстановление деталей двигателей. – М.: Ремдеталь, 1982.
3. Унифицированный технологический процесс восстановления гильз цилиндров. – М.: ГОСНИТИ, 1982.

### Приложение 1



Рисунок 1 Пример обозначения алмазных хонинговальных брусков

Таблица 1 Типы хонинговальных брусков

Тип бруска	Обозначение типа бруска по ГОСТ 2456-67
Квадратный	БКВ
Плоский	БП
Плоский для хонингования (специальный)	БХ

Примечание: В начале обозначения алмазных брусков добавляется буква А.

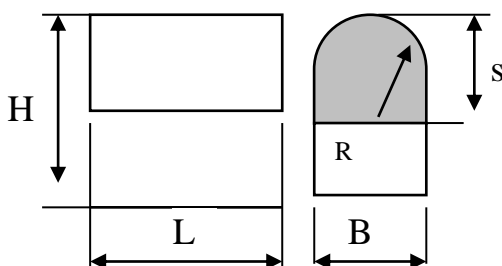


Рисунок 2 Форма хонинговальных алмазных брусков

Примечание: Радиус закругления рабочей поверхности бруска (R) берется равным 0,8...0,9 от радиуса отверстия обрабатываемой детали.

Таблица 2 Алмазный инструмент для хонингования.

Марка алмаза и алмазного микропорошка	Обрабатываемый материал					
	Серый чугун	Закален. (HRC > 40)	Термоулучш. (HRC 30...40)	Закален. (HRC 59...61)	Цементир. и закаленная (HRC 56...63)	Азотированная (HRC 62...65)
A	-	•	-	-	-	-
АСО	0	-	-	-	-	-
АСР	•	-	0	-	-	-
АСВ	-	0	•	0	0	•
АМ, АСМ	0	•	0	•	•	•

Примечание: • - рекомендуется применять, 0 – можно применять.

Таблица 3 Зернистость алмазного инструмента для хонингования.

Вид обработки	Класс шероховатости	Зернистость брусков для обработки	
		чугуна, стали	алюминиевых сплавов
Предварительная	Ra = 0,25...2,5 мкм	315/250-200/160	-
Получистовая	Ra = 0,32...0,62 мкм	160/125-63/50	125/100-80/63
Чистовая	Ra = 0,16...0,32 мкм	M28/20-M20/14	M40/28-M14/10

Таблица 4 Концентрация алмазов алмазоносном слое хонинговальных брусков.

Вид обработки	Чугун серый и закаленный	Сталь термоулучшенная (HRC 30...40) закаленная (HRC 46...52)	Сталь закал. (HRC 58...61) цементир. и азотирован. (HRC 62...65)	Алюминиевые сплавы
Предварительная	50	100	150	100
Чистовая	100	150	200	50, 100

Примечание: Условно за 100%-ную концентрацию принято содержание в 1 мм<sup>3</sup> алмазоносного слоя 0,878 мг алмазов.

Таблица 5 Твердость абразивных брусков для хонингования

Обрабатываемый материал	Припуск, мм	Твердость брусков при зернистости		
		120...80	60...40	M40...M14
Чугун	0,05...0,5	C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2,	CM2, C1, C2, CT1, CT2,	CM1, CM2, C1, C2, CT1,
	0,01...0,1	CT2, CT3, T1, T2, BT1, BT2	CT3, CT2, T1, T2	CT2, C1, C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2
Сталь	0,05...0,5	CM2, C1, C2, CT1, CT2	M3, CM1, CM2, C1, C2, CT1, CT2	CM2, C1
	0,01...0,1	C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2	CT2, CT3, T1	CM2, C1, C2, CT1, CT2, CT3
Алюминиевые сплавы	0,02...0,08	M3, CM1, CM2	M3, CM1, CM2	M3, CM1, CM2

## Приложение 2

### Технические требования на выдачу гильз цилиндров из ремонта

1. Овальность и конусность поверхностей поясков не более 0,04 мм.
2. Шероховатость поверхности зеркала должна соответствовать  $Ra=0,32$  мкм ( $\Delta 9$ ).
3. Допускается уменьшение нижнего предельного значения диаметра нижнего пояска на 0,02 мм.
4. Овальность и конусность поверхности зеркала гильз допускается не более 0,02 мм. На длине 32 мм от нижнего торца овальность и конусность зеркала допускается до 0,03 мм.
5. На участках 15 мм от верхнего и 9 мм от нижнего торцов поверхности зеркала гильзы допускаются:
  - овальность, отклонение размера не более 0,05 мм в результате зачистки следов выхода инструмента с плавным переходом на размер поверхности зеркала гильзы;
  - увеличение шероховатости до  $Ra=1,25$  мкм ( $\Delta 7$ ).

6. Гильза цилиндров не должна иметь раковин, трещин, пористости и посторонних включений, кроме следующих случаев:
- на поверхностях верхнего и нижнего торцов допускаются газовые раковины в количестве не более двух штук размером не более 1 мм на расстоянии не менее 2 мм от фасок;
  - на участках, 5 мм от верхнего и 65 мм от нижнего торцов, допускаются не более трёх газовых раковин размером не более 2 мм и глубиной до 1 мм. Расстояние между рядом расположенными раковинами не менее 30 мм.
7. На поверхности зеркала гильзы царапины и задиры не допускаются
8. На поверхности нижнего торца гильзы забоины не допускаются.
9. На поверхности верхнего торца гильзы допускается спиральная риска шириной не более 0,2 мм и глубиной не более 0,1 мм как результат выхода инструмента.

## ДЕФЕКТАЦИЯ И РЕМОНТ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Павлов А.П.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить основные дефекты изношенных коленчатых валов автотракторных двигателей и ознакомиться с технологией их дефектации и ремонта.

1.2 Ознакомиться с технологией перешлифовки шеек коленчатых валов на ремонтные размеры.

### 2 ЗАДАНИЕ

2.1 Произвести дефектацию коленчатого вала. Заполнить микрометражную карту (таблица 2) и установить ремонтные размеры для перешлифовки коренных и шатунных шеек.

2.2 Ознакомиться с конструкцией станка 3А423 для шлифовки шеек коленчатых валов и подготовить его к работе.

2.3 Прошлифовать шейки коленчатого вала на установленные ремонтные размеры. Проверить соответствие вала техническим условиям и заполнить таблицу 3.

### 3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

3.1 Плита поверочная 1000 x 750 мм, призмы 65 x 100 x 100 мм,

3.2 Станок 3А423 для шлифования шеек коленчатых валов.

3.3 Универсальная стойка с индикатором часового типа.

3.4 Штангенрейсмус, микрометры, радиусный щуп.

3.5 Альбомы, технических условий и указаний по дефектации деталей и сопряжений автотракторных двигателей.

### 4 ДЕФЕКТЫ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Рассмотрим основные дефекты коленчатого вала, причины их возникновения, методы ремонта и профилактические меры при эксплуатации.

**Дефект 1.** Сильный износ и задиры на поверхностях коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Поверхности шатунных и коренных шеек изнашиваются неравномерно, на них появляются конусность и овальность.



Наибольший износ шатунных шеек наблюдается на участках поверхностей, обращенных в сторону оси вращения коленчатого вала.

**Причины:**

- Недостаточное давление в системе смазки.
- Недостаточный уровень масла в картере.
- Некачественное масло.
- Сильный перегрев, приводящий к разжижению масла.
- Попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла.
- Засорённый масляный фильтр.
- Работа двигателя на грязном масле.
- Грязевые отложения в полостях шатунных шеек.

**Действия:**

Восстановление коленчатого вала указанными ниже методами. Проверка посадочных мест под вкладыши коленчатого вала в блоке цилиндров и нижних головок шатунов, системы смазки и масляного насоса и при необходимости ремонт или замена масляного насоса. Прочистка, промывка и продувка масляных каналов блока цилиндров и коленчатого вала. Проверка системы охлаждения, при необходимости её ремонт. Проверка, при необходимости ремонт системы питания.

**Дефект 2.** Сильный износ торцевых поверхностей под упорные полукольца коленчатого вала.

**Причины:**

- Неисправность привода выключения сцепления.
- Стоянка на месте с работающим двигателем и с выжатым сцеплением.
- Движение с неполностью отпущенной педалью сцепления.

**Действия:**

Восстановление упорных фланцев в ремонтный размер с дальнейшей установкой утолщённых (ремонтного размера) полуколец. Проверка привода выключения сцепления и в случае неисправности его ремонт. Не держать без необходимости ногу на педали сцепления.

**Дефект 3.** Царапины на поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала

**Причины:**

- Большой пробег двигателя.
- Попадание посторонних частиц в моторное масло.

**Действия:**

Проверка исправности системы смазки. Применять моторное масло надлежащего качества и регулярно, в предписанные производителем сроки,

менять моторное масло и фильтр. При наличии подобных повреждений коленчатый вал, как правило, ремонтируется шлифовкой шеек в следующий ремонтный размер.

**Дефект 4.** Прогиб коленчатого вала.

Обязательно проверять изгиб коленчатого вала. Особенно важна эта процедура для двигателей тяжёлых грузовиков и сельхозтехники. При необходимости произведите правку коленчатого вала.

**Дефект 5.** Трещины коленчатого вала.

**Причины:**

Причины перечислены ранее, в пункте 1. К появлению трещин в коленвале может также привести разрушение поршня и шатуна в результате гидроудара или попадания в цилиндр посторонних предметов.

**Действия:**

Коленчатый вал восстановлению не подлежит.

Примечание. Определить наличие трещин и их размеры можно визуально, с помощью небольшого молотка (при ударе молотком должен раздаваться чистый, а не дребезжащий звук) или магнитным (ультразвуковым) дефектоскопом.

**Дефект 6.** Выработка и царапины на поверхности под сальники коленчатого вала

**Причины:**

- Длительная работа двигателя.
- Попадание посторонних частиц в моторное масло.
- Неаккуратное обращение с коленчатым валом при замене сальников на двигателе.

**Действия:**

Восстановление электроконтактной приваркой. При наличии незначительных царапин возможна шлифовка поверхностей под сальники. При незначительной выработке возможна установка новых сальников с небольшим осевым смещением.

**Дефект 7.** Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под штифты и втулки.

**Причины:**

- Неправильная затяжка болтов, крепящих шкивы и маховики. Биение шкивов.
- Последствия аварии, при которой произошла деформация моторного отсека.

**Действия:**

Наплавка ручная дуговая с последующим фрезерованием, сверлением. При сборке мотора с таким коленвалом требуется особое внимание при совмещении меток на шкивах или шестернях ГРМ.

**Дефект 8.** Разрушение резьбы в крепёжных отверстиях.

**Причины:**

- Неправильная затяжка крепёжных болтов.

**Действия:**

Наплавка ручная дуговая с последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера. В исключительных случаях возможно нарезание резьбы большего диаметра.

## 5 МЕТОДЫ РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

1) Основной операцией ремонта коленчатых валов является шлифование коренных и шатунных шеек на ремонтные размеры. Обычно для коленчатых валов многих автотракторных двигателей принято 3...4 ремонтных размера шеек (с интервалом 0,25 ... 0,5 мм), на которые имеются соответствующего размера стандартные ремонтные вкладыши. Шейки коленчатых валов шлифуют на круглошлифовальных станках типа 3423 или 3420, оснащенных необходимым набором приспособлений. После шлифования шейки, с целью уменьшения шероховатости и повышения усталостной прочности подвергаются полированию или суперфинишированию.

2) Валы, изношенные более последнего ремонтного размера, восстанавливаются нанесением металла на изношенные поверхности наплавкой, напеканием порошков, приваркой ленты, напылением и другими методами.

3) Восстановление размеров шеек под распределительную шестерню и шкивы производится теми же методами с последующей обработкой на номинальный размер.

4) Изношенные стенки шпоночных канавок восстанавливают обработкой на увеличенный размер.

5) При износе отверстия во фланце коленчатого вала под болты крепления маховика их рассверливают на увеличенный ремонтный размер по кондуктору или совместно с маховиком и нарезают в отверстиях резьбу большего размера.

6) Изгиб валов дизельных двигателей величиной не более 0,2 мм, двигателей с искровым зажиганием грузовых автомобилей не более 0,1 мм и легковых автомобилей — 0,05 мм самоустраняется при перешлифовке шеек на ремонтный размер. При более высоких значениях изгиба производят

правку коленчатого вала под прессом или наклепом щек при помощи пневматических молотков.

7) После восстановления коленчатые валы проверяют на наличие трещин с помощью магнитных или ультразвуковых дефектоскопов и подвергают динамической балансировке на специальных машинах (типа БМУ-4). Допускаемая величина дисбаланса для коленчатых валов тракторных двигателей 100 ... 160 гсм, двигателей грузовых автомобилей — 70 ... 120 гсм, легковых автомобилей — 10 ... 50 гсм. Неуравновешенность устраняют высверливанием отверстий в противовесах вала.

Необходимо помнить: после ремонта коленчатый вал должен быть тщательно промыт и продут сжатым воздухом для удаления загрязнений, абразивных частиц, стружки и следов СОЖ.

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Дефектация коленчатого вала.

1.1 Установить коленчатый вал в призмах на поверочной плите.

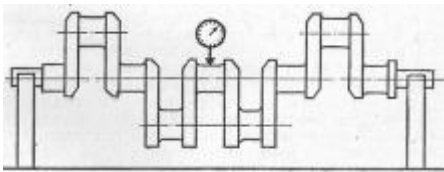


Рисунок 1 Измерение изгиба коленвала.

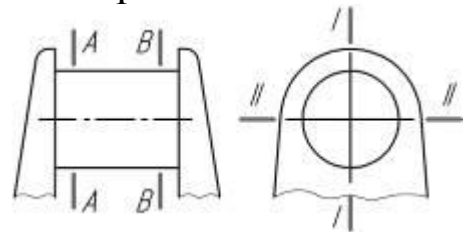


Рисунок 2 Схема замеров шеек коленвала.

1.2 Провести измерение диаметра шеек коленчатого вала, согласно схеме замеров (см. рисунок 2). Результаты занести в микрометричную карту (таблица 2).

1.3 Измерить радиус кривошипа вала (рисунок 3), его изгиб (рисунок 1), радиус галтелей и биение цилиндрических поверхностей. Результаты занести в таблицу 3.

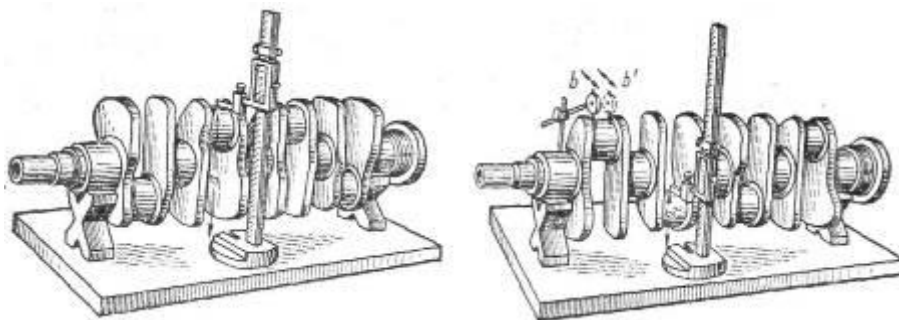


Рисунок 3 Измерение радиуса кривошипа

1.4 По результатам дефектации определить степень износа ремонтнопригодность вала. Установить место максимального износа шеек и определить ремонтные размеры для перешлифовки коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

## 2 Подготовка станка к работе

2.1 Проверить состояние шлифовального круга и при необходимости произвести его правку. Правка производится по периферии, торцам и по радиусу закругления круга алмазным карандашом при помощи специального приспособления к станку ЗА423. Алмазным карандашом при вращении круга и при обильной смазочно-охлаждающей жидкости производят съём материала круга. При этом удаляются "засаленные" слои, обнажаются новые режущие зерна и круг приобретает необходимую форму. Радиус закругления проверяется профильными радиусными щупами на просвет. Подача алмаза при правке составляет 0,02 ... 0,05 мм на один двойной ход, а продольная подача 0,03 ... 0,10 мм на один оборот круга.

2.2 Произвести настройку станка, установить принятую частоту вращения круга и изделия, при шлифовании шатунных шеек установить центросместители на радиус кривошипа шлифуемого коленчатого вала, подобрать и закрепить в планшайбах противовесы.

## 3 Шлифование шеек коленчатого вала.

3.1 Установить коленчатый вал в патронах: фланцем в передней бабке и шейкой под шкив в задней бабке.

3.2 Установить индикаторное приспособление и проверить биение шлифуемой шейки вала, которое должно быть не более 0,05 мм без учета овальности шейки. При большем биении производят выверку (центровку) вала при помощи центросместителей (в вертикальной плоскости) и поворотом вала в патронах (в горизонтальной плоскости).

3.3 Включить станок и прошлифовать шейку на необходимый размер.

Шлифование шеек коленчатых валов производится при следующих режимах: окружная скорость круга 25 ... 30 м/с, частота вращения коленчатого вала при предварительном шлифовании - 28 ... 32 мин<sup>-1</sup> и подача по глубине 0,010 ... 0,015 мм/об. При чистовом шлифовании частота вращения вала 8... 15 мин<sup>-1</sup>, подача 0,003 ... 0,005 мм /об.

Для шлифования применяют специальные круги из электрокорунда или карбида кремния (Э, ЭВ, КЗ) зернистостью 40 ... 50 на керамической связке (твердость С 1 С М2, средняя структура).

Во избежание появления прожогов и микротрещин на шлифуемую поверхность



Таблица 2 Результаты дефектации и ремонта коленчатого вала

№	Показатели	По технич. условиям	До ремонта	После ремонта	Заключение
1	Диаметр шеек, мм: А) коренных				
	Б) шатунных				
2	Наибольшая овальность, мм				
3	Наибольшая конусность, мм				
4	Биение относительно крайних коренных шеек, мм: А) поверхности под шкив				
	Б) средней коренной шейки				
	В) поверхности под манжету				
	Г) поверхности фланца				
	Д) торца фланца				
5	Изгиб вала, мм				
6	Радиус кривошипа, мм				
7	Радиус галтелей, мм				
8	Шероховатость поверхности шеек (R a), мкм				

Таблица 3 Последовательность операций по ремонту коленчатых валов

№ п/п	Наименование и содержание операции	Оборудование и приспособления	Режим обработки	Инструмент	Материал

Таблица 4 Технические требования на выдачу коленчатых валов автотракторных двигателей из  
ремонта

№	Наименование параметра	Марка двигателя			
		Д-50, Д-240	СМД-14, -18, -20, А-01, А-41	СМД- 60, -62, -64	ЯМЗ- 238
1	Твердость шеек (не менее)	45	45	45	52
2	Овальность, конусность (не более), мм	0,015	0,015	0,015	0,02
3	Биение относительно крайних коренных шеек (не более), мм: А) поверхности под зубчатое колесо Б) 2-й, 3-й, 4-й коренных шеек В) поверхности под манжету Г) поверхности фланца под маховик Д) торца фланца на крайних точках	0,03	0,03	0,03	0,03
4	Изгиб вала (не более), мм	0,03	0,03	0,03	0,03
5	Радиус кривошипа, мм	0,03	0,03	0,03	0,03
6	Радиус галтелей, мм	0,03	0,04	0,04	0,04
7	Шероховатость поверхности шеек (Ra), мкм	0,05	0,05	0,05	0,05
		62,5+0,04	70±0,05	57±0,06	70±0,05
		4	5-для СМД-14 6-для А-41	5	6
		0,2	0,2	0,2	0,2



Таблица 5. Размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов легковых автомобилей

Марка автомобиля	ВАЗ - 01 - 07		ВАЗ -08 - 09	
	шатунные	коренные	шатунные	коренные
Н	47,83 <sub>-0,02</sub>	50,79 <sub>-0,02</sub>	47,85 <sub>-0,02</sub>	50,82 <sub>-0,02</sub>
P1	47,58	50,54	47,60	50,569
P2	47,33	50,29	47,35	50,319
P3	47,08	50,04	47,10	50,069
P4	46,83	49,79	46,85	49,819
R кривошипа, мм	ВАЗ 01, 011 — 33±0,06 ВАЗ 03, 06 — 40±0,06		35,5	

Марка автомобиля	М-412		ГАЗ -24 «Волга»	
	шатунные	коренные	шатунные	коренные
Н	52,012 <sub>-0,019</sub>	60,0 <sub>-0,013</sub>	58,0 <sub>-0,017</sub>	64,0
P1	51,762	59,75	57,75	63,75
P2	51,512	59,50	57,50	63,50
P3	51,262	59,25	57,25	63,25
P4	50,012	59,00	57,00	63,00
P5	50,762	58,75	56,75	62,75
P6		58,50	56,05	62,05
R кривошипа, мм	35,9±0,05		64,0	

## БАЛАНСИРОВКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

Кунафин А.Ф.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Изучение физической сущности, разновидностей и особенностей балансировки деталей машин.
- 1.2 Ознакомление с методами балансировки и применяемым оборудованием.
- 1.3 Освоение технологии динамической балансировки на примере коленчатых валов автотракторных двигателей и молотильных барабанов зерноуборочных комбайнов.

### 2 ЗАДАНИЕ

- 2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении работы.
- 2.2 Изучить разновидности балансировки деталей, конструкцию и принцип работы балансировочных машин.
- 2.3 Отбалансировать на машине КИ-4274 молотильный барабан комбайна или коленчатый вал двигателя в сборе с маховиком (по указанию преподавателя).

### 3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

- 3.1 Балансировочная машина КИ-4274, комплект принадлежностей.
- 3.2 Молотильный барабан комбайна СК-5, набор балансировочных пластин.
- 3.3 Коленчатый вал двигателя в сборе с маховиком.
- 3.4 Тарировочный вал, балансировочные грузики, набор ключей.

### 4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Известно, что более 50 % отказов машин и узлов происходит из-за повышенной вибрации, вызванной неуравновешенностью вращающихся деталей. Поэтому одним из важнейших мероприятий, направленных на повышение ресурса отремонтированных машин, является внедрение балансировки деталей и узлов после ремонта.

Для уравнивания любой вращающейся детали необходимо, чтобы ее центр тяжести лежал на оси вращения, а центробежные моменты инерции были равны нулю. Несовпадение центра тяжести детали с осью вращения принято называть *статической неуравновешенностью*, а неравенство нулю центробежных моментов инерции - *динамической неуравновешенностью*.

#### 4.1 Статическая балансировка деталей

Статическая неуравновешенность легко обнаруживается при установке детали опорными шейками на параллели или ролики. Обычно статической балансировке подвергаются детали, у которых диаметральные размеры намного превышают длину по оси вращения (маховики, диски, шкивы, рабочие колеса и т.п.), так как в этом случае динамической составляющей можно пренебречь.

При статической балансировке установкой пробных грузиков определяют места и величину дисбаланса. Неуравновешенность устраняют удалением эквивалентного количества материала с детали или установкой корректирующих грузов. Излишний материал у массивных деталей (маховики) удаляют сверлением или фрезерованием, а у тонкостенных (шкивы, диски, роторы) - эксцентрическим точением или шлифованием.

После устранения дисбаланса производят повторную (контрольную) балансировку. При превышении остаточного дисбаланса значения, допустимого по техническим требованиям балансировку повторяют.

#### 4.2 Динамическая балансировка деталей

Динамической балансировке подвергают работающие при высоких скоростях вращающиеся детали или узлы в сборе, у которых длина по оси вращения превышает диаметральные размеры (например, бильные барабаны зерноуборочных комбайнов или коленчатые валы двигателей).

Даже в статически уравновешенной детали может быть неравномерное распределение массы по длине относительно оси, что при значительной частоте вращения создает момент центробежных сил на плече  $L$  (см. рисунок 1) и, следовательно, дополнительные нагрузки на опоры и вибрацию.

Неуравновешенность выявляют на специальных балансировочных машинах при вращении детали на рабочих скоростях и устраняют, как и при статической балансировке, только в двух или более плоскостях коррекции, выбираемых в зависимости от конструкции детали.

Динамическая балансировка исключает необходимость выполнения балансировки статической.

Для выполнения динамической балансировки необходимы установки, обеспечивающие вращение детали с необходимой частотой, возможность контроля действующих при этом на опоры центробежных сил неуравновешенных масс или моментов этих сил, а также выявление плоскости расположения неуравновешенных масс.

На неуравновешенную деталь при вращении действуют главный вектор центробежных сил  $P$  и главный момент  $M$ , определяемые выражениями:

$$P = m\omega^2 r \quad , \quad (4.1)$$

$$M = \omega^2 \sqrt{(I_{zx}^2 + I_{yx}^2)} \quad , \quad (4.2)$$

где  $m$  - масса ротора;

$r$  - величина смещения центра тяжести от оси вращения;

$I_{zx}$  и  $I_{yx}$  - центробежные моменты инерции в плоскостях  $zox$  и  $yox$ ;

$\omega$  - угловая скорость вращения детали.

При выборе двух плоскостей А-А и В-В, перпендикулярных оси вращения детали, силу  $P$  можно разложить на две силы  $P_1$  и  $P_2$ , а момент  $M$  - заменить силами  $Q$  ( $M = Q \cdot L$ ). Сложив в каждой из плоскостей силы  $P$  и  $Q$  получим две равнодействующие  $R_1$  и  $R_2$ , заменяющие главный вектор и главный момент центробежных сил (см. рисунок 1).

Поскольку эти силы пропорциональны квадрату угловой скорости, очевидно, что уравновесить их можно, поместив по одной добавочной массе в каждой из плоскостей коррекции или удалив с противоположной стороны эквивалентное количество металла.

Этим обстоятельством как раз и пользуются при динамической балансировке деталей. Для балансировки выбирают на детали две плоскости, перпендикулярные к оси вращения и удобные для установки уравновешивающих грузов или удаления части материала детали - так называемые *плоскости коррекции*. Станок настраивают так, чтобы можно было определить место и величину грузов, которые следует добавить (или удалить) в каждой из плоскостей для полного уравновешивания детали.

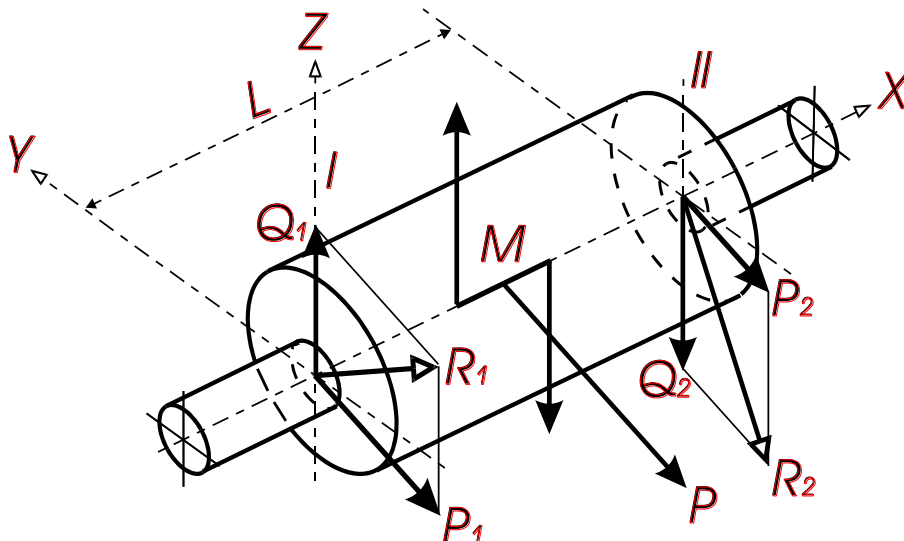


Рисунок 1 Приведение сил, действующих на ротор, к двум плоскостям коррекции

Динамическую неуравновешенность выявляют на балансировочных машинах. В ремонтном производстве наибольшее распространение получили электрические балансировочные машины с упругими опорами (см. рисунок 2).

Неуравновешенные массы детали вызывают механические колебания подвижных опор (1). С помощью датчиков (2) эти механические колебания преобразуются в электрические. Причем напряжение электрического тока в датчике прямо пропорционально величине механического колебания опоры, т.е. неуравновешенности. В измерительном устройстве (3) ток усиливается и прочитывается на миллиамперметре (4) в виде показаний дисбаланса.

Масса металла  $m_y$ , которую нужно снять или добавить в плоскостях коррекции при балансировке, определяется по формуле:

$$m_y = D / r , \quad (4.3)$$

где  $D$  – величина дисбаланса, гсм;

$r$  – расстояние от оси вала до места прикрепления груза, см.

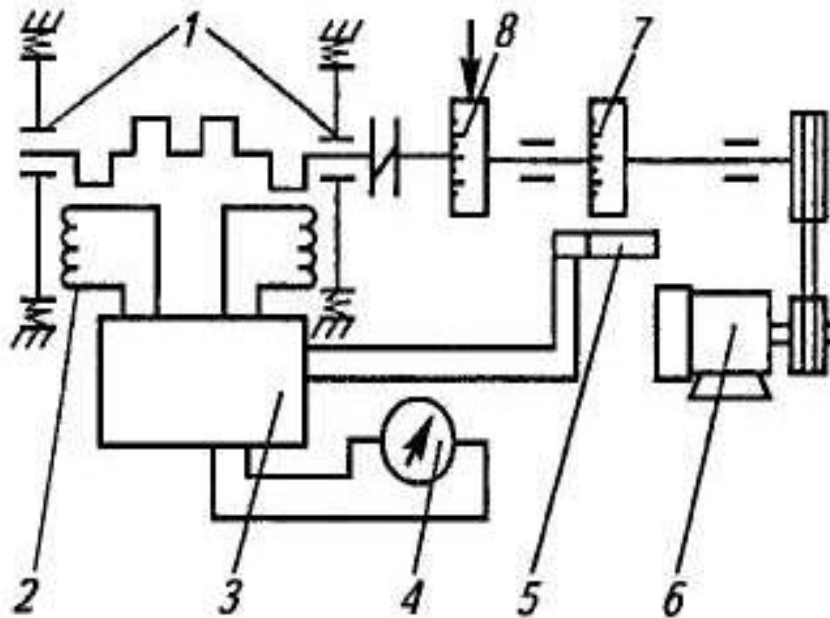


Рисунок 2 Схема машины для динамической балансировки коленчатых валов:

1 – подвижные опоры (люльки); 2 - датчик колебаний; 3 - блок усиления и измерения; 4 - миллиамперметр; 5 - лампа стробоскопа; 6 - электродвигатель; 7 - лимб стробоскопа; 8 - лимб отсчета угла поворота вала.

Угловое расположение неуравновешенных масс определяется стробоскопическим устройством. Стробоскопическая лампа управляется напряжением датчика колебаний, причем каждый раз, когда вектор неуравновешенных масс проходит горизонтальную плоскость с лицевой стороны станка, лампа (5) вспыхивает и отсвечивает определенную цифру на лимбе стробоскопа (8). Из-за стробоскопического эффекта цифры на лимбе кажутся неподвижными.

Фактическое место уравнивания на детали определяется с помощью лимба (7), укрепленного на шпинделе. Цифра, отчитанная по лимбу стробоскопа, совмещается с неподвижной стрелкой на станине. При этом центры неуравновешенных масс, приведенных к выбранным плоскостям коррекции, будут находиться с лицевой стороны станка в горизонтальной плоскости.

Для настройки и тарировки машина КИ-4274 укомплектована эталонным валом с тарировочным грузом, создающим дисбаланс в 300 гсм.

## 5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

- 5.1 Ознакомиться с устройством машины КИ-4274.
- 5.2 Произвести тарировку машины при помощи эталонного вала и специальных грузиков согласно паспорта машины.
- 5.3 Ознакомиться с технологией балансировки молотильных барабанов и коленчатых валов.
- 5.4 Произвести балансировку детали согласно техническим условиям (см. приложения А, Б).
- 5.5 Последовательность балансировки отразить в рабочей таблице (см. приложение В) и написать выводы по работе.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1 Причины возникновения неуравновешенности массы деталей относительно оси вращения после ремонта.
- 6.2 Виды неуравновешенности.
- 6.3 Сущность статической неуравновешенности деталей.
- 6.4 Сущность динамической неуравновешенности деталей.
- 6.5 Понятие дисбаланса.
- 6.6 Способы статической балансировки.

6.7 Принцип действия механизмов машины КИ-4274, предназначенных для нахождения углового положения и величины неуравновешенных масс детали.

6.8 Последовательность выполнения настройки машины КИ-4274.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н., Лезин П.П., Лисунов Е.А., Кравченко И.Н. Надежность технических систем. – М.: УМЦ «Триада», 2010. – 353 с.
- 2 Основы работоспособности технических систем: учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям)" направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования : допущено УМО по образованию / В. А. Зорин. - М.: Академия, 2009. - 204 с.
- 3 Основы теории надежности и диагностика: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство" направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" : допущено УМО по образованию / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. - М. : Академия, 2009. - 251 с.
- 4 Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе" и "Механизация сельского хозяйства" / [А. Д. Ананьин, В. М. Михлин, И. И. Габитов, А. В. Неговора, А. С. Иванов]. - М.: Академия, 2008. - 429 с.
- 5 Надежность и ремонт машин./ Под ред. Курчаткина В.В.- М.: Колос, 2000. –776 с.
- 6 Организация производства технического обслуживания и ремонта машин: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Яговкин. -2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 400 с.
- 7 3) РТМ 70.0001.039-80 Балансировка деталей и сборочных единиц тракторных и комбайновых дизелей при их ремонте. Допустимые неуравновешенности. - М.: ГОСНИТИ, 1981. - 10с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технические условия на динамическую балансировку  
молотильных барабанов зерноуборочных комбайнов СК-5

- 1) Балансировка производится установкой балансировочных пластин к тыльной стороне подбичника на два болта с межцентровым расстоянием 110 мм.
- 2) Балансировочные пластины должны находиться между подбичниками и шайбами.



- 3) При балансировке допускается устанавливать дополнительные шайбы на крайние болты.
- 4) Величина остаточного дисбаланса в одной из крайних плоскостей барабана - 500 гсм. Суммарный допустимый дисбаланс - не более 1000 гсм.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б1 Допустимый дисбаланс коленчатых валов автотракторных двигателей

Марка двигателя	Допустимый дисбаланс, гсм	
	коленчатого вала	коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением
ГАЗ-53	15	70
ЗИЛ-130	30	150
ЯМЗ-240	150	—
ЯМЗ-238 НБ	50	—
СМД-60	70	205
А-01М	140	—
А-41	40	—
СМД-14	75	210
Д-240, Д-50	30	150
Д-37 М	90	—
Д-21	20	—

130  
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В1 Рабочая таблица уравнивания детали

Показатели	Значения				
	началь- ные	после уравнивания			допустимые по техническим условиям
		1-го	2-го	3-го	
1) Левая плоскость коррекции:					
- величина дисбаланса, гсм					
- угол дисбаланса, град.					-
2) Правая плоскость коррекции:					
- величина дисбаланса, гсм					
- угол дисбаланса, град.					-
3) Суммарное значение:					
- величина дисбаланса, гсм					-

Выводы по работе:

## РЕМОНТ И ИСПЫТАНИЕ СТАРТЕРОВ

Павлов А.П.

### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей стартера.

1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей стартеров, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.

1.3 Ознакомиться с оснащением рабочего места.

1.4 Произвести предварительную разборку стартера, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.

1.5 Собрать и испытать стартер на различных режимах работы.

### 2 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Руководство по капитальному ремонту автотракторных стартеров для специализированных электроремонтных предприятий: Часть 1,2.; Альбом технологических карт на разборку, дефектовку, ремонт, сборку и испытание электрооборудования; плакаты; контрольно-испытательный стенд модели Э242; аккумуляторные батареи соответствующей емкости, калибры; выключатели стартера; инструменты

### 3 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТЬ

Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

Не допускается работа на стенде при снятых или открытых стенках (крышках), защитных кожухах.

Работающие на стенде должны быть одеты в плотную облегающую одежду.

Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

При перерывах в работе стенд должен быть отключен от сети.

### 4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Надежная работа системы пуска во многом зависит от состояния аккумуляторной батареи, чистоты и плотности крепления наконечников проводов на клеммах стартера, аккумуляторной батареи и корпусе автомобиля, исправности реле включения и выключателя зажигания, а также крепления стартера к картеру маховика двигателя. Следует помнить, что в зимнее время ухудшаются условия работы системы пуска. Понижение температуры электролита в аккумуляторах батареи вызывает значительное снижение ее емкости и падение напряжения при работе стартера, что уменьшает мощность и крутящий момент электродвигателя стартера.

Требуемая мощность стартера для пуска двигателя определяется по формуле:

$$P = \frac{M_c \cdot n}{9550}, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

где:  $M_c$  – момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала при предельной вязкости масла и пусковой частоте вращения, Н х м;

$n$  - пусковая частота вращения,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n = 50 \text{ мин}^{-1}$  для карбюраторных, =  $100 \dots 150 \text{ мин}^{-1}$  для дизельных двигателей.

Для практических целей  $M_c = (30 \dots 50) V_h$  для карбюраторных,  $M_c = (69 \dots 79) V_h$  для 4...6 цилиндровых дизельных двигателей,

где  $V_h$  – рабочий объем цилиндров, л;  $P = (0,15 \dots 0,20) V_h$  для карбюраторных,  $P = (0,73 \dots 1,1) V_h$  для дизельных двигателей.

Приборы системы пуска, особенно стартеры, во время эксплуатации подвержены большим нагрузкам. Электродвигатели стартеров потребляют большую силу тока, поэтому неумелое пользование стартером приводит к его преждевременному отказу.

Наиболее часто встречающиеся неисправности стартеров и приборов системы пуска следующие: износ подшипников якоря электродвигателя стартера; замасливание и износ щеток и коллектора; замыкание щеткодержателей с корпусом; ослабление пружин щеткодержателей; замыкание обмоток на корпус; междувитковые замыкания в обмотках; обрыв обмоток; заедание подвижных деталей привода стартера, пробуксовка или заклинивание муфты свободного хода; обрыв обмоток тягового реле стартера; нарушение регулировки реле включения и привода стартера.

Предремонтное диагностирование системы пуска. Проверяют крепление стартера и проводов к клеммам тягового реле, реле включения и провода от клеммы «К» реле к кузову автомобиля. Подтягивают стяжные болты стартера. Снимают защитную ленту (защитный кожух) и проверяют состояние коллектора, щеток и их пружин и низшие пыли на крышке и щеткодержателе. Пыль со щеткодержателей, крышки и коллектора удаляют продувкой сжатым воздухом. Замасленный или загрязненный коллектор протирают чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине.

При большой загрязненности крышки, щеток и коллектора, сильном износе щеток и для устранения других неисправностей, требующих разборки стартера, необходимо снять стартер с двигателя.

В стартерах СТ103 и СТ142 заливают в масленки по 8—10 капель жидкого моторного масла. В других стартерах подшипники смазывают перед сборкой моторным маслом.

Через 25—30 тыс. км, обычно при подготовке автомобиля к зимней

эксплуатации, снимают стартер с двигателя и разбирают его. Для проверки состояния щеток и их пружин, коллектора, обмоток, деталей и узлов привода, подшипников, тягового реле.

Во избежание вымывания смазки из подшипников не допускается промывать крышки керосином или бензином. После устранения дефектов стартер собирают, уделив особое внимание надежности крепления винтов опоры среднего подшипника. После сборки проверяют легкость вращения якоря и производят регулировку привода шестерни. Затем проверяют стартер на стендах Э211, 532М, КИ968, Э240 и др.

## 5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1 Ознакомиться с целью работы, заданием, оснащением рабочего места, техникой безопасности при выполнении работы, подготовить форму отчета.

5.2 Пользуясь «Руководством по капитальному ремонту автотракторных стартеров» произвести разборку стартера на узлы и детали.

5.3 Произвести дефектацию узлов и деталей стартера.

5.4 Устранить обнаруженные неисправности.

5.5 Произвести сборку стартера.

5.6 Испытать стартер.

5.6.1 Проверить зазор между шестерней и упорной шайбой, срабатывание муфты свободного хода.

5.6.2 Проверить работу реле стартера.

5.6.3 Проверить стартер в режиме холостого хода.

5.6.3 Проверить тормозной момент стартера и действие муфты свободного хода.

5.7 Испытание стартера на стенде Э242.

5.7.1 Проверка напряжения включения и потребляемого тока реле стартера

5.7.1.1 Установить стартер на стенд. Подключить стартер к стенду (рисунок 1). Отсоединить перемычку, идущую от главных контактов к электродвигателю. Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1, S6 – 150А, S3 – 30А, S4 – 1, S2 – в положение, соответствующее номинальному напряжению стартера. Включить стенд.

5.7.1.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Переключателем S3 и реостатом нагрузки увеличить напряжение до срабатывания реле стартера.

Тяговое реле должно выдвинуть шестерню привода до упора, контакты главной цепи должны замкнуться, при этом, если главные контакты находятся в нормальном состоянии, показание вольтметра должно быть равным нулю. Допустимое падение напряжения на главных контактах 0,1 В,

на каждые 100 А протекающего через них ток нагрузки.

Момент замыкания проверяется измерением зазора между шестерней и упорной шайбой. С помощью шаблонов, входящих в комплект принадлежностей, устанавливаются требуемые зазоры между шестерней и упорной шайбой. При зазоре 16 мм главные контакты должны быть разомкнуты, вольтметр стенда при этом покажет напряжение источника питания.

5.7.2 Проверка стартера в режиме холостого хода.

5.7.2.1 Подключить стартер к стенду (рисунок 1(б)). Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1, S1 – 3. Включить стенд.

5.7.2.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь стартера должен вращаться.

5.7.2.3 Измерить частоту вращения и потребляемый ток. Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, частота вращения якоря падает ниже нормы. Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания обмотки якоря, а межвитковое замыкание обмотки возбуждения приводит к повышению частоты вращения якоря. Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода не более 10 секунд.

5.7.3 Проверка стартера в режиме полного торможения.

5.7.3.1 Установить стартер в зажимное устройство стенда. Отрегулировать тормозное устройство так, чтобы шестерня стартера свободно входила в зацепление с зубчатым сектором тормозного устройства при включении привода стартера. При этом зубчатый сектор по модулю должен соответствовать модулю шестерню стартера; исключение составляет стартер с модулем 3, 175, для которого зубчатый сектор устанавливается с модулем 3.

5.7.3.2 Для измерения тормозного момента на валу стартера установить переключатель S7 в зависимости от модуля проверяемого стартера в положения:

- «2,5 x 9» - для стартеров с модулями 2,11 и 2,5;
- «3 x 11» - для стартеров с модулями 3; 3,175 и 3,75;
- «4,25 x 10» - для стартеров с модулями 4,25 и 4,5;

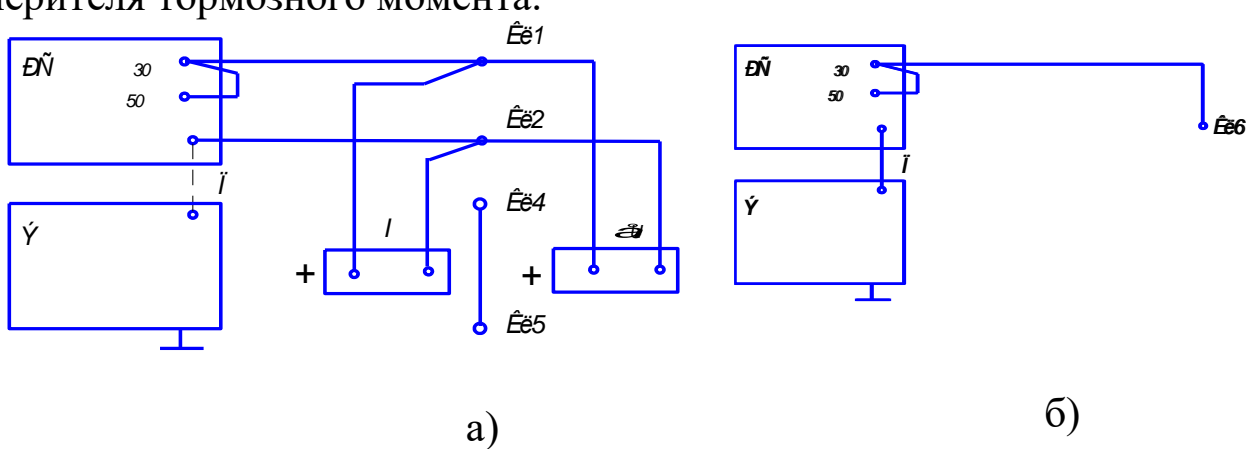
Переключатель S1 – 3 в зависимости от величины крутящего момента, развиваемого стартером, установить в положение 1 при величине крутящего момента до 25 Н.м или в положение 2 при величине крутящего момента более 25 Н.м. Включить стенд.

Переключатель S6 установить в положение 1500 А или 500 А в зависимости

от потребляемого тока.

Переключатель S2 – в положение 1

5.7.3.3 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Записать показания амперметра и измерителя тормозного момента.



а)

б)

Рисунок 1 Схемы включения реле стартера при проверке на срабатывание (а) и включение стартера при проверках в режиме холостого хода и полного торможения (б): РС – тяговое реле стартера; Э – электродвигатель стартера; П – перемычка; 30- к аккумуляторной батарее; 50 – к реле включения стартера.

5.7.3.4 В том случае, если модуль и число зубьев проверяемого стартера отличаются от указанных на стенде положений переключателя S7 – 2,5 x 9; 3 x 11; 4,25 x 10, то для получения действительной величины тормозного момента показание измерительного прибора необходимо умножить на поправочный коэффициент, приведенный в таблица 1.

Таблица 1

Положение переключателя	Модуль и число зубьев стартера	Значение поправочного коэффициента
2,5 x 9	2,11 x 11	1,05
	2,5 x 8	0,87
	2,5 x 9	1,00
3 x 11	3 x 9	0,82
	3 x 11	1,00
	3,175 x 9	0,87
	3,75 x 10	1,20

4,25 x 10	4,25 x 10	1,00
	4,25 x 11	1,10
	4,5 x 11	1,20

5.7.3.5 Развиваемый тормозной момент исправного стартера, должен быть не менее рассчитанного по формуле:

$$M = M_p \frac{l - l_{xx}}{l_p - l_{xx}}, H \cdot m \quad (5.1)$$

где:  $M_p$  – расчетный момент, Н x м;  
 $l$  – действительный (измеренный) ток, А;  
 $l_p$  – расчетный ток, А;  
 $l_{xx}$  – ток холостого хода, А.

Расчетные величины  $M_p$  и величина приведены в приложении 1. Время проверки не более 10 сек.

## 6 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

### 6.1 Краткая техническая характеристика стартера.

Марка стартера, установлен на \_\_\_\_\_  
 Нормальное напряжение, В \_\_\_\_\_  
 Пусковой ток аккумуляторной батареи, А \_\_\_\_\_

### 6.2 Электрические схемы проверки стартера.

Таблица 2 Результаты регулировок и испытаний

Замеряемый параметр при регулировке и испытаниях	По техническим условиям	По данным испытаний	Примечание
1 Регулировки стартера			
1.1 Давление пружины на щетках			
1.2 Зазор между шестерней привода и упорной шайбой: - в крайнем включенном положении - в момент включения основных контактов			
2 Испытание стартера			
2.1 На режиме холостого хода			
- потребляемый ток, не более, А			
- напряжение на клеммах, В			
- частота вращения вала стартера не более, мин <sup>-1</sup>			



Максимальная сравнимая вращения, мин <sup>-1</sup>	при	мощность, частоте			
2.1 При полном торможении					
- потребляемый ток, не более, А					
- напряжение на клеммах, В					
- крутящий момент, Нм					

Анализ полученных данных и заключение.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеев Ю.Л., Тимофеев Г.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей: Устранение и предупреждение неисправностей. - М.: Транспорт, 1998.-301с.
2. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. - М.: Наука, 2004. - 535 с.
3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Российская автотранспортная энциклопедия. Т.3. – М.: РБООИП Просвещение. – 456 с.

## **РЕМОНТ И ИСПЫТАНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Павлов А.П.

### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- 1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей генератора.
- 1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей генератора, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.

### **2 ЗАДАНИЕ**

- 2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места.
- 2.2 Произвести предварительную разборку генератора, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.
- 2.3 Собрать и испытать генератор на различных режимах работы.

### **3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Руководство по капитальному ремонту автотракторных генераторов для специализированных электроремонтных предприятий: Часть 1,2.; Альбом технологических карт на разборку, дефектовку, ремонт, сборку и испытание электрооборудования; плакаты; контрольно-испытательный стенд модели Э242; аккумуляторные батареи соответствующей емкости, калибры; инструменты.

### **4 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

Не допускается работа на стенде при снятых или открытых стенках (крышках), защитных кожухах.

Работающие на стенде должны быть одеты в плотную облегающую одежду. Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

При перерывах в работе стенд должен быть отключен от сети.

## 5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Неисправности генераторов возникают в основном при нарушении правил их эксплуатации, например отключении аккумуляторной батареи при работающем двигателе, замыкании клемм генератора на корпус при проверке «на искру», неправильном натяжении приводного ремня.

Техническое состояние генераторов переменного тока характеризуется следующими параметрами:

- минимальной частотой вращения, при которой генератор развивает номинальное напряжение (начальная частота вращения без нагрузки);
- номинальной частотой вращения, при которой генератор отдает номинальный ток нагрузки (начальная частота вращения под нагрузкой)

**Основные неисправности генераторов:** плохой контакт между щетками и контактными кольцами; обрыв обмотки возбуждения; замыкание обмотки возбуждения на вал ротора; междувитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения; обрыв одной фазы в цепи обмотки статора, замыкание обмотки статора на сердечник; междувитковое замыкание в катушках обмотки статора; пробой диодов выпрямителя; повышенный шум при работе.

**Предремонтное диагностирование.** Проверяют и при необходимости регулируют натяжение приводного ремня генератора, а также крепление генератора, регулятора напряжения и состояние клемм.

Очищают генератор от грязи, снимают щеткодержатель и проверяют состояние щеток, усилие давления пружин и контактные кольца. Продувают сжатым воздухом внутреннюю полость генератора.

Через 25-30 тыс.км обычно при подготовке автомобиля к зимней эксплуатации при дополнительно выполняют следующие работы. Снимают и при необходимости разбирают генератор, проверяют состояние обмоток и узлов, заменяют дефектные узлы и детали. Перед сборкой продувают сжатым воздухом корпус, ротор и другие детали. При необходимости подшипники заполняют смазкой № 158 или ЦИАТИМ-201. При замене смазки снимают защитное кольцо, промывают подшипник, заполняют его смазкой на 70% объема полости между шариками и устанавливают кольцо на место. После сборки проверяют работу генератора переменного тока на стенде Э242.

## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 6.1 Ознакомиться с целью работы, заданием, оснащением рабочего места, техникой безопасности при выполнении работы, подготовить форму отчета.
- 6.2 Пользуясь «Руководством по капитальному ремонту автотракторных генераторов» произвести разборку генератора на узлы и детали.
- 6.3 Произвести дефектацию узлов и деталей генератора.
- 6.4 Устранить обнаруженные неисправности.
- 6.5 Произвести сборку генератора.
- 6.6 Испытать генератор.
  - 6.6.1 Проверить обмотку возбуждения генератора.
  - 6.6.2 Проверить начальную частоту вращения генератора переменного тока без нагрузки и под нагрузкой.

## 7 ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА СТЕНДЕ Э242

### 7.1 Проверка обмотки возбуждения генератора переменного тока

7.1.1 Установить генератор на стенд, не зажимая и не соединяя с приводом. Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 2, S6 – 5А. Подсоединить обмотку возбуждения генератора к источнику регулируемого напряжения. Включить стенд.

7.1.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Ручкой регулятора источника регулируемого напряжения установить номинальное напряжение на обмотке возбуждения.

7.1.3 Записать показания амперметра. Полученное значение силы тока должно быть равно отношению установленного напряжения на обмотке возбуждения к сопротивлению обмотки возбуждения. Отсутствие тока свидетельствует об обрыве обмотки возбуждения, повышенное значение – о замыкании витков.

### 7.2 Проверка начальной частоты вращения генератора переменного тока без нагрузки .

7.2.1 Соединить ремнем шкив закрепленного в зажиме стенда генератора со шкивом электропривода. Подключить стартер к стенду (рисунок 1).

Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 3, S7 – 2, S6 – 50А или 150А в зависимости от тока нагрузки. Включить стенд.

7.2.3 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь генератора должен вращаться.

7.2.4 Плавно поворачивая ручку регулятора источника регулируемого

напряжения по часовой стрелке, установить номинальное напряжение на выходе генератора. Измерить напряжение на обмотке возбуждения.

7.2.5 Установить переключатель S4 в положение 2 и сравнить с данными таблицы (приложение 1).

### 7.3 Проверка начальной частоты вращения генератора переменного тока под нагрузкой.

7.3.1 Не допуская превышения номинального напряжения на выходе генератора, установить (ручкой регулятора источника регулируемого напряжения и одновременно с помощью переключателя S3 и реостата нагрузки) на выходе генератора напряжения при токе нагрузки (приложение 1).

7.3.2 Измерить напряжение на обмотке возбуждения и сравнить с заданными в таблице (приложение 1). При исправном генераторе величина напряжения не должна превышать значения указанного в данной таблице.

7.3.3 Если имеются значительные расхождения, то необходимо проверить обмотку статора на симметричность фаз. Для этого переключатель S4 установить в положение 5, взять 2 проводника из комплекта принадлежностей и подключить их к разъему X S17- «II», а затем подключить поочередно к выводам обмотки статора. Сравнить показания вольтметра и сделать заключение об исправности генератора. Если напряжение между фазами одинаковое, то обмотка статора исправна, а неисправность следует искать в обмотке возбуждения.

7.3.4 Результаты измерений определяются по шкале вольтметра постоянного тока, поэтому для получения действующего значения переменного тока (напряжения включения) необходимо показания вольтметра умножить на коэффициент (таблица 1).

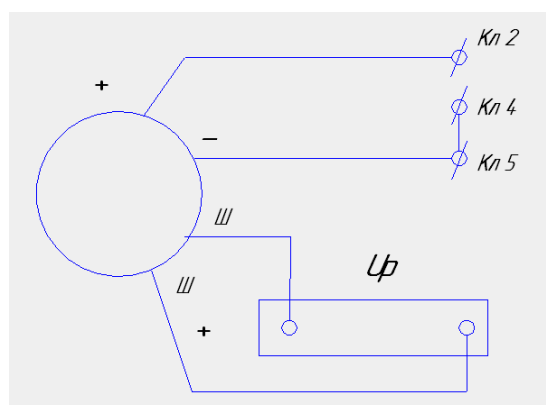


Рисунок 1 Схема подключения генераторов переменного тока при проверке в режиме холостого хода и под нагрузкой.

Таблица 1 Напряжение включения с учетом поправочного коэффициента

Диапазон измерения по шкале вольтметра постоянного тока	Поправочный коэффициент
0-5В	1,35
5-15В	1,23
15-25В	1,19
25035В	1,17

7.3.5 Для проверки исправности выпрямителя, через который запитывается обмотка возбуждения, необходимо замерить напряжение после выпрямителя при номинальном выходном напряжении генератора. Для этого переключатель вольтметра S4 установить в положение 1.

## 8 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

### 8.1 Краткая техническая характеристика генератора.

Марка генератора, установлен на \_\_\_\_\_  
 Нормальное напряжение, В \_\_\_\_\_  
 Работает с реле - регулятором \_\_\_\_\_

### 8.2 Электрические схемы проверки генератора.

Таблица 2 Результаты регулировок и испытаний.

Замеряемый параметр при регулировке и испытаниях	По техническим условиям	По данным испытаний	Примечание
1.1. В режиме без нагрузки:			
- напряжение на обмотке возбуждения, В			
- частота вращения ротора, при которой достигается номинальное напряжение, мин <sup>-1</sup>			
1.2. В режиме с нагрузкой:			
- напряжение на обмотке возбуждения, В			
- сила тока контрольной нагрузки, А			
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом			

### 8.3 Анализ полученных данных и заключение.



## 9 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 9.1 Какие неисправности может иметь генератор переменного тока?
- 9.2 Приведите возможные электрические схемы проверки генератор переменного тока.
- 9.3 Чем объясняется повышенный шум при работе генератора?
- 9.4 Какие дефекты генератора переменного тока позволяет определить проверка на стенде Э242?
- 9.5 Объясните цель проверки генератора переменного тока на стенде без нагрузки.
- 9.6 Объясните причину плохого контакта между щетками и контактными кольцами ротора.
- 9.7 Какие операции включает предремонтное диагностирование генератора переменного тока?
- 9.8 При каком дефекте генератора повышается сопротивление в цепи возбуждения, снижается сила тока возбуждения и уменьшается мощность генератора?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеев Ю.Л., Тимофеев Г.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей: Устранение и предупреждение неисправностей. - М.: Транспорт, 1998.-301с.
2. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др.Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов.- М.: Наука, 2004. - 535 с.
3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Российская автотранспортная энциклопедия. Т.3.– М.: Просвещение.– 456 с.
4. Хитрюк В.А.Устранение неисправностей электрического оборудования в автомобилях, тракторах, комбайнах.– Минск.:Урожай, 1982.
5. Пуховицкий Ф.Н., Петров С.В. Практическое пособие по текущему ремонту тракторов МТЗ -80, МТЗ-83-М.: ГОСНИТИ, 1990. – 128с.
6. Стенд контрольно-испытательный модели Э242.Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 2004 г – 82с.



Приложение 1 Автомобильные генераторы переменного тока

Параметры	Г250-И1, 17.3701	16.3701	37.3701	32.3701	Г272	Г273-А
Номинальное напряжение, В	14	14	14	14	28	28
Максимальная сила тока, А	50	65	55	60	30	28
Частота вращения ротора, при которой достигается номинальное напряжение без нагрузки, об/мин, не более	950	950	1100	1050	1000	1100
Частота вращения ротора при контрольной нагрузке, об/мин, не более	2100	2100	2000	2200	2100	2200
Сила тока контрольной нагрузки, А	28	50	35	40	20	20
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом	3,7	2,5	2,6	3,7	16,5	16,5
Сопротивление обмотки одной фазы, Ом	0,12	0,09	0,0035	0,12	0,18	0,18
Усилие пружин , гс	180-260	180-260	400-440	180-260	180-260	180-260
Минимальная высота щеток, мм	8	8	5	8	8	8
Выпрямительный блок	ВБГ-1	БВП460-02	БПВ11-60	БПВ4-45	ВБГ-1	БПВ4-45
Работает с реле-регулятором	РР350	13.3702	17.3702	Я112-А	РР356	Я 120-М
Применяемость	ЗИЛ-130	ГАЗ 3102	ВАЗ-2108, 2109	ЗИЛ130, 431410	МАЗ, КрАЗ,КаМАЗ	МАЗ,КаМАЗ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Дефектация деталей при ремонте машин .....	4
2 Магнитная дефектоскопия деталей.....	11
3 Ультразвуковая дефектоскопия.....	20
4 Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса.....	30
5 Восстановление деталей полуавтоматической сваркой и наплавкой в среде углекислого газа .....	40
6 Восстановление автотракторных деталей плазменной наплавкой.....	51
7 Восстановление деталей электрометаллизацией напылением.....	59
8 Восстановление деталей электроконтактной приваркой металлического слоя .....	65
9 Ремонт деталей шатунно-поршневой группы автотракторных двигателей .....	73
10 Расточка шатунов и вкладышей автотракторных двигателей .....	78
11 Ремонт деталей газораспределительного механизма автотракторных двигателей.....	86
12 Восстановление гильз цилиндров автотракторных двигателей .....	98
13 Дефектация и ремонт коленчатых валов автотракторных двигателей.....	108
14 Балансировка вращающихся деталей при ремонте машин .....	118
15 Ремонт и испытание стартеров .....	126
16 Ремонт и испытание автотракторных генераторов переменного тока.....	133