

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ОСНОВЫ РЕМОНТА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.  
ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по аграрному техническому образованию  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности 1-74 06 07 «Управление охраной труда  
в сельском хозяйстве»*

Минск  
БГАТУ  
2022

УДК 631.3(075)  
ББК 34.751я7  
О-75

Составители:

кандидат технических наук, доцент *В. Е. Тарасенко*,  
кандидат технических наук, доцент *Г. И. Анискович*,  
кандидат технических наук, доцент *А. С. Сай*,  
кандидат технических наук, доцент *П. Е. Круглый*

Рецензенты:

кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»  
Белорусского национального технического университета  
(кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой *А. С. Гурский*);  
кандидат технических наук, доцент, старший научный  
сотрудник лаборатории «Системы машин и технического использования  
машинно-тракторного парка» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации  
сельского хозяйства» *А. А. Жешко*

**Основы** ремонта сельскохозяйственной техники. Практикум :  
О-75 учебно-методическое пособие / сост.: В. Е. Тарасенко [и др.]. –  
Минск : БГАТУ, 2022. – 348 с.  
ISBN 978-985-25-0154-5.

Приведены сведения по мойке и очистке машин, сборочных единиц и деталей; сварке деталей из чугуна и алюминиевых сплавов, механизированной наплавке изношенных поверхностей деталей; ремонту сборочных единиц: головок блоков цилиндров, цилиндропоршневой группы двигателей, дизельной топливной аппаратуры; восстановлению коленчатых и распределительных валов, посадочных мест коренных подшипников блока цилиндров двигателей; основам организации и проектирования ремонтно-обслуживающих предприятий и др.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

УДК 631.3(075)  
ББК 34.751я7

ISBN 978-985-25-0154-5

© БГАТУ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	5
Практическая работа № 1 Мойка и очистка сельскохозяйственной техники . . . . .	6
Практическая работа № 2 Мойка и очистка сборочных единиц и деталей сельскохозяйственной техники . . . . .	28
Практическая работа № 3 Восстановление гильз цилиндров ДВС методом ремонтных размеров . . . . .	54
3.1. Растачивание гильз цилиндров двигателей . . . . .	54
3.2. Хонингование гильз цилиндров двигателей . . . . .	66
Практическая работа № 4 Восстановление деталей механизированной наплавкой . . . . .	79
4.1. Восстановление деталей машин наплавкой под слоем флюса . . . . .	79
4.2. Восстановление деталей машин механизированной вибродуговой наплавкой . . . . .	93
4.3. Восстановление деталей машин наплавкой в среде углекислого газа и в защитных газовых смесях . . . . .	114
Практическая работа № 5 Технология сварки деталей из чугуна . . . . .	139
Практическая работа № 6 Технология сварки деталей из алюминиевых сплавов . . . . .	151
Практическая работа № 7 Ремонт головок блока цилиндров ДВС . . . . .	164
Практическая работа № 8 Ремонт цилиндропоршневой группы двигателей . . . . .	173
Практическая работа № 9 Замена коленчатого вала двигателей . . . . .	181
Практическая работа № 10 Ремонт дизельной топливной аппаратуры . . . . .	189
10.1. Ремонт топливных насосов высокого давления . . . . .	191
10.2. Ремонт форсунок . . . . .	210
Практическая работа № 11 Технология ремонта коленчатых и распределительных валов автотракторных двигателей . . . . .	231
11.1. Технология ремонта коленчатых валов автотракторных двигателей . . . . .	231

11.2. Технология ремонта распределительных валов автотракторных двигателей . . . . .	244
Практическая работа № 12 Восстановление посадочных мест коренных подшипников коленчатых валов . . . . .	255
Практическая работа № 13 Календарное планирование ремонтно-обслуживающих работ . . . . .	266
Практическая работа № 14 Обоснование годового объема работ ЦРМ . . . . .	276
Практическая работа № 15 Технологический расчет ЦРМ хозяйств . . . . .	294
Практическая работа № 16 Нормы технологического проектирования производственных подразделений ЦРМ . . .	308
ПРИЛОЖЕНИЯ. . . . .	324
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	343

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум содержит практические работы, в ходе выполнения которых студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по мойке и очистке машин, сборочных единиц и деталей, ремонту сборочных единиц и восстановлению деталей, основам организации и проектирования ремонтно-обслуживающих предприятий.

Выполнение каждой практической работы состоит из следующих самостоятельных этапов, тесно связанных между собой:

- самостоятельная подготовка;
- проверка преподавателем готовности студентов к выполнению практической работы;
- дополнение исходных данных и выполнение практической работы;
- организационно-техническое обслуживание рабочего места, оформление отчета и защита результатов работы.

При самостоятельной подготовке к практической работе студентам предлагается готовить исходные данные, расчетные формулы, эскизы, таблицы для очередной работы, прорабатывая конспекты, практикум и соответствующую литературу.

Объем и порядок самостоятельной работы студентов преподаватель устанавливает на предшествующем занятии.

Примерный план проведения практических работ может быть следующий:

- организационная часть (проверка присутствующих и другие вопросы);
- проверка готовности студентов к выполнению работы (опрос, тестовый контроль знаний);
- проверка комплектности рабочих мест;
- дополнение исходных данных, разработка операций, расчеты, выполнение схем, эскизов и др.;
- изучение органов управления оборудованием и правил техники безопасности;
- выполнение работы в требуемом порядке;
- организационно-техническое обслуживание рабочего места и защита результатов работы.

В зависимости от конкретных условий могут быть приняты и другие организационные решения проведения работ.

К выполнению практических работ студенты допускаются только после того, как они усвоят правила техники безопасности, подтвердив это своей подписью в журнале инструктажа по технике безопасности.

## Практическая работа № 1

### МОЙКА И ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по наружной очистке сельскохозяйственной техники с применением высоконапорных моечных аппаратов.

**Студент должен знать:** правила безопасной работы; назначение, техническую характеристику, устройство, принцип работы, технологические возможности и правила эксплуатации высоконапорных моечных аппаратов; адаптеры и принадлежности, рекомендуемые к использованию с высоконапорными моечными установками; технологические режимы удаления различных типов загрязнений; системы рециркуляции воды для аппаратов высокого давления: состав, обустройство и принцип работы поста наружной мойки сельскохозяйственной техники с системой обратного водоснабжения.

**Студент должен уметь:** обосновать технические требования к наружной очистке объекта, определить оптимальные режимы очистки машин, сборочных единиц и деталей; выбрать необходимые адаптеры для производства моечно-очистных работ и составить ресурсосберегающие технологические маршруты очистки объектов.

#### Задание для выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности при наружной очистке изделий высоконапорными аппаратами.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
3. Изучить назначение, техническую характеристику, устройство и принцип работы высоконапорных моечных аппаратов и адаптеров.
4. Обосновать технические требования, структурную схему технологического процесса и технологические режимы наружной очистки объекта.
5. Изучить и обосновать технологическую схему системы регенерации воды для высоконапорных аппаратов.
6. Изучить состав, обустройство и принцип работы поста наружной мойки сельскохозяйственной техники с системой обратного водоснабжения.
7. Произвести очистку загрязненного объекта.
8. Оформить и защитить отчет.

## **Оснащение рабочего места**

1. Высоконапорный моечный аппарат Kranzle-755.
2. Комплект адаптеров для выполнения моечных операций (турбофреза, пескоструйная и пенная насадки, насадки для промывки трубопроводов, турболазер и др.).
3. Спецдежда (водонепроницаемый комбинезон, резиновые сапоги, перчатки, защитные очки, головной убор).
4. Технические моющие средства («Темп-100Д», МС-6 и др.) и сеяный песок.
5. Устройство для безопасного отвода выхлопных газов и точно-вытяжная вентиляция.
6. Пожаро-, взрыво- и электробезопасное помещение площадью не менее 20 м<sup>2</sup> для работы с высоконапорным моечным аппаратом, оборудованное специальной закрытой камерой со смотровыми прозрачными окнами и системой удаления и регенерации отработанного моющего раствора.
7. Изолированное помещение для электрощитовой.
8. Кладовая для хранения инвентаря, технических моющих средств и других материалов.
9. Объект очистки (двигатель или коробка перемены передач, их детали; другие сборочные единицы и детали с различными видами загрязнений).
10. Контейнеры.
11. Грузовая тележка.
12. Грузоподъемное средство (ручная лебедка с механическим приводом).

## **Техника безопасности**

Работа с высоконапорным моечным аппаратом должна выполняться только после инструктажа, в присутствии учебного мастера и по его указанию.

Работающий аппарат не должен оставаться без присмотра. Запрещается направлять струю воды на людей или животных, электрооборудование или сам аппарат.

Во время работы аппарата запрещается дотрагиваться до нагретых металлических деталей пистолета или насадки.

Не допускается работа аппарата с поврежденными кабелем и шлангами.

При работе с аппаратом необходимо надевать спецодежду (водонепроницаемый комбинезон, резиновые сапоги, перчатки, защитные очки, головной убор и т. д.).

Выходящая струя высокого давления образует обратный толчок, а при наличии изогнутой насадки – дополнительный крутящий момент, поэтому удерживать пистолет необходимо крепко обеими руками.

Запрещается наклоняться и подносить руку к отверстию, отводящему выхлопные газы.

Недопустимо засасывание моечным аппаратом жидкостей, содержащих растворители, разбавители лаков, бензин, масло и другие вещества, способные быстро воспламениться.

При эксплуатации аппарата в закрытых помещениях необходимо обеспечить безопасный отвод выхлопных газов и достаточную приточно-вытяжную вентиляцию.

Аппарат не разрешается устанавливать и эксплуатировать в пожаро- и взрывоопасных помещениях.

После мойки необходимо главный выключатель установить в положение «0» (отсоединить от сети).

### **Общие сведения**

Очистка и мойка объектов на ремонтно-обслуживающих предприятиях являются одной из наиболее важных и трудоемких операций при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. При использовании типовых технологий в ремонтных мастерских и цехах предприятий по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники моечно-очистные участки занимают до 13 % производственных площадей, на операции мойки и очистки приходится 6 %–8 % от общей трудоемкости текущего ремонта машин, а стоимость моечно-очистного оборудования составляет 10 %–15 % от общей балансовой стоимости ремонтно-технологического оборудования. Очистка изделий по типовой технологии потребляет до 13 % расходуемой тепловой энергии. Установленная мощность моечно-очистных машин составляет в некоторых случаях до 20 % от установленной мощности технологического оборудования ремонтно-обслуживающего предприятия.

Наличие загрязнения на поверхностях машин, сборных единиц и деталей препятствует обнаружению дефектов, проведению контрольных и регулировочных работ, снижает производительность



труда, общую культуру проведения ремонтно-обслуживающих работ, уменьшает, в конечном счете, надежность машин. Особенно актуальной проблемой при выполнении моечно-очистных работ является соблюдение требований экологической безопасности.

Ремонтно-обслуживающие предприятия Республики Беларусь, несмотря на сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду в последние годы, в основном обусловленного сокращением производственных программ по ТО и ремонту, по-прежнему являются наиболее серьезными источниками загрязнения водных ресурсов нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, кальцинированной или каустической содой, силикатами натрия, фосфатами и др. вредными веществами. Городские и поселковые системы очистки сточных вод не принимают отработанные моющие растворы на обработку, поскольку они содержат перечисленные выше загрязнения, трудно поддающиеся биологическому разложению и выводят водоочистные сооружения из строя. Ежегодно ремонтно-обслуживающие предприятия Республики Беларусь потребляют несколько тонн технических моющих средств. В связи с этим возникает острая необходимость в переходе на новые ресурсосберегающие технологии очистки объектов с бессточными или малоотходными производственными процессами с заменой энерго- и ресурсоемких, массогабаритных и малоэффективных моечных машин на новое универсальное моечное оборудование, позволяющее резко сократить потребление свежей воды и исключить загрязнение окружающей среды сточными водами при внедрении бессточных или оборотных систем водоснабжения.

Большие материальные и трудовые затраты при использовании типовых технологий очистки и достаточно жесткие технические и санитарные требования, предъявляемые к проводимым работам, указывают на необходимость их совершенствования путем перехода на ресурсосберегающие технологии.

Одним из перспективных путей ресурсосбережения является применение экономичных высоконапорных струйных моечных аппаратов, которые отличаются: повышенной гидродинамической мощностью (произведение расхода воды на рабочее давление струи), эффективностью очистки (подогрев воды и применение технических моющих средств (ТМС)), применением специальных адаптеров, обеспечивающих различную форму моющих струй и подачу абразивных материалов для снятия ржавчины, старых лакокрасочных

покрытий и других ингредиентов, повышенной надежности (поршни имеют керамическое покрытие), низкой металлоемкостью и небольшим расходом воды и топлива. Использование экономичных высоконапорных моечных установок позволяет сократить объемы очистных сооружений и затрат на их создание. Кроме того, высоконапорные моечные установки в отличие, например, от камерных или погружных машин обеспечивают выход на оптимальный режим работы в течение нескольких минут.

Вместе с этим эффективность использования рассматриваемого класса моечных аппаратов возможна при знании их технологических возможностей, конструкции и принципа работы, правил эксплуатации, требований по технике безопасности и технологий замкнутого цикла для экономии воды и потребляемых ТМС. При этом предъявляются повышенные технические и санитарные требования к технологическому процессу очистки сельскохозяйственной техники.

### Порядок выполнения работы

***Изучить назначение, технические характеристики, устройство и принцип работы мониторных моечных аппаратов и адаптеров***

Мониторные моечные аппараты предназначены для гидродинамической очистки поверхностей машин, сборочных единиц и деталей под давлением 0,5–25 МПа, техническая характеристика которых приведена в табл. 1.1.

Высоконапорные моечные аппараты фирм Kranzle, Karcher, WAP и др. относятся к классу универсальных мобильных моечных машин многоцелевого назначения. Они могут применяться для очистки поверхностей от различных типов загрязнений: пылегрязевые, маслянисто-грязевые, остатков удобрений и ядохимикатов, старые лакокрасочные покрытия и продуктов коррозии, нагар, асфальтосмолистые и другие отложения; санитарной обработки технологического оборудования животноводческих ферм, перерабатывающих производств и помещений.

Таблица 1.1

Технические характеристики мониторных моечных аппаратов

Показатели	Мониторные моечные аппараты		
	CR3-25*	Kranzle-755	Kranzle-3270 TST
Рабочее давление, МПа	1,6	3,0...15,5	1,0...25,0

Показатели	Мониторные моечные аппараты		
	CR3-25*	Kranzle-755	Kranzle-3270 TST
Установленная мощность электродвигателя, кВт	2,2	3,3	7,5
Подача воды, м <sup>3</sup> /ч	2,0	0,35...0,75	0,78
Температура, °С: воды	20	до 90	10...20
пароводяной смеси	–	до 140	–
Расход топлива, кг/ч	–	4,9	–
Масса, кг	40	200	82
Габариты (L×B×H), мм	280×180×980	800×1200×1050	480×430×1120
Стоимость, у. е.	1200	3000	1500

\* Моечная насосная установка CR3-25, состоящая из электродвигателя и самовсасывающего центробежного насоса, предназначена для предварительной очистки сельскохозяйственной техники оборотной водой.

Аппарат позволяет вести струйную очистку следующими способами: пароводяной смесью, холодной или горячей водой с добавлением моющих средств или без них, с введением в водную струю абразивных частиц.

Универсальность, быстрый выход на оптимальный режим работы, высокая температура и давление струи, дозирование технических моющих средств и абразивных частиц, небольшой расход воды обеспечивают высокую эффективность очистки и экономичность работы высоконапорного аппарата.

Общий вид и кинематическая схема мобильного моечного аппарата Kranzle-755 представлены соответственно на рис. 1.1, а, б, в и 1.2.

Аппарат состоит из рамы, ходовой части, водяного и топливного баков, электродвигателей, насоса высокого давления, теплообменника, электромагнитного клапана, форсунки, термостата, регулятора давления, предохранительного клапана, заборного и напорного шлангов, гидромонитора и других элементов.

Принцип действия аппарата состоит в следующем (см. рис. 1.2). Вода от источника, через соединение 1 и поплавковый клапан поступает в поплавковую камеру 3. После включения двигателя насос 5 начинает всасывать воду из поплавковой камеры, доводит ее до высокого давления и нагнетает через проточный нагреватель 12, пистолет 17 и струйную трубку 18 к соплу высокого давления 19. Рабочее давление и расход воды могут настраиваться регулятором давления и расхода 6. Вода может браться и из открытого резервуара 30. С этой целью к входу насоса следует присоединить всасывающий шланг 31 минимальным условным проходом  $D_{y20}$ , оснащенный входным фильтром и обратным клапаном.

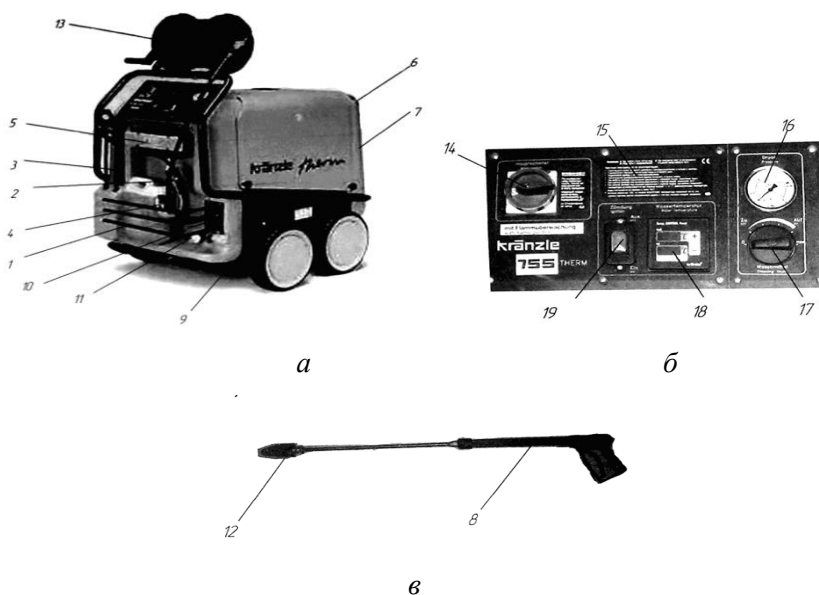


Рис. 1.1. Мобильный моечный аппарат Kranzle-755:

*а* – общий вид моечного аппарата Kranzle-755; *б* – пульт управления; *в* – гидромонитор; 1 – место для хранения принадлежностей; 2 – электрический соединительный шнур; 3 – место для хранения пистолета и распылительной трубки; 4 – заборный шланг для моющего средства; 5 – наматыватель для шланга; 6 – люк для заправки топливом; 7 – топливный бак; 8 – распылительный пистолет; 9 – стояночный тормоз; 10 – сброс высокого давления; 11 – патрубок подключения водяного шланга с фильтром; 12 – сменная распылительная трубка; 13 – шланг высокого давления; 14 – главный выключатель; 15 – краткое руководство по эксплуатации; 16 – манометр; 17 – клапан дозирования моющего средства; 18 – термостат; 19 – переключатель системы нагрева

При выключенном зажигании и раскрытом пистолете аппарат работает в режиме «Холодная вода». При включении зажигания топливо из бака 20 топливным насосом через фильтр и форсунку поступает в нагревательную камеру, где с помощью электродов происходит зажигание топливоздушной смеси, и аппарат работает в режиме «горячая вода». Насос высокого давления может одновременно засасывать моющее средство в струю высокого давления.

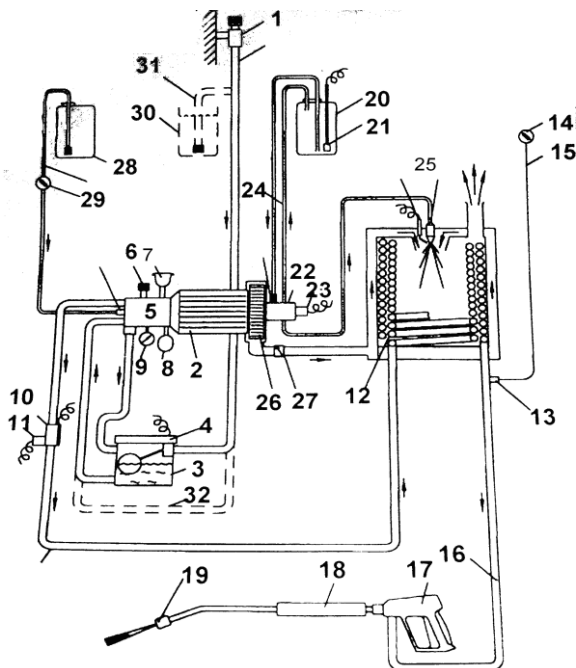


Рис. 1.2. Кинематическая схема мобильного моечного аппарата Kranzle-755:  
 1 – соединение с источником водоснабжения; 2 – двигатель водяного охлаждения; 3 – поплавковая камера; 4 – бак для умягчителя; 5 – насос; 6 – регулятор давления и расхода; 7 – предохранительный клапан; 8 – демпфер колебания; 9 – манометр; 10 – устройство защиты от недостатка воды; 11 – манометрический выключатель; 12 – проточный нагреватель; 13 – температурный датчик; 14 – терморегулятор; 15 – измерительная цепь; 16 – шланг высокого давления; 17 – пистолет; 18 – струйная трубка; 19 – сопло высокого давления; 20 – топливный бак; 21 – датчик уровня топлива; 22 – топливный насос; 23 – топливный электромагнитный клапан; 24 – топливная обратная линия; 25 – форсунка; 26 – вентилятор; 27 – воздушная заслонка; 28 – бак для чистящего средства; 29 – вентиль дозирования ТМС; 30 – открытый резервуар; 31 – всасывающий шланг; 32 – шланговое соединение в режиме всасывания

Повышение производительности, экономичности и расширение функциональных возможностей высоконапорных моечных аппаратов достигается применением специальных адаптеров, номенклатура, назначение и отличительные особенности которых приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Назначение и особенности применения адаптеров для высоконапорных моечных аппаратов

Наименование	Назначение	Отличительные особенности
<p>Турбофреза</p> 	<p>Удаление плотных, слежавшихся загрязнений с большой поверхности вращающейся струей (<math>n = 4000 \text{ мин}^{-1}</math>)</p>	<p>Сочетание силы и давления сосредоточенной струи со способностью плоской струи обрабатывать поверхность</p>
<p>Турбозеро</p> 	<p>Удаление прочно-фиксированных загрязнений с больших поверхностей пульсирующей струей</p>	<p>Увеличение силы удара струи за счет укрупнения капель в 1000 раз больше, чем в машинах с обычными насадками</p>
<p>Устройство для гидропескоструйной очистки</p> 	<p>Удаление продуктов коррозии, слежавшихся агрохимикатов и старых лакокрасочных покрытий</p>	<p>Удаление твердых прочнофиксированных загрязнений</p>

Наименование	Назначение	Отличительные особенности
<p>Сопло веерное</p> 	<p>Удаление загрязнений от прочнофиксированных до легких с поверхностей машин с разной степенью загрязнения</p>	<p>Нерегулируемый угол распыла 25°</p>
<p>Устройство для подачи моющих средств</p> 	<p>Подача моющих средств вместе с водой</p>	<p>Автоматическая подача моющего средства с помощью инжектора, тонкая настройка подачи прецизионным регулятором до 5 %</p>
<p>Двойной адаптер</p> 	<p>Нанесение вспененного моющего средства, удаление пены струей</p>	<p>В первом положении работает пенный насадок, во втором положении (поворот рукояти) с помощью струйного сопла производится смыв</p>
<p>Трехпозиционное сопло</p> 	<p>Эффективная очистка различных поверхностей</p>	<p>Быстрое изменение типа струи: высоконапорная точечная, веерная струя высокого давления, веерная струя низкого давления</p>

Наименование	Назначение	Отличительные особенности
<p>Поворотная фреза</p> 	<p>Очистка труднодоступных поверхностей</p>	<p>Турбофреза устанавливается на шарнире, что обеспечивает возможность поворота последней</p>
<p>Поворотная муфта</p> 	<p>Предотвращает закручивание шланга высокого давления</p>	
<p>Шланг высокого давления с реактивным соплом</p> 	<p>Удаление отложений с внутренней поверхности труб, рукавов</p>	<p>Сочетание силы сосредоточенной струи с реактивными струями. Высокая степень очистки; за счет реактивной силы адаптер сам передвигается по внутренней поверхности труб</p>
<p>Пароводяной адаптер</p> 	<p>Очистка поверхностей от намерзшего льда, снятие консервационных покрытий</p>	<p>Совмещает динамическое воздействие струи и тепловое воздействие пара</p>



Применение вышеуказанных адаптеров позволяет повысить производительность очистки, сократить их трудоемкость в 5–6 раз и значительно уменьшить расход воды и ТМС.

***Изучить технические требования, предъявляемые к технологическому процессу наружной очистки и способы контроля качества очистки***

Техническими требованиями определено два уровня чистоты поверхности. Для первого уровня, при техническом обслуживании и текущем ремонте, качество очистки должно быть таким, чтобы элементы крепления и поверхности разъема деталей, узлов были свободны от загрязнений. Их наличие допустимо в отдельных местах, если они не закрывают элементы крепления и не препятствуют выполнению разборочных и регулировочных работ. Применяемые средства очистки не должны повреждать защитные лакокрасочные покрытия (ЛКП) и способствовать зарождению и развитию коррозионных процессов. Для поверхностей машин, имеющих механические повреждения ЛКП, рекомендуется ограничивать давление струи ( $P \leq 3,5$  МПа) и температуру нагрева очищаемой поверхности ( $T \leq 60$  °С). При первом уровне качество наружной очистки оценивают, как правило, визуально.

Второй уровень предполагает более высокую степень очистки с обезжириванием поверхности, например, при подготовке к окраске или консервации. Контроль качества очистки осуществляют протиранием поверхности светлой ветошью или по времени разрыва пленки воды на изделии. Места разрыва пленки воды указывают на остаточные масляные загрязнения. Считаются допустимыми к окраске поверхности при времени разрыва пленки воды больше 30 с.

***Изучить схему технологического процесса и определить режимы наружной очистки***

Технология наружной очистки машин и их составных частей определяется составом и свойствами удаляемых загрязнений, видом производимых ремонтно-обслуживающих воздействий и назначением машины. Прочностные свойства основных загрязнений поверхностей машин и сборочных единиц представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Прочностные свойства основных загрязнений поверхностей машин  
и сборочных единиц

Загрязнения	Предел прочности на сжатие, МПа	Адгезия, МПа	Условный коэффициент прочности, К
Пылегрязевые	3–20	0,005–0,02 0,05–2 – перевозимые грузы	0,50
Остатки масел и смазок	1,0–2,0	0,01–0,3	0,15
Маслогрязевые	2,0–5,0	0,01–0,15	0,30
Отложение удобрений и ядохимикатов	–	Слежавшиеся агрохимикаты до 10 и более	1,0
Старые лакокрасочные покрытия	30	0–30	3,0
Продукты коррозии	40	–	4,0
Асфальтосмолистые и лаковые отложения	10	0,3–6	1,0
Нагар	30	0,5–7	2,0
Накипь	30	10–20	3,0

Одним из условий очистки поверхностей является превышение давления моющих струй над прочностными свойствами загрязнений: величиной адгезии, пределом их прочности на сжатие, на изгиб или сдвиг. Загрязнения удаляют с поверхности, когда давление струи в зоне очистки превышает хотя бы одну из указанных выше прочностных характеристик. Если эти условия по технологическим и конструктивным параметрам не выполнимы, то интенсифицируют процессы очистки за счет применения синтетических и растворяюще-эмульгирующих ТМС, сжатого воздуха, ультразвукового,

вибрационного, электрохимического, электрогидравлического и других методов воздействия. Структурная схема процесса наружной очистки сельскохозяйственной техники представлена на рис. 1.3.

При ежедневных и низкоомерных технических обслуживаниях (ЕО, ТО-1) приоритетной является сухая очистка. Цель сухой очистки – не допустить накопления отложений, их слеживаемости, загрязнения окружающей среды и обеспечить свободный доступ к местам обслуживания. При необходимости, например, при транспортировке бетона, цемента, извести, асфальта и других материалов с высокой адгезией к поверхности применяется ежедневная очистка холодной оборотной водой.

При ответственных операциях ТО, ремонта, консервации или окраске для удаления маслянисто-грязевых и маслянистых загрязнений необходимо применять технические моющие средства в основном биоразлагаемые (ЕС-очиститель, УМОС и др.) в концентрации до 15–20 г/л с температурой нагрева растворов 70 °С–90 °С. Перед окраской или восстановлением защитных покрытий необходимо обезжиривать поверхность.

При обслуживании машин, работающих в среде агрохимикатов, целесообразно перед сезоном полевых работ нанести защитный состав (К-17, К-19, «Ингибит-С» и др.), чтобы исключить ежедневную мойку водой, а проводить только ежедневную сухую очистку, не допуская слеживаемости агрохимикатов. При консервации и ремонте этих машин проводится тщательная очистка с удалением слежавшихся агрохимикатов и продуктов коррозии гидropесчаной смесью или другими способами с нейтрализацией, дезинфекцией или дегазацией поверхностей горячей водой (70 °С–90 °С) или пароводяной смесью (до 140 °С) с использованием специальных технических моющих средств («Комплекс», «Диас» и др.) с последующим восстановлением защитных покрытий.

Технологические режимы мониторинной струйной очистки определяются следующими показателями: рабочим давлением, расходом и температурой воды, концентрацией и типом моющих средств, расстоянием от насадки до очищаемой поверхности, продолжительностью очистки. Варьируя эти факторы, можно выбрать наиболее оптимальные режимы очистки, отвечающие составу и свойствам удаляемых загрязнений и предъявляемым техническим требованиям.

1. Очистка сухая

↓

Проводится проработкой машины на холостом ходу в конце смены: сжатым воздухом, скребками, щетками и другими способами. Применяется для устранения слеживаемости загрязнений, качественного проведения ТО и предотвращения загрязнения окружающей среды

↓

Защита электрооборудования от попадания влаги

2. Очистка холодной водой

↓

Проводится для удаления загрязнений с небольшой адгезией к поверхности (почвенные отложения, растительные остатки, не слежавшиеся агрохимикаты, перевозимые грузы и др.). Применяется для неответственных операций ТО и ремонта

3. Очистка горячей водой с использованием технических моющих средств (ТМС)

↓

Проводится для удаления масляных и тонкодисперсных загрязнений (дорожно-почвенных и др.)

4. Очистка гидropесчаной смесью, дробеструйная, ручным механизированным инструментом и др.

↓

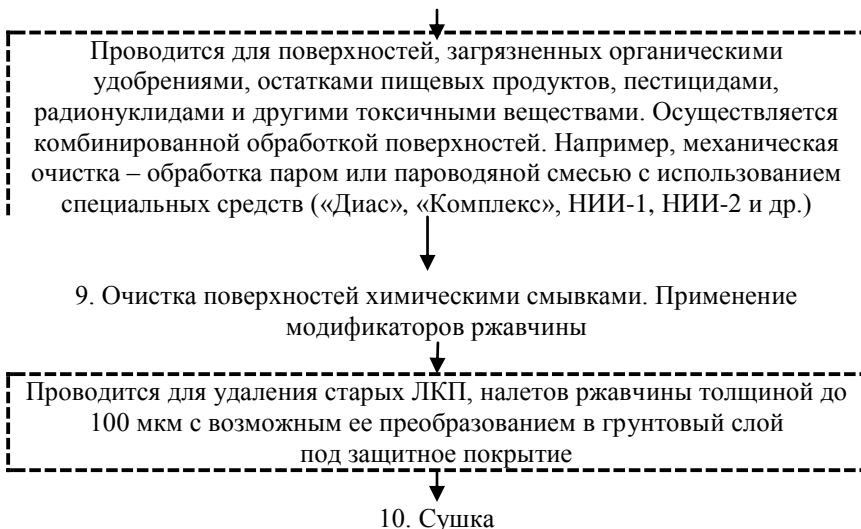
Проводится для снятия пластов коррозии, старых лакокрасочных покрытий, слежавшихся агрохимикатов, прочнофиксированных загрязнений. Применяется для поверхностей, допускающих такую обработку

5. Ополаскивание водой

6. Удаление влаги сжатым воздухом из карманов и скрытых полостей

7. Пассивация поверхностей при межсменной выдержке более 6 часов

8. Обезжиривание. Обеззараживание. Дезинфекция. Дегазация.  
Деактивация



*Рис. 1.3.* Структурная схема процесса наружной очистки сельскохозяйственной техники

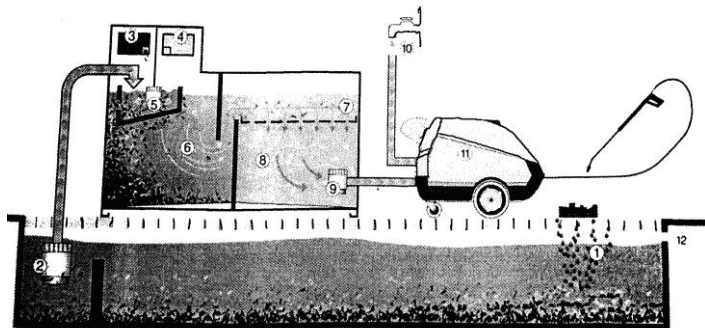
При выборе оптимальных технологических режимов очистки машин высоконапорными моечными аппаратами недопустимо направлять струю воды на электрооборудование, гидроагрегаты и другие механизмы. В ряде случаев, например, для самоходных зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, рекомендуется:

- ограничивать давление струи (не более 10 МПа), температуру воды (не более 20 °С) и применение ТМС;
- использовать в моечных пистолетах только широкоструйные сопла, с углом распыла не менее 25°;
- совершать пистолетом колебательные движения;
- ограничивать расстояние до отмываемой поверхности (не менее 250–300 мм).

Несоблюдение этих требований может приводить к вымыванию рабочей смазки в подшипниковых узлах, повреждению лакокрасочных покрытий, выходу из строя электрооборудования и другим отрицательным последствиям. Поэтому необходимо строго и последовательно выполнять технические требования к очистке объекта.

Изучить технологическую схему системы регенерации воды для высоконапорных моечных аппаратов (на примере установки HDR 555).

Для работы высоконапорных моечных аппаратов на оборотной воде необходимо использовать специальные установки типа HDR555, обеспечивающие очистку стоков до 2 мг/л по нефтепродуктам и до 10 мг/л по взвешенным веществам (рис. 1.4).



*Рис. 1.4. Система регенерации воды*

*для высоконапорного моечного аппарата HDR 555:*

- 1 – отстойник; 2 – погружной насос; 3 – реагент; 4 – обеззараживатель;  
5 – смеситель; 6 – буферный бак; 7 – фильтр; 8 – накопитель; 9 – заборный  
фильтр; 10 – питатель чистой воды; 11 – моечный аппарат*

Принцип работы установки следующий: грязная вода после мойки аппаратом высокого давления 11 скапливается в отстойнике 1, где оседают крупные частицы грязи. Затем с помощью погружного насоса 2 вода поступает в бак-смеситель установки HDR 555. Здесь встроенная дозирующая система добавляет необходимое количество реагента RM 847 3 и антибактериального вещества RM 851 4. После интенсивного перемешивания смесителем 5 происходит отделение грязи и масел. При этом тяжелые частички оседают на дно, а нефтепродукты собираются наверху. Очищенная вода накапливается в буферном баке 6, затем проходит через специальные фильтры 7 в накопитель 8, откуда через заборный фильтр 9 снова подается в аппарат высокого давления. Ополаскивание автомобиля должно производиться свежей водой. Во избежание переполнения системы расход свежей воды на ополаскивание не должен превышать 15 % от общего расхода воды. После определенного периода (до 50 циклов) отработанная вода должна быть вывезена специальными службами для утилизации.

Технические характеристики установки HDR 555:

производительность		0,2 м <sup>3</sup> /час*
размеры	–	1200×1082×800 мм
масса	–	100 кг
напряжение	–	220 В

При интенсивной работе (т. е. практический расход воды выше 400 л/час) для увеличения производительности достаточно подключить буферную емкость объемом от 1 до 2,5 м<sup>3</sup>.

Преимущества установки HDR 555:

- экономия воды и моющих средств;
- автоматический режим работы;
- работа с аппаратами высокого давления с нагревом и без нагрева воды;
- компактность;
- соответствие требованиям санитарно-гигиенических служб.

***Ознакомиться с материально-технической базой для выполнения моечно-очистных работ***

Наружную очистку сельскохозяйственной техники целесообразно проводить централизованно на специально оборудованных постах мойки, имеющих локальные очистные сооружения с оборотными системами водоснабжения. На рис. 1.5 и 1.6 представлены планировочные решения постов мойки, рекомендованных к использованию в отделениях и на центральных усадьбах хозяйств.

Технологическая планировка поста наружной мойки для отделений хозяйств представлена на рис. 1.5. Она состоит из открытой площадки, насосной, грязесборника, моечной эстакады и очистных сооружений.

Пост наружной мойки сельскохозяйственной техники на ремонтно-обслуживающей базе центральной усадьбы (рис. 1.6) состоит из закрытого поста, открытой площадки, насосной, грязесборников, распределительного устройства и очистных сооружений. Закрытый пост предназначен для всесезонного использования в режиме «Оборотное водоснабжение» при мойке основной массы машин и в режиме «Прямоточное водоснабжение» при мойке машин, работающих в контакте с навозом и агрохимикатами. Открытая площадка предназначена для использования при плюсовых температурах окружающего воздуха (в Беларуси обычно с апреля по ноябрь) для мойки машин, пришедших непосредственно с поля, имеющих

большие объемы почвенно-растительных загрязнений, для крупногабаритной самоходной и прицепной техники (зерно-, кормо-, картофелеуборочные комбайны и др.).

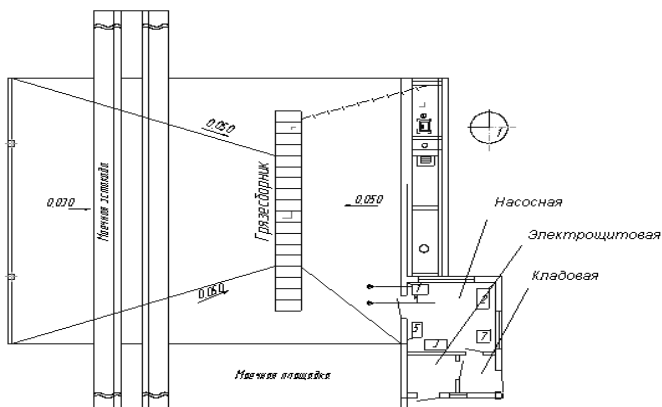


Рис. 1.5. Технологическая планировка поста наружной мойки машин для РОБ хозяйства: 1 – моечная установка CR3-25 для работы на оборотной воде; 2 – моечная установка HDS695VEX; 3 – выпрямитель ВСМ-111; 4 – компрессор СО-7Б

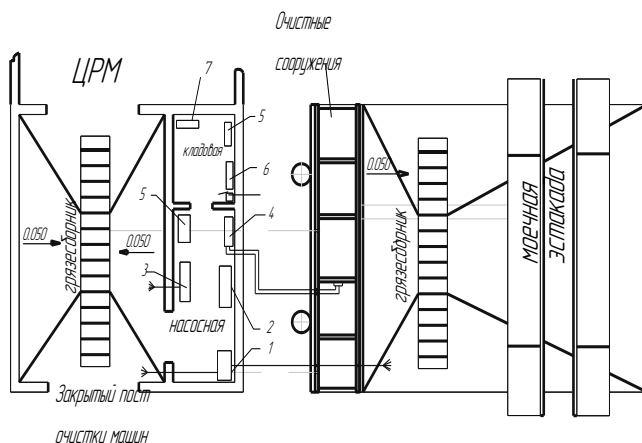


Рис. 1.6. Технологическая планировка поста наружной мойки с системой оборотного водоснабжения для РОБ хозяйства: 1 – моечная установка CR3-25; 2 – высоконапорный моечный аппарат типа HDS695VEX; 3 – компрессор СО-7Б; 4 – выпрямитель ВСМ-111; 5 – верстак слесарный; 6 – стеллажи и емкости



Очистные сооружения поста мойки машин для РОБ хозяйств, работающих по комбинированной схеме, представлены на рис. 1.7. Она предусматривает раздельное водоотведение и очистку токсичных и инфицированных стоков от основного потока, их не содержащего. Такая система упрощает технологию регенерации стоков и позволяет основной их объем использовать многократно. Очистка токсичных и инфицированных стоков осуществляется комплексно: применением при очистке машин, работающих в контакте с агрохимикатами, специальных моющих средств («Комплекс», «Диас» и др.), коагуляцией, длительным отстаиванием и нейтрализацией хлорной известью. После обеззараживания воду сбрасывают в канализацию или пропускают через фильтрующую траншею. Осадок из очистных сооружений удаляют с помощью экскаватора, разбрасывателя жидких удобрений и самосвала. По согласованию с санэпидемстанцией осадок выгружают в отработанные карьеры, овраги, балки, расположенные вдали от населенных мест. Они должны быть заранее установлены и специально оборудованы.

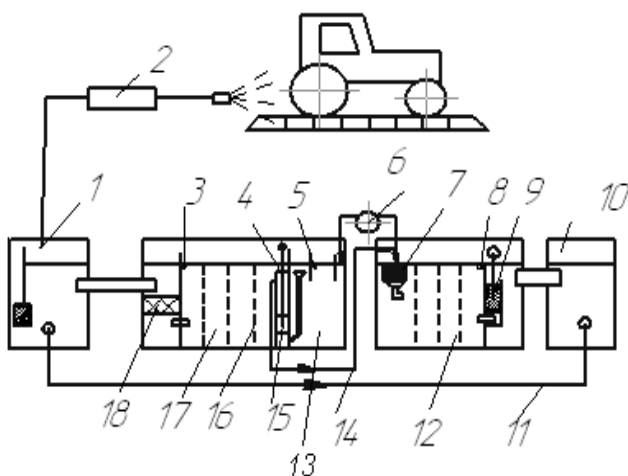


Рис. 1.7. Схема очистных сооружений

поста мойки машин для РОБ хозяйства:

- 1 – емкость с оборотной водой; 2 – моечная установка CR3-25; 3, 5, 8 – маслосборочные воронки; 4 – барка; 6 – распределитель потоков; 7 – смеситель; 9 – кассета с хлорной известью; 10 – емкость с осветленной водой; 11 – трубопровод подачи оборотной воды для смешения стоков; 12 – отстойник-нейтрализатор; 13 – отстойник 1-й ступени; 14 – трубопровод подачи коагулянта; 15 – электрокоагулятор; 16 – дырчатые перегородки; 17 – отстойник 2-й ступени; 18 – фильтр

### **Очистка загрязненного объекта**

Приобрести практические навыки очистки объекта с применением высоконапорного моечного аппарата Kranzle-755 с различными адаптерами (турбофреза, пескоструйный и пенный насадки, турболазер, насадок для промывки трубопроводов).

### **Отчет о работе**

В отчете по практической работе должны быть представлены следующие разделы:

1. Название и цель работы.
2. Назначение и технические характеристики высоконапорных моечных аппаратов и адаптеров.
3. Общая структурная схема наружной очистки сельскохозяйственной техники.
4. Схема технологического процесса очистки объекта (табл. 1.4).

*Таблица 1.4*

Схема технологического процесса очистки объекта

№ операции	Наименование операции	Технические и санитарные требования	Технологические режимы	Оборудование, приспособления, инструмент, материал, очищающая среда

5. Технологическая планировка поста наружной мойки сельскохозяйственной техники с системой оборотного водоснабжения.
6. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем состоит сущность, преимущества и недостатки гидродинамической очистки поверхностей изделий?
2. Приведите назначение и технические характеристики высоконапорных моечных аппаратов.
3. Укажите правила техники безопасности при работе с высоконапорными моечными аппаратами.
4. Опишите устройство и принцип работы моечного аппарата Kranzle-755.

5. Укажите виды, назначение и особенности применения адаптеров для высоконапорных моечных аппаратов.

6. Приведите общую структурную схему процесса наружной очистки сельскохозяйственной техники.

7. В чем заключаются особенности технологии наружной очистки различных сельскохозяйственных машин при ее технической эксплуатации?

8. Дайте обоснование технических требований и технологических режимов очистки двигателя при текущем ремонте.

9. Опишите технические требования и схему системы регенерации воды при использовании высоконапорных аппаратов.

10. Опишите состав материально-технической базы для выполнения наружной очистки сельскохозяйственной техники.

## Практическая работа № 2

### МОЙКА И ОЧИСТКА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по очистке деталей и сборочных единиц при ремонте сельскохозяйственной техники.

**Студент должен знать:** правила безопасной работы, виды, свойства и способы удаления загрязнений деталей и сборочных единиц, физико-химические основы моющего действия, применяемые очистные технологические среды и оборудование, способы контроля качества сред и очистки изделий.

**Студент должен уметь:** обосновать технические требования и произвести очистку объектов, оценить влияние различных факторов на качество очистки, назначить оптимальные режимы функционирования моечных машин, оценить качество моечных сред и очистки изделий.

#### Задание для выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности при очистке деталей и сборочных единиц.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
3. Изучить виды загрязнений деталей и сборочных единиц сельскохозяйственной техники, их свойства и способы удаления; физико-химические основы моющего действия; очистные технологические среды, их характеристику и условия применения; оборудование, применяемое для очистки деталей и сборочных единиц, и способы контроля качества очистки.
4. В зависимости от вида загрязнений выбрать технические моющие средства, проверить их концентрацию в растворе и предварительно назначить технологические параметры очистки.
5. Произвести очистку загрязненных деталей (образцов) с исследованием влияния продолжительности и способа активации очищающей среды на качество очистки.
6. Установить оптимальные режимы и эффективность интенсификации очистки и на их основе разработать схему технологического процесса очистки изделия.
7. Начертить график зависимости качества очистки от способа активации моющего раствора и продолжительности очистки.

## **Техника безопасности**

Запрещается касаться электропроводки и корпуса работающего электродвигателя.

При работе с синтетическими моющими средствами и при приготовлении моющих растворов возможны образование «пылевого облака» и попадание брызг на слизистую оболочку глаз. Для предупреждения этого необходимо применять индивидуальные средства защиты: очки, респиратор, перчатки и предварительно смазывать руки до локтя защитными кремами. При попадании растворов моющих средств в глаза их необходимо промыть водой и протереть марлевой салфеткой.

При работе с растворителями и растворяюще-эмульгирующими средствами следует знать, что они в различной степени токсичны и могут оказывать вредное, отравляющее действие на организм человека.

При вдыхании воздуха, содержащего пары растворителей, наблюдается раздражение слизистой оболочки дыхательных путей, нарушения в работе нервной и сердечно-сосудистой систем.

Наиболее токсичными являются моющие средства типа «Ритм», содержащие трихлорэтилен. Эти средства следует хранить только в закрытых металлических бочках с надписями «осторожно», «ядовитые вещества».

При использовании препарата АМ-15 на основе ксилола необходимо соблюдать правила, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала. Так, пары ксилола необходимо удалять вентиляционными устройствами. Мыть руки препаратом АМ-15 категорически запрещается, так как он обезжиривает кожу, снижая тем самым ее сопротивляемость к заболеваниям. Для защиты рук рекомендуется применять рукавицы или перчатки из ткани, покрытой поливинилхлоридом. Кроме того, можно использовать защитные мази и пасты ХИОТ (ФСЧ2-442-72), ЙЭР-1 (ФС 42-501-72), «Айро» (ГУ6-15-635-71), крем «Силиконовый» (ОСТ-18-91-72), которые тонким слоем наносятся на поверхность кожи.

## **Оснащение рабочего места**

1. Моечная машина ОРГ-4990Б для очистки деталей.
2. Набор малогабаритных установок с электроподогревом для очистки изделий:
  - а) с качающейся платформой (ванна № 1) с частотой 20 мин<sup>-1</sup> и амплитудой до 15 мм;

б) с вращающимся барабаном (ванна № 2) с частотой вращения  $0,3-1 \text{ с}^{-1}$ ; с вращением в разные стороны;

в) с гребным винтом и вращающимися подвесами (ванна № 3) с частотой вращения  $1,5 \text{ мин}^{-1}$ . Принципиальные схемы работы установок показаны на плакатах.

3. Ванны с холодной и горячей водой.

4. Технические средства:

а) в виде порошков: ЕС-очиститель, ЕС-тракшампунь129, 250, ЕС-нафтоль («Лабомид-101», «Лабомид-203», МС-6, МС-8);

б) в готовом виде препараты-концентраты: АМ-15, эмульсин, «Ритм», дизтопливо.

5. Объекты исследования: образцы – стальные пластины ( $70 \times 35 \times 2 \text{ мм}$ ) и диски (диаметром 35 мм, шириной 12 мм) из ст. 3, шероховатость  $Ra = 1,25 \text{ мкм}$ .

6. Емкости с модельными загрязнителями, моделирующие:

а) асфальтосмолистые отложения (отработанное моторное масло М10Г2 – 36 %, кварцевая пыль (ГОСТ 8.002–74) – 56 % и остальное – битум БНД 90/130 (ГОСТ 22245–76) – ЗМА. Наносятся на поверхность при 453К (180 °С);

б) отработанное моторное масло (ГОСТ 4002–53) – ЗММ-1;

в) отработанное трансмиссионное масло – ЗММ-2;

г) солидол (ГОСТ 4366–64) – ЗМС-3.

7. Ареометр (ГОСТ 1300–74).

8. Анализатор моющих растворов АМР – 4Т.

9. Термометр с заданной температурой контактирования, прямой, ТНК (ГОСТ 9871–61).

10. Термометр лабораторный 273...373 К (0...100 °С).

11. Выпрямитель ВСМ-111.

12. Весы аналитические АДВ-200.

13. Штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм 0...125 (ГОСТ 166–80).

14. Емкость с венской известью.

15. Кисти акварельные.

16. Секундомер.

17. Сушильный шкаф с терморегулятором.

18. Наждачная бумага.

19. Салфетки бумажные.

20. Фильтровальная бумага.

21. Плита электрическая.

22. Стаканы химические из термостойкого стекла (ГОСТ 10394–72).
23. Стеклянные палочки.
24. Пипетки.
25. Фарфоровая или мраморная крошка Ø 6–10 мм.
26. Ветошь.
27. Индивидуальные средства защиты (прорезиненный фартук, резиновые перчатки, очки).
28. Шланг-сифон.

### **Общие сведения**

Очистка – одна из важнейших подготовительных операций при восстановлении деталей. Основные требования к качеству очистки – полное удаление всех загрязнений, что позволяет определить действительное механическое состояние детали, установить степень ее пригодности для восстановления и назначить способ устранения каждого дефекта. Наличие жировых и других загрязнений на деталях, подлежащих окраске или покрытию гальваническими или химическими способами, приводит к шелушению и отслоению этих покрытий в процессе эксплуатации. Загрязнения на деталях, восстанавливаемых наплавкой, вызывает образование в наплавленном металле пор и раковин. Некачественная очистка деталей снижает послеремонтную наработку агрегатов на 20 %–30 %.

Управляющее воздействие на процесс очистки можно оказывать с помощью:

- режимных параметров (температура, механическая энергия, объем, удельный расход, и интенсивность использования моющих растворов, продолжительность процесса и его стадий);

- способа механической интенсификации процесса (струйный, пароструйный, погружные – вибрационный, кавитационный, ультразвуковой, электрохимический, виброобразивный и т. д., циркуляционный, комбинированный);

- технологической схемы очистки – одно- или многостадийная, соответствующая видам отмываемых загрязнений и степени доступности загрязненных поверхностей (многостадийная очистка предусматривает наружную чистку, очистку агрегатов и сборочных единиц, очистку деталей после восстановления, очистку перед сборкой и окраской);

- предварительного модифицирования загрязнений пропаркой, растворением или другими способами;

– конструкцией моечного оборудования (геометрическая и энергетическая характеристика рабочей зоны, объем, расположение и геометрия баков - отстойников, способ нагрева и схема циркуляции моющего раствора);

– состав очищающего средства (рецептура моющих средств, концентрация раствора, жесткость воды).

Технология очистки воды сводится к научно обоснованному выбору, реализации и строгому соблюдению управляющих факторов, с помощью которых можно при минимальной себестоимости получить регламентированные (или желательные) выходные параметры. Себестоимость должна включать и расходы на чистку загрязненных растворов, и компенсацию возможного ущерба от загрязнения природы.

### Порядок выполнения работы

*Изучить виды загрязнений деталей сельскохозяйственной техники, их свойства, способы и режимы очистки*

Загрязнения деталей сельскохозяйственной техники можно разделить на эксплуатационные и технологические (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Классификация загрязнений



Эксплуатационные загрязнения на наружных и внутренних поверхностях различны. На наружных поверхностях находятся остатки материалов, с которыми взаимодействовала машина, масла и смазки, грязевые отложения, герметизирующие частицы, лакокрасочные материалы, продукты коррозии и др. Загрязнения на внутренних поверхностях представляют собой углеводородные отложения как результат старения и химико-термического превращения смазочных материалов и масел, продукты изнашивания, остатки герметизирующих паст и прокладок, а также накипь, образующуюся от взаимодействия охлаждающих жидкостей с металлическими стенками.

Детали машин в процессе восстановления покрываются технологическими загрязнениями (окалиной, стружкой, притирочными пастами, моторными маслами, очистными материалами, продуктами приработочного износа и др.). Такие загрязнения уступают эксплуатационным по прочности и массе, но они должны быть удалены с деталей перед сборочными операциями. В начале процесса ремонта машины ее детали очищают от эксплуатационных загрязнений, а по завершении восстановления деталей и перед окраской агрегатов с поверхностей удаляют технологические загрязнения.

По химическому составу основная масса загрязнений подразделяется на две группы: минеральные (кремнеземные) и органические (углеводороды).

Кремнеземные загрязнения образуются на поверхностях деталей в результате их взаимодействия с почвой и почвенной пылью.

Углеводородные загрязнения появляются от взаимодействия топлив и масел с газами и влагой, продуктами изнашивания и поверхностями деталей при повышенной температуре. Они включают следующие группы веществ: масла и нейтральные смолы, оксикислоты, асфальтены, карбены и карбоиды, несгораемый остаток (золу). Нейтральные смолы входят в состав нефтепродуктов. Они полностью растворяются в петролейном эфире и бензине. Оксикислоты способны образовывать соли в результате диссоциации, окисления и реакции омыления. Асфальтены – продукты уплотнения нейтральных смол, хрупкие неплавкие вещества, разлагающиеся при температуре больше 300 °С с образованием кокса и газов. Асфальтены растворяются в бензоле, хлороформе и сероуглероде. Карбены и карбоиды – продукты уплотнения и полимеризации

углеводородов при термическом разложении масел и топлива. Карбены растворимы в сероуглероде и пиридине, а карбоиды нерастворимы ни в каких растворителях. С повышением температуры и возрастанием времени окисления масел наблюдается количественный рост окискислот, асфальтенов, карбенов и карбоидов в загрязнениях с увеличением доли веществ, содержащихся в конце приведенного ряда.

В зависимости от соотношения составляющих веществ углеводородные загрязнения подразделяются на масляные, асфальтосмолистые, лаковые и нагар. Масла на ранней стадии окисления и загрязнения присутствуют на большинстве поверхностей деталей. Удаление таких загрязнений затруднено, так как в процессе эксплуатации машины они окисляются и разлагаются, в результате чего их связь с металлической поверхностью детали значительно возрастает. Асфальтосмолистые отложения состоят из веществ, которые не растворяются в масле и обладают большей по сравнению с ним плотностью. Состав отложений: окисленные масла и смолы – 40 %–80 %; карбены, карбоиды и зола – 10 %–30 %. Лаковые отложения (пленки) образуются на немногочисленной группе деталей, например, на шатунах и поршнях, за счет тонкослойного окисления масла. Нагары представляют собой твердые углеродистые частицы, образующиеся в результате сгорания топлива и масел, которые оседают на тонкой пленке липких высокомолекулярных соединений масла. Основу нагара составляют карбены и карбоиды (30 %–70 %), масла и смолы (8 %–30 %), остальное – окискислоты, асфальтены и зола. Большое количество нерастворимых и труднорастворимых компонентов нагара затрудняют его удаление. Накипь образуется на внутренних стенках радиаторов и рубашек охлаждения двигателей. Ее образование обусловлено содержанием в воде в растворенном состоянии солей кальция и магния. Различают жесткость воды: временную и постоянную. Временную жесткость устраняют кипячением, она вызвана растворением в воде бикарбонатов кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и магния  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , сульфата кальция  $\text{CaSO}_4$ , силиката магния  $\text{MgSiO}_2$  и др. При нагревании воды до 70 °С–80 °С или кипячения из нее выпадают соли – продукты термического разложения бикарбонатов, а также силикаты и сульфаты магния и кальция. Постоянная жесткость обусловлена солями, не выпадающими в осадок при повышенной температуре воды. По химическому составу накипь разделяют на карбонатную ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ ), сульфатную ( $\text{CaSO}_4$ ), силикатную ( $\text{MgSiO}_3$ ) и смешанную.

Разнообразие видов загрязнений и разные значения их одноименных свойств требуют дифференцированного подхода к назначению технологических воздействий для отделения этих загрязнений.

Качественную очистку поверхностей деталей обеспечивает многооперационный процесс (рис. 2.2). Необходимая степень очистки достигается различными способами: механическим, физико-химическим (струйная, погружная, ультразвуковая, комбинированная) и химико-термическим (щелочной расплав) (табл. 2.1) и режимами очистки.

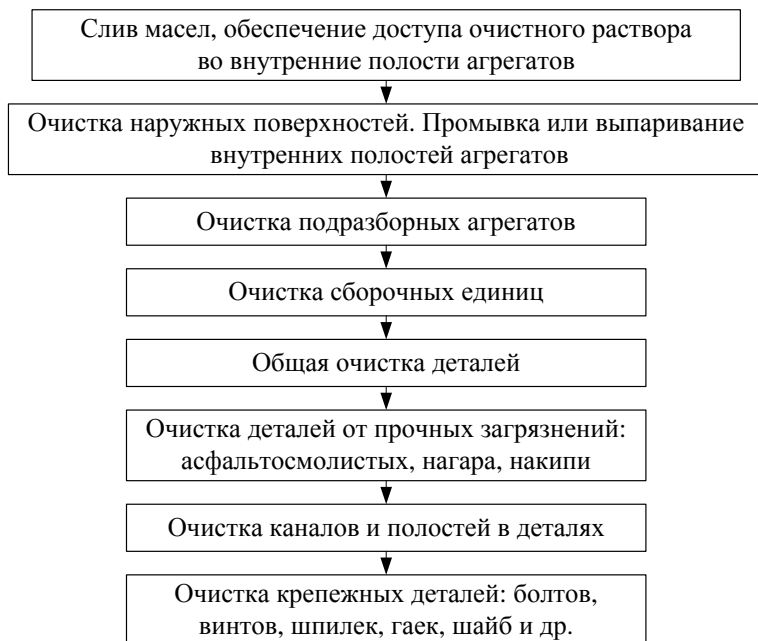


Рис. 2.2. Последовательность операций очистки поверхностей детали от эксплуатационных загрязнений

Выбор способа очистки детали зависит от вида загрязнений, конструкции и материала детали, объема производства, специализации и других факторов. При ремонте машин с поверхностями деталей и узлов приходится удалять масло и смазки, пыль и растительные остатки, смолы, коксы, нагары, асфальтосмолистые отложения и продукты коррозии, накипь и лакокрасочные покрытия, отложения агрохимикатов. Многообразие загрязнений требует

применения различных способов и средств для их удаления. При их выборе необходимо исходить из возможности получения наибольшей экономической эффективности, наименьшей энергоёмкости процесса очистки, рациональной технологии и необходимого качества очистки с соблюдением требований экологической безопасности выполняемых работ.

Перечень основных операций многостадийной очистки, оборудование для выполнения этих операций и режимы очистки даны в табл. 2.2.

Качественное выполнение работы при многостадийной очистке деталей узлов и агрегатов позволит:

- повысить производительность труда на рабочих местах на 20 %–30 %;
- повысить качество дефектации деталей, культуру производства;
- обеспечить чистоту на рабочих местах ремонтного предприятия;
- повысить ресурс отремонтированных агрегатов и машин на 20 %–36 %.

Таблица 2.1

## Способы удаления загрязнений

Способы удаления загрязнений	Виды загрязнений							
	Дорожно-почвенные отложения (дорожная грязь, маслянистогрязевые и растительные остатки)	Остатки агрохимикатов (минеральные и органические удобрения, ядохимикаты и т. д.)	Остатки горючесмазочных материалов	Асфальтосмолистые отложения	Нагар	Накипь	Продукты коррозии	Старые лакокрасочные покрытия
<i>Механический</i>								
Ручной с использованием механизированного инструмента	–	–	–	++	+	+	+1	+1
Механизированный (аппараты песко-струйного типа, голтовка, очистка стеклосферой, косточковой, мраморной, полиэтиленовой крошкой и т. д.)	–	–	–	–	++	++	++	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виброабразивный	–	–	–	+++4	+++4	++	++	++
<i>Струйный</i>								
Низконапорный при давлении до 0,5 МПа	+	+	+++2,4	+++2,4	–	–	–	–
Средненапорный при давлении до 1,5 МПа	+++4	+5	+++4	+	–	–	–	–
Высоконапорный при давлении 20 МПа	+++4	+++5	+++4	+++3,4	–	–	–	+++6
Гидроабразивный при давлении 10 МПа	+++	++	+++4	+++4	+++	+++	+++	+++
Пароводоструйный	+++4	+++5	+++4	+++4	–	–	–	+++6
<i>Погружной</i>								
Раствором синтетического моющего средства	++	+++5	++	+++	–	–	–	+++6
Кислотным раствором	–	–	–	–	–	++	++	–
Растворяюще-эмульгирующим средством	++	–	–	+++	+	–	–	+
Щелочным раствором в расплаве солей	–	–	–	–	+	+	–	++

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ультразвуковой	–	–	+	+	+	–	+	–
<i>Циркуляционный</i>								
Кислотный раствор	–	–	–	–	–	+	+	–
<p style="text-align: center;">Обозначения:</p> <p>+++ перспективный способ; ++ применение способа эффективно;  + применение способа малоэффективно; – применение способа нецелесообразно;  1 – подготовка поверхности при местной подкраске;  2 – низкое давление (до 0,5 МПа) рекомендуется для машинной мойки,  высокое (свыше 1,5 МПа) – для ручной мониторинной мойки;  3 – для удаления асфальтосмолистых отложений в условиях хозяйств рекомендуется мониторинная мойка струями высокого давления;  4 – с применением растворов синтетических моющих средств;  5 – с применением специальных нейтрализующих средств «Комплекс», «Диас» и др.;  6 – с применением щелочных растворов с ускорителями</p>								

### ***Изучить физико-химические основы моющего действия***

Очистные материалы подразделяются по виду основного технологического эффекта, сопровождающего процесс, на растворяющие, эмульгирующие и диспергирующие. Первые два вида сред, которые получили наибольшее распространение, применяются в жидком виде, а последний – в жидком или твердом состоянии.

Основные явления, обуславливающие очистное действие среды, включают: растворение, физико-химическую адсорбцию, смачивание, эмульгирование, диспергирование, пенообразование и стабилизацию загрязнений.

Растворение – это процесс образования однородной системы из двух веществ с равномерным распределением одного вещества в другом. Наибольшей взаимной растворимостью характеризуются вещества со сходным строением и свойствами – «подобное растворяется в подобном».

Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ) сопровождается концентрацией молекул моющей среды на поверхности загрязнений, что приводит к последующему разрушению загрязнения (диспергированию). Чем выше адсорбционная способность моющего состава, тем выше его моющие качества и, прежде всего, смачиваемость.

Смачивание заключается в растекании капли жидкости, помещенной на поверхности твердого тела. Это свойство зависит от поверхностного натяжения жидкости, сочетания составов жидкости и твердого тела. При малом поверхностном натяжении жидкость легко проникает в трещины и поры между частицами загрязнений; молекулы ее адсорбируются на поверхности частиц и, создавая расклинивающее действие, отрывают загрязнения от поверхности детали. Вода плохо смачивает маслянистые загрязнения, нагары и другие отложения, но если в воду добавить ПАВ, то значительно повышается эффективность очистки. ПАВ ослабляют адсорбционные силы, связывающие металлы с масляной пленкой.

В процессе мойки деталей образуется эмульсия, представляющая собой смесь мелкодисперсных частиц масла и моющего раствора. Для того чтобы частица масла повторно не осаждалась на деталях, в раствор добавляют эмульгаторы: жидкое стекло или хозяйственное мыло, тринатрийфосфат. Эмульгаторы, молекулы которых адсорбируются на поверхности капелек жидкой фазы, препятствуют слиянию и выпадению их из моющего раствора.



Способность моющих растворов удерживать в течение некоторого времени частицы загрязнений во взвешенном состоянии называется стабилизирующей способностью раствора.

В процессе очистки объектов моющий состав загрязняется. С целью улучшения очистки в моющие составы добавляют пенообразующие ПАВ. Пена всплывает на поверхность моющего раствора, унося прилипшие частицы загрязнений. Удаление пены производится периодически путем подъема уровня жидкости в ванне, передувая воздухом, паром или другими способами.

Рассмотренный механизм очистки характерен для загрязнений, образование которых не связано с химическими превращениями поверхностных слоев металла изделия. Такие загрязнения, как коррозия, нагары, имеют очень прочное сцепление с поверхностью очищаемых деталей. Для удаления подобных загрязнений применяют механическую обработку, обработку растворами кислот, в расплаве солей и другие способы. От накипи детали очищают в растворе соляной кислоты с концентрацией 5 %–10 %, в который добавляют ингибиторы (уротропин, хромпик) с целью предотвращения коррозионного поражения металлов. Для удаления накипи также используют растворы молочной, уксусной и фосфорной кислот. Очистка деталей осуществляется погружением их в ванну с кислотным раствором при температуре 30 °С–50 °С.

### ***Ознакомиться с очистными технологическими средами***

В соответствии с механизмом удаления загрязнений все очищающие средства (исключая расплавы солей, абразивные и травильные среды, механические воздействия) можно сгруппировать в четыре класса (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Классификация технических моющих средств (ТМС)

Класс очищающих средств	Составы моющих средств	Типичные представители	Рабочая температура, °С
Щелочные моющие средства	Щелочи, щелочные соли	Каустическая сода, кальцинированная сода	80–100

Класс очищающих средств	Составы моющих средств	Типичные представители	Рабочая температура, °С
Синтетические моющие средства (СМС)	Минеральные соли, синтетические ПАВ, стабилизаторы	Лабомид 101 (102), Темп 100Д, Вимол, Темп-200Д, Триас, МС-15, МС-17, МЛ-72, МЛ-80Д, МС-8, ДИАС	70–90
Растворяюще-эмульгирующие моющие средства (РЭС)	РЭС-1	Углеводороды, горючие ПАВ, стабилизаторы	Дизтопливо, керосин, кенол, растворители, бензин, толуол, ацетон и др.
	РЭС-2	Хлорированные углеводороды, негорючие ПАВ, стабилизаторы, ароматические углеводороды	АМ-15, Лабомид 315 (Ритм), Лабомид 312, ДВЛ-1, Лабомид 311
Универсальные биоразлагаемые моющие средства	Концентрированные водорастворимые жидкости, разлагаемые анионоактивные, катионоактивные и неионные ПАВ	ЕС-очиститель, ЕС-тракшампунь 250, УМОС, автолик 11, ЕС-Дескалер 2, ЕС-Дескалер М.	10–80

Щелочные составы характеризуются физической и химической стабильностью, относительно невысокой стоимостью. Даже при высокой концентрации они не обладают достаточной химической

активностью по отношению к асфальтосмолистым отложениям и ГСМ. Кроме того, они способствуют коррозии, особенно деталей из цветных металлов и сплавов. В настоящее время их не рекомендуется применять для очистки деталей. Концентрированные растворы едкого натрия (5 %–12 %) в настоящее время используют в основном для удаления старых лакокрасочных покрытий. Щелочные составы токсичны, при попадании на кожу вызывают ожоги; у работающих с такими составами ногти становятся ломкими.

Очистка деталей в СМС лишена многих из этих недостатков.

Синтетические моющие средства (СМС) выпускаются промышленностью в виде порошков, хорошо растворяются в теплой (50 °С–60 °С) воде, малотоксичны, не вызывают ожогов кожи.

Для струйных машин рекомендуются СМС: МС–6, МС–8, МС–15, МС–17, Темп–100Д, Лабомид 101 (102), ДИАС концентрацией 10 – 20 г/л. СМС типа Темп–100А, Темп–100Д одновременно пассивируют очищаемые поверхности деталей, предохраняя их от коррозии.

СМС типа Лабомид 203, МС–18, МЛ–8Д, МЛ–72, ТРИАС, Темп–100М, Темп–200Д, ДИАС предназначены для очистки деталей от асфальтосмолистых отложений методом погружения в ванну с активизацией раствора, концентрацией 20 – 30 г/л. Все растворы СМС требуют нагрева (72 °С–90 °С). Нецелесообразно повышать концентрацию моющих средств более 30 г/л, поскольку это не повышает качества очистки поверхности, но затрудняет очистку загрязненных растворов.

ТМС «ТЕМП–200Д» обладают деэмульгирующими свойствами, т. е. способствуют хорошему осветлению моющих растворов при простом отслаивании.

Несмотря на ряд положительных свойств, СМС имеют и недостатки, что вызывает необходимость разработки более активных моющих средств. СМС не обеспечивают по ГОСТ 18206–78 качество очистки деталей от тяжелых асфальтосмолистых отложений (их более 50 % у тракторов и автомобилей), имеют относительно невысокую скорость очистки и тем самым ограничивают пропускную способность мощного оборудования, требуют больших затрат тепла на поддержание рабочих температур моющих растворов.

Растворяюще-эмульгирующие средства (РЭС) применяют для удаления тяжелых асфальтмаслянистых отложений при нормальных температурах. Все РЭС токсичны, поэтому их рекомендуют использовать в герметизированных машинах погружного типа с соблюдением особых мер безопасности, без активации раствора.

РЭС типа АМ–15 (ксилол 70 %–76 %, ализариновое масло 20 %–28 %, оксиэтилированные спирты (ПАВ) – остальное) используется для очистки деталей от асфальтосмолистых отложений. Процесс очистки предусматривает две последовательные операции: погружение и выдержку деталей в течение 30–60 минут в 100 %-м растворе АМ–15 и последующую доочистку водой или в 1 %-м растворе СМС при температуре 60 °С–70 °С.

РЭС типа Ритм (Лабомид 315) – хлорированные углеводороды, ПАВ, стабилизаторы и активатор, используются для очистки деталей от загрязнений, близки к нагарообразованию. Технология очистки включает две стадии:

- погружение и выдержку в препарате деталей в течение 2–3 часов при нормальной температуре;

- ополаскивание очищенных деталей водным раствором СМС типа МС, Темп концентрацией 15–20 г/л.

Применение РЭС для очистки асфальтосмолистых отложений сокращает расход тепла в 3–6 раз по сравнению с растворами.

Большую перспективу имеет применение универсальных био-разлагаемых моющих средств, которые полностью отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. Они обладают высокой моющей способностью, нетоксичны, взрыво- и пожаробезопасны, полностью биоразлагаемы и безопасны для окружающей среды, работают за счет эффекта синергизма (свойства смеси обладать лучшей моющей способностью, чем каждый из ее компонентов). Эти многокомпонентные многоцелевые системы выпускаются промышленностью в виде концентрированных водорастворимых жидкостей, шампуней, растворителей (табл. 2.3), применяются для очистки деталей, сборочных единиц и машин в виде водного раствора концентрацией 3 %–5 % при температуре 10 °С –100 °С в основном в мониторинных моечных машинах высокого давления в виде водного раствора или концентрата. Используемые для их производства ингредиенты легко растворяются в воде, остаточное количество химических веществ полностью разлагается при биологической очистке, причем содержащиеся в них ПАВ также практически полностью разлагаемы. Основой их являются щелочи и слабые кислоты.

## Универсальные биоразлагаемые ТМС

Наименование	Марка	Рекомендации по применению и основные особенности
Авто-шампунь	ЕС-Грепт-А-шампунь	Очистка наружных частей машин от почвенных и маслянистых загрязнений. Высокая моющая способность, сильное обезжиривающее действие. Не вызывает коррозии
Авто-шампунь	ЕС-Трак-шампунь 129	Очистка автотракторной техники от пылегазовых и эксплуатационных загрязнений. Не воздействует на лакокрасочные покрытия
Сильный шампунь	ЕС-Трак-шампунь 250	--//----//----//--
Очиститель двигателя внутреннего сгорания	ЕС-очиститель	Удаление комбинированных загрязнений, ГСМ, нагаров с узлов и агрегатов. Экономичное концентрированное средство. Сильное обезжиривающее и антистатическое действие
Концентрированный очиститель	ЕС-Нафтоль	Удаление жирных, маслянистых загрязнений. Эффективен для очистки агрегатов, деталей. Жидкий щелочной продукт
Жидкий очиститель	ЕС-Десклер-2	Удаление накипи, известковых отложений с керамики, хромированных изделий, нержавеющей сталей и др. кислотоустойчивых поверхностей
Средство моющее	УМОС	Мойка техники от маслянистых загрязнений, удаление нагаров, лакокрасочных покрытий
Средство моющее	УниДар	Очистка МТП от тяжелых маслянистых загрязнений, ионов тяжелых металлов и других радиоактивных загрязнений

Наименование	Марка	Рекомендации по применению и основные особенности
Концентрированные жидкие очистители	ЕС-Люксол-К ЕС-Люксол-К2 ЕС-Люксол-К50	Очень активные. Удаление белков, животных и растительных масел и др. загрязнителей со всех типов поверхностей
Специальный жидкий очиститель	ЕС-Алюклин 2 ЕС-Алюклин Экстра	Очистка очень сильно загрязненных поверхностей из алюминия и др. мягких металлов. Очистка контейнеров, фасадов зданий, транспорта, оборудования, пластика, окрашенных поверхностей и др. покрытий

Щелочность моющих растворов является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность очистки – способность растворов нейтрализовать кислые компоненты загрязнений, омылять масла, снижать жесткость воды. Общая щелочность определяется титрованием кислотой с индикатором метилоранжем, а активная – титрованием с фенолфталеином. Моющее действие растворов зависит от уровня активной щелочности. Показателем щелочности служит водородный показатель рН. Теоретически он определяется как логарифм обратной величины концентрации ионов водорода, а практически – по индикаторной бумаге и по плотности раствора.

Детали с прочными загрязнениями, например, асфальтосмолистыми отложениями, необходимо очищать при рН = 11,8–13,8. Для непрочных загрязнений (масляных) очистку можно вести при рН=10–11,5. При снижении рН необходимо добавлять активные щелочи.

Применять эти средства необходимо в герметизированных машинах погружного типа с соблюдением особых мер безопасности.

Прочные неомыляемые загрязнения можно удалить с поверхности детали путем их механического дробления потоком твердых частиц (косточковой крошкой, стеклянными шариками диаметром 0,3–0,8 мм, частицами полиэтилена или полиамида, корундом, чугунной или стальной дробью, кварцевым песком). Среда переноса этих частиц – сжатый воздух, вода, раствор ТМС.

Расплав щелочей и солей, который состоит из едкого натрия NaOH, азотнокислого натрия NaNO<sub>3</sub> и хлористого натрия NaCl, очищает поверхности деталей практически от всех видов загрязнений, но процесс этот очень энергоемкий и экологически небезопасный.

Серную и соляную кислоты используют для травления, очистки от продуктов коррозии, накипи, лакокрасочных покрытий и асфальто-смолистых отложений. Применяют также уксусную, щавелевую и нафтеновую кислоты.

Растворы каустической соды применяют в выварочных ваннах для снятия старой краски.

Перспективно применение гранулированного сухого льда, который полностью испаряется после очистки поверхности.

### ***Изучить способы контроля и корректировки моющих растворов***

Потеря моющей способности растворов вызывается обычно их разбавлением. Большая доля щелочных компонентов расходуется на реакцию с загрязнениями и умягчение воды.

На ремонтных предприятиях недостающую воду доливают, но не всегда дополняют необходимое количество щелочи или ТМС. Естественно, что при этих условиях через 2–3 дня моющая способность раствора резко снижается, так как он оказывается сильно разбавленным. В этой связи важное значение приобретает контроль концентрации моющего раствора.

Концентрация моющего средства определяется косвенными методами измерением параметров плотности и электропроводности (табл. 2.4 и 2.5).

Таблица 2.4

Плотность растворов моющих средств, г/см<sup>3</sup>

Концентрация раствора, г/л	Лабомид-101, МС-6	Лабомид-203, МЛ-52	Едкий натрий NaOH	Концентрация раствора, г/л	Лабомид-101, МС-6	Лабомид-203, МЛ-52	Едкий натрий NaOH
2,5	–	1,003	–	30	1,024	1,022	1,032
5	1,008	1,006	–	35	1,028	1,026	–
10	1,008	1,008	1,010	40	1,031	1,030	1,043

Концентрация раствора, г/л	Лабомид-101, МС-6	Лабомид-203, МЛ-52	Едкий натрий NaOH	Концентрация раствора, г/л	Лабомид-101, МС-6	Лабомид-203, МЛ-52	Едкий натрий NaOH
15	1,012	1,012	–	50	1,040	1,037	1,054
20	1,016	1,015	1,021	80	~	–	1,087
25	1,021	1,020	~	100		–	1,109

Таблица 2.5

Общая щелочность растворов ТМС в пересчете на NaOH

Концентрация раствора, г/л	Едкий натрий NaOH	Лабомид-101	Лабомид-203
2,5	–	0,06	–
5,0	0,37	0,09	0,09
10,0	0,74	0,12	0,37
15,0	1,08	0,25	0,56
20,0	1,46	0,23	0,71
25,0	1,84	0,46	–
30,0	2,17	0,56	1,02
50,0	3,81	–	–
80,0	6,93	–	–
100,0	7,59	–	–

Наиболее простым способом проверки концентрации щелочных препаратов в водных растворах является определение их щелочности. Косвенный показатель щелочности рН можно определить по индикаторной бумаге и по плотности раствора. Плотность раствора замеряется ареометром (ГОСТ 1300–74), по табл. 2.5 определяется содержание ТМС.

Для контроля концентрации растворов применяют также следующие устройства: АМР-4, АМП-4Т и «Конкор-1». Они обеспечивают измерение концентрации моющего средства в очистных



растворах в пределах 5–40 г/л при диапазоне температур 20 °С–95 °С. Погрешность измерения составляет 4 %. Принцип работы анализаторов основан на вычислении концентрации по электропроводности и температуре. Анализатор АРМ-4 имеет автономное питание и выдает в течение 3 минут цифровое значение концентрации без поднастройки в диапазоне температур 45 °С–95 °С. Анализаторы АРМ-4Т и «Конкор-1» в отличие от АРМ-4 имеют питание от электросети напряжением 220 В. Кроме того, анализатор «Конкор-1» оснащен устройством для формирования и подачи сигнала на управление исполнительным механизмом дозирования моющего средства.

Разность между значением концентрации, требуемым техническим регламентом, и фактической концентрацией укажет на необходимость добавки СМС в граммах на 1 литр раствора. Зная объем раствора в ванне, можно подсчитать необходимую добавку. Время определения щелочности составляет 3–5 мин.

### *Изучить оборудование для очистки деталей и сборочных единиц*

При очистке деталей и сборочных единиц применяют различные типы мониторных, струйных (С), погружных (П), комбинированных (К) и других машин.

Первый тип изготавливают в трех исполнениях: СМ – струйные мониторные, СТ – струйные тупиковые, СП – струйные проходные. Второй тип предусматривает два исполнения: ПТ – погружные тупиковые, ПП – погружные проходные. Каждый тип моечных машин и установок имеет соответствующее обозначение.

Для технологических процессов, отличающихся большой специфичностью (очистка блоков и коленчатых валов и их масляных каналов, топливных баков, системы охлаждения двигателей и др.), предусматривается создание специальных машин и автоматизированных линий.

Мониторные машины предназначены для гидродинамической очистки поверхности машин и сборочных единиц. Сущность способа гидродинамической очистки заключается в подаче на очищаемую поверхность под давлением 5–10 МПа и выше водяной струи, температура которой составляет 20 °С–150 °С.

Комплексное воздействие динамического напора струи, высокой температуры и моющих средств, обеспечивает эффективное удаление с поверхности различных загрязнений: смазок, масел и продуктов разложения.

Струйные машины применяются для очистки машин в сборе, сборочных единиц и деталей растворами ТМС, а иногда простой водой. Роль этих машин сводится к удалению масляно-грязевых отложений, общей очистке, ополаскиванию и пассивации деталей после обработки погружением, а также после некоторых видов механической обработки.

Сущность погружного способа очистки заключается в погружении объекта очистки в моющий раствор с последующей выдержкой в нем.

Преимуществами способов погружения по сравнению со способами струйной очистки являются: лучшая очистка деталей со сложной конфигурацией поверхностей, использование различных очищающих сред, включая РЭС и ТМС, меньшая энергоемкость процесса очистки, меньшие теплотери, малая активация очищающей среды, многообразие способов интенсификации процессов очистки.

Погружные машины являются основным оборудованием для очистки деталей от асфальтосмолистых отложений, продуктов коррозии, накали и остатков старых лакокрасочных покрытий. Они изготавливаются в двух исполнениях: тупиковые (ПТ-4×4×4, ПТ-6×6×6, ПТ-8×8×8) и проходные (ПП-4×4×4, ПП-6×6×6). Цифры обозначают максимальные размеры очищаемых изделий.

Комбинированные моечные машины представляют собой сочетание погружных и струйных моечных машин в одном агрегате (К-8×8×8, К-12×10×10).

В комбинированных моечных машинах удачно сочетаются достоинства погружных (малая энергоемкость, большая производительность, простота конструкции) и струйных машин (большая скорость очистки).

С целью интенсификации процесса очистки созданы машины с вертикальным возвратно-поступательным перемещением объекта мойки (ОМ-5287), колебательным перемещением вокруг горизонтальной оси и роторным перемещением очищаемых объектов (15РЗ) и с активацией моющего раствора (ММЧ-1 и др.).

Для очистки небольших деталей рекомендуется применять на постах технического обслуживания сельскохозяйственной техники моечную машину ОРГ-4990Б со следующей технической характеристикой: производительность – 0,4 т/ч, объем моющего раствора – 0,1 м<sup>3</sup>, подогрев моющего раствора – электрический, время нагрева моющего раствора до рабочей температуры – 1 мин, габариты (L×B×H) – 1000×650×1000 мм, масса – 150 кг.

***Изучить способы контроля качества очистки деталей и сборочных единиц***

Контроль качества очистки деталей в зависимости от уровня очистки осуществляют различными способами: смачиванием водой, протиранием, весовым и люминесцентным.

Способ смачивания водой основан на способности металлической поверхности удерживать непрерывную пленку воды, если эта поверхность свободна от гидрофобных загрязнений. При наличии на поверхности минеральных масел в количестве  $> 0,01$  мг/см<sup>2</sup> водяная пленка разрывается мгновенно, при  $0,005$  мг/см<sup>2</sup> разрыв наступает через 4–7 с. Для смачивания применяют холодную дистиллированную воду, которую наносят на поверхность детали ее погружением. Способ применяют для детали с шероховатостью поверхностью  $R_z < 3,2$  мкм.

При использовании весового способа загрязнения снимают путем растворения или соскабливания, взвешивания их и относят к площади поверхности.

Протирание осуществляют фильтровальной бумагой, бумажной салфеткой или ватным тампоном, а количество загрязнений определяют взвешиванием.

Остаточная загрязненность  $K$  определяется по формуле

$$K = \frac{(m_1 - m_2)}{A}, \quad (2.1)$$

где  $m_1$  – масса чистого образца-эталоны, мг;

$m_2$  – масса образца после очистки, мг;

$A$  – площадь загрязненной поверхности, см<sup>2</sup>.

Перед сборкой детали должны быть очищены от производственных загрязнений (стружка, окалина, абразив и т. д.). Особенно это касается базовых и наиболее сложных деталей, таких как блок цилиндров, головки цилиндров, коленчатый вал, шатуны и др. Основным требованием при этих операциях является полное отсутствие стружки и абразива, как на поверхности, так и в каналах и карманах.

***Ознакомиться с назначением, характеристикой и устройством моечной машины ОРГ-4990Б, научиться ею пользоваться.***

Заправить ванны № 1, 2, 3 и 4 моющим раствором (по указанию преподавателя), для чего:

- а) заполнить емкости водой;
- б) подогреть воду до температуры  $80 \pm 5$  °С;
- в) подобрать (в зависимости от загрязнения), отвесить и растворить моющий препарат соответствующей концентрации;
- г) произвести контроль и корректировку моющего раствора.

Произвести загрязнение пластин или дисков моделирующими загрязнителями ЗМА, ЗММ-1, ЗММ-2 или ЗМС-3 (по указанию преподавателя), для чего:

а) образцы отшлифовать наждачной бумагой для получения ровной блестящей поверхности с последующим ее обезжириванием венской известью, промывкой водой (с помощью кисти), обсушиванием фильтровальной бумагой и взвешиванием на весах;

б) нанести на образцы по три капли подогретого загрязнителя и распределить его равномерно по пластине (диску).

Изделие (3–5 образцов), подвергаемое мойке и очистке, установить на платформы моечных установок или разместить в барабане ванны так, чтобы оно омывалось по всей поверхности. Загрузить барабан ванны № 3 на 70 %–80 % его объема смесью абразива (2 ч) и изделий (1 ч).

Кнопкой «Пуск» включить все моечные установки и произвести одновременную очистку последовательно трех серий одноименных образцов в течение 50 с (серия 1), 5 мин (серия 2) и 15 мин (серия 3) с последующим контролем качества очистки поверхности изделий весовым методом или по смачиваемости их водой с оценкой «хорошая», «удовлетворительная», «плохая».

Исследовать влияние продолжительности мойки и способа активации очищающей среды на качество очистки изделия с построением графической зависимости [по оси ординат отложить остаточную загрязненность, мг/см<sup>2</sup> (степень смачиваемости), по оси абсцисс – способ активации моющего раствора].

Установить оптимальный способ и режим мойки и очистки изделий и разработанную на их основе схему технологического процесса внести в отчет.

Убрать рабочее место и сдать отчет о работе преподавателю.

### **Отчет о работе**

В отчете по практической работе должны быть отражены:

1. Название и цель работы.

2. Назначение кинематической схемы и техническая характеристика моечной установки ОРГ-4990Б.

3. Анализ кинематической схемы, погружных моечных установок, их назначение и размеры управления рабочим процессом очистки.

4. Оценка влияния продолжительности очистки и способа активации очищающей среды на качество очистки изделия.

5. Обоснование оптимального способа и режима очистки изделия с представлением перспективной схемы технологического процесса очистки деталей и сборочных единиц.

6. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Укажите виды загрязнений поверхностей деталей и сборочных единиц и их свойства.

2. Приведите наиболее примитивные способы удаления загрязнений с поверхностей деталей и сборочных единиц двигателей внутреннего сгорания.

3. Укажите, для каких деталей и почему наиболее целесообразно применять механические способы удаления загрязнений.

4. Раскройте физико-химические основы моющего действия.

5. Приведите классификацию технических моющих средств, применяемых для очистки деталей и сборочных единиц.

6. Укажите роль поверхностно-активных веществ при очистке.

7. Приведите классификацию типов моечных машин, применяемых для очистки деталей и сборочных единиц.

8. Укажите типы струйных моечных машин и параметры управления процессом очистки.

9. Укажите типы погружных моечных машин и параметры управления процессом очистки.

10. Приведите способы очистки моющих растворов в моечных машинах.

11. Приведите способы контроля и корректировки моющих растворов.

12. Укажите способы контроля качества очистки деталей и сборочных единиц.

13. Раскройте влияние продолжительности очистки и способа активации очищающей среды на качество очистки изделий.

## Практическая работа № 3

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВС МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

### 3.1. Растачивание гильз цилиндров двигателей

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по растачиванию гильзы цилиндров двигателей при их восстановлении способом ремонтных размеров.

**Студент должен знать:**

- теоретические основы и технологические процессы восстановления гильз цилиндров способом ремонтных размеров;
- методику определения ремонтных размеров гильз цилиндров;
- устройство вертикально-расточных станков 2А78, 2Е78П;
- методы центрирования гильзы цилиндра со шпинделем станка;
- настройку индикаторного нутромера на заданный размер;
- рекомендуемые режимы резания при расточке изношенных гильз цилиндров;
- методику оценки точности геометрических параметров гильзы цилиндра после расточки;
- безопасные методы и приемы работы на вертикально-расточных станках.

**Студент должен уметь:**

- производить необходимые измерения и обосновать ближайший ремонтный размер изношенной гильзы цилиндра;
- центрировать гильзу цилиндра со шпинделем станка;
- рассчитывать вылет и устанавливать резец в резцовой головке на заданный размер;
- обосновать режим резания применительно к конкретной гильзе цилиндров (глубину резания, подачу, скорость резания, частоту вращения шпинделя);
- настраивать станок на заданный режим и производить расточку гильз цилиндров;
- определить точность и качество расточенной гильзы;
- составлять технологический процесс на расточку гильз цилиндров.

### Оснащение рабочего места

1. Вертикально-расточные станки модели 2А78, 2Е78П.

2. Приспособления для крепления гильз на столе станка.
3. Резцы с пластинками из твердого сплава ВК-2, ВК-3 или из сверхтвердого материала «Эльбор».
4. Эталоны шероховатости поверхности по чугуну.
5. Индикаторные нутромеры НИ 60-100 и НИ 100-160 (ГОСТ 866–72).
6. Микрометры МК 75-100 и МК 100-125 (ГОСТ 5507–78).
7. Набор гаечных ключей, отвертки.
8. Индикаторные приспособления (или шариковые оправки) для центрирования гильз цилиндров со шпинделем станка.
9. Линейки масштабные длиной 300 мм (ГОСТ 427–75).
10. Штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм.
11. Гильзы цилиндров двигателей Д-243 или ЯМЗ-7511, бывшие в эксплуатации.
12. Наладки для проверки установки резца в резцовой головке.
13. Образцы гильз, восстановленных способом ремонтных размеров.
14. Ключ гаечный.
15. Отвертка.
16. Обтирочный материал.

### **Техника безопасности**

Приступая к выполнению практической работы по расточке гильз цилиндров, необходимо ознакомиться с правилами и строго их выполнять.

Категорически запрещается:

- включать электродвигатели станка в отсутствие либо без разрешения преподавателя или учебного мастера;
- изменять положение рукояток коробки скоростей, подач и муфты отключения шпинделя от кинематической цепи на ходу, так как это может привести к поломке зубьев шестерен;
- снимать перед пуском или на ходу станка защитные кожухи, регулировать натяжение или переставлять на шкивах приводные ремни при работающем станке;
- прикасаться к клеммам и открытым токонесущим приборам; работать на станке при открытой дверце электрошкафа, снятых крышках и неисправных блокировках;
- регулировать при работающем станке положение конечных выключателей перемещения салазок шпинделя;

– производить замеры цилиндров, правильность установки реза, центрирующей оправки и прочих при вращающемся (перемещающемся) шпинделе станка;

– включать станок, не убедившись в надежном закреплении гильзы в приспособлении и реза в шпинделе станка;

– работать в не застегнутой одежде, с не застегнутыми рукавами;

– пользоваться неисправным монтажным инструментом.

Включение станка в сеть и допуск к электрическим приборам для обслуживания и ремонта разрешается только квалифицированному специалисту-электрику. Станок обязательно должен быть заземлен. При аварийной ситуации необходимо нажать на красную кнопку «Общий стоп».

### **Общие сведения**

Работоспособность двигателя в значительной степени зависит от состояния рабочих поверхностей цилиндров, которые обрабатываются на заводах с высокими параметрами точности и качества поверхности.

При износе цилиндров снижается мощность, развиваемая двигателем, увеличивается расход топлива и смазки, возрастает нагарообразование, увеличивается выделение токсичных веществ, затрудняется запуск двигателя и т. д. Износ проявляется в виде выработки цилиндров, главным образом, в области движения поршневых колец с искажением геометрической формы, как в поперечном сечении, так и по высоте цилиндра.

Неравномерность износа цилиндров по высоте объясняется сильным истирающим действием поршневых колец (особенно верхнего) вследствие высокого давления газов на стенки цилиндра и действием газовой коррозии. Высокая температура сгорания рабочей смеси ухудшает также условия смазки, снижая вязкость масла и прочность масляной пленки, в результате чего поверхность цилиндра подвергается действию газовой коррозии.

Причиной появления овальности является неравномерное давление поршня на стенки цилиндра.

Долговечность цилиндров блока определяется величиной износа их в верхнем поясе на расстоянии 10–50 мм от верхней плоскости блока.

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



Сущность его заключается в механической обработке до установленного размера и придания внутренней поверхности цилиндра требуемой геометрической формы и шероховатости. Сопрягаемые поршень и кольца заменяют новыми, изготовленными под этот же ремонтный размер.

Наиболее распространенной механической обработкой гильз цилиндров на ближайший ремонтный размер является их расточка с последующим хонингованием.

В процессе расточки устраняются образовавшиеся в результате износа искажения геометрической формы цилиндра. После расточки овальность и конусность цилиндров не должны превышать 0,01–0,02 мм.

Количество и абсолютные величины ремонтных размеров для гильз цилиндров и поршней указываются в технических условиях на капитальный ремонт автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин и их агрегатов по маркам машин.

Расточку гильз цилиндров производят на вертикально-расточных станках. На практике для этого широко используются одношпиндельные станки модели 277Б, 2А78, 2Е78Г1 и др. На специализированных ремонтных предприятиях применяются специальные многошпиндельные расточные станки. Например, станки модели 9А676 позволяют повысить производительность труда в 6 раз по сравнению с процессом расточки на одношпиндельных станках.

Наряду с этим расточку гильз цилиндров часто заменяют шлифованием. Для этого используются бесцентрово-шлифовальные станки модели СШ-22.

В соответствии с требованиями технических условий качество обработки рабочей поверхности цилиндров двигателя должно соответствовать 9а–10 классу шероховатости ( $Ra$  0,32 – 0,25). Поэтому после расточки цилиндров производится окончательная их обработка (доводка) хонингованием абразивными или алмазными брусками.

Восстановление изношенных гильз цилиндров возможно также и другими способами: электролитическим хромированием, железнением, напылением, расточкой с последующей установкой сменной стальной ленты. Однако широкого производственного применения перечисленные способы пока не получили.

**Установка и крепление гильзы.** Гильзы устанавливаются в приспособление (кондуктор), которое крепится на столе. Ось растачиваемого отверстия должна точно совпадать с осью шпинделя.

Эксцентричность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. При установке приспособления для расточки гильз центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего кольца наладки, установленной в приспособлении. При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки на шпиндельной бабке.

Перемещения приспособления для гильз в продольном и поперечном направлении при центрировании производятся при помощи продольного и поперечного движения стола или путем перемещения приспособления по плоскости стола ручным способом.

Для закрепления приспособления используются прижимные планки, болты и гайки.

Установка режущего инструмента. В зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия подбирается соответствующий шпиндель. Шпиндель Ø48 служит для расточки отверстий диаметром от 50 до 82 мм; Ø78 – от 82 до 125 мм; Ø 120 – от 125 до 200 мм. Резец крепится в резцовой головке шпинделя. Резьбовое отверстие резца служит для подачи его на глубину резания винтом лимба шпинделя. При помощи винтов и лимбов, ввинчиваемых в торцы резцов, возможна установка резца с точностью 0,02 мм.

После окончания центрирования изделия резец подводится режущей гранью к внутренней поверхности гильзы. Затем при помощи лимба на резцовой головке отсчитывается добавочное движение резца.

### **Порядок выполнения работы**

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

#### **Определение размера расточки гильзы**

Величина первого ремонтного размера рассчитывается по одной из следующих формул:

$$D_{P1} = D_{\max} + 2z + u; \quad (3.1)$$

$$D_{P1} = D_i + 2(u_{\max} + z); \quad (3.2)$$

$$D_{p1} = D_i + 2(ku_{\Sigma} + z); \quad (3.3)$$

$$D_{\max} = D_i + u_{\max} + u_{\min}, \quad (3.4)$$

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

$D_i$  – номинальный диаметр цилиндра, мм;

$z$  – минимально необходимое значение суммарного припуска на обработку на сторону, мм;

$u$  – величина неравномерного одностороннего линейного износа внутренней поверхности гильзы цилиндра ( $u = u_{\max} - u_{\min}$ ), мм;

$u_{\max}$ ,  $u_{\min}$  – соответственно максимальный и минимальный линейный износ внутренней поверхности гильзы цилиндра на сторону, мм;

$u_{\Sigma}$  – величина износа на диаметр ( $u_{\Sigma} = u_{\max} + u_{\min}$ ), мм;

$k$  – коэффициент неравномерности линейного износа внутренней поверхности гильзы цилиндра ( $k = u_{\max} / u_{\Sigma}$ ).

Суммарный припуск на обработку (на сторону) равен

$$z = z' + z'', \quad (3.5)$$

где  $z'$  – припуск на расточку на сторону, мм (0,03–0,05 мм);

$z''$  – припуск на доводку (хонингование) на сторону, мм (0,02–0,04 мм).

Следовательно, минимальное значение суммарного припуска на диаметр  $2z = 0,10 - 0,18$  мм.

Величина каждого последующего ремонтного размера рассчитывается исходя из величины предыдущего:

$$D_{p_{i-1}} = D_{p_i} + 2(ku_{\Sigma} + z). \quad (3.6)$$

Ремонтный размер ( $D_p$ ) следует выбирать ближайший по отношению к расчетному размеру.

Диаметр расточки

$$D_{\text{раст}} = D_p + 2z. \quad (3.7)$$

### Установка гильзы

Установить гильзу цилиндров в приспособление (кондуктор), которое непосредственно крепится на столе станка. Ось растачиваемого отверстия должна точно совпадать с осью шпинделя. Эксцентricность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. Соосность достигается при помощи приспособления для центрирования (рис. 3.1), которое состоит из колодки 6, ввинчиваемой в торец резцовой головки шпинделя 5, державки 7 с гайкой 4 цангового зажима на конце для крепления индикатора 3. Рычаг 8 свободно поворачивается на оси, касаясь упором 1 на конце одного плеча обрабатываемой поверхности гильзы 10, другим – измерительного штифта индикатора. Подвод к обрабатываемой поверхности упора 1 рычага 8 производится перемещением державки 7 в колодке 6, положение фиксируется винтом.

Центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего пояска гильзы. При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки на шпиндельной бабке. Перемещение растачиваемой детали в продольном и поперечном направлении при центрировании производится при помощи маховиков продольного и поперечного движения стола или путем перемещения детали на плоскости стола ручным способом.

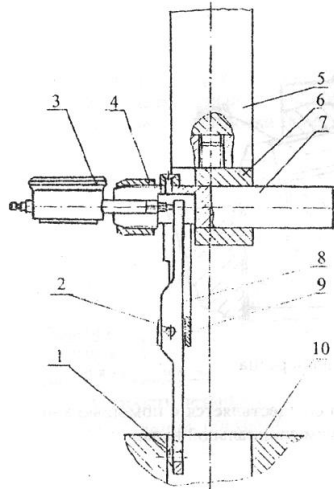


Рис. 3.1. Приспособление для центрирования:

- 1 – упор; 2 – ось стойки; 3 – индикаторная головка; 4 – гайка; 5 – шпиндель;  
6 – колодка; 7 – державка; 8 – рычаг; 9 – ограничитель; 10 – гильза

### Установка инструмента

В резцовую головку установить резец (рис. 3.2) и настроить его вылет ( $H_p$ ), рассчитанный по формуле

$$H_p = \frac{D_{\text{рем}} + d_{pr} - b}{2}, \quad (3.8)$$

где  $d_{pr}$  – диаметр шпинделя (диаметр резцовой головки) (для станка 2A78–78,0 мм);

$b$  – диаметральный припуск на хонингование, мм (0,06–0,10 мм);

$D_{\text{рем}}$  – ремонтный размер, под который растачивается гильза цилиндров, мм.

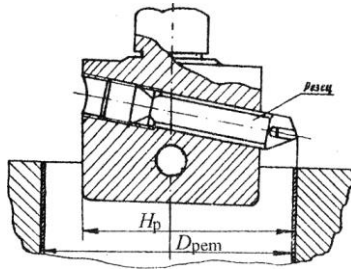


Рис. 3.2. Расчетная схема определения вылета и установки резца

Установка резца на заданный размер осуществляется с помощью микрометра по величине ( $H_p$ ) или с использованием специального шаблона.

### Расчет режимов обработки

Обоснование режимов резания при расточке гильзы цилиндра сводится к выбору материала резца, определению глубины резания ( $t$ ), подачи ( $s$ ), скорости резания ( $V_p$ ) и частоты вращения шпинделя ( $n$ ).

Для расточки гильз цилиндров рекомендуется применять резцы с пластинками ВК-2, ВК-3 или с режущим элементом из сверхтвёрдого материала Эльбор.

Глубина резания зависит от припуска на расточку и необходимого количества проходов резца. Учитывая, что увеличение глубины резания до 0,20 мм не снижает существенно качества обработки поверх-

ности, цилиндры обычно растачивают под очередной ремонтный размер за один проход.

Припуск на обработку и глубина резания при расточке изношенных цилиндров являются величинами переменными. Поэтому определяют обычно максимальную глубину резания по зависимости

$$t_{\max} = \frac{D_{\text{раст}} - D_{\min}}{2}, \quad (3.9)$$

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

Величина подачи ( $s$ ) влияет на качество обработанной поверхности и производительность процесса, причем ее увеличение или уменьшение оказывает влияние на указанные два параметра в обратной пропорциональности. Тонкой расточке чугуновых поверхностей соответствуют подачи 0,04–0,12 мм/об.

Более грубые подачи, имеющиеся на станке и выходящие за указанные пределы, можно использовать при предварительной расточке цилиндров в случае их обработки за несколько проходов (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Рекомендуемые режимы резания при расточке гильз цилиндров

Параметр расточки	Единица измерения	Материал реза			
		Пластинки ВК-2, ВК-3   Эльбор			
		Твердость гильзы			
		закаленной	незакаленной	закаленной	незакаленной
		НВ 360–440	НВ 160–260	НВ 360–440	НВ 160–260
Подача $s$	мм/об	0,125–0,200	0,04–0,18	0,03–0,50	0,03–0,50
Скорость резания $V_p$	м/мин	30–50	100–200	50–200	400–1 000

Скорость резания  $V_p$  также оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности и определяется по эмпирическим зависимостям или по табл. 3.2.

Необходимая частота вращения шпинделя станка определяется по формуле

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{\text{раст}}}. \quad (3.10)$$

Практически  $n_{\text{ш}}$  следует принимать ближайшее меньшее значение по отношению к расчетному из числа возможных на станке.

Машинное время расточки  $T$  определяется по выражению

$$T = \frac{L + l}{s \cdot n_{\text{ш}}}, \quad (3.11)$$

где  $L$  – длина растачиваемого цилиндра, мм;

$l$  – величина холостого хода резца, мм (3–5 мм).

### **Расточка гильзы**

Установить рукоятки коробки скоростей и подач в положения, соответствующие выбранным значениям частоты вращения шпинделя и величины подачи.

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

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

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

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

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

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

По окончании расточки необходимо включить на панели кнопку ускоренного подъема шпинделя и вывести шпиндель из цилиндра.

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

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

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

### **Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя Д-243**

Материал – серый чугун СЧ -21.

Твердость поверхности *HB* 360–440.

Термообработка – высокочастотная закалка на глубину 1,5–2,0 мм.

Шероховатость поверхности после расточки *Ra* 1,6 мкм, не более.

Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра равен:

группа Б –  $110^{+0,06}_{+0,04}$ .

группа С –  $110^{+0,04}_{+0,02}$ .

группа М –  $110^{+0,02}$ .

Гильза цилиндра имеет один ремонтный размер 110,7 мм.

Высота гильзы равна 247 мм.

### **Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя ЯМЗ-7511**

Материал – специальный чугун.

Твердость поверхности *HRC* 42–50.

Шероховатость поверхности *Ra* 0,2...0,5 мкм.

Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра равен:

группа А – 130,00 – 130,02 мм;

группа Б – 130,02 – 130,04 мм;

группа Ж – 130,04 – 130,06 мм.

Гильза цилиндра имеет три ремонтных размера, обеспечивающих увеличение ее диаметра на 0,5; 1,0 и 1,5 мм.

Высота гильзы равна 270 мм.



Высота бурта 9,6 мм.

Диаметр верхнего посадочного пояса 153 мм.

Диаметр нижнего посадочного пояса 151 мм.

### **Отчет о работе**

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание последовательности выполнения работы и необходимые при этом расчеты, эскизы, схемы.
3. Результаты обмера цилиндра двигателя до и после расточки.
4. Анализ полученных результатов и выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключается сущность способа восстановления гильз цилиндров методом ремонтных размеров?
2. Какие модели расточных станков используются в ремонтном производстве для расточки гильз цилиндров двигателя?
3. Изложите методику обоснования ближайшего ремонтного размера гильзы цилиндра.
4. Изложите технологию расточки гильз цилиндров.
5. Как рассчитывается вылет резца при расточке гильзы цилиндра?
6. Сущность методов определения одностороннего линейного износа гильз цилиндров, преимущества и недостатки.
7. Что является установочной базой при расточке гильз цилиндров?
8. Назовите технические требования, предъявляемые на расточенные гильзы цилиндров.

### **3.2. Хонингование гильз цилиндров двигателей**

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по хонингованию гильз цилиндров двигателя при их восстановлении способом ремонтных размеров.

**Студент должен знать:**

- теоретические основы и технологический процесс хонингования гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания;
- содержание и порядок выполнения лабораторной работы;
- устройство и настройку вертикально-хонинговальных станков 3А833 и 3Г833;
- рекомендуемые режимы хонингования;
- методику оценки точности геометрических параметров и шероховатости поверхности гильзы цилиндра до и после хонингования;
- безопасные методы и приемы работы на хонинговальных станках.

**Студент должен уметь:**

- выбирать и обосновывать оптимальные режимы хонингования применительно к конкретной гильзе цилиндров (скорости вращательного и поступательного движения, частоту вращения, длину хода и число двойных ходов хонинговальной головки);
- настраивать вертикально-хонинговальный станок на заданный режим и производить хонингование гильзы цилиндра;
- определить точность и качество гильзы цилиндра до и после хонингования;
- составлять технологический процесс на хонингование гильзы цилиндров.

#### **Задание на выполнение работы**

Ознакомиться с конструкцией и органами управления станка 3Г833. Изучить работу основных узлов станка и правила его настройки. Определить геометрические параметры гильзы до хонингования и режимы хонингования.

Произвести обработку гильзы, определить геометрические параметры гильзы после хонингования.

Убрать рабочее место, составить отчет по работе и защитить его.

#### **Оснащение рабочего места**

1. Станок вертикально-хонинговальный 3Г833.

2. Хонинговальная головка (в зависимости от диаметра обрабатываемого цилиндра).
3. Гильза цилиндра двигателя после расточки.
4. Приспособление для установки и крепления гильзы на столе станка.
5. Индикаторные нутромеры НИ 75–100 мм и НИ 100–125 мм (ГОСТ 868–72).
6. Микрометры с пределами измерения МК 75–100 мм и 100–125 мм.
7. Эталоны шероховатости поверхности по чугуну.
8. Штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм.
9. Масштабная линейка длиной 300 мм.
10. Набор слесарного инструмента.
11. Обтирочный материал.

### **Техника безопасности**

При выполнении работы запрещается:

- включать станок без разрешения преподавателя или учебного мастера;
- производить замеры и изменять положение органов управления в процессе хонингования;
- прикасаться к токоведущим и движущимся частям оборудования;
- работать в не застегнутой одежде, с не завязанными и не застегнутыми рукавами;
- пользоваться неисправным инструментом;
- включать станок без установки предохранительного щитка и с открытыми люками;
- выводить хонинговальную головку из гильзы цилиндра, не остановив станка.

При выполнении работы необходимо наблюдать за наличием смазки в коробке скоростей и за работой масляного насоса.

### **Общие сведения**

Хонингование применяется для финишной обработки внутренних поверхностей (отверстий диаметром 5–1300 мм). Основное назначение этой операции состоит в достижении необходимой точности размеров и шероховатости поверхности.

В процессе хонингования обрабатываемая поверхность покрывается мельчайшей сеткой ромбовидных углублений, создающих своеобразные резервуары для удержания смазки на поверхности трения.

Хонинговальная головка одновременно совершает вращательное и возвратно-поступательное движения. При этом достигается шероховатость поверхности  $Ra < 0,32$  мкм, точность размеров 6–8 квалитета и исправление геометрии отверстия.

Исправление геометрии отверстия при хонинговании основывается на том, что при равной радиальной подаче всех брусков они испытывают различное давление в зонах наибольшего и наименьшего диаметров отверстия. Увеличение давления брусков на поверхность в зоне наименьшего диаметра вызывает более сильное режущее действие, а, следовательно, и больший сьем металла, чем в зоне наибольшего диаметра. Такое явление будет иметь место до полного устранения погрешности формы отверстия и выравнивания при этом давления всех брусков.

Качество поверхности, получаемое после хонингования, и производительность процесса зависят от многих факторов: материала, твердости и зернистости абразивных брусков; соотношения скоростей возвратно-поступательного и вращательного движений; давления брусков на обрабатываемую поверхность; состава и количества подаваемой охлаждающей жидкости.

На рис. 3.3 показана схема установки хона в процессе хонингования.

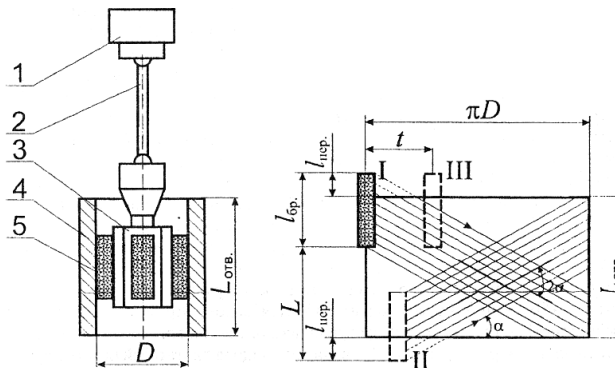


Рис. 3.3. Схема установки хона в процессе хонингования:

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

Для обеспечения требуемой шероховатости поверхности, хонингование производят в две стадии: предварительное (черновое) и окончательное (чистовое).

Хонингование ведется при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания для удаления стружки и продуктов износа с поверхности бруска и поверхности цилиндра. Кроме того, СОЖ отводит часть выделяющегося при резании тепла.

Состав СОЖ: керосин с добавлением 10 %–20 % индустриального масла И12А.

Гильзы цилиндров хонингуют на специальных вертикально-хонинговальных станках модели ЗГ8ЭЗ, 3А833 и др. Обработка гильз цилиндров осуществляется с применением хонов (хонинговальных головок). В хонинговальной головке закрепляются бруски. Они имеют радиальную подачу. Хонинговальная головка может совершать вращательное, а также одновременное вращательное и возвратно-поступательное движения.

Раздвижение брусков (радиальная подача) производится при помощи двух конусов, направленных в одну сторону. На станках современных моделей (ЗГ833) применяется разжим брусков на ходу. Разжим может осуществляться с помощью механического, пневматического или гидравлического привода. Кроме того, могут использоваться автоматический разжим брусков и приборы для активного контроля размера гильзы цилиндра.

При доводке гильз цилиндров нет необходимости в точном центрировании осей цилиндра и шпинделя. Хонинговальная головка крепится шарнирно и может самоустанавливаться по хонинговальной гильзе цилиндра. Однако при большом смещении осей шпинделя и цилиндра (более 5–10 мм) возможно нарушение геометрической формы (овальности) обрабатываемого отверстия.

Характеристики хонинговальных брусков выбирают в зависимости от рода и свойств материала цилиндра, требуемой шероховатости и условий хонингования. С увеличением давления и зернистости съем металла увеличивается: чем выше требования к шероховатости, тем мельче должна быть зернистость. С увеличением зернистости твердость брусков должна выбираться выше. Абразивный брусок характеризуется видом абразивного материала, зернистостью, твердостью, структурой, видом связки, классом, типом и габаритными

размерами. Для хонингования цилиндров двигателей рекомендуется применять как абразивные бруски из корунда или зеленого карборунда, так и бруски из синтетических алмазов, стойкость которых в 100–200 раз выше.

Перед употреблением брусков производится притирка их рабочих поверхностей по диаметру обрабатываемых цилиндров. Эта операция выполняется на бракованных гильзах. Для ускорения притирки применяют пасты из абразивного порошка и смазки УС-1 в соотношении 1:2. Притирка производится до достижения площади контакта брусков с поверхностью детали 60 %–70 %.

Хонингование алмазными брусками предпочтительнее. По сравнению с абразивными брусками алмазное хонингование имеет ряд преимуществ:

- снижается шероховатость обработанной поверхности;
- снижается давление брусков на обрабатываемую поверхность;
- повышается стойкость инструмента в 50–100 раз;
- повышается в 4–6 раз производительность обработки цилиндров;
- повышается в 1,5–2,0 раза точность обработки.

В процессе хонингования гильз цилиндров в основном сохраняется их форма, полученная расточкой. Если расточка выполнена в соответствии с техническими условиями, то для того, чтобы при хонинговании образующая гильзы цилиндра оставалась прямой, необходимо, чтобы интенсивность снятия металла с обрабатываемой поверхности сохранялась одинаковой во всех частях цилиндра. Это достигается правильным подбором длины, брусков и определением величины их выхода за край цилиндра.

Выход брусков за край гильзы цилиндра необходим для компенсации, уменьшения скорости резания в крайних положениях хонинговальной головки, так как в этих положениях скорость ее возвратно-поступательного движения становится равной нулю.

Для распространенных режимов обработки при соотношении скорости возвратно-поступательного и вращательного движения равном 0,2, величина выхода брусков составляет 1/3 их длины.

Чрезмерное увеличение величины выхода брусков вызывает появление «корсетности», то есть повышенное снятие металла в верхней и нижней части обрабатываемой гильзы цилиндра. Полная длина брусков должна быть такой, чтобы не происходило перекрытие брусками средней части гильзы цилиндра. Требуется, чтобы

расстояние между верхним краем бруска в нижнем положении головки и нижним краем бруска и верхним положением головки было не менее 5 мм. При несоблюдении этих требований происходит повышенный съём металла в средней части цилиндра и образование бочкообразной его формы.

Для окончательной механической обработки гильз цилиндров, наряду с хонингованием абразивными и алмазными брусками, в ремонтном производстве применяют алмазное выглаживание, электромеханическое хонингование, вибрационное обкатывание, пластическое деформирование (раскатку), электромеханическое упрочнение и другие способы.

Окружная скорость вращения хонинговальной головки определяется по выражению

$$V_{\text{вр}} = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (3.13)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

$n$  – частота вращения хонинговальной головки,  $\text{мин}^{-1}$ .

Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки

$$V_{\text{ВП}} = \frac{2Ln_{\text{ДВХ}}}{1000}, \quad (3.14)$$

где  $n_{\text{ДВХ}}$  – число двойных ходов хонинговальной головки в 1 мин;

$L$  – длина рабочего хода хонинговальной головки (расстояние между центрами брусков при их крайнем верхнем и нижнем положениях), мм.

$$L = L_{\text{отв}} + 2l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}, \quad (3.15)$$

где  $L_{\text{отв}}$  – длина обрабатываемого отверстия, мм;

$l_{\text{пер}}$  – перебеги бруска за пределы отверстия, мм ( $l_{\text{пер}} = (1/3 - 1/4)l_{\text{бр}}$ );

$l_{\text{бр}}$  – длина хонинговального бруска, мм  $l_{\text{бр}} = (1/2) \cdot L_{\text{отв}}$ .

Общая ширина брусков должна быть не менее  $1/5$  длины окружности обрабатываемого отверстия ( $\frac{1}{5} \pi \cdot D$ ).

Окружная ( $V_{вр}$ ) и возвратно-поступательная ( $V_{вп}$ ) скорости при хонинговании определяются в зависимости от материала и твердости обрабатываемых деталей, а также хонинговальных брусков (табл. 3.3).

Изменение частоты вращения шпинделя производится переустановкой ремня в один из трех ручьев шкива главного привода.

Изменение скоростей возвратно-поступательного движения также достигается переустановкой ремня в один из трех ручьев привода подачи.

### **Настройка и наладка станка**

На пульте управления переключатель режимов необходимо поставить в положение «ручной» и маховиком ручного ввода плавно ввести хонинговальную головку в обрабатываемое отверстие на глубину  $2/3$  длины бруска (длина бруска 150 мм). Затем, выставив кулачок, расположенный на лимбе (коробка подачи), ограничивающий движение ползуна вверх, необходимо с помощью ручного ввода установить хонинговальную головку так, чтобы она выходила внизу из обрабатываемого отверстия на  $1/3$  длины бруска, и выставить кулачок, ограничивающий движение ползуна вниз.

Необходимая частота вращения шпинделя задается установкой приводного ремня в один из ручьев шкива. Аналогично устанавливается необходимая скорость возвратно-поступательного движения ползуна.

Разжим брусков хонинговальной головки обеспечивается вращением маховика, расположенного в верхней части ползуна. Необходимое усилие разжима контролируется по указателю нагрузки.

Установив переключатель режимов управления в положение «ввод хона», нажатием кнопки «Шпиндель пуск» и открытием крапа охлаждения начинается процесс хонингования.

В случае необходимости произвести измерение обрабатываемой гильзы требуется нажать кнопку «Шпиндель стоп» и «Конец цикла».

Для повторного ввода хонинговальной головки брусками необходимо свести вращением маховика в обратную сторону и осуществить ввод.

Для местного хонингования (устранение конусности) предусмотрен механизм выхаживания. В этом случае реверсирование хода ползуна осуществляется вручную с помощью рукоятки, находящейся на правой стороне коробки подачи.



Таблица 3.3

Рекомендуемые режимы хонингования гильз цилиндров  
двигателей внутреннего сгорания

Параметры хонингования	Чугун серый			
	закален- ный 360– 440 <i>HВ</i>	незакален- ный 160–260 <i>HВ</i>	закаленный 360–440 <i>HВ</i>	незакален- ный 160–260 <i>HВ</i>
	Материал брусков			
	Карбокорунд зеленый		Синтетические алмазы	
Окружная скорость, м/мин	40–60	60–70	60–80	60–80
Скорость возвратно- поступательного движе- ния, м/мин	7,5–15	7,5–15	7,5–15	7,5–15
Припуск на диаметр при хонинговании, мм:				
предварительном окончательном	0,04–0,08 0,005–0,01			
Радиальная подача при хонинговании, мм/об				
предварительном (черновом) окончательном (чистовом)	0,001–0,002 0,0005–0,001			
Давление брусков при хонинговании, МПа				
предварительном (черновом) окончательном (чистовом)	0,8–1,2 0,3–0,5		0,2–0,3 0,2–0,3	
Состав охлаждающей жидкости	Керосин или смесь керосина с 15 %–20 % масла И21А		Керосин или смесь керосина с 50 % масла И21А	
Материал (марка) брусков при хонинговании				
предварительном (черновом)	КЗ 10СТ1-К		АСр зернис- тостью 80, 100 мкм мкм	АСр зернис- тостью 40, 50 мкм

Параметры хонингования	Чугун серый			
	закаленный 360–440 НВ	незакаленный 160–260 НВ	закаленный 360–440 НВ	незакаленный 160–260 НВ
	Материал брусков			
	Карбокорунд зеленый		Синтетические алмазы	
окончательном (чистовом)	КЗ М20СМ1-К		АСМ зернистостью 20, 28 мкм	АСМ зернистостью 14, 20 мкм

*Примечание.* АСр – алмаз синтетический повышенной прочности; АСМ – алмаз синтетический нормальной абразивной способности, применяется для доводочных работ.

## Порядок выполнения работы

### Подготовка к работе

Протереть поверхность гильзы цилиндра и измерить ее в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех сечениях по длине. Результаты измерений занести в журнал следующей формы (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Журнал измерений гильз цилиндров двигателя \_\_\_\_\_

Сечения	Диаметр гильзы цилиндров, мм		Овальность, мм		Конусность, мм		
	Плоскость № 1	Плоскость № 2, перпендикулярная плоскости № 1	по сечениям	максимальная	в плоскости № 1	в плоскости № 2	максимальная
перед хонингованием							
I–I							
II–II							
III–III							

Сечения	Диаметр гильзы цилиндров, мм		Овальность, мм		Конусность, мм		
	Плоскость № 1	Плоскость № 2, перпендикулярная плоскости № 1	по сечениям	максимальная	в плоскости № 1	в плоскости № 2	максимальная
после хонингования							
I-I							
II-II							
III-III							

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

Рассчитать ближайший ремонтный размер гильзы цилиндров и определить припуск на хонингование

$$2z' = D'_p - D_{\min}, \quad (3.16)$$

где  $D'_p$  – нижнее отклонение ремонтного размера  $D_p$ , мм;

$D_{\min}$  – минимальный диаметр расточенного цилиндра, мм, определить по журналу измерений (табл. 3.4).

### Расчет режимов обработки

Выбрать по рекомендациям табл. 3.3 скорости вращательного и возвратно-поступательного движений хонинговальной головки. Рассчитать частоту вращения шпинделя

$$n_x = \frac{V_{\text{вр}} \cdot 1000}{\pi D_p} \quad (3.17)$$

и уточнить  $n_x$  и  $V_{\text{вр}}$  по паспорту станка из условия  $n_x < n_c$  и  $V_{\text{вр}} < V_{\text{вр}}^c$  ( $n_c$  и  $V_{\text{вр}}^c$  скорости вращательного и возвратно-поступательного движений шпинделя по технической характеристике).

Определить величину перебега брусков

$$l_{\text{пер}} = 1/3 \cdot l_{\text{бр}}. \quad (3.18)$$

Рассчитать величину хода хонинговальной головки по формуле (3).  
Определить число двойных ходов хона в 1 мин:

$$n_2 = \frac{V_{\text{вр}}^c \cdot 1000}{2L}. \quad (3.19)$$

Определить число двойных ходов хона для снятия припуска  $2z'$ .

$$n_1 = \frac{z'}{t_1}, \quad (3.20)$$

где  $z'$  – припуск на сторону, мм;

$t_1$  – слой металла, снимаемый за один двойной ход хона, мм  
( $t_1 = 0,0004 \dots 0,002$  мм для чугуна,  $t_1 = 0,001 \dots 0,0016$  мм для закаленной стали).

Определить основное машинное время:  
при предварительном (черновом) хонинговании:

$$T_{on} = k \cdot z'_n = 0,126 \cdot z'_n; \quad (3.21)$$

при окончательном (чистовом) хонинговании:

$$T_{oo} = k \cdot z'_o = 0,121 \cdot z'_o, \quad (3.22)$$

где  $z'_n$ ,  $z'_o$  – припуск на сторону соответственно при предварительном и окончательном хонинговании, мм.

Для ориентировочных расчетов основного времени на выполнение операций предварительного и окончательного хонингования может использоваться формула

$$T_i = \frac{n_1}{n_2}. \quad (3.23)$$

## Порядок выполнения работы

Установить и закрепить бруски в держателях хонинговальной головки.

Присоединить головку к шпинделю станка, застопорить с помощью кольца.

Сжать бруски.

Установить гильзу в приспособление, закрепить; допустимая погрешность центровки 5 мм.

Установить требуемые параметры в соответствии со схемой наладки станка (клиноременные передачи).

Установить ограничительные кулачки реверса в соответствии с рассчитанной величиной хода хонинговальной головки, для чего:

– включить станок, должна загореться контрольная лампа на пульте управления;

– убедиться, что ползун вместе с хонинговальной головкой находится в крайнем верхнем положении и самопроизвольно не опускается (при самопроизвольном опускании нажать кнопку «Общий стоп»);

– поставить переключатель режимов в положение «Ввод хона»;

– нажать кнопку «подача–пуск» для включения электродвигателя подачи (при самопроизвольном опускании ползуна нажать кнопку «Общий стоп»);

– кратковременными толчками кнопки «толчковый» подвести хонинговальную головку к обрабатываемому отверстию на расстояние не менее 50 мм (если хонинговальная головка опускается без остановок, нажать кнопку «Общий стоп» или перевести переключатель из положения «Ввод хона» в положение «ручной»);

– переключатель режимов поставить в положение «ручной» и маховиком ввести хонинговальную головку в отверстие цилиндра;

– ослабить крепление кулачков на диске механизма реверсирования хода ползуна, рукоятку реверса установить в положение «вниз», после чего опустить хонинговальную головку в отверстие цилиндра, подвести кулачок с выступом на диске механизма реверса до соприкосновения его торца с поводком переключателя реверса и закрепить его;

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

– установить переключатель режимов в положение «Ввод хона», нажать кнопку «толчковый» и проверить ход хонинговальной головки (при ненормальном движении нажать кнопку «Общий стоп»).

Произвести обработку гильзы, для чего:

- маховиком механизма разжима разжать бруски на требуемое усилие;
- открыть кран подачи охлаждающей жидкости;
- нажать кнопку «Шпиндель–пуск» и произвести хонингование гильзы цилиндра в течение рассчитанного  $T_0$ .

### **Отчет о работе**

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Краткое описание и схему процесса хонингования.
3. Выбор и расчет режимов хонингования.
4. Операционное описание технологического процесса хонингования.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие модели хонинговальных станков используются в ремонтном производстве для обработки гильз цилиндров двигателя?
2. В каких пределах рекомендуется выдерживать скорость хонингования для предварительной и окончательной обработки цилиндров?
3. Назовите оптимальное отношение скорости возвратно- поступательного движения хонинговальной головки к окружной скорости.
4. Какой зернистости и твердости рекомендуются абразивные бруски для чернового и чистового хонингования? Назовите рекомендуемые бруски для алмазного хонингования. Какие преимущества алмазного хонингования?
5. Как определить длину хода хонинговальной головки?
6. В каких пределах рекомендуется устанавливать выход брусков хонинговальной головки за пределы цилиндра?
7. Какая жидкость может быть применена при хонинговании для охлаждения и удаления абразивных частиц и металлической стружки?
8. Какую шероховатость должны иметь окончательно обработанные поверхности цилиндров?
9. Какие рекомендуются пределы припуска на черновое и чистовое хонингование?
10. Назовите другие способы (кроме расточки и хонингования) обработки гильз цилиндров на ближайший ремонтный размер. В чем их преимущества и недостатки?

## Практическая работа № 4

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ НАПЛАВКОЙ

#### 4.1. Восстановление деталей машин наплавкой под слоем флюса

**Цель работы** – ознакомиться с установкой для наплавки под флюсом и устройством наплавочной головки А-580М, составить схему и дать краткую технологию наплавки деталей, провести наплавку детали под флюсом, исследовать влияние параметров наплавки, материала электродной проволоки и флюса на качество наплавки.

**Студент должен знать:** условия работы детали, характерные дефекты детали и методы их выявления, маршрут восстановления детали наплавкой под слоем флюса.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления деталей наплавкой под слоем флюса.

#### Задание на выполнение работы

Изучить оборудование поста автоматической наплавки под флюсом.

Изучить технологический процесс восстановления деталей наплавкой под флюсом.

Приобрести некоторые практические навыки по восстановлению изношенных деталей под флюсом.

Исследовать влияние материала электродной проволоки и флюса на качество наплавляемой поверхности.

#### Оснащение рабочего места

1. Модернизированный токарный станок (уменьшены обороты шпинделя передней бабки с помощью редуктора, изменена скорость вращения ходового винта для получения требуемых подач, установлен на суппорт станка кронштейн с плитой для крепления наплавочного агрегата).

2. Наплавочная головка А-580М для автоматической наплавки под слоем флюса.

3. Сварочный преобразователь ПСГ-500-1УЗ.

4. Щит с приборами для контроля процесса.

5. Инструмент: штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166–80; ключи 3- кулачкового патрона; ключи гаечные; отвертка 7810-0394

Кд 21хр ГОСТ 17199–81; плоскогубцы 150 ГОСТ 7236–84; молоток 7850-0035Ц12хр ГОСТ 2310–80; кузнечные клещи.

6. Резиновые перчатки, коврик, очки защитные.
7. Флюсы АН-348Л, АН-60 и АНК-18.
8. Сварочная и наплавочная проволока: Св-0,8; Нп-65 и др.
9. Прибор для определения твердости типа ТК-2М.
10. Заточной станок.
11. Детали, подлежащие наплавке (полуоси, валы, катки и др.).

### **Техника безопасности**

Автоматическая наплавка производится только в присутствии лаборанта и по его указанию. Включать рубильник только с разрешения лаборанта.

Сварочный агрегат и станок должны быть надежно заземлены.

Во время работы стоять на резиновом коврике толщиной не менее 3 мм.

Неподвижные провода наплавочной установки должны быть затянуты в газовые трубы, а подвижные заключены в резиновые шланги и предохранены от механических повреждений.

Иметь на щите установки общий рубильник, позволяющий одновременно отключить все электрические части установки.

Не производить никаких переключений или присоединений в электрических цепях при включенном общем рубильнике установки.

Работу производить в очках с простыми стеклами, чтобы обезопасить глаза от отлетающих раскаленных частиц шлака при отделении шлаковой корки от детали.

Одежда рабочего должна быть закрытой, волосы спрятаны под головной убор.

Во избежание ожогов при снятии наплавленных деталей со станка необходимо пользоваться специальными клещами.

Во время наплавки следить за уровнем флюса в бункере (через контрольное окно в стенке бункера). Иметь в виду, что после прекращения подачи флюса дуга становится открытой и может поразить глаза. Поэтому металлическая часть ссыпного патрубка должна закрывать электрод от глаз сварщика.

При прорыве дуги сквозь флюс необходимо немедленно остановить наплавочную установку.



Рабочее место должно быть оборудовано местной отсасывающей вентиляцией.

Рабочее место должно быть хорошо освещено.

### Общие сведения

Сущность способа восстановления деталей под флюсом заключается в том, что дуга горит под слоем сварочного флюса.

Флюс надежно защищает расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха, замедляет охлаждение металла шва и околошовной зоны и увеличивает время его пребывания в жидком состоянии, что способствует очищению ванны от неметаллических частиц и газов, сокращению количества примесей, шлаковых включений и микропор в наплавленном металле. Схема процессов при наплавке под слоем флюса показана на рис. 4.1.

Наплавка под флюсом позволяет значительно улучшить качество наплавленного металла введением в него легирующих элементов через электродную проволоку или путем использования легирующих флюсов.

Наличие плотного слоя флюса вокруг зоны наплавки позволяет резко повысить абсолютную величину и плотность тока в электроде без увеличения потерь на угар и разбрызгивание и без ухудшения формирования шва.

При наплавке под слоем флюса получается однородный наплавленный металл с гладкой поверхностью и плавным переходом от валика к валику.

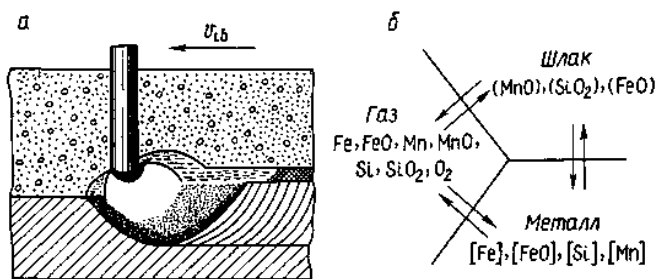


Рис. 4.1. Общая схема процессов взаимодействия металла с газами и шлаком

при механизированной наплавке под флюсом:

а – продольный разрез сварочной ванны;

б – схема взаимодействия: металл – шлак – газ

При механизированной наплавке используются плавленые и не плавленые (керамические) флюсы, а также флюсы-смеси.

Плавленые флюсы представляют собой сравнительно сложные силикаты, по своим свойствам близкие к стеклу. Их получают путем сплавления компонентов шихты в электрических или пламенных печах с последующим их измельчением до определенной грануляции. Они содержат стабилизирующие, шлако- и газообразующие элементы, раскислители кремний и марганец. В ремонтном производстве наибольшее применение получили плавленые флюсы АН-348А, ОСЦ-45 и АН-60, содержащие в своем составе 35 %–44 % закиси марганца. Эти флюсы позволяют получить наибольшую устойчивость дуги, меньше выделяют вредных примесей, в сочетании с углеродистыми и низколегированными проволоками дают высокое качество наплавки.

Керамические флюсы получают из смеси порошкообразных материалов, скрепленных в основном жидким стеклом. Они позволяют легировать наплавленный металл любыми элементами. Однако химическая неоднородность при этом увеличивается до 10 %–15 % за счет большой разницы по концентрации углерода и карбидообразующих элементов между наплавляемым и основным металлами. В их состав в качестве легирующих компонентов вводят феррохром, ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, а для образования шлаков – мрамор, известняк, плакиковый шпат, кварц, двуокись титана. При этом отдельные легирующие элементы выполняют роль легирующих и раскисляющих элементов. При применении керамических флюсов наплавку ведут низкоуглеродистыми проволоками и получают наплавленный слой с необходимыми свойствами без термической обработки. Основным недостатком этих флюсов является высокая гигроскопичность и малая прочность зерен. Наибольшее применение для наплавки деталей получили флюсы АНК-30, АНК-18, АНК-19 и ЖСН-1.

Флюсы-смеси приготавливают преимущественно из плавленых и керамических флюсов. Чтобы уменьшить возможность разделения составляющих смеси, необходимо, чтобы объемная масса, форма и размер частиц смешиваемых флюсов были как можно ближе. Лучшие результаты достигаются при использовании для смесей пемзовидных флюсов. В зависимости от того, какие свойства необходимо получить в наплавленном металле, применяют смесь флюсов АН-348А и АНК-18 в различных соотношениях.

### **Электродные материалы**

Для наплавки под флюсом используют преимущественно голые сварочные и наплавочные проволоки, а также порошковые проволоки, стальные и порошковые ленты.

Стальная сварочная проволока типа «Св» широко применяется на ремонтных предприятиях. Для механизированных способов сварки предназначена проволока диаметром до 5 мм.

Кроме сварочной проволоки типа «Св» для механизированной наплавки по ГОСТ 10543–80 выпускается специальная наплавочная проволока типа «Нп» диаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,5 и 8,0 мм. Она так же, как и сварочная разделяется на три группы: из углеродистой стали - восемь марок (НП-30, НП-40 и др.); из легированной стали – 11 марок (Нп-10ГЗ; Нп-30Х5 и др.); из высоколегированной стали – девять марок (Нп-2Х14; Нп-45Х4ВЭФ; Нп-45Х2В8Т и др.).

Все большее распространение при восстановлении деталей получают порошковые проволоки. Они представляют собой непрерывный электрод диаметром 2,5–5,0 мм, состоящий из металлической оболочки, заполненной порошком. В качестве наполнителя применяют смесь металлических порошков, ферросплавов, шлакообразующих, газообразующих и др. элементов. Изменение состава наполнительных порошков позволяет с достаточно большой точностью получать необходимое качество наплавленного слоя без дополнительной защиты зоны наплавки флюсом или другим способом.

Порошковые проволоки марок ПП-АН1, ПП-1ДСК и др. при сварке или наплавке низко- и среднеуглеродистых сталей позволяют получать хорошее качество шва без дополнительной защиты. Самозащитные проволоки марок ПП-3Х13-0, ПП-3Х4В3Ф-0 и другие дают поверхность повышенной износостойкости с твердостью до 56 HRC, без термической обработки.

Вариацией химического состава проволоки и флюса можно в широких пределах изменять износостойкость наплавленного слоя.

Поверхность сварочной проволоки должна быть чистой и гладкой, без окалины, коррозии и загрязнений.

В настоящее время для наплавки под флюсом находят применение широкослойная наплавка стальной лентой, изготовленной из различных марок сталей: инструментальной, пружинной, нержавеющей и из жаростойких сплавов. Лента поставляется в рулонах.

Для наплавки обычно используется лента толщиной 0,1–0,3 мм или специальная порошковая лента ПЛ-АН102, ПЛ-А171 и другие.

Деталь на участке, подлежащем наплавке, необходимо очистить от коррозии, масла, влаги, рыхлого слоя, окалины и др. загрязнений, которые могут привести к образованию пор и др. дефектов наплавленного слоя.

#### **Обоснование параметров технологического процесса наплавки**

Основные параметры режима механизированной наплавки под флюсом: сила сварочного тока  $I$  (А); напряжение  $U$  (В); скорость наплавки  $v_H$  (м/ч); скорость подачи электродной проволоки  $v_Э$  (м/ч); частота вращения детали  $n$  (мин<sup>-1</sup>); вылет электрода  $L$ , (мм), наклон электрода; смещение электрода  $l$  (мм); шаг наплавки  $S$  (мм).

Напряжение устанавливают в пределах 25–35 В, чтобы очертания валика были плавными. При более низком напряжении дуги получают валик высокий и узкий, при более высоком – низкий и широкий.

Силу тока  $I$  (А) определяют по формуле

$$I = 110d_Э + 10d_Э^2, \quad (4.1)$$

где  $d_Э$  – диаметр электродной проволоки (применяют обычно проволоку диаметром  $d_Э=1,6 - 2,5$  мм).

При наплавке применяют постоянный ток обратной полярности. Между напряжением дуги и силой тока находится зависимость:

$$U = 2l + 0,01I. \quad (4.2)$$

Скорость подачи электродной проволоки  $v_Э$  (м/ч), скорость наплавки  $v_H$  (м/ч) и частоту вращения деталей  $n$  (мин<sup>-1</sup>) рассчитывают по следующим формулам:

$$v_Э = \frac{4\alpha_H \cdot I}{\pi d_Э^2 \cdot \rho}; \quad (4.3)$$

$$v_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{100A \cdot \rho}; \quad (4.4)$$

$$n = \frac{v_n}{60\pi d}, \quad (4.5)$$

где  $I$  – сила сварочного тока, А;

$\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке на постоянном токе и обратной полярности  $\alpha_H = 11,6 \pm 0,4$  г/А·ч);

$d_Э$  – диаметр проволоки, мм;

$\rho$  – плотность материала проволоки, г/см<sup>3</sup>;

$D$  – диаметр наплавляемой детали, мм;

$A$  – площадь поперечного сечения шва, см<sup>2</sup>.

Площадь поперечного сечения шва можно рассчитать по формуле

$$A = 2A_{\Pi} \cdot \phi, \quad (4.6)$$

где  $A_{\Pi}$  – площадь сечения электрода, см<sup>2</sup>;

$\phi$  – коэффициент, равный 1,4–2,0.

Скорость подачи электродной проволоки лежит в пределах  $v_Э = 75 - 180$  м/ч или 1,25 - 3,0 м/мин.

Скорость наплавки лежит в пределах  $v_H = 12 - 15$  м/ч или 0,2 - 0,75 м/мин. Продольная подача наплавочной головки (шаг наплавки)  $S$  устанавливается с учетом того, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на 1/3–1/2 его ширины

$$S = (2 - 2,5)d_Э. \quad (4.7)$$

Обычно выбирают продольную подачу в пределах 3–6 мм/об. Вылет электрода  $L$  составляет 10–25 мм и ориентировочно определяется из выражения

$$L = (10 - 12)d_Э. \quad (4.8)$$

Смещение электрода  $L$  с зенита в сторону, противоположную направлению вращения детали, не должно превышать 40 мм.

$$l = (0,05 - 0,07)D. \quad (4.9)$$

Примерные режимы наплавки цилиндрических деталей под флюсом приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Режимы наплавки цилиндрических деталей под флюсом

Диаметр детали $D$ , мм	Сила тока $I$ , А		Напряжение $U$ , В	Скорость наплавки $v_H$ , м/мин	Скорость подачи электродной проволоки, $v_Э$ , м/мин	Смещение электрода с зенита $l$ , мм	Шаг наплавки $S$ , мм/об	Высота одного слоя наплавленного металла на сторону $h$ , мм
	Диаметр проволоки, мм							
	1,2 – 1,6	2,0 – 2,5						
50–60	120–40	140–160	26–28	16–24	77	3,0	3,5	1,5–2,5

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
65–75	150–170	180–220	26–28	16–28	87	4,0	4,0	1,5–2,5
80–100	180–200	230–280	28–30	16–30	104	6,0	4,0	1,5–2,5
150–200	230–250	300–350	30–32	16–32	140	12,0	5,0	2,0–3,0
250–300	270–300	350–380	30–32	16–35	200	18,0	6,0	2,0–3,0

### Нормирование времени наплавки

Норма времени определяется по формуле

$$T_H = T_O + T_B + T_D + \frac{T_{ПЗ}}{K}, \quad (4.10)$$

где  $T_H$  – норма времени, мин;

$T_O$  – основное время, мин;

$T_B$  – вспомогательное время, мин;

$T_D$  – дополнительное время, мин;

$T_{ПЗ}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$K$  – количество однотипных деталей в партии, шт.

Основное время для наплавки цилиндрических деталей:

$$T_O = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (4.11)$$

где  $L$  – длина наплавляемой поверхности, мм;

$i$  – число слоев наплавки;

$n$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S$  – подача, мм/об.

Число проходов определяется по формуле

$$i = \frac{D - d}{2t}, \quad (4.12)$$

где  $D$  – диаметр, до которого наплавляют деталь, мм;

$d$  – диаметр наплавляемой поверхности, мм;

$t$  – толщина наплавляемого слоя за один проход, мм.

Вспомогательное время при механизированной наплавке под слоем флюса приведено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Вспомогательное время при механизированной наплавке под слоем флюса

Способ установки	Масса наплавляемой детали не более, кг			
	5	10	20	30
В центрах	0,6	0,8	1,1	1,4
В трехкулачковом патроне	0,7	1,0	1,5	2,0
В центрах на оправке	1,6	1,8	2,1	2,4

Вспомогательное время определяется по формуле

$$T_B = T_{B1} + T_{B2}, \quad (4.13)$$

где  $T_{B1}$  – время на установку, закрепление и снятие детали, мин;

$T_{B2}$  – время на управление станком и наплавочной головкой, мин.

Дополнительное время при механизированной наплавке под слоем флюса:

$$T_d = 0,15(T_o + T_B), \text{ мин.} \quad (4.14)$$

### Область применения

Механизированная наплавка под флюсом применяется в ремонтном производстве для восстановления деталей, имеющих из-

нос свыше 2 мм, например, деталей ходовой части гусеничных тракторов: опорных катков, поддерживающих роликов, направляющих колес, шеек коленчатых валов автотракторных двигателей, а также для восстановления шлицев полуосей, различных валов и др. деталей.

Положительные стороны способа механизированной наплавки под флюсом:

- высокая производительность процесса – в 6–8 раз выше, чем при ручной наплавке, за счет применения более высоких плотностей тока, высокого КПД дуги и механизации процесса;

- обеспечивается высокое качество наплавленного слоя с заданным химическим составом и физико-механическими свойствами, хорошее сплавление с основным металлом, сохраняются легирующие добавки, качество наплавки не зависит от квалификации сварщика;

- возможность получения наплавленного слоя значительной толщины – свыше 1,5–2 мм;

- уменьшается расход присадочного материала вследствие уменьшения потерь на разбрызгивание, огарки, угар;

- облегчаются условия труда, т. к. процесс автоматизирован и отсутствует излучающее действие дуги.

Отрицательные стороны автоматической наплавки под флюсом:

- большой нагрев детали в процессе наплавки увеличивает зону термического влияния, приводит к нарушению термической обработки, поэтому после наплавки требуется последующая термическая обработка, которая усложняет процесс восстановления. Однако при применении керамического флюса термическая обработка не требуется;

- трудности удержания ванны расплавленного металла и флюса при наплавке деталей цилиндрической формы, поэтому наплавка деталей диаметром менее 50 мм при этом способе не производится;

- ухудшение усталостной прочности до 20 %–40 % за счет остаточных напряжений, пористости, структурной неоднородности;

- потребность в применении дорогостоящих керамических флюсов и легированного электродного материала;

- при загрузке флюса в бункер, а также при просеивании после использования возникает силикозная пыль, вредная для здоровья рабочего;

- необходимость удаления шлаковой корки, наличие которой может вызвать прекращение горения дуги.



*Изучить требования по технике безопасности и оформить инструктаж в журнале.*

Ознакомиться с оборудованием рабочего места (принципиальная схема установки для наплавки под флюсом приведена на рис. 4.1).

Установить величину износа детали, для чего произвести замер диаметра поверхности, подлежащей наплавке, и сравнить его с номинальным размером.

Подготовить деталь к наплавке, для чего очистить ее поверхность от грязи, масла, краски, ржавчины и др. металлической щеткой или наждачной бумагой. Поверхности детали, имеющие трещины, следы наклепа или старую наплавку, проточить до появления основного металла. Отверстия, канавки, пазы на наплавляемой поверхности заделать медными, угольными или графитовыми вставками.

Рассчитать режимы наплавки детали в соответствии с приведенными формулами и сравнить с табличными данными.

Установить деталь в трехкулачковый патрон. Допустимое биение – не более 0,5 мм.

Подготовить установку к работе: очистить электродную проволоку от смазки и намотать в кассету; установить кассету на аппарат; заправить конец проволоки в подающие ролики и направляющий мундштук; отрегулировать зажим проволоки в подающих роликах; засыпать флюс в бункер; включить рубильник.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами:

– установить скорость наплавки и величину продольной подачи аппарата (шаг наплавки);

– установить смещение электрода зенита (5–15 мм навстречу вращению) рукояткой поперечного перемещения суппорта станка;

– установить вылет электрода (10–25 мм) путем вертикального перемещения аппарата. Включение привода механизма подъема аппарата производится нажатием кнопок: «Вверх», «Вниз»;

– указатель силы сварочного тока преобразователя ПСГ-500-1УЗ установить в соответствии с принятым значением;

– проверить работу двигателя привода станка нажатием кнопок: «Вперед», «Назад»;

– включить сварочный преобразователь.

Произвести наплавку детали, для чего открыть заслонку бункера и нажать кнопку «Пуск». В процессе наплавки ударами молотка

необходимо удалять шлаковую корку с поверхности детали и следить за показаниями приборов.

По окончании наплавки необходимо нажать кнопку «Стоп-1» и, не отпуская ее, нажать кнопку «Стоп-2», закрыть заслонку бункера и выключить сварочный преобразователь.

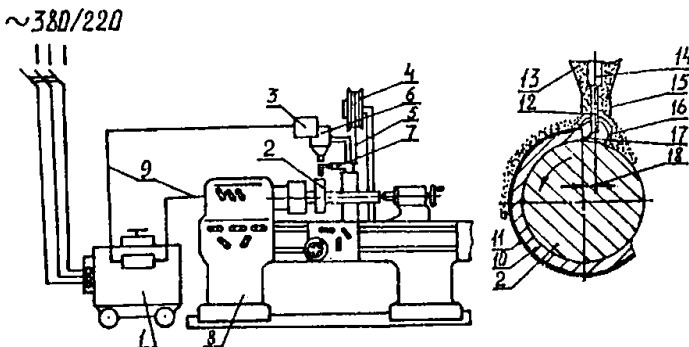
Снять деталь со станка и убрать рабочее место.

Составить отчет по рекомендуемой форме и сдать отчет преподавателю.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по технике безопасности.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Подготовить детали к восстановлению.
4. Определить режимы наплавки под слоем флюса.
5. Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.
6. Произвести восстановление детали путем наплавки под слоем флюса.
7. Снять деталь и убрать рабочее место.
8. Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
9. Оформить отчет и сдать преподавателю.

*Примечание.* Наплавку поверхности детали с использованием электродной проволоки типа Св-0,8; Нп-65; ПП-Г13 или других, а также различных марок флюсов, например: АН-348А или АНК-18. При этом следует задаться параметрами режима наплавки (в соответствии с выполненными расчетами или по данным табл. 4.2) и наплавить по 2–3 валика на поверхности детали, меняя материал проволоки и флюс. После чего измерить твердость наплавленных валиков с помощью прибора типа ТШ или ТК в трех местах на разных участках шва, предварительно зачистив его шлифовальным кругом.



*Рис. 4.2.* Схема установки для наплавки деталей под флюсом:  
 1 – сварочный преобразователь; 2 – наплавляемая деталь; 3 – пульт управления;  
 4 – кассета; 5 – электродная проволока; 6 – бункер с флюсом; 7 – сварочная  
 головка; 8 – токарный станок; 9 – сварочные провода; 10 – наплавленный  
 металл; 11 – шлаковая корка; 12 – электродная проволока; 13 – бункер  
 с флюсом; 14 – направляющий мундштук; 15 – флюсовый мундштук;  
 16 – оболочка из жидкого флюса; 17 – сварочная электрическая дуга;  
 18 – смещение проволоки

### Справочные данные о некоторых деталях, восстанавливаемых под флюсом

1. Ролик поддерживающий трактора ДТ-75, ДТ-75М.

Материал: чугуи СЧ 15.

Твердость поверхности – 163–229 НВ.

Износ наружной поверхности под беговые дорожки гусеницы до диаметра менее 198 мм.

2. Каток опорный трактора ДТ-75, ДТ-75М.

Материал: сталь 45Л-1.

Термообработка – высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя равна 5–8 мм.

Твердость поверхности – 387–514 НВ.

Предельный износ обода катка по толщине – не более 16 мм.

Биение наружной поверхности отремонтированного обода опорного катка не должно быть более 3 мм.

### Техническая характеристика головки А-580М

Сварочный ток номинальный, А - 500

Скорость наплавки, м/ч - 12–40

Скорость подачи электродной проволоки, м/мин - 0,8–6,8

Габаритные размеры, мм:

Автомата - 200x925x980

Шкафа управления - 470x384x432

Масса автомата со шкафом управления, кг - 258

Таблица 4.3

Характеристика некоторых порошковых проволок

Марка проволоки, мм	Металл шва	Режим сварки	
	Массовая доля, %	I, А	U, В

		<i>C</i> углерод	<i>Mn</i> марганец	<i>Si</i> кремний		
ПП-2ДСК	2,3	0,09–0,13	0,13–0,40	0,13–0,40	340–450	25–32
ПП-2Н1	2,8	0,06–0,10	0,6–0,8	0,07–0,15	200–300	24–28
ПП-АНЗ	3,0	0,07–0,12	0,2–0,45	0,20–0,45	300–500	25–30

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Принципиальную схему установки наплавки под флюсом.
3. Выбор и обоснование режимов наплавки.
4. Схему технологического процесса восстановления детали с применением наплавки под флюсом.
5. Результаты исследований влияния материала электродной проволоки и флюса на твердость наплавленного слоя.
6. Операционное описание технологического процесса наплавки под флюсом.
7. Выводы.

### Контрольные вопросы и задания

1. Сущность процесса наплавки под флюсом.
2. Какое оборудование используется для наплавки под флюсом?
3. Электрические и кинематические параметры наплавки под флюсом. Способы изменения силы тока.
4. Роль флюса при наплавке. Виды и марки применяемых флюсов. Требования к флюсам для наплавочных работ.
5. Электродные материалы, применяемые при наплавке под флюсом.
6. Способы легирования наплавленного металла.
7. Пути уменьшения коробления и термического влияния на структуру детали при наплавке.
8. Пути повышения производительности при наплавке под слоем флюса.
9. Преимущества и недостатки способа наплавки под слоем флюса.
10. Область применения наплавки под флюсом. Примеры деталей.

## **4.2. Восстановление деталей машин механизированной вибродуговой наплавкой**

**Цель работы** – ознакомиться с установкой и устройством наплавочной головки для вибродуговой наплавки. Составить схему и краткую технологию наплавки детали. Провести вибродуговую наплавку с последующей механической обработкой.

**Студент должен знать:** правила безопасной работы; технические условия на приемку деталей в ремонт данным способом; применяемые материалы и рецептуру приготавливаемых составов; технологии ремонта трещин, пробоин и неподвижных сопряжений; зависимость величины адгезии от состава композиции.

**Студент должен уметь:** выбирать и изготавливать необходимые композиции для конкретных видов повреждений, подготовить поверхность к нанесению эпоксидного состава, обрабатывать и представлять результаты исследований.

### **Задание на выполнение работы**

Произвести наплавку детали с необходимым припуском для получения номинальных размеров после окончательной механической обработки.

Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **Оснащение рабочего места**

1. Токарный станок 7А676 с понижающим редуктором.
2. Наплавочная головка марки ОКС-6569УХЛ4.
3. Низковольтный мотор-генератор ПСГ-500-ІУЗ.
4. Индуктивное сопротивление (дроссель от сварочного трансформатора РСТЭ-34).
5. Охлаждающая жидкость (3–5 %-й водный раствор кальцинированной соды).
6. Наплавочная проволока Нп-40, Нп-65, Св-0,8 и Нп-30ХГСА.
7. Металлическая щетка; индикатор часового типа; штангенциркуль ШЦ-Н-320-0,05 ГОСТ 166–80; лупа х10–15-кратного увеличения.
8. Обдирочно-шлифовальный станок.
9. Прибор типа ТК-2М для определения твердости.
10. Весы НЦ-10, секундомер, защитные очки.
11. Детали, подлежащие восстановлению.

## **Техника безопасности**

Вибродуговая наплавка производится только в присутствии лаборанта и по его указанию. Включение рубильника производится только с разрешения учебного мастера.

Источник тока и станок должны быть надежно заземлены.

Электродвигатель привода подачи проволоки должен быть изолирован от головки и заземлен.

Во время работы необходимо стоять на резиновом коврикe толщиной не менее 3 мм.

Не прикасаться голыми руками к токоведущим частям, когда они находятся под напряжением.

Содержать руки постоянно сухими.

Иметь на щитке установки общий рубильник, позволяющий одновременно отключать все электрические части установки.

Не производить никаких переключений или присоединений в электрических цепях при включенном общем рубильнике установки.

Зона горения дуги должна быть отгорожена сзади и спереди щитками или резиновыми ковриками.

Не смотреть незащищенными глазами на дугу. Во время работы необходимо пользоваться щитком или защитными очками.

Не подвергать открытые участки кожи действию лучей дуги.

Оберегать открытые части тела от попадания брызг. Работать в брезентовом комбинезоне и в головном уборе.

Рабочее место должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

Неподвижные провода наплавочной установки должны быть затянуты в газовые трубки, а подвижные заключены в шланги для предохранения от механических повреждений.

Рабочее место должно быть хорошо освещено.

## **Общие сведения**

При вибродуговой наплавке цилиндрических поверхностей деталь, закрепленная в центрах станка, медленно вращается и на ее поверхность производится наплавка при помощи специальной автоматической головки, установленной на суппорте станка и обеспечивающей автоматическую подачу наплавочной электродной проволоки к детали и вибрацию ее с регулируемой или строго заданной частотой в направлении наплавляемой поверхности.

Вибрация в зависимости от конструкции наплавочной головки может осуществляться с использованием электромагнитного или механического кулачкового привода.

Вибродуговая наплавка может производиться:

- под слоем флюса;
- в среде защитного газа;
- с охлаждением наплавляемой детали жидкостью, подаваемой на деталь на расстоянии 15–40 мм от дуги.

Для наплавки ответственных деталей из высокоуглеродистых легированных сталей может применяться вибродуговая наплавка под слоем флюса или в среде углекислого газа с разработкой технологии и режимов сварки для деталей, исключая образование в них (деталях) каких-либо трещин, закалочных структур.

Толщина слоя наплавки за один проход достигает 0,7–2,0 мм. Такой способ наплавки обеспечивает малую глубину проплавления и незначительную зону термического влияния, при этом наплавляемая деталь не получает практически деформации.

Для вибродуговой наплавки применяется флюс марок АН-348А и ОЦС-45 мелкой грануляции с величиной зерен от 0,25 до 1,5 мм в поперечнике. Проволока для наплавки берется диаметром 1,2–1,6 мм марок Св-08А, Св-10ГА и специальная легированная (марок Св-10Х13 или Св-10Х5М ГОСТ 2246–60) в зависимости от отработанных режимов и требований к наплавленному слою.

Для вибродуговой наплавки деталей под слоем флюса широко применяются головки типа АНКЭФ-1 конструкции ЦНИИ МПС, на которых может производиться наплавка таких деталей, как валы тяговых двигателей, рессорные валики локомотивов, втулки и т. п.

Наплавку в среде защитного газа можно производить вибродуговой головкой конструкции МИИТа; этой же головкой можно выполнять наплавку и под флюсом.

Вибродуговую наплавку под слоем флюса и в среде углекислого газа или смеси защитных газов на деталях разрешается производить и другими типами головок с соответствующей разработкой технологии и режимов сварки.

До недавнего времени вибродуговая наплавка являлась одним из наиболее распространенных способов восстановления деталей на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях, что обусловлено рядом особенностей этого технологического процесса.

Процесс обладает довольно высокой производительностью – до 2–6 кг металла в час.

Наибольшее распространение в ремонтном производстве получила вибродуговая наплавка с охлаждением наплавляемой детали жидкостью, что обеспечивает незначительный нагрев детали в процессе наплавки (до 100 °С), исключает структурные изменения в поверхности детали (зона термического влияния при наплавке незакаленных деталей 0,6–1,5 мм, закаленных – 1,8–4,0 мм), что позволяет наплавлять детали малого диаметра (от 8 мм), не опасаясь их прожога или коробления.

Применение охлаждающей жидкости в сочетании с различными электродными материалами делает возможным получение твердости наплавленного металла до 58–60 HRC, что исключает из технологического процесса последующую термическую обработку.

Толщина наплавленного слоя может регулироваться в пределах 0,5–3,0 мм. При необходимости возможна многослойная наплавка.

Потери электродного материала на угар и разбрызгивание не превышают 6 %–8%.

Основными отличительными особенностями автоматической вибродуговой наплавки являются:

- вибрация с частотой 50–100 Гц электродной проволоки (вдоль оси проволоки, подаваемой в направлении наплавляемой поверхности);
- подача охлаждающей жидкости на деталь на расстоянии 15–40 мм от места горения электрической дуги.

Процесс вибродуговой наплавки состоит из трех последовательно повторяющихся периодов:

- 1 – короткое замыкание электродной проволоки с наплавляемой поверхностью детали;
- 2 – дуговой разряд при размыкании вследствие обратного хода проволоки вместе с головкой. Образуется кратковременная дуга продолжительностью 4–10 миллисекунд;
- 3 – холостой ход с подачей головки вместе с электродной проволокой к поверхности детали до замыкания.



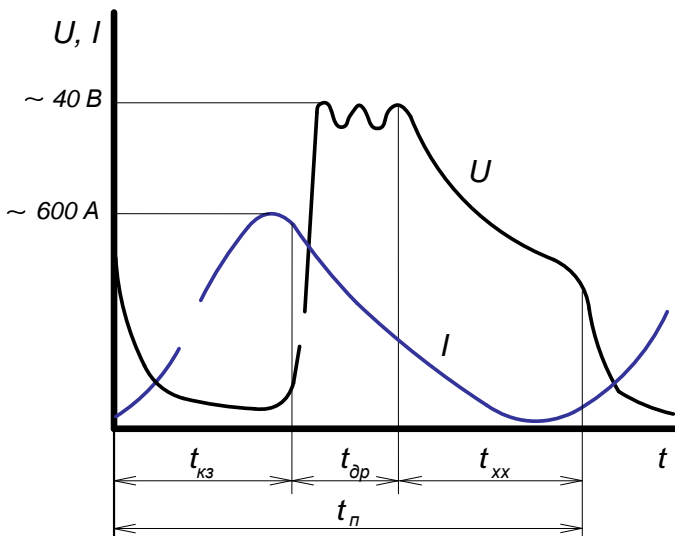


Рис. 4.3. Осциллограммы тока ( $I$ ) и напряжения на дуге ( $U$ ):  
 $t_{кз}$  — время короткого замыкания;  $t_{др}$  — время дугового разряда;  $t_{хх}$  — время холостого хода;  $t$  — текущее время;  $t_n$  — период

Основное количество тепла, идущего на расплавление электродной проволоки и поверхности детали, выделяется в период горения дуги (80 %–95 %). Назначение вибрации — обеспечить стабильность процесса наплавки благодаря использованию энергии магнитного потока и термической ионизации. В момент размыкания цепи при отрыве электродной проволоки от детали за счет энергии магнитного потока, который образовался в период короткого замыкания, возникает ЭДС самоиндукции, совпадающая по направлению с током в цепи. При этом напряжение, по сравнению с подводимым напряжением, увеличивается (до 30–35 В). Благодаря вибрации процесс наплавки происходит при низком напряжении источника тока (12–22 В), что обеспечивает уменьшение окисления металла, снижение выгорания легирующих элементов, уменьшение зоны термического влияния, снижение разбрызгивания металла, безопасность работы оператора. Вибрация обеспечивает качественное формирование наплавленного металла благодаря мелкокапельному переносу электродной проволоки на деталь, снимаются поры и трещины, обеспечиваются плотные, ровные слои.

Термическая ионизация достигается под действием тепла в зоне контакта (как это и осуществляется при зажигании дуги во время ручной дуговой сварки).

Помимо вибрации, на стабильность процесса наплавки большое влияние оказывает индуктивное сопротивление, которое увеличивает длительность и устойчивость дуги за счет использования энергии магнитного потока, образующегося вокруг сопротивления, что позволяет избежать холостых ходов и уменьшить токи короткого замыкания, вызывающего разбрызгивание металла. Период холостого хода нежелателен, так как в этот момент происходит охлаждение конца электрода и поверхности детали, что ухудшает сплавление электродного металла с деталью. Регулируется индуктивность подключением различного количества витков дросселя.

Для осуществления вибрация электродной проволоки применяются электромагнитные или механические вибраторы. Электромагнитные вибраторы обладают рядом недостатков: нельзя точно отрегулировать заданную амплитуду и число колебаний; происходят резкие удары сердечника, что нарушает стабильность горения дуги и увеличивает разбрызгивание металла. Поэтому более рациональны головки с механическими вибраторами.

Назначение охлаждающей жидкости:

- осуществить закалку наплавляемого слоя, в случае применения закаливающейся электродной проволоки;
- защитить расплавленный металл от проникновения кислорода и азота воздуха;
- устранить нагрев наплавляемой детали, которая в процессе наплавки остается практически холодной.

В качестве охлаждающей жидкости применяется 3 %–5 %-й водный раствор кальцинированной соды или (в ответственных случаях) 10 %–20 %-й водный раствор технического глицерина.

Расход жидкости 0,5–1,0 л/мин. Подача жидкости производится на расстоянии 15–40 мм от места горения дуги.

Преимущества вибродуговой наплавки:

- путем подбора необходимой марки электродной проволоки можно получить наплавленный слой высокой твердости без дополнительной термической обработки;
- отсутствует деформация и коробление деталей в процессе наплавки;

– производительность процесса примерно в 4–5 раз выше, чем при ручной электродуговой наплавке;

– увеличивается безопасность для обслуживающего персонала вследствие применения тока низкого напряжения.

Недостатки вибродуговой наплавки:

– снижение усталостной прочности наплавляемых деталей в связи с образованием закалочных структур в процессе наплавки, вызывающих возникновение растягивающих напряжений;

– неоднородная твердость наплавленного слоя в результате перекрытия на одну треть предыдущего валика последующим, вследствие чего происходит отпуск наплавленного слоя;

– из-за быстрого перехода металла из жидкого состояния в твердое, содержащиеся в металле газы не успевают выделиться, что приводит к образованию пор в наплавленном слое.

### **Технологические особенности восстановления деталей вибродуговой наплавкой**

Технологический процесс восстановления деталей вибродуговой наплавкой включает в себя очистку, дефектацию деталей, подготовку их к наплавке, наплавку и последующую механическую обработку.

В процессе очистки необходимо удалить с наплавляемой поверхности грязь, остатки масел, нагаров, продукты коррозии.

При дефектации особое внимание уделяют величине и равномерности износа. При неравномерном износе, соизмеримом с толщиной наплавленного слоя, поверхность необходимо обработать до его устранения.

Наплавка цилиндрических поверхностей производится при отключенной подаче первого и последнего валиков. При консольном закреплении детали наплавка ведется от свободного конца к патрону. Наплавка галтелей производится в последнюю очередь, так как место начала наплавки имеет пониженную прочность.

Резьбовые поверхности наплавляются без подачи охлаждающей жидкости. При шаге резьбы более 1,5 мм шаг наплавки устанавливается равным шагу резьбы.

Для наплавки кулачков используются специальные копиры, а вылет электрода должен быть на 2–3 мм больше величины эксцентриситета.

Шлицы глубиной менее 1,5–2,0 мм наплавляются при вращении детали. Более крупные шлицы наплавляются только за счет перемещения суппорта станка. При этом для снижения деформации вала шлицы наплавляются с попеременным поворачиванием вала на 180° относительно его оси.

Вид механической обработки деталей после наплавки выбирается, исходя из твердости наплавленного слоя, требований точности и шероховатости поверхностей.

Особенностью наплавки с высокой скоростью охлаждения является значительная «пятнистость» наплавленного слоя, вызванная взаимным термическим влиянием наплавляемых валиков, причем при использовании углеродистых электродов характерной структурой для закаленных валиков является мартенсит, а для зон сплавления – сорбит или троостит.

Мелкокапельный перенос металла на деталь, высокая скорость его охлаждения могут приводить к пористости наплавленного слоя, появлению микротрещин, вызванных внутренними напряжениями растягивающего характера, что значительно (до 60 %) снижает усталостную прочность восстановленных деталей. Это необходимо учитывать при выборе номенклатуры восстанавливаемых деталей.

Повышение качества наплавки может быть достигнуто применением дополнительных защитных сред: углекислого газа, флюсов, водяного пара, пены, а также за счет применения порошковых проволок.

Усталостная прочность восстановленных деталей повышается путем термомеханического или ультразвукового упрочнения в процессе наплавки или применения других упрочняющих технологий.

### **Область применения вибродуговой наплавки**

Вибродуговая наплавка применяется для восстановления деталей сравнительно небольших диаметральных размеров, изготовленных из легированных и углеродистых сталей, термически обработанных на высокую поверхностную твердость, не испытывающих в процессе эксплуатации машин переменных напряжений, имеющих износ от 0,3 до 2 мм. Например: шейки распределительных валов, крестовины кардана, шейки валов КПП, шлицы на валах.

Наплавка дефектных резьбовых участков производится без подачи жидкости. Наплавку необходимо начинать с конца детали. Старую резьбу удалять перед наплавкой не следует. Толщина наплавленного слоя должна быть не менее суммы двух величин – глубины резьбы и минимального припуска на механическую обработку. После наплавки поверхность протачивают и нарезают резьбу номинального размера.

В качестве электродов обычно используется среднеуглеродистая, высокоуглеродистая или легированная проволока (например, Св-18ХГС, Св-30ХГС и др.) диаметром 1,2–2 мм. Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от требуемой твердости и износостойкости наплавленного слоя.

Для наплавки слоя толщиной до 1 мм применяется проволока диаметром 1...1,6 мм, толщиной до 2 мм – 1,6–2 мм.

Вибродуговая наплавка применяется также для восстановления деталей из серого чугуна, причем производится двухслойная наплавка проволокой Св-0,8 при расходе жидкости 0,02 л/мин.

### Режимы наплавки

Режим наплавки характеризуется электрическими и кинематическими параметрами.

Электрические параметры:

- напряжение источника тока  $U, B$ ;
- сила тока цепи  $I, A$ ;
- полярность;
- индуктивность цепи  $L, Г (мГ)$ .

Кинематические параметры:

- скорость наплавки  $v_H, м/мин$ ;
- скорость подачи электродной проволоки  $v_Э, м/мин$ ;
- шаг наплавки  $S, мм/об$ ;
- расход жидкости  $q, л/мин$ .

Наплавленный слой более высокого качества получается при наплавке на постоянном токе обратной полярности.

Режимы наплавки выбираются в соответствии с необходимой толщиной наплавленного слоя (табл. 4.4). Величину тока рассчитывают по формуле

$$I = jF_Э, \quad (4.20)$$

где  $I$  – сварочный ток, А;

$j$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup> (для  $d_Э > 2,0$  мм –  $j = 60 - 75$  А/мм<sup>2</sup>);

$F_Э$  – сечение электрода, мм<sup>2</sup>.

Таблица 4.4

Диаметр электрода  $d_Э$  и напряжение источника питания  $U$  в зависимости от необходимой толщины  $h$  наплавленного металла

Толщина наплавленного металла $h, мм$	0,3–0,9	1,0–1,6	1,8–2,5
Рекомендуемый диаметр электрода $d_Э, мм$	1,6	2,0	2,5
Рекомендуемое напряжение источника питания $U, B$	12–15	15–20	20–25

Индуктивность дросселя зависит от источника питания, длины соединительных кабелей и подбирается экспериментально по минимальному разбрызгиванию металла и качеству сплавления его с основой. Скорость подачи электродной проволоки:

$$v_{\text{э}} = \frac{I \cdot U}{600d_{\text{э}}^2}, \quad (4.21)$$

где  $v_{\text{э}}$  – скорость подачи электродной проволоки, м/мин.

Скорость наплавки можно определить по формуле

$$v_{\text{н}} = \frac{0,785 \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot v_{\text{э}} \cdot \mu}{h \cdot S \cdot a}, \quad (4.22)$$

где  $v_{\text{н}}$  – скорость наплавки, м/мин;

$d_{\text{э}}$  – диаметр электрода, мм;

$\mu$  – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл ( $\mu = 0,8 - 0,9$ );

$h$  – толщина наплавленного слоя, мм;

$S$  – шаг наплавки, мм/об;

$a$  – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного валика от площади прямоугольника с высотой  $h$  ( $a = 0,7 - 0,85$ ).

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot v_{\text{н}}}{\pi \cdot D}, \quad (4.23)$$

где  $n$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>;

$D$  – диаметр детали, мм.

Шаг наплавки  $S$ , мм влияет на прочность сцепления наплавленного металла с основой и волнистость поверхности. Он рассчитывается по формуле

$$S = (1,6 - 2,2)d_{\text{э}}. \quad (4.24)$$

Амплитуда колебаний, мм:

$$A = (0,75 - 1,0)d_{\text{э}}. \quad (4.25)$$

Вылет электрода, мм:

$$l_3 = (5 - 8)d_3. \quad (4.26)$$

Дополнительная индуктивность цепи  $L$ , (Г):

$$L = \frac{5l_3 \pi d_3^2 V_3 \rho}{I_{\max}^2 \nu}, \quad (4.27)$$

где  $\rho$  – плотность материала проволоки (для железа  $7,85 \text{ г/см}^3$ );

$\nu$  – частота размыкания цепи электрода, Гц;

$I_{\max} = 2 \cdot I$  – максимальная сила тока в электрической дуге, А.

Обычно используют напряжение 12–22 В, при наплавке до 1 мм на тонкостенные детали – 12–16 В, при большей толщине слоя напряжение увеличивают. Сила тока выбирается по плотности тока, приходящейся на  $1 \text{ мм}^2$  площади сечения проволоки электрода ( $65\text{--}75 \text{ А/мм}^2$ ). При использовании в качестве источника тока генератора АНД индуктивность принимается 0,28–0,65 мГ, количество витков дросселя РСТЭ–34 принимается 6–8. Скорость наплавки рекомендуется не выше 2,0 м/мин.

Положение мундштука относительно детали имеет существенное влияние. При верхнем положении ширина валика увеличивается, а вероятность несплавления металла снижается. Нижнее положение удобно тем, что позволяет без дополнительной регулировки наплавлять детали различного диаметра. Расход охлаждающей жидкости при напряжении источника питания 12–15 В составляет 0,5–1, 0 л/мин, при повышении напряжения до 20–25 В расход следует увеличить в 2–3 раза. Выбранные режимы уточняются в процессе пробных наплавов.

Качество наплавки контролируют наружным осмотром и измерением твердости. При наружном осмотре обращают внимание на наличие пор, трещин, наплывов металла и перекрытие валиков. Твердость наплавленного металла измеряют с помощью прибора Роквелла в трех местах на разных участках, предварительно зачистив его шлифовальным кругом.

### **Нормирование времени наплавки**

Норма времени определяется по формуле

$$T_H = T_O + T_B + T_D + \frac{T_{ПЗ}}{K}, \quad (4.28)$$

где  $T_H$  – норма времени, мин;  
 $T_O$  – основное время, мин;  
 $T_B$  – вспомогательное время, мин;  
 $T_D$  – дополнительное время, мин;  
 $T_{ПЗ}$  – подготовительно-заключительное время, мин;  
 $K$  – количество однотипных деталей в партии, шт.

Основное время для наплавки цилиндрических деталей:

$$T_O = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (4.29)$$

где  $L$  – длина наплавляемой поверхности, мм;  
 $i$  – число слоев наплавки;  
 $n$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ ;  
 $S$  – подача, мм/об.

Вспомогательное время определяется по формуле

$$T_B = T_{B1} + T_{B2}, \quad (4.30)$$

где  $T_{B1}$  – время на установку, закрепление и снятие детали, мин;  
 $T_{B2}$  – время на управление станком и наплавочной головкой, мин.

Дополнительное время при вибродуговой наплавке:

$$T_D = 0,1(T_O + T_B), \text{ мин.} \quad (4.31)$$

Подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{ПЗ} = (13...15), \text{ мин.} \quad (4.32)$$

Производительность наплавки может быть определена по формуле

$$W = v_H S, \text{ см}^2/\text{мин.} \quad (4.33)$$

Расход электродного материала на наплавленную поверхность

$$P = 0,785 T_O \cdot d_э^2 \cdot v_э \cdot j, \quad (4.34)$$

где  $P$  – масса расходуемого электродного материала, г;  
 $j$  – плотность электродного материала,  $\text{г}/\text{см}^3$ .



## Характеристика некоторых деталей, подлежащих вибродуговой наплавке

1. Распределительный вал двигателя Д-243.

Материал детали: сталь 45.

Твердость поверхности опорных шеек и кулачков: 54 - 62 HRC.

Термообработка: высокочастотная закалка на глубину 2–5 мм.

Шероховатость поверхностей опорных шеек, впускных и выпускных кулачков должна соответствовать  $Ra\ 0,63 - 0,32$  (ГОСТ 2309–80).

Номинальный диаметр опорных шеек  $50_{-0,065}^{-0,050}$ . Допускается в сопряжении с втулками, бывшими в эксплуатации, размер опорных шеек 49,88 мм и в сопряжении с новыми втулками – 49,86 мм.

2. Ось качения трактора ДТ-75.

Материал детали: сталь 20.

Твердость поверхности не менее 56 HRC.

Термообработка: цементация при  $920 \pm 10$  °С на глубину 1–1,5 мм, закалка при  $800 \pm 10$  °С в воде; отпуск при  $180 \pm 10$  °С.

Шероховатость поверхности под внутренний балансир и поверхности под втулки  $Ra\ 0,63$ .

Номинальный диаметр поверхности под внутренний балансир –  $50_{-0,050}$  допустимый в сопряжении с деталями, бывшими в эксплуатации – 49,93; с новыми – 49,90. Номинальный диаметр поверхностей под втулки –  $50_{-0,050}$ , допустимый в сопряжении с деталям, убывшим и в эксплуатации – 49,85; с новыми – 49,70 (табл. 4.5– 4.9).

Таблица 4.5

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока наплавки, А	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Шаг наплавки, мм/об.	Амплитуда вибрации проволоки, мм	Угол подачи проволоки к деталям, град.
20	0,3	1,6	120–150	2,2	0,6	0,2	1,0	1,5	35
40	0,7	1,6	120–150	1,2	0,4	0,4	1,3	1,8	35

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока наплавки, $A$	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Шаг наплавки, мм/об.	Амплитуда вибрации проволоки, мм	Угол подачи проволоки к деталям, град.
60	1,1	2,0	150–210	1,0	0,8	0,5	1,6	2,0	45
80	1,5	2,0	150–210	0,6	0,4	0,6	1,8	2,0	45
100	2,5	2,3	150–210	0,3	1,1	0,7	2...3	2,0	45

Примечание. Ток постоянный обратной полярности. Напряжение дуги 12–15 В.

Таблица 4.6

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки чугуновых деталей

Наплавочный материал	Толщина наплавленного слоя, мм	Сила тока наплавки, $A$	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Частота вращения детали, мин <sup>-1</sup>	Подача суппорта станка, мм/об	Припуск на механическую обработку на сторону (не менее), мм
Проволока Ø 1,6–1,8 мм	0,6–0,7	1,3	120–140	1200/ $\pi D$	1,8–2,2	0,4
	1,5	1,7	160–190	1000/ $\pi D$	2,3–2,8	0,8
	2,5–3	1,7	160–190	370/ $\pi D$	2,8–3,5	1,0
Проволока Ø 1,6–1,8 мм	2,5–3	1,7	300–350	200/ $\pi D$	3,3–3,4	1,0
Лента сечением 0,5×10 мм	2,5–3	1,7	300–340	200/ $\pi D$	7,5	1,0

Примечание.  $D$  – диаметр наплавляемой детали, мм.

Таблица 4.7

Влияние состава электродной проволоки на твердость наплавленного металла

Марка проволоки	Твердость слоя	Марка проволоки	Твердость слоя, $HRC$
Св-0,8	180–300 $HV$	Нп-60ХГСА	20–60

Марка проволоки	Твердость слоя	Марка проволоки	Твердость слоя, <i>HRC</i>
Нп-20	190–320 <i>HВ</i>	Нп-80ХГСА	25–65
Нп-40	15–45 <i>HRC</i>	Св-30ХГСА	15–50

Таблица 4.8

## Технические характеристики вибродуговых головок

Показатели	Марки вибродуговых головок						
	конструкция ВНИИАТ УАНЖ-5	конструкция ЧТЗ	конструкция Челя- бинского АРЗ и ЧПИ	КУМА-5	УЛИВГ-5	УЛИВГ-7	ОКС-6569 ГОСНИТИ
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2–2	до 2,2	до 3	0,5–2,5	до 3	до 3	до 3
Скорость по- дачи элек- тродной проволоки, м/мин	0,75–1,32	0,75–1,32	9,9– 1,44	0,2–3,0	0,5 – 7,6	0,6 – 2,1	0,5 –4,5
Изменение скорости по- дачи элек- тродной проволоки	Сменой ведущих роликов (7 шт.)	Сменой веду- щих роликов (5 шт.)	Сменными шестернями				
Амплитуда вибрации электрода, мм	0,8–3,0	-					

Показатели	Марки вибродуговых головок						
	конструкция ВНИИАТ УАНЖ-5	конструкция ЧТЗ	конструкция Челя- бинского АРЗ и ЧПИ	КУМА-5	УЛИВГ-5	УЛИВГ-7	ОКС-6569 ГОСНИТИ
Принцип действия вибратора	Электро- магнитный	Электро- магнитный	Механический эксцентрик	Круговое дви- жение конца электрода	Механический	Механический	Механический
Частота колебаний, Гц	50	50	46,7	-	21,2 – 10,5	21,2 – 10,5	75±3

*Примечание.* Устройство и принцип действия установок вибродуговой наплавки показан на рис. 4.4 – с механическим приводом колебаний электрода и на рис. 4.4 – с электромагнитным приводом колебаний.

Таблица 4.9

Влияние скорости охлаждения на химический состав наплавленного металла  
(электродная проволока Нп-60, напряжение на дуге 18 В)

Подача жидкости, л/мин	Содержание элементов в металле, %			
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>N</i>
0	0,29	0,34	0,17	0,087
0,5	0,31	0,35	0,20	0,079
2,5	0,40	0,37	0,23	0,034

При оценке эффективности вибродуговой наплавки, а также при нормировании этой операции необходимо знать величины коэффициентов наплавки и потерь металла на угар и разбрызгивание.

Коэффициент наплавки представляет собой количество металла в граммах, наплавленного за один час горения дуги при силе тока в 1А.

Его величина зависит от сварочного тока, диаметра электродной проволоки, ее физико-механических свойств, рода тока и полярности.

Значение коэффициента наплавки определяется на основании опытных наплавки путем замера тока, времени горения дуги и массы наплавленного металла.

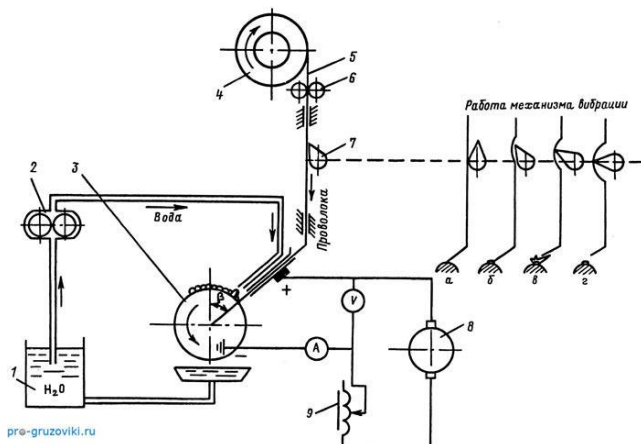


Рис. 4.4. Схема действия установки для вибродуговой наплавки с механическим приводом вибрации электрода:

1 – емкость с охлаждающей жидкостью; 2 – водяной насос; 3 – деталь; 4 – кассета с электродной проволокой; 5 – электродная проволока; 6 – ролики подачи проволоки; 7 – механизм вибрации; 8 – источник тока; 9 – регулятор режима наплавки металла; а – контакт электродной проволоки с деталью; б – отрыв электродной проволоки от детали и возникновение дуги; в – процесс наплавки сварочной дугой; г – гашение сварочной дуги

Расчет коэффициента наплавки производится по следующей формуле:

$$K_n = \frac{M_H}{I \cdot t} = \frac{M'_O - M_O}{I \cdot t}, \quad (4.36)$$

где  $K_n$  – коэффициент наплавки, г/А·ч;  
 $M_H$  – масса наплавленного металла, г;  
 $M_O$  – исходная масса образца, г;  
 $M'_O$  – масса образца после наплавки, г;  
 $I$  – среднее значение силы сварочного тока, А;  
 $t$  – время горения дуги, ч.

По сравнению с другими способами вибродуговая наплавка отличается весьма интенсивным разбрызгиванием и угаром металла.

Потери электродной проволоки при наплавке оцениваются коэффициентом потерь на угар и разбрызгивание.

Коэффициент потерь представляет собой отношение массы металла, потерянного при наплавке к массе израсходованной электродной проволоки:

$$K_{\Pi} = \frac{M_{\Pi} - M_{\text{Н}}}{M_{\Pi}} = \frac{(M_{\text{К}} - M'_{\text{К}}) - (M'_{\text{О}} - M_{\text{О}})}{M_{\text{К}} - M'_{\text{К}}}, \quad (4.37)$$

где  $K_{\Pi}$  – коэффициент потерь проволоки на угар и разбрызгивание, г;

$M_{\Pi}$  – масса израсходованной проволоки, г;

$M_{\text{Н}}$  – масса наплавленного металла, г;

$M_{\text{К}}$  – масса кассеты с проволокой до опыта, г;

$M'_{\text{К}}$  – масса кассеты с проволокой после опыта, г.

### Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомьтесь с оборудованием рабочего места (принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки приведена на рис. 4.5).

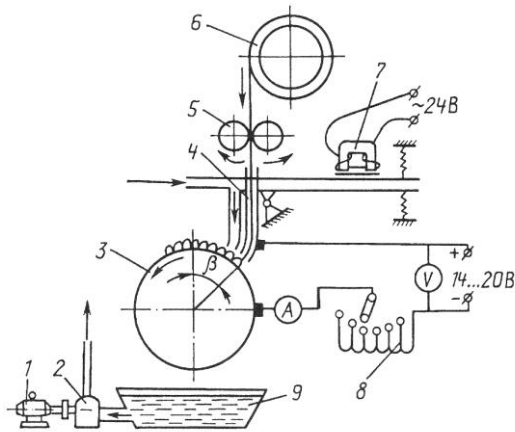


Рис. 4.5. Принципиальная схема вибродуговой наплавки с электромагнитной системой вибрации электрода:

- 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – наплавляемая деталь; 4 – вибрирующий мундштук; 5 – механизм подачи проволоки; 6 – кассета; 7 – вибратор; 8 – индукционное сопротивление; 9 – ванна для жидкости

Подготовить деталь к наплавке, очистить поверхность, подлежащую наплавке, от грязи, коррозии, масла металлической щеткой или наждачной бумагой. Если биение или неравномерный износ превышает 0,3–0,5 мм, то перед наплавкой деталь должна быть обработана так, чтобы рабочая поверхность детали после наплавки не находилась в переходном слое. Отверстия, канавки, пазы заделывают графитовыми заглушками.

Рассчитать режимы наплавки в соответствии с вышеприведенными формулами. Сравнить результаты расчетов с рекомендуемыми режимами наплавки деталей.

Закрепить деталь на станке и установить режимы наплавки.

Включить генератор, подачу охлаждающей жидкости, электро-вibrator, станок и сварочную цепь, подачу проволоки и через один оборот детали включить продольную подачу суппорта.

Произвести наплавку. Припуск на механическую обработку принимается 0,6–1,2 мм на сторону.

Произвести механическую обработку для получения номинального размера детали.

Порядок экспериментального определения коэффициента наплавки и потерь электродного материала на угар и разбрызгивание:

- определить массу электродной проволоки;
- определить массу образца;
- установить образец в 3-кулачковый патрон установки и заправить проволоку в наплавочный автомат;
- установить режим наплавки;
- наплавить один полный валик на поверхность образца, при этом производится измерение времени горения дуги (секундометром) и определяется среднее значение сварочного тока (по амперметру наплавочной установки);
- зачистить наплавленный слой металлической щеткой и снять образец;
- определить массу образца после наплавки;
- определить массу неиспользованной проволоки;
- определить значения коэффициентов  $K_H$  и  $K_{II}$ ;
- убрать рабочее место.

Результаты исследований сводятся в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Параметры технологического процесса

Масса электродной проволоки, $M_K$ , г	Исходная масса образца, $M_0$ , г	Время горения дуги, $t$ , ч	Сварочный ток, $I$ , А	Масса образца после наплавки, $M'_0$ , г.	Масса неиспользованной проволоки, $M'_K$ , г	Коэффициент наплавки $K_H$ , г/А ч	Коэффициент потерь проволоки на угар и разбрызгивание $K_D$ , г
1	2	3	4	5	6	7	8

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Принципиальную схему установки для вибродуговой наплавки.
3. Выбор и обоснование режимов наплавки (по форме табл. 4.11).
4. Схему технологического процесса восстановления детали с применением вибродуговой наплавки (табл. 4.12).
5. Результаты исследований коэффициента наплавки и потерь электродного материала на угар и разбрызгивание.
6. Операционное описание технологического процесса.
7. Выводы.

Таблица 4.11

Принятые режимы наплавки деталей

Марка источника питания	Марка аппарата для наплавки	Материал детали и ее диаметр, мм	Марка электродной проволоки и ее диаметр, мм	Подана охлаждающей жидкости, $q$ , л/мин	Сила тока $I$ , А	Напряжение $U$ , В	Скорость подачи проволоки $v_3$ , м/ч	Скорость наплавки $v_H$ , м/ч	Дополнительная индуктивность $L$ , мГ	Частота вращения детали $n$ , мин <sup>-1</sup>	Шаг наплавки $S$ , мм/об	Вылет электрода $l$ , мм	Твердость $HRC_3$	Амплитуда колебаний $A$ , мм	Толщина наплавленного слоя $h$ , мм
-------------------------	-----------------------------	----------------------------------	--	--	-------------------	--------------------	---------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	---	--------------------------	--------------------------	-------------------	------------------------------	-------------------------------------



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Таблица 4.12

Технологический процесс восстановления детали вибродуговой наплавкой

Наименование операции	Оборудование, приспособления, инструмент, материалы	Режим работы или результаты измерений	Технические требования
1	2	3	4

### Контрольные вопросы и задания

1. Сущность процесса вибродуговой наплавки.
2. Какое оборудование используется для вибродуговой наплавки?
3. В чем заключаются особенности процесса вибродуговой наплавки по сравнению с ручной наплавкой и автоматической наплавкой под флюсом?
4. Роль вибрации электрода при вибродуговой наплавке.
5. Для чего применяется охлаждающая жидкость и ее влияние на процесс наплавки?
6. Назовите электрические и кинематические параметры процесса вибродуговой наплавки.
7. Какие электродные материалы применяются при вибродуговой наплавке?
8. Способы улучшения качества наплавки.
9. Виды вибраторов у вибродуговых установок, их схемы.
10. В чем заключаются преимущества и недостатки вибродуговой наплавки?
11. Назовите примеры восстанавливаемых поверхностей у деталей при помощи процесса вибродуговой наплавки.

### **4.3. Восстановление деталей машин наплавкой в среде углекислого газа и в защитных газовых смесях**

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления деталей машин сваркой и наплавкой в среде  $CO_2$  и смесей защитных газов.

**Студент должен знать:** правила безопасной работы; условия работы детали; характерные дефекты детали и методы их выявления; технические условия на приемку деталей в ремонт; маршрут восстановления детали.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой в среде  $CO_2$  или в смесях защитных газов.

#### **Задание на выполнение работы**

Изучить технологию и оборудование поста сварки в среде  $CO_2$  и в защитных смесях газов.

Разработать технологический процесс восстановления деталей сваркой в среде  $CO_2$  или в смесях защитных газов.

Приобрести практические навыки по восстановлению деталей сваркой в среде  $CO_2$  или в смесях защитных газов.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

#### **Оснащение рабочего места**

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Установка для сварки в среде  $CO_2$  и в защитных газовых смесях «Гефест».
3. Выпрямитель ВДУ-501.
4. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А.
5. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.
6. Щитки сварщика ГОСТ 14651–79.
7. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.
8. Ручная шлифовальная машинка ГОСТ 12633–79.
9. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 2310–90.
10. Зубило 2610-0160 ГОСТ 7211–72.
11. Очки защитные с простыми стеклами.
12. Присадочная проволока ГОСТ 2246–70; ГОСТ 10543–75.
13. Баллон с углекислым газом ТУ 6-21-32–78.

14. Редуктор ДЗД-1-59-М ГОСТ 6266–78.
15. Шланги типа ИВН Ø12 ГОСТ 9356–60.
16. Детали, подлежащие восстановлению.

### **Техника безопасности**

Работающие на установке должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Установка должна быть надежно заземлена.

Производить работу только в присутствии учебного мастера и по его указанию.

Работающий на установке обязан:

- знать устройство и принцип работы установки;
- соблюдать режим работы в соответствии с техпроцессом.

Сварщик должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

При работе с баллонами с защитным газом следует избегать сильных толчков и ударов по баллону, нагрева его свыше 40 °С, необходимо соблюдать правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушители) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- осмотреть установку и убедиться в ее исправности;
- проверить герметичность соединений. Утечка газа через сальники вентиля и накидные гайки не допускается;
- установить необходимые режимы сварки согласно техпроцессу;
- надеть защитный щиток;
- включить вытяжную вентиляцию.

Во время выполнения работы необходимо:

- выполнять только ту работу, которая поручена и разрешена руководителем;
- следить за давлением рабочего газа – углекислого газа или защитной газовой смеси;
- запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;
- запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;
- запрещается производить ремонт оборудования без полного обесточивания установки;

– при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу на установке и сообщить учебному мастеру;

– в случае поражения током необходимо оказать пострадавшему первую помощь до прихода врача. Для этого, не касаясь пострадавшего, разомкнуть электрическую цепь, выключив рубильник. Если пострадавший не подает признаков жизни, необходимо сделать ему искусственное дыхание.

По окончании работы необходимо:

- выключить установку;
- закрыть вентиль на баллоне с углекислым газом;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

### Общие сведения

Сущность способа в том, что в зону горения дуги под давлением подается углекислый газ или смесь защитных газов, одним из компонентов которой является нейтральный газ (Ar, He и др.), благодаря которым столб электрической дуги и особенно ванна расплавленной металла зоны сварки (наплавки) изолируется от кислорода, водорода, азота, воздуха (рис. 4.6).

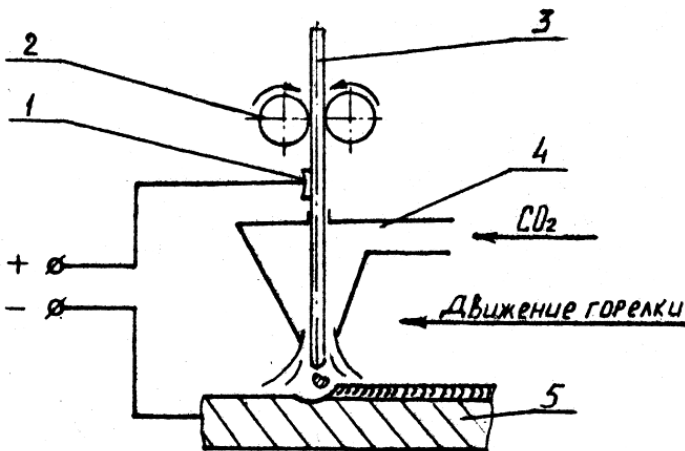


Рис. 4.6. Схема сварки (наплавки) в углекислом газе:

1 – контакт подвода сварочного тока к присадочной проволоке; 2 – механизм подачи проволоки; 3 – электродная проволока; 4 – сопло сварочной горелки с подводом защитного газа; 5 – деталь

Областью применения наплавки является восстановление широкой номенклатуры деталей трансмиссии и ходовой части тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин, а также сварка тонколистовой стали (оперение машин, кабины, бункера и др.) и деталей из чугуна.

Достоинства процесса:

- высокая производительность (в 2,5 раза выше, чем при ручной дуговой сварке, в 1,2–1,3 раза производительнее сварки и наплавки под слоем флюса);

- сварку можно вести в любых пространственных положениях;

- отсутствует необходимость зачистки швов;

- при наплавке в среде  $CO_2$  и в защитных газовых смесях хорошо формируется шов, наплавленный металл получается плотным, зона термического влияния невелика, благодаря этому способ применяют для сварки тонколистового металла и для наплавки деталей из углеродистых и малолегированных сталей диаметром 10–40 мм;

- возможность наблюдения за процессом сварки;

- низкая стоимость защитного газа.

Недостатки процесса:

- повышенное разбрызгивание металла (до 10 %–12 %);

- потери защитного газа;

- ограниченное легирование наплавленного металла;

- снижение износостойкости и усталостной прочности на 10 %–20 %.

Подача в зоны сварки (наплавки)  $CO_2$  или защитных газовых смесей осуществляется по схеме: баллон – подогреватель – осушитель – понижающий редуктор-расходомер – наплавочная головка. Подогрев и осушение  $CO_2$  необходимы в целях устранения возможной закупорки льдом отверстий в редукторе-расходомере, которая может образоваться от расширения газа, а также для предотвращения пористости.

Традиционно используемые и относительно недавно открытые для сварки эти технические газы при смешивании обеспечивают недостижимые ранее скорость и качество выполнения сварочных работ.

*При использовании защитных газовых смесей на основе аргона:*

- уменьшается количество оксидных включений и измельчается зерно, улучшается микроструктура металла;

– увеличивается глубина провара шва, повышается его плотность, увеличивается прочность свариваемых конструкций.

*Преимущества сварки (наплавки) в защитных газовых смесях на основе аргона:*

- высокая усталостная прочность, лучший внешний вид изделий;
- более высокая производительность.

Производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде  $CO_2$ ) увеличивается в два раза. Это происходит из-за меньшего поверхностного натяжения расплавленного металла, вследствие чего на 70 %–80 % снижается разбрызгивание и набрызгивание электродного металла. Незначительное количество брызг и поверхностного шлака во многих случаях исключает работы по зачистке свариваемых элементов.

Стоимость газа составляет лишь небольшую часть общего объема затрат на сварку.

Использование защитных газовых смесей уменьшает расход электроэнергии и материалов на 10 %–15 %. Значительно меньшее количество дыма, сварных аэрозолей сохраняют здоровье сварщика и позволяют ему длительное время работать с большим вниманием. Защитные газовые смеси обеспечивают высокое качество сварного соединения как полуавтоматической, так и автоматической (в т. ч. с применением робота-автомата) электросварки.

Широко применяемый в сварочном производстве способ защиты сварочной ванны с помощью однокомпонентных газов (двуокись углерода или аргон) со временем не стал удовлетворять требованиям качества и производительности. Дальнейшим этапом повышения эффективности сварки при изготовлении сварных металлоконструкций стало применение многокомпонентных газовых смесей на основе аргона. Изменяя состав газовой смеси, можно в определенных пределах можно изменять свойства металла шва и сварного соединения в целом.

Преимущества процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляются в том, что возможен струйный и управляемый процесс переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги – эффективный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла.

Процентное содержание того или иного газа в смеси принимается исходя из толщины свариваемого металла, степени его легирования и требований, предъявляемых к сварным соединениям в зависимости от условий эксплуатации изделия.

Области применения различных газовых смесей при сварке плавящимся электродом приведены в табл. 4.13, режимы сварки в табл. 4.12 и 4.14. Данные смеси проверены практикой, что позволяет рекомендовать их применение для получения качественного сварного соединения (табл. 4.15).

Сравнительная оценка технологических характеристик сварочной дуги и механических свойств наплавленного металла (табл. 4.16), наглядно показывают эффективность применения газовых смесей по сравнению с  $CO_2$ .

#### **Технологические особенности сварки (наплавки) в смесях газов**

Учитывая, что смесь газов на основе аргона легче, чем  $CO_2$ , то при сварке необходимо соблюдать следующие условия: сварку вести, по возможности углом” вперед, вылет сварочной проволоки должен быть оптимальным в зависимости от диаметра проволоки (15–20 мм).

Следует принять меры для исключения поступления воздуха в соединениях шлангов и сопле с горелкой.

В то же время при сварке в смесях на основе аргона процесс более стабилен, чем при сварке в  $CO_2$ , даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки и присутствии на поверхности проволоки следов окислов и ржавчины.

Для полуавтоматической сварки в среде  $CO_2$  и в защитных газовых смесях широкое применение находят полуавтоматы: А-537; А-547У; А-547Р; А-1035; ПДГ-301; ПДГ-501; «Гефест», автомат А-580М.

Установки для автоматической наплавки в среде  $CO_2$  монтируют на токарных станках, обеспечивающих получение скоростей наплавки в пределах 20–120 м/ч, на суппорте которых устанавливают наплавочный аппарат. Восстанавливаемую деталь закрепляют в патроне или центрах станка. К наплавочному аппарату подводят мундштук для подачи  $CO_2$  или защитных газовых смесей в зону наплавки. Наплавку в среде  $CO_2$  ведут на постоянном токе при обратной полярности.

Под действием температуры дуги  $CO_2$  диссоциирует на окись углерода и атомарный кислород:



Оксид углерода частично диссоциирует:



Атомарный кислород высокоактивен и способен окислять все элементы, входящие в состав проволоки и основного металла, в т. ч. железо:



Выделение газообразной окиси приводит к образованию пор. Этим объясняется окислительное действие  $CO_2$  и необходимость применения при сварке раскислителей.

Раскислители ( $Si$ ,  $Mn$ ,  $Cr$ ,  $Ti$ ), связывая кислород, препятствуют образованию окиси углерода:



Присутствие в металле шва более 0,2 %  $Si$  и более 0,4 %  $Mn$  предупреждает образование пор. Так как при этом способе флюсы и покрытия отсутствуют, задачу раскисления решают подбором проволоки соответствующего состава диаметром 0,5–2,0 мм Св-08Г2С; Св-10Г2С; Св-12ГС; Св-18ХГСА; Нп-30ХГСА и др., порошковые проволоки Ш1-Р18Т; ПП-Р9Т; ППЧх2В8Т и др.

На качество сварки и наплавки в среде  $CO_2$  и в защитных газовых смесях влияют выбранные технологические режимы: величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электродной проволоки, вылет электрода, скорость сварки и др.

Величину тока, напряжение дуги и диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины или диаметра детали. Процесс рекомендуется проводить короткой дугой при напряжении 17–32 В и силе тока 30–400 А. Увеличение напряжения приводит к повышенному разбрызгиванию и сильному окислению металла, увеличивается пористость. Снижение напряжения ниже 17 В ухудшает формирование шва, при этом затрудняется возбуждение дуги.

Величина тока зависит от скорости подачи электродной проволоки. Существенное влияние на качество наплавленного металла оказывает вылет электрода (расстояние от конца электродной проволоки до места подвода к ней тока). С увеличением вылета электрода ухудшается защита расплавленного металла, а уменьшение ведет к



интенсивному забрызгиванию сопла и подгоранию наконечника. В зависимости от диаметра электродной проволоки и расхода защитного газа вылет может быть в пределах 6–25 мм.

Расход защитного газа существенно влияет на качество металла шва. Обычно расход углекислого газа или защитной газовой смеси составляет 6–10 л/мин при сварке и 10–15 л/мин при наплавке.

Наличие коррозии, технологической и антикоррозионной смазки на электродной проволоке отрицательно влияет на устойчивость горения дуги, формирование сварочного валика, вызывает повышенное забрызгивание металла.

Режимы сварки (наплавки) в среде  $CO_2$  приведены в табл. 4.12.

Таблица 4.12

Рекомендуемые режимы сварки (наплавки) в среде  $CO_2$

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Вылет электрода, мм
0,6–1,0	0,5–0,7	17–19	30–100	25–30	100–10	5–8
1,0–1,5	0,7–0,8	17–19	70–110	30–40	110–120	6–8
1,5–2,5	0,8	18–21	100–150	25–35	120–150	6–12
1,0–2,0	1,0	18–22	100–180	30–40	110–150	7–13
2,0–3,0	1,0	19–22	125–180	37–40	130–160	7–13
3,0–4,0	1,0	18–22	150–270	25–30	150–200	7–13
2,0–3,0	1,2	20–23	140–250	30–35	220–250	8–15
3,0–4,0	1,2	22–28	170–300	30–40	200–270	8–15
5,0	1,6	26–30	180–240	35–45	215–300	15–20

Полуавтоматическую сварку выполняют с наклоном горелки вперед или назад под углом 5°–15°. Сварку стыковых и угловых вертикальных швов на тонком металле рекомендуется проводить

сверху вниз. Внедрение полуавтоматической сварки в среде  $CO_2$  при ремонте кузовов, кабин, оперения и др. значительно улучшает качество сварных швов и уменьшает объем ручных сварочных работ на 60 %.

Таблица 4.13

Рекомендации по применению защитных газовых сварочных (наплавочных) смесей

Состав газовой сварочной смеси	Свариваемые материалы	Область применения
80 %–95 % $Ar$ + 20 %–5 % $CO_2$	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Стабильность дуги. Сварка металлов широкого спектра толщин
92 % $Ar$ + 6 % $CO_2$ + 2 % $O_2$	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Рекомендуется для сварки металлов малых толщин
85 % $He$ + 13,5 % $Ar$ + 1,5 % $CO_2$	Легированные и углеродистые конструкционные стали	Сварка пульсирующей дугой. Дает чистые швы с гладким профилем с незначительным окислением поверхности. Рекомендуется для тонких материалов, где высокая скорость сварки дает низкий уровень деформации материала
43 % $Ar$ + 55 % $He$ + 2 % $CO_2$	Легированные и углеродистые конструкционные стали	Низкий уровень армирования металла шва и околошовной зоны. Подходит для сварки металлов широкого спектра толщин

Состав газовой сварочной смеси	Свариваемые материалы	Область применения
60 % <i>Ar</i> + 38 % <i>He</i> + 2 % <i>CO</i> <sub>2</sub>	Легированные и углеродистые конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Придает стабильность дуге, что обеспечивает низкий уровень разбрызгивания и снижает появление дефектов шва
70 % <i>Ar</i> + 30 % <i>He</i>	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная газовая смесь. Дает более эффективный нагрев, чем чистый аргон. Увеличивает скорость сварки. Обеспечивает глубокий провар, низкую пористость и ровную поверхность сварного шва
50 % <i>Ar</i> + 50 % <i>He</i>	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная, наиболее универсальная газовая смесь для сварки материалов любой толщины
30 % <i>Ar</i> + 70 % <i>He</i>	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная смесь, используется для толстых материалов, что позволяет существенно увеличить скорость сварки, уменьшить пористость и снизить применение необходимости подогрева. Дает ровный сварной шов с более глубоким проплавлением и меньшими дефектами

Автоматическую наплавку ответственных деталей с твердостью рабочих поверхностей 45–55 *HRC* необходимо проводить проволокой Нп-ЗОХГСА диаметром 1,2–1,8 мм с последующей термической обработкой-закалкой ТВЧ. Режимы наплавки:  $U = 18–22$  В;  $I = 120–180$  А; скорость наплавки 25–50 м/ч, шаг наплавки 2,5–8,5 мм/об; вылет электродной проволоки 15–20 мм, скорость подачи проволоки 90–180 м/ч; расход  $CO_2$  10–15 л/мин.

Технологический процесс сварки в среде  $CO_2$  и в защитных газовых смесях состоит из следующих операций:

- подготовка дефектной поверхности;
- заварка дефекта;
- обработка сварных швов;
- контроль качества восстановления.

Подготовка поверхности заключается в удалении всех видов загрязнений металлической щеткой ГОСТ 19630–74 или ручной шлифмашинкой ГОСТ 12633–79. При восстановлении деталей толщиной более 3,0 мм необходимо производить разделку кромок под углом 70°–90°.

Обработка сварных швов производится ручной шлифмашинкой ГОСТ 12633–79.

Контроль качества восстановления производится визуальным осмотром. Не допускаются отслоения, растрескивание, поры, трещины и т. д.

### **Оборудование для сварки и наплавки в среде $CO_2$ и в смесях защитных газов**

Для сварки в среде  $CO_2$  выпускается специальное оборудование и переоборудуются существующие полуавтоматы.

Широкое применение находят полуавтоматы А-547У; А-547Р; А-537; А-580М; А-1035; А-929; А-1230М; ПДПГ-500; ПДГ-301; ПДГ-501; «Гефест» и др. В состав этих полуавтоматов в большинстве случаев входят все элементы оснастки поста для сварки в  $CO_2$ . Для автоматической наплавки на цилиндрические поверхности оборудование полуавтомата монтируется на токарных станках.

Таблица 4.14

Рекомендуемые режимы сварки (наплавки) в среде защитных газов  
плавающимся электродом

Материал	Толщина, мм	Рекомендуемая смесь	Диаметр свар. проволоки, мм	Скорость сварки, мм/мин	$I_{св}, A$	$U_{д}, B$	Скорость подачи проволоки $v_{п}, м/мин$	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Углеродистые конструкционные стали	1	92 % Ar + 6 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	0,8	350-600	45-65	14-15	3,5-4,0	12
	1,6	92 % Ar + 6%CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	0,8	400-600	70-80	15-16	4,0-5,3	14
	3	92 %Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1	280-520	120-160	17-19	4,0-5,2	15
	6	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1	300-450	140-160	17-18	4,0-5,0	15
	6	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	420-530	250-270	26-28	6,6-7,3	16
	10	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	300-450	140-160	17-18	3,2-4,0	15
	10	82 % Ar + 18 % CO <sub>2</sub>	1,2	400-480	270-310	26-28	7,0-7,8	16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	>10,0	82 % Ar + 18 % CO <sub>2</sub>	1,2	300-450	140-160	17-18	3,2-4,0	15
	>10,0	92 % Ar + 20 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	370-440	290-330	28-31	10.дек	17
Легированные стали	1,6	85 % He + 13,5 % Ar + 1,5 % CO <sub>2</sub>	0,8	410-600	70-85	19-20	6,5-7,1	12
	3	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1	400-600	100-125	16-19	5,0-6,0	13
	6	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1	280-520	120-150	16-19	4,0-6,0	14
	6	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	500-650	220-250	25-29	7,0-9,0	14
	10	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	250-450	120-150	16-19	4,0-6,0	14
	10	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	450-600	260-280	26-30	8,0-9,5	14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Алюминий и его сплавы	>10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	220-400	120-150	16-19	4,0-6,0	15
	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	>10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	400-600	270-310	28-31	9,0-10,5	15
	1,6	30 % He + 70 % Ar	1	450- 600	70-100	17-18	4,0-6,0	14
	3	30 % He + 70 % Ar	1,2	500-700	105-120	17-20	5,0-7,0	14
	6	30 % He + 70 % Ar	1,2	450-600	120-140	20-24	6,5-8,5	14
	6	50 % He + 50 % Ar	1,2	550-800	160-200	27-30	8,0-10,0	14
	10	50 % He + 50 % Ar	1,2	450-600	120-140	20-24	6,5-8,5	16
	10	50 % He + 50 % Ar	1,6	500-700	240-300	29-32	7,0-9,0	16
>10,0	50 % He + 50 % Ar	1,2-1,6	400- 500	130- 200	20-26	6,5-8,0	18	
>10,0	70 % He + 30 % Ar	1,2-1,6	450-700	300-500	32-40	9,0-14	18	

Основными узлами установок являются источники питания (выпрямители), сварочные горелки, редукторы, осушители и подогреватели газа, механизмы подачи проволоки, аппаратура управления.

На рис. 4.7 приведена схема устройства поста для сварки и наплавки в среде  $CO_2$  и смесей защитных газов.

Таблица 4.15

Рекомендуемые режимы сварки в смесях газов  $Ar + 12 \sim 18 \% CO_2$  (сварочная проволока  $C\delta 08Г2С$  ГОСТ 2246–70)

$I_{св}, A$	$U_{д}, B$	$G, кг/ч$	$L_{эл}, мм$	$D_{эл}, мм$	$\Psi, \%$
250–260	23–24	3,8	20	1,6	2,7
300–310	26–27	4,5			1,2
350–360	29–30	5,2			0,7
400–410	31–32	5,4			0,5
400–410	30–31	5,3	25	2	0,8
450–460	32–33	6,5			1,1

*Примечание.*  $I_{св}$  – сварочный ток, А;  $U_{д}$  – напряжение на дуге, В;  $G$  – масса наплавленного металла, кг/ч;  $D_{эл}$  – диаметр электродной проволоки, мм;  $L_{эл}$  – вылет электродной проволоки, мм;  $\Psi$  – потери электродной проволоки на разбрызгивание, %.

Таблица 4.16

Сравнительные технологические характеристики защитных газовых смесей

Защитный газ	$I_{св}, A$	$U_{д}, B$	$Q, кг/ч$	$Y, \%$	$a_{нб}, \%$
$CO_2$	200–210	22–23	2,3	4,7	1,5
	300–310	30–33	4,3	6,7	2
97 % $Ar + 3 \% O_2$	200–210	21–22	3	1,4	0,2
	300–310	29–30	4,7	0,5	-
82 % $Ar + 18 \% CO_2$	200–210	24–25	3	3,8	0,3
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,3
78 % $Ar + 20 \% CO_2 + 2 \% O_2$	200–210	25–26	3,7	3,2	0,2
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,2
86 % $Ar + 12 \% CO_2 + 2 \% O_2$	200–210	21–22	3,1	1,4	0,2
	300–310	29–30	5,2	0,5	-



$Q$  – количество наплавленного металла за единицу времени, кг/ч;  $Y$  – коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание, %;  $a_{нб}$  – коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %.

В табл. 4.16 приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров. Сварка образцов произведена проволокой марки *Св-10ГСМТ*,  $d$  1,4 мм.

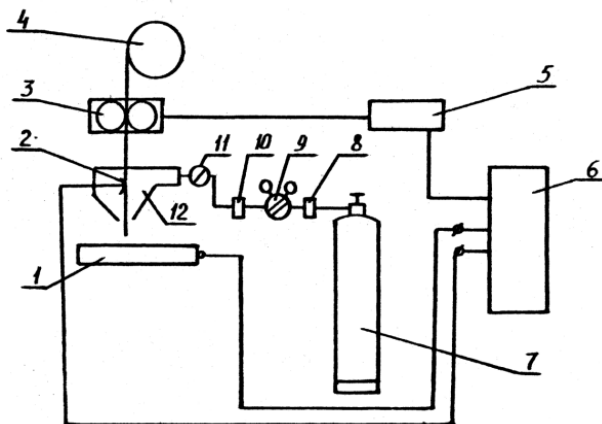


Рис. 4.7. Схема устройства поста для сварки (наплавки) в среде углекислого газа и смесях защитных газов:

- 1 – деталь; 2 – токопровод; 3 – механизм подачи проволоки; 4 – кассета с электродной проволокой; 5 – аппаратура управления сварочным напряжением; 6 – источник питания; 7 – баллон с углекислым газом; 8 – подогреватель; 9 – редуктор; 10 – осушитель газа; 11 – газовый клапан; 12 – сварочная горелка

Выпрямители при сварке в  $CO_2$  и в смесях защитных газов используются с поглощающей или жесткой внешней характеристикой.

Выпрямители типа ВС – ВС-300; ВС-500; ВС-300 и др. Они состоят из понижающего трансформатора с переключателями первичной обмотки, позволяющими обеспечивать грубое и тонкое регулирование напряжения подаваемого после вторичной обмотки на селеновые выпрямительные блоки. Характеристики выпрямителей ВС внешне – пологопадающие.

Выпрямители типа ИПП имеют пологопадающую внешнюю характеристику. Используются выпрямители ИПП-120П, ИПП-30П, ИПП-500П и др. Как и выпрямители типа ВС, они имеют трехфазный понижающий трансформатор и блок селеновых выпрямителей. Отличаются

электросхемой, конструкцией, имеют грубую (ступенями) и плавную регулировку напряжения (в пределах каждой ступени). Плавное изменение напряжения можно выполнять под нагрузкой, грубое (ступенями) – при отключенной нагрузке.

Выпрямитель типа ВДГ-301 в основном имеет электрическую схему, подобную выпрямителям ИПП.

Выпрямители типов ВСС и ВД имеют падающую внешнюю характеристику. Выпрямительный блок ВСС-120-4; ВСС-300-3; ВД-102 и ВД-302 собран из селеновых вентиляей, а ВД-101; ВД-301; ВД-303 – из кремниевых вентиляей.

Преобразователи типов ПГС-500; ПСУ-300; ПСУ-500 и др. состоят из сварочного генератора и приводного асинхронного электродвигателя, смонтированных в одном корпусе, установленном на колесах. Сварочные генераторы обеспечивают получение жестких или пологопадающих внешних характеристик.

Источники для импульсно-дуговой сварки в  $CO_2$  разработаны и выпускаются в последнее время. Они имеют вольтамперную характеристику с крутопадающей частью переходящей в пологопадающую с увеличением тока и позволяют качественно сваривать тонкий металл с высокой производительностью и небольшим разбрызгиванием.

В табл. 4.17 приведены технические характеристики отдельных источников тока для сварки в  $CO_2$  и смесях защитных газов.

Таблица 4.17

Технические характеристики выпрямителей для сварки в  $CO_2$  и в смесях защитных газов

Тип выпрямителя	Номинальный ток, А	Напряжение холостого хода, В	Пределы регулирования	
			Сила тока, А	Напряжение, В
ВС-200	200	28,5	30–200	17–26
ВС-300	300	43	30–300	19–38
ВС-500	500	54,5	50–500	20–45
ИПП-300П	300	50	60–300	16–28 28–40
ИПП-500А	500	63	80–500	17–25 25–50
ВДГ-301	300	46	40–350	16–30
ВДГ-502	500	60	60–500	16–40
ВД-301	300	68	40–300	16–40

Сварочные горелки предназначены для подвода к месту сварки электродной проволоки, тока и защитного газа. При сварке током до 500А возможно использование горелок без водяного охлаждения. Горелки для ручной полуавтоматической сварки соединяются с механизмом подачи проволоки гибким шлангом, по которому подаются к горелке сварочная проволока, защитный газ и ток. Промышленность серийно выпускает горелки с гибкими шлангами на токи 150-630 А (например, горелки А-547 на 150; ГДПГ-3018 на 315 А; ГПДГ-501-4 на 500 А и др.).

Комплект газовой аппаратуры включает баллон с  $CO_2$ , подогреватель газа, редуктор, осушитель и газовый клапан.

Баллоны имеют емкость 40 л. Углекислый газ в баллоне находится в жидком состоянии при давлении 5–7 МПа. В баллоне обычно 25 кг жидкого  $CO_2$  или смесей защитных газов, при испарении которого получают  $12,5 \text{ м}^3 CO_2$  или смесей защитных газов.

Для получения углекислого газа или смеси защитных газов необходим подвод тепла для их испарения. При температуре баллона  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ – $25 \text{ }^\circ\text{C}$  можно получить непрерывный отбор газа 20–25 л/мин. При большем отборе или низких температурах питать сварочный пост следует от нескольких баллонов.

Редукторы предназначены для снижения давления газа до рабочего, при котором газ поступает в горелку. Применяются редукторы типа У-30 и ДЗД-1-59-М, которые одновременно являются расходомерами.

Подогреватели газа делают электрическими и устанавливают перед редуктором. Подогреватель обеспечивает подогрев газа до  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ – $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , что устраняет возможную закупорку льдом отверстий редуктора.

Осушители газа обеспечивают поглощение влаги. Осушители бывают высокого и низкого давления и поэтому устанавливаются до или после редуктора. Осушитель низкого давления имеет значительные размеры, его устанавливают после редуктора, он не требует частой замены влагопоглотителя. Такой осушитель одновременно является ресивером и повышает равномерность подачи газа.

В качестве влагопоглотителя используются силикагель и алюмогель. Силикагель, насыщенный влагой, поддается восстановлению путем прокалки при температуре  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ – $300 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Газовый клапан обеспечивает предварительную или одновременную с зажиганием дуги подачу газа и прекращение подачи  $CO_2$  после окончания процесса сварки.

Аппаратура управления включает устройства, обеспечивающие управление источником питания (изменение напряжения, тока, частоты импульсов и т. д.), механизмом подачи сварочной проволоки и подачей защитного газа.

**Сварочная проволока.** С учетом окисления и испарения элементов и получения плотных швов с высокими механическими свойствами для сварки в  $CO_2$  и его смесях разработано и серийно выпускается значительное количество электродных проволок с повышенным содержанием кремния, марганца и др. элементов-раскислителей (ГОСТ 2246–70, ГОСТ 10543–75).

Наибольшее распространение при сварке в  $CO_2$  и в смесях защитных газов получили электродные проволоки следующих марок: Св-08ГС; Св-10ГС; Св-2ГС; Св-10ХГ2С; Св-18ХГСА; Св-2СГО10Т, а для наплавки – Нп-30ХГСА и др.

Наличие на сварочной проволоке следов антикоррозийной смазки и др. загрязнений снижает стабильность процесса, повышает разбрызгивание, снижает качество шва. Особенно ухудшается процесс сварки при наличии на проволоке ржавчины.

Для удаления ржавчины и др. загрязнений рекомендуется травление проволоки или механическая очистка с последующей прокалкой 1,5–2 часа при температуре 150 °С–250 °С. Травление проводят в 10 %–20 %-м растворе соляной кислоты в течение 5–10 мин. После травления возможна пассивация в смеси 5 %–15 %  $NaNO_2$  и 1 %  $Na_2CO_3$ . Пассивирование повышает коррозионную стойкость проволоки.

#### **Техническая характеристика сварочного полуавтомата «Гефест»**

Сварочный полуавтомат предназначен для сварки и наплавки деталей из углеродистых и низколегированных сталей. Предусмотрено использование сварочной проволоки Св-08Г2С или аналогичной диаметром  $\varnothing$  0,8–1,0 мм. Сварка черных металлов ведется в среде  $CO_2$  и смесях защитных газов, нержавеющей сталей – в среде аргона. Возможна сварка самозащитой проволокой без защитного газа.

#### **Техническая характеристика полуавтомата «Гефест»**

Напряжение и частота питающей сети	-220 В, 50 Гц
Род сварочного тока	-постоянный
Режим работы	-повторно-кратковременный
Регулировка сварочного напряжения	-ступенчатая
Регулировка скорости подачи проволоки, м/мин	-плавная в диапазоне 0–18
Защитные газы	-углекислый газ, аргон, смеси
Масса аппарата, кг	-50
Габариты, мм	500 x 350x 420

### Порядок подготовки установки к работе и работа на ней

Режим сварки рекомендуется подбирать на образце из низкоуглеродистой стали. Диаметр сварочной проволоки подбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. Для деталей толщиной 0,5–2 мм рекомендуется проволока диаметром 0,8 мм, для деталей толщиной 1,5–4 мм – диаметром 1,0 мм.

Режим сварки подбирают в последовательности:

– установить переключатель *S A1* (смотри на панели полуавтомата) в положение, соответствующее толщине металла: чем толще металл, тем выше напряжение; установить регулятор скорости подачи проволоки *R 9* в крайнее левое положение;

– начать сварку и увеличить скорость подачи проволоки до тех пор, пока процесс сварки не станет непрерывным и стабильным. Перед сваркой тумблер *S2* должен быть вверх (в положении *ON*).

Для автоматического режима сварки включить тумблер *S3* – вверх, задать потенциометром *R10* необходимую длительность сварки, *R11* – длительность паузы. Включить тумблер *S2* вверх – подача газа. Нажать кнопку *S1* пистолета сварочного шланга. Потенциометром *R9* добиться нужной скорости подачи сварочной проволоки.

Сварку и наплавку вести в следующем порядке:

– установить горелку на расстоянии 2–4 см от свариваемого изделия под углом 15–30 градусов;

– нажать курок (*S1*) и начать сварку. Скорость перемещения горелки должна быть такой, чтобы шов не имел пропусков. Процесс сварки наблюдать через щиток сварщика.

При сварке тонкого металла рекомендуется подкладывать под место сварки медную пластину или вести сварку короткими швами, давая в паузах остыть месту сварки (табл. 4.18).

Таблица 4.18

Технологические параметры установки «Гефест»

Степень сварочного напряжения	Номинальный сварочный ток, <i>A</i>	Напряжение х.х., $\sim B$	ПВ % цикл 5 минут
1	30	16	80
2	55	17,5	70
3	70	19,5	60
4	90	21,5	55
5	100	24	50
6	125	27	40
7	140	30	30
8	160	32	20

## Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (4.43)$$

где  $T_{\text{шк}}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_d$  – дополнительное время, мин;

$T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса сварки определяется по формуле

$$T_o = \frac{60 \cdot M \cdot K_1 \cdot K_2}{\alpha \cdot I}, \quad (4.44)$$

где  $M$  – масса наплавленного металла, г;

$K_1, K_2$  – коэффициенты, учитывающие пространственное расположение сварного шва, протяженность сварного шва;

$\alpha$  – коэффициент наплавки, г/А·ч;

$I$  – сила тока, А.

Основное время дня процесса наплавки определяется по формуле

$$T_o = \frac{(L + \Delta_1 + \Delta_2) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (4.45)$$

где  $L$  – длина наплавляемой поверхности, мм;

$\Delta_1, \Delta_2$  – расстояния, необходимые для подвода и перебега сопла горелки;

$i$  – число проходов;

$n$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>;

$S$  – подача, мм/об.

Частота вращения детали определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (4.46)$$

где  $V$  – скорость наплавки, м/ч;  
 $d$  – диаметр восстанавливаемой детали, мм.

Вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время ( $T_B$ ,  $T_D$ ,  $T_{ПЗ}$ ) определяются по нормативам.

Установка для полуавтоматической наплавки (сварки) в среде углекислого газа имеет газовую аппаратуру, механизм подачи проволоки и источник питания.

Газовая аппаратура (рис. 4.8) состоит из баллона 1 с газом и установленных на нем электрического подогревателя 3 газа, газового редуктора 4, осушителя 2, а также шлангов, подающих газ к держателю или наплавочной головке. Рабочее давление газа 0,05–0,2 МПа, расход газа при наплавке 13...16 л/мин.

Наплавка в углекислом газе ведется на постоянном токе обратной полярности. Для питания установки постоянным током применяют источники тока с жесткой характеристикой: преобразователи ПСГ-500, ПСУ-500, селеновые выпрямители ВСС-300 и др. Рабочее напряжение при сварке тонколистовых конструкций и наплавке изношенных деталей небольшого диаметра 17–22 В при диаметре проволоки 0,5–1,2 мм и 23–28 В при диаметре проволоки 1,2–2 мм. Плотность тока 150–200 А/мм<sup>2</sup>.

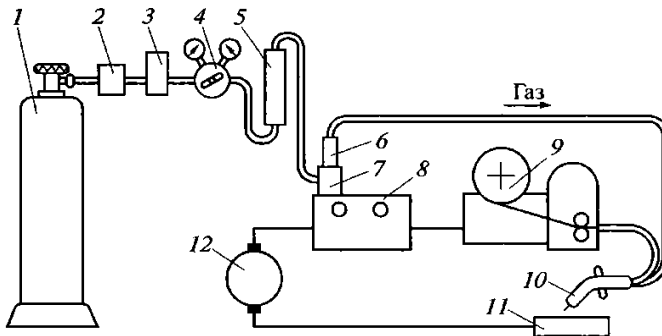


Рис. 4.8. Схема установки для полуавтоматической сварки и наплавки в среде углекислого газа:

1 – баллон с защитным газом; 2 – осушитель; 3 – подогреватель газа; 4 – газовый редуктор; 5 – расходомер газа; 6 – регулятор давления газа; 7 – электромагнитный клапан; 8 – аппаратный ящик; 9 – механизм подачи проволоки; 10 – держатель горелки; 11 – восстанавливаемая деталь; 12 – источник тока

С увеличением сечения детали применяют больший диаметр электродной проволоки и больший вылет электрода из горелки (от 8 до 15 мм). Смещение электрода с зенита при наплавке цилиндрических деталей 3–10 мм. Скорость наплавки обычно 20–50 м/ч, скорость подачи проволоки в зависимости от ее диаметра 100–300 м/ч. Подача электрода вдоль детали при наплавке цилиндрических поверхностей 2–3,5 диаметра проволоки за один оборот детали.

Рекомендуемые технологические режимы сварки и наплавки деталей тракторов приведены в табл. 4.19, 4.20.

В качестве электродного материала при сварке (наплавке) в углекислом газе применяют сплошные и порошковые проволоки. Под действием высокой температуры углекислый газ  $CO_2$  при сварке распадается на оксид углерода  $CO$  и атомарный кислород, окисляющий наплавленный металл. Поэтому при наплавке (сварке) в углекислом газе используют проволоку с повышенным содержанием марганца и кремния, являющиеся раскислителями, например, проволоки Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС, Св-18ХГС при сварке и проволоки Нп-30ХГСА, Нп-40Г, Нп-50Г при наплавке.

Сварка и наплавка в среде защитных газов имеют ряд достоинств: высокая производительность, не уступающая сварке или наплавке под флюсом; наплавку можно вести в любом пространственном положении; отсутствие шлаковой корки упрощает ведение процесса; детали мало нагреваются, поэтому можно производить сварку и наплавку тонкостенных деталей; можно получать наплавленные слои небольшой толщины.

К недостаткам этого вида сварки и наплавки следует отнести ограниченную возможность получения твердых и износостойких наплавленных слоев, разбрызгивание металла при сварке.

Таблица 4.19

Рекомендуемые режимы сварки в среде углекислого газа

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электрода, м/ч
0,8–1,5	0,5–0,8	60–100	17–20	17–20	160–250
1,5–2,0	0,8–1,0	80–120	8–20	16–20	120–210
2,0–3,0	1,0–1,2	100–130	19–21	14–16	80–150
3,0–4,0	1,2–2,0	120–200	20–24	16–20	130–300



Рекомендуемые режимы наплавки в среде углекислого газа

Диаметр детали, мм	Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи электрода, м/ч	Смещение электрода с зенита, мм	Скорость наплавки, м/ч	Вылет электрода, мм	Шаг наплавки, мм
10	0,8	0,8	70	17	175	0	20–25	8	1,5
20	0,8	0,8	85	18	200	3,5	20–25	8	1,8
30	1,0	1,0	95	18	150	5–8	20–25	10	1,8
40	1,2	1,0	100	19	150... 175	8–10	25–30	10	1,8

### Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы сварки (наплавки) в среде  $CO_2$  или смеси защитных газов.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

Произвести восстановлению детали сваркой (наплавкой) в среде  $CO_2$  или в смеси защитных газов.

Снять деталь и убрать рабочее место.

Произвести визуальный контроль восстановленной детали.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Принципиальную схему установки для сварки и наплавки в среде углекислого газа.
3. Выбор и обоснование режимов сварки и наплавки.
4. Схему технологического процесса восстановления детали сваркой и наплавкой в среде углекислого газа.
5. Операционное описание технологического процесса сварки и наплавки в среде углекислого газа.
6. Выводы.

### Контрольные вопросы и задания

1. Изложите сущность процесса сварки в среде  $CO_2$  и защитных газовых смесях.
2. Какова область применения, преимущества и недостатки восстановления деталей в среде  $CO_2$  и защитных газовых смесях?
3. Почему при восстановлении деталей в среде  $CO_2$  применяют электродную проволоку, содержащую раскислители?
4. Каково назначение подогревателя и осушителя в установке для восстановления деталей в среде  $CO_2$ ?
5. Назовите марки проволок, применяемых при восстановлении деталей в среде  $CO_2$  и защитных газовых смесях.
6. Какие дефекты поверхности могут возникать при восстановлении деталей в среде  $CO_2$  (защитных газовых смесях) и какие меры необходимо предпринимать для их устранения?
7. Как повысить качество восстановления?

## Практическая работа № 5

### ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЧУГУНА

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления чугунных деталей сваркой.

**Студент должен знать:** технику безопасности при проведении сварочных работ; дефекты деталей, изготавливаемых из чугуна; причины появления дефектов в сварных соединениях и методы борьбы с ними; марки применяемых электродов и режимы сварки.

**Студент должен уметь:** проектировать технологические процессы восстановления чугунных деталей сваркой.

#### Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для сварки чугунных деталей.

Разработать технологический процесс восстановления чугунных деталей сваркой.

Приобрести практические навыки по восстановлению чугунных деталей сваркой.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оформить и защитить отчет.

#### Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А.
2. Настольно-сверлильный станок НС-12.
3. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633–79.
4. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.
5. Зубило 2810-0160 ГОСТ 7211–72.
6. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 12633–79.
7. Стеллаж ОРГ-1468-06.320А.
8. Детали, подлежащие восстановлению.
9. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
10. Выпрямитель ВДУ-501.
11. Полуавтомат ПДГ-301 (А-547У).
12. Щетки сварщика ГОСТ 14651-У.
13. Очки защитные ГОСТ 12.4.008–71.
14. Присадочная проволока ПАНЧ-11.
15. Электроды для ручной дуговой сварки.
16. Фарук прорезиненный № 2 ГОСТ 12.4.029–76.

## **Техника безопасности**

Работающие должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Сварщик должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

Сварочное оборудование и восстанавливаемая деталь должны быть надежно заземлены.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушители ОХП-10) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- установить необходимые режимы сварки согласно техпроцессу;
- включить вытяжную вентиляцию;
- надеть защитный щиток.

Во время выполнения работы необходимо:

– выполнять только ту работу, которая поручена и разрешена руководителем;

– запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;

– запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;

– при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу и сообщить учебному мастеру.

По окончании работы необходимо:

- обесточить сварочное оборудование;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

## **Общие сведения**

Наиболее распространенными дефектами корпусных, базовых и других деталей сельскохозяйственной техники, изготавливаемых из серого чугуна СЧ-18, являются трещины, пробоины и отколы. Чугун относится к материалам, обладающим плохой технологической свариваемостью, и сварочный нагрев с последующим охлаждением настолько изменяют структуру и свойства чугуна в зоне плавления и околошовной зоне, что получить сварные соединения без дефектов с необходимым уровнем свойств оказывается весьма затруднительно. Качественно выполненное сварное соединение должно, по меньшей мере, обладать необходимым уровнем механических свойств, плотностью (непроницаемостью) и удовлетвори-

тельной обрабатываемостью. В зависимости от условий работы соединения, к нему могут предъявляться и другие требования (одноцветность, жаростойкость и др.).

Рассмотрим причины, обуславливающие затруднения в получении качественных сварных соединений.

Высокие скорости охлаждения металла шва и зоны термического влияния, соответствующие термическому циклу сварки, приводят к отбеливанию чугуна, т. е. появлению участков с выделениями цементита той или иной формы в различном количестве. Высокая твердость отбеленных участков практически лишает возможности обрабатывать их режущим инструментом.

Вследствие местного неравномерного нагрева металла возникают сварочные напряжения, которые, в связи с очень незначительной пластичностью чугуна, приводят к образованию трещин в шве и околошовной зоне. Наличие отбеленных участков, имеющих бóльшую плотность ( $7,4-7,7 \text{ г/см}^3$ ), чем серый чугун ( $6,9-7,3 \text{ г/см}^3$ ), создает дополнительные структурные напряжения, способствующие трещинообразованию.

Интенсивное газовыделение из сварочной ванны, продолжающееся и на стадии кристаллизации, может приводить к образованию пор в металле шва.

Повышенная жидкотекучесть чугуна затрудняет удержание расплавленного металла от вытекания и формирование шва. Это затрудняет накладывание сварных швов на поверхностях даже с небольшим уклоном от горизонтального положения.

Наличие кремния, а иногда и других элементов в металле сварочной ванны, способствует образованию на ее поверхности тугоплавких окислов, приводящих к образованию непроваренных участков.

Чугуны очень неоднородны по своему химическому составу и сильно засорены различными примесями, поэтому результаты сварки чугунных деталей одинаковой марки могут быть различны.

Нужно помнить, что есть виды чугунных изделий, чугуны которых практически совершенно не поддаются сварке, например, не поддается сварке так называемый горелый серый чугун. Горелым он называется потому, что подвергался длительному воздействию высокой температуры (например, плита на печке), кислот, пара и т. д. Из-за пористости чугуна в подобных случаях окисление проникает на всю толщину металла, обволакивая металлические зерна плен-

кой окислов и делая металл рыхлым, механически непрочным и главное – не смачиваемым никаким жидким металлом. При попытке сварки дугой, в стыке от температуры образуются (скатываются) шарики полуметалла, а стык углубляется на их объем и получается канавка. Плохо свариваются чугуны с черным изломом.

Выбор способа сварки зависит от требований к соединению. Учитывается необходимость механической обработки, требования к плотности шва, нагрузки, при которых должны работать детали.

Устранение трещин, пробоин и отколов в чугунных деталях может осуществляться «горячей», «полугорячей» и «холодной» сваркой. Наиболее часто применяют «холодную» и «горячую» сварку.

Наиболее радикальным средством борьбы с образованием отбеленных и закаленных участков шва и околошовной зоны, образованием пор и трещин служит подогрев изделия до температуры 600 °С–650 °С со скоростью 50 °С–60 °С в час (темно-вишневый цвет) и медленное охлаждение его после сварки. Технологический процесс горячей сварки состоит из следующих элементов: I – подготовка изделия под сварку; II – предварительный подогрев детали; III – сварка; IV – последующее охлаждение.

При высоком подогреве скорость охлаждения при эвтектической температуре снижается настолько, что отбеливания не происходит. Замедление охлаждения приводит к распаду аустенита с образованием ферритной или перлитно-ферритной металлической основы. Высокий подогрев и замедленное охлаждение способствуют также ликвидации трещин и пористости за счет увеличения времени существования жидкой ванны и лучшей дегазации ее, а также уменьшения температурного градиента, термических напряжений. Для сварки используют плавящиеся электроды со стержнями из чугуна марок *A* или *B*. В состав покрытия, наносимого на литые прутки Ø 5–20 мм, входят стабилизирующие и легирующие материалы. В качестве последних обычно используют графит, карборунд, ферросилиций, силикокальций, силикомагний и другие графитизаторы. Сварку выполняют на больших силах тока  $I_{CB}=(60-100) d_3$  обратной полярности без перерывов до конца заварки дефекта.

Для горячей сварки чугуна можно использовать дуговую сварку угольным электродом, которая занимает промежуточное положение между плавящимся электродом и газовой сваркой, на постоянном токе прямой полярности электродом Ø 8–20 мм и силе тока  $I_{CB}=(30-35) d_3$ .

С помощью различных металлургических и технологических средств можно получить сварные соединения чугуна с теми или иными свойствами при сварке с невысоким подогревом или вовсе без предварительного подогрева. В таких случаях применяются стальные электроды, стальные электроды со специальными покрытиями, электроды на основе никеля, меди и со стержнями из аустенитной хромоникелевой проволоки.

Сварку с подогревом до температур 300 °С–400 °С называют полугорячей, а без предварительного подогрева – холодной сваркой. При полугорячей и холодной сварке чугуна широко используют металлургические и технологические средства воздействия на металл с целью повышения качества сварных соединений. К их числу относятся:

- легирование наплавленного металла элементами-графитизаторами для того, чтобы при данной скорости охлаждения получить в шве структуру серого чугуна;

- легирование наплавленного металла такими элементами, которые позволяют получить в шве перлитно-ферритную структуру, характерную для низкоуглеродистой стали, путем связывания избыточного углерода в карбиды (более прочные, чем цементит и равномерно распределенные в металле);

- введение в состав сварочных материалов кислородосодержащих компонентов с целью максимального окисления углерода (выжигания его) и получения в металле шва низкоуглеродистой стали;

- применение сварочных материалов, обеспечивающих в наплавленном металле получение различных сплавов цветных металлов: медно-никелевых, медно-железных, железоникелевых и др., обладающих высокой пластичностью и имеющих температуру плавления, близкую к температуре плавления чугуна.

Холодная сварка выполняется без предварительного подогрева детали. Допускается местный (локальный) подогрев с целью предупреждения появления сварочных напряжений (рис. 5.1).

При сварке чугуна низкоуглеродистыми электродами общего назначения наиболее слабое место сварного соединения – околошовная зона у границы сплавления. Хрупкость этой зоны и наличие в ней трещин нередко приводят к отслаиванию шва от основного металла. Для увеличения прочности сварного соединения, когда к нему не предъявляется других требований (например, при ремонте станин, рам, кронштейнов и других несущих элементов толстостенных конструкций), применяют стальные шпильки, которые частично разгружают наиболее слабую часть сварного соединения – линию сплавления (рис. 5.2).

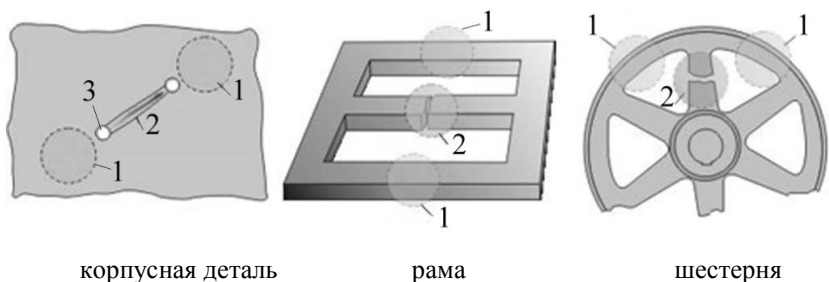


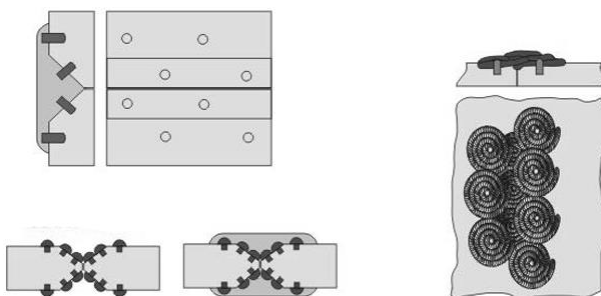
Рис. 5.1. Местный подогрев при сварке деталей из чугуна:  
1 – место подогрева; 2 – место сварки; 3 – отверстия

Шпильки имеют резьбу, их ввертывают в тело свариваемой детали. Размеры шпилек обычно зависят от толщины стенок свариваемых деталей. Практикой установлены следующие рекомендации: диаметр шпилек 0,15–0,2 толщины стенки деталей, но не менее диаметра электрода и не более 12 мм; глубина ввертывания шпилек два их диаметра, но не более половины толщины свариваемых деталей; высота выступающей части 0,75–1,2 диаметра шпильки. Шпильки располагают в шахматном порядке на скошенных кромках деталей и в один ряд на поверхности детали с каждой стороны стыка, причем расстояние между ними должно быть равно 4–6 диаметрам шпильки.

Сварку выполняют в следующем порядке. Сначала обваривают каждую шпильку и облицовывают поверхности кромок электродами ЦЧ-4 диаметром 3 мм на малых токах. Затем на облицованные кромки и шпильки наплавляют валики и заполняют разделку электродами типа УОНИ-13/55 или другими электродами из стержней малоуглеродистой стали.

**Сварка электродами на основе никеля** дает достаточно высокую прочность. При этой сварке отсутствуют трещины, а наплавленный металл хорошо поддается обработке. Это объясняется тем, что никель неограниченно растворяется в железе, а никелевый аустенит содержит много углерода без образования карбидов. Электроды типа ЦЧ-3А изготавливают из никельсодержащей проволоки Св-08Н50. В металле, наплавленном этим электродом, содержится 48 %–50 % никеля.





сварка стыка

заварка трещины

*Рис. 5.2. Сварка чугуна с постановкой стальных шпилек*

**Медно-железные электроды ОЗЧ-1** изготавливают из медного стержня с фтористо-кальциевым покрытием, в которое добавляют 50 % железного порошка. Эти электроды применяют для заварки трещин в водяных рубашках блоков двигателей, головках блока, резервуарах радиаторов и в других деталях. Сварку ведут короткой дугой на постоянном токе обратной полярности с перерывами для охлаждения детали до температуры 50 °С – 60 °С. Сила тока при диаметрах электрода 3–5 мм составляет 110–190А. Для получения более плотного шва участки в 40–60 мм сразу после сварки проковывают. Если проковка невозможна, то применение этих электродов нецелесообразно. Слой, наплавленный электродом ОЗЧ-1, представляет собой медь, насыщенную железом с вкраплением закаленной стали большой твердости. По границе шва отдельными участками располагаются зоны отбеливания. Несмотря на достаточно высокую твердость, шов можно обрабатывать твердосплавным инструментом.

**Медно-никелевые электроды МНЧ-1 и МНЧ-2** представляют собой стержни из монель-металла (28 % меди, 2,5 % железа, 1,5 % марганца, остальное никель) или из сплава МНМц (40 % никеля, 1,5 % марганца, остальное медь). Никель этих электродов не образует соединений с углеродом, поэтому наплавленный шов получается с малой твердостью, зона отбеленного чугуна почти отсутствует, зона закаленного чугуна имеет невысокую твердость, которая может быть легко снижена небольшим отпускком. Кроме того, в шве меньше образуется пор и трещин, его легче обрабатывать, но прочность его получается низкой. Поэтому медно-никелевые электроды часто применяют в сочетании с электродами ОЗЧ-1. Первый и последний слои наносят электродами МНЧ-2

(чтобы в первом случае обеспечить плотность, в последнем – улучшить обработку), а остальное заправляют электродами ОЗЧ-1. Наплавку электродами МНЧ-2 ведут так же, как электродами ОЗЧ-1.

**Электроды со стержнем из аустенитной хромоникелевой проволоки** дают хорошие результаты при холодной сварке чугуна. Выпускаются они под маркой АНЧ-1, со стержнем из проволоки Св-04Х19М9 или Св-04Х19Н9Т, снабженным медной оболочкой и фтористо-кальциевым покрытием типа УОНИ-13/55. Сварку этим электродом ведут на постоянном токе 100–120 А обратной полярности. Наплавленный шов достаточно плотный, легко обрабатывается, но недостаточно прочен, так как электрод имеет 75 %–80 % меди.

Для холодной и полугорячей сварки чугуна автоматами и полуавтоматами используют специальные порошковые проволоки, обеспечивающие получение в шве серого чугуна. Для холодной сварки изделий с относительно небольшой толщиной стенок (в месте сварки) рекомендуется проволока марки ППЧ-1, для полугорячей сварки – проволока ППЧ-2. Механизированная сварка порошковой проволокой позволяет получать наплавленный металл и металл шва, близкие по составу и структуре к свариваемому чугуну.

### **Технология сварки чугунных деталей с применением самозащитной проволоки ПАНЧ-11**

Для механизированной сварки корпусных деталей из чугуна любых марок получила распространение созданная Институтом электросварки им. Е. О. Патона самозащитная проволока ПАНЧ-11, с помощью которой можно высококачественно устранять различные дефекты корпусных деталей. Используя ПАНЧ-11, можно ремонтировать отверстия под штифты и болты крепления с сорванной резьбой, вести сварку серого, ковкого и высокопрочного чугуна и их комбинации, в том числе и со сталью.

Трещины, пробоины и другие дефекты заваривают в такой последовательности: моют чугунную корпусную деталь, устанавливают ее в кантователь или на стол, зачищают поверхность до металлического блеска по обе стороны трещины на ширину 10–20 мм, определяют границы трещины. Зачистка производится электрической шлифовальной машиной, шлифовальным кругом ПП110×40×10 или пневмошлифовальной машиной ИП2009А с шлифовальным кругом ПП110×20×20. Определив границы трещины, на расстоянии 6–10 мм от видимого конца в направлении ее развития, сверлят сквозные от-

верстия диаметром 3–4 мм. После зачистки поверхностей разделяют трещины, причем сквозные трещины в тонких стенках - с одной стороны, толстых – с двух сторон (рис. 5.3). Трещину в перемычках между отверстиями обрабатывают с двух сторон по всей ее высоте. Несквозные трещины разделяют до целого металла. Разделку трещин выполняют фрезерованием и использованием ручной сверлильной пневматической машины ИП-1011, фрезы концевой. При разделке прорезным камнем применяется пневмошлифовальная машина ИП-2009А.

Для получения усиленного сварного шва при сварке наиболее ответственных участков детали применяют более сложную форму разделки дефекта (рис. 5.4).

При наличии пробоин зачищают от коррозии поверхность по всему периметру пробоины, зашлифовывают острые кромки и вырезают накладку по форме пробоины из стали 3 толщиной 2–3 мм с таким расчетом, чтобы кромки пробоины были перекрыты на 10–15 мм.

Все подготовительные операции выполняют без применения охлаждающей жидкости. Заварку трещин на стенках чугунных деталей и в перемычках между отверстиями самозащитной проволокой ПАНЧ-11 производят открытой дугой на постоянном токе прямой полярности. Вылет электрода должен составлять 15–20 мм. При сварке рекомендуется применять следующие наиболее оптимальные режимы: диаметр проволоки 1,2 мм, сварочный ток 80–180 А, напряжение дуги 14–18 В, скорость подачи проволоки 110–120 м/ч, скорость сварки 4–5 м/ч. Разбрызгивание металла незначительное. Глубина проплавления основного металла 1,5–2 мм.

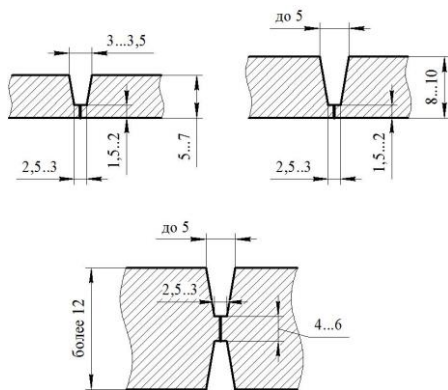


Рис. 5.3. Разделка сквозных трещин

Трещины заваривают участками длиной 30–50 мм с проковкой и охлаждением каждого участка до температуры 50 °С–60 °С двумя способами по схеме, изображенной на рис. 5.5. Заварка трещин со сложной формой разделки также производится участками длиной 30–50 мм с проковкой и охлаждением до температуры 50 °С– 60 °С в порядке, указанном на рис. 5.6. Заплаты приваривают вразброс участками длиной 30–50 мм по контуру заплаты. Каждый следующий участок начинают заваривать после проковки и охлаждения предыдущего до температуры 50 °С–60 °С. Для сварки используют полуавтоматы типа ПДПГ-500, ПДГ-300, ПДГ-301, А-547, А-825М и другие в комплекте с выпрямителем ВС-300 или аналогичными.

Механические свойства металла сварного шва следующие: предел прочности на разрыв до 500 МПа, предел текучести до 300 МПа, удлинение до 20 %, твердость *НВ* 160–180. На узком участке околшовной зоны наблюдается повышение твердости до *НВ* 280–310. Прочность сварных соединений на разрыв не ниже 95 % прочности основного металла.

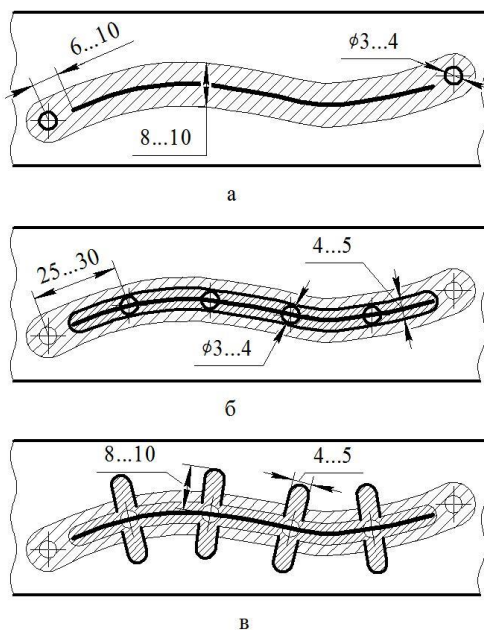


Рис. 5.4. Разделка трещин для усиленного шва:

*а* – сверление отверстий на концах трещины; *б* – сверление отверстий вдоль трещины и продольная разделка; *в* – поперечная разделка трещины

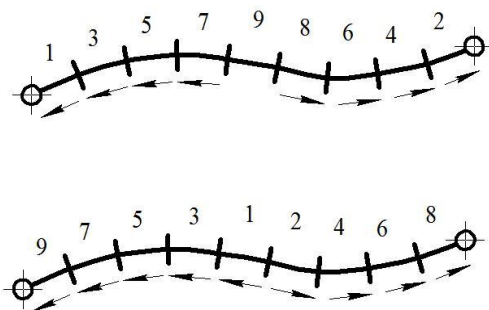


Рис. 5.5. Последовательность заварки трещины

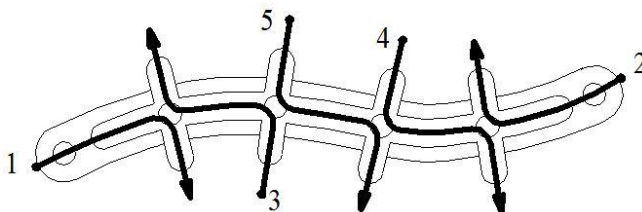


Рис. 5.6. Порядок заварки трещины со сложной формой разделки

### Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по технике безопасности.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Подготовить детали к восстановлению.
4. Определить режимы сварки.
5. Произвести восстановление детали сваркой.
6. Снять деталь и убрать рабочее место.
7. Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
8. Оформить отчет и сдать преподавателю.

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Обоснование способа сварки детали.
3. Расчет параметров сварки.
5. Технологический маршрут восстановления и технологические режимы выполнения операций.
6. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключаются особенности сварки деталей из чугуна?
2. Изложите основные способы восстановления чугунных деталей сваркой.
3. Как производится подготовка поверхности к сварке?
4. Назовите марки проволок и электродов для холодной сварки чугуна.
5. Какие дефекты поверхности могут возникать при восстановлении чугунных деталей сваркой, и какие меры необходимо предпринимать для их устранения?
6. Изложите технологию сварки чугунных деталей с применением проволоки ПАНЧ-11 или ПАНЧ-12.
7. Приведите схему одного из вариантов последовательности и направления заварки трещины с применением проволоки ПАНЧ-11.
8. Приведите схему односторонней разделки трещины при толщине стенки до 10 мм.
9. Приведите схему двусторонней разделки трещины при толщине стенки более 10 мм.
10. Приведите схему варианта разделки трещины для усиленного шва с применением проволоки ПАНЧ-11.

## Практическая работа № 6

### ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления деталей машин из алюминиевых сплавов аргонодуговой сваркой.

**Студент должен знать:** технику безопасности при проведении сварочных работ; причины появления дефектов в сварных соединениях деталей из алюминия и методы борьбы с ними; способы сварки алюминия.

**Студент должен уметь:** проектировать технологические процессы восстановления деталей из алюминия сваркой.

#### Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование поста аргонодуговой сварки.

Разработать технологический процесс восстановления деталей аргонодуговой сваркой.

Приобрести практические навыки по восстановлению деталей аргоно-дуговой сваркой.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

#### Оснащение рабочего места

17. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
18. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
19. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.
20. Установка для аргонодуговой сварки ТИР-630.
21. Щитки сварщика ГОСТ 14651–79.
22. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.
23. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633–79.
24. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 2310–90.
25. Зубило 2810-0160 ГОСТ 7211–72.
26. Очки защитные с простыми стеклами.
27. Детали из алюминиевых сплавов.
28. Присадочная проволока.
29. Баллон с аргоном ТУ 6-21-32-78.
30. Редуктор ГОСТ 6266–78.
31. Шланги типа ИВН  $\varnothing 12$  ГОСТ 9366–80.

## **Техника безопасности**

При работе на установке студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и изучить устройство и принцип работы установки, соблюдать режим работы в соответствии с техпроцессом.

Установка должна быть надежно заземлена.

Студент должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушитель) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- осмотреть установку и убедиться в ее исправности;
- проверить герметичность соединений. Утечка газа через сальники вентиля и накидные гайки не допускается;
- установить необходимые режимы сварки согласно техпроцессу;
- надеть защитный щиток;
- включить вытяжную вентиляцию;
- включить вентиль подачи воды.

Во время выполнения работы необходимо:

- выполнять только ту работу, которая поручена и разрешена руководителем;
- следить за давлением рабочего газа-аргона;
- запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;
- запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;
- при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу на установке и сообщить учебному мастеру.

По окончании работы необходимо:

- выключить установку;
- закрыть вентиль на баллоне с аргоном;
- закрыть вентиль подачи воды;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

## **Общие сведения**

Алюминий – легкий серебристо-белого цвета металл; температура плавления 660 °С, обладает хорошей тепло- и электропроводностью. В деталях сельскохозяйственных машин применяются сплавы алюминия с легирующими элементами. Наибольшее распространение получили силумины – сплавы алюминия с кремнием (4 %–13 % Si).



Блоки, головки блоков цилиндров некоторых автотракторных двигателей, корпуса насосов гидросистем, масляных фильтров и др. детали изготавливают отливкой из алюминиевых сплавов Ал-4; Ал-9; Ал-10 и др. Характерными дефектами деталей из алюминиевых сплавов являются: трещины, отколы, пробоины.

Особенности сварки алюминия и его сплавов:

– очень плохая сплавляемость металла из-за образования на его поверхности тугоплавкой оксидной пленки  $Al_2O_3$  (2060 °С), более тяжелой по сравнению с основным материалом; попадая в расплавленную ванну, окись алюминия в виде твердых частиц оседает вниз, препятствуя сплавлению наплавленного металла с основным (рис. 6.1);

– при нагреве до 400 °С–450 °С алюминий очень сильно теряет свою прочность, и деталь может разрушаться от легкого удара или под действием собственной массы;

– при нагревании алюминий и его сплавы не изменяет своего цвета, даже в расплавленном состоянии алюминий остается серебристо-белого цвета, что затрудняет определить момент начала плавления;

– металл не имеет пластического состояния и при нагреве сразу переходит из твердого в жидкое состояние;

– значительная растворимость водорода в расплавленном состоянии и резкое снижение растворимости при переходе из жидкого состояния в твердое приводит к образованию пор;

– каждый алюминиевый сплав имеет свой коэффициент линейного расширения, поэтому присадочный материал по своему химсоставу не должен отличаться от химсостава материала детали;

– из-за высокого коэффициента линейного расширения и теплопроводности в металле детали появляются большие остаточные деформации.

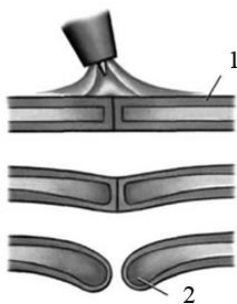


Рис. 6.1. Несплавление кромок алюминиевых конструкций:

1 – оксидная пленка; 2 – чистый алюминий

## **Технологические особенности сварки деталей из алюминиевых сплавов**

Алюминий и его сплавы можно сваривать одним из следующих способов:

- ручной дуговой сваркой специальными электродами;
- дуговой сваркой угольным электродом;
- газовой сваркой без применения флюсов;
- газовой сваркой с использованием флюсов;
- аргонодуговой сваркой.

### **Технология ручной дуговой и газовой сварки алюминиевых деталей**

Дуговую сварку выполняют специальными или угольными электродами. Сварку угольными электродами ведут на постоянном токе прямой полярности. При этом способе сварки основной и присадочный материалы расплавляют дугой между неплавящимся электродом и деталью. Неплавящимся электродом является угольный или графитовый стержень Ø 10–18 мм и длиной 200–300 мм. Перед сваркой деталь нагревают до 250 °С–300 °С. При помощи присадочного прутка вводят в сварочную ванну флюс и удаляют из нее шлак и часть не растворившихся окислов. Во время сварки электрод перемещают только линейно, без поперечных колебаний, держа его перпендикулярно относительно свариваемой поверхности. Дуга должна быть как можно короче.

Оксидную пленку удаляют с помощью флюса АФ-4А. Детали толщиной до 2 мм сваривают без присадочного материала и разделки кромок. Детали толщиной свыше 2 мм сваривают с разделкой кромки.

### **Сварка специальными электродами**

Алюминий и его литейные сплавы имеют различную величину усадки, поэтому для сварки каждого сплава можно применять лишь вполне определенные электроды. При сварке алюминиевых сплавов А6, АД0; АД1 – электроды ОЗА-1 или АФ-1; сплавов АМц и Ал-9 – электроды А-2; силуминов Ал-2; Ал-4; Ал-5; Ал-9П, Пл-11 – электроды ОЗА-2. Место сварки деталей предварительно нагревают до температуры 250 °С–350 °С. Источником нагрева может быть пламя

газовой горелки или термическая печь. Для сварки применяют электроды диаметром 4 – 6 мм. Сварку специальными электродами выполняют короткой дугой при обратной полярности. Ток составляет не более 40 А на 1 мм диаметра электрода. Скорость сварки составляет 0,4–0,6 м/мин, напряжение холостого хода рекомендуется 60–70 В. Такими параметрами обладают следующие источники питания дуги: ВДГ-601; ВДУ-504.

### **Газовая сварка алюминия**

Газовую сварку рекомендуется осуществлять с применением флюса АФ-4А. Флюс предназначен для растворения оксидной пленки  $Al_2O_3$ . Перед сваркой деталь очищают. Место сварки тщательно зачищают металлической щеткой. Затем протирают ацетоном (обезжиривают). Деталь нагревают до 250 °С–350 °С. По кромкам трещин насыпают флюс. Восстановительным пламенем нагревают место сварки и присадочный пруток. После сварки остатки флюса удаляют промывкой горячей водой. При газовой сварке алюминиевых сплавов используют ацетилен. Допускается применять бутановую смесь. Для сварки деталей из алюминиевых сплавов с толщиной стенки до 5 мм применяют левый способ сварки, при толщине более 5 мм – правый.

### **Технология аргонодуговой сварки алюминиевых деталей**

При аргонодуговой сварке получают качественные сварные швы. Дуга горит между поверхностью детали и электродом. В зону горения дуги аргон подают под определенным давлением. Кроме защиты от воздействия воздуха аргон при температуре горения дуги хорошо ионизируется и создает лучшие условия для устойчивого ее горения, способствует разрушению и удалению оксидной пленки алюминия.

Разрушение оксидной пленки при сварке в среде аргона происходит за счет тепла, выделяющегося при горении дуги, а также за счет того, что поверхность детали бомбардируется движущимися с большой скоростью положительными ионами аргона, а выходящие при этом с поверхности детали (катода) электроны способствуют удалению оксидной пленки.

Возбуждение дуги при сварке производится посредством подачи на промежуток горелка–изделие серии высокочастотных высоковольтных

импульсов, вырабатываемых в осцилляторе, состоящем из трансформатора, разрядчика, конденсатора.

Осциллятор (рис. 6.2) преобразует ток промышленной частоты и низкого напряжения в ток высокой частоты (250–300 кГц) и высокого напряжения (2500–6000 В). Для защиты сварщика от поражения током высокого напряжения и частоты в схеме установки имеется специальное устройство.

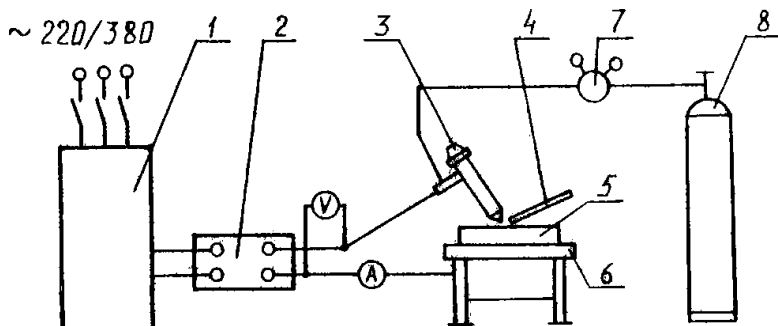


Рис. 6.2. Схема установки для сварки алюминия в среде аргона:

- 1 – трансформатор; 2 – осциллятор; 3 – газозлектрическая горелка;  
4 – присадочный пруток; 5 – деталь; 6 – стол сварщика; 7 – редуктор-расходомер;  
8 – баллон с газом

Осциллятор-стабилизатор служит для возбуждения дуги с помощью высоковольтных высокочастотных импульсов (осцилляторный режим) и поддержание ее горения с помощью периодических импульсов (стабилизаторный режим).

Аргонодуговая сварка имеет следующие положительные стороны:

- достигается почти полная защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха. Химический состав изменяется только за счет некоторого испарения элементов;
- сварной шов получается плотным, прочным, без пор, трещин, окисных пленок;
- можно сваривать детали толщиной от 0,5 мм и выше;
- высокая производительность процесса.

Недостатками аргонодуговой сварки являются:

- необходимость использования дефицитного газа;
- вредные условия труда;
- сварка ведется с использованием специального оборудования и рабочих высокой квалификации.

Аргонодуговая сварка деталей из алюминиевых сплавов может вестись плавящимся и неплавящимся электродом. К технологическим параметрам сварочных режимов аргонодуговой сварки следует отнести:

а) для ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (рис. 6.3):

- толщину свариваемого металла;
- диаметр вольфрамового электрода;
- диаметр присадочной проволоки; расход защитного газа;
- силу сварочного тока;
- скорость сварки;

б) для полуавтоматической и автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом:

- толщину свариваемого металла;
- диаметр плавящегося электрода;
- расход защитного газа;
- силу сварочного тока;
- скорость сварки.

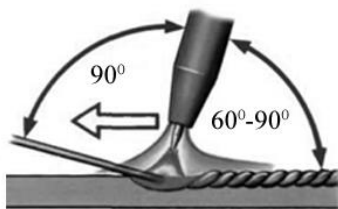


Рис. 6.3. Расположение горелки при аргонодуговой сварке:

Технологический процесс восстановления алюминиевых деталей включает следующие операции:

- подготовку дефектной поверхности и присадочной проволоки;
- сварку;
- механическую обработку сварных швов;
- контрольную.

Качество сварных соединений из алюминия и его сплавов в значительной мере определяется подготовкой поверхностей свариваемых кромок и присадочной проволоки.

Поэтому поверхность детали и присадочный материал перед сваркой рекомендуется подвергнуть очистке. Необходимо удалить масло, загрязнения и оксидную пленку.

Для мойки и очистки деталей применяют синтетические средства: Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-208, МС-6, МС-8 и др.

Все детали перед сваркой рекомендуется подвергать травлению. Перед травлением детали и сварочную проволоку необходимо протереть обтирочной ветошью, смоченной уайт-спиритом или техническим ацетоном (обезжирить).

Подготовку поверхности деталей и сварочной проволоки осуществляют в ваннах в следующем порядке:

- травление в 5 %-ном растворе технического едкого натра ( $NaOH$ ) при температуре  $60\text{ }^{\circ}C$ – $70\text{ }^{\circ}C$  в течение 1–1,5 мин;

- промывка в горячей  $50\text{ }^{\circ}C$ – $60\text{ }^{\circ}C$  воде, затем в холодной проточной воде;

- осветление в 35 %–42 % растворе азотной ( $HNO_3$ ) кислоты в течение 1–3 мин при температуре  $20\text{ }^{\circ}C$ – $30\text{ }^{\circ}C$ ;

- промывка в горячей проточной воде с последующей естественной сушкой.

Очищенную сварочную проволоку наматывают на катушки и упаковывают в полиэтиленовую пленку.

**Запрещается** применять для сварки проволоку, которая хранилась на воздухе после химической очистки в течение более 10 ч. В этом случае необходимо повторить процесс травления без предварительного обезжиривания.

Перед проведением сварочных операций для более полного удаления оксидной пленки свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности с обеих сторон, на ширину не менее ширины шва, подвергают местной механической обработке.

Механическую зачистку ранее химически травленной поверхности кромок рекомендуется проводить шабером или металлической щеткой (проволока из нержавеющей стали диаметром не более 0,15 мм).

**Не допускается** зачищать поверхность под сварку абразивами, шлифовальной шкуркой, использовать пескоструйную или дробеструйную обработку.

После очистки присадочный материал промывают в холодной воде и просушивают при температуре  $60\text{ }^{\circ}C$ – $100\text{ }^{\circ}C$ . Сварку выполняют установками переменного тока УДГ-301, УДГ-501, или постоянного тока ТИР-630. Применяется неплавящийся вольфрамовый электрод.

Сварочную дугу возбуждают на графитовой пластине и после достаточного накала переносят на деталь.

Режимы выбирают в зависимости от толщины стенки свариваемой детали. Выбирают диаметр вольфрамового электрода и ток. Чем меньше толщина стенки, тем меньше диаметр электрода и ток. Марку сварочной проволоки выбирают из табл. 6.1.

Таблица 6.1

## Выбор марки проволоки

Марка сплава	Марка проволоки
АЛ2, АЛ4, АЛ30	СВ-АК10
АЛ9, АЛ10В	СВ-АК5
АЛ29, АЛ27, АЛ8	СВ-АМГ6
АЛ19	СВ-1221
АЛ24	СВ-1557
А99	СВ-А97
АД0	СВ-А5
АМГ, АМГ3, АМГ5, АМГ6	СВ-АМГ5, АМГ6

В целом к технологическим параметрам сварочных режимов относят: толщину свариваемого металла; диаметр вольфрамового электрода; диаметр присадочной проволоки; расход защитного газа; ток сварочный; скорость сварки.

Вследствие большой теплопроводности алюминия и его сплавов режимы сварки могут быть указаны лишь ориентировочно. Режимы сварки приведены в табл. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5.

Таблица 6.2

## Выбор силы сварочного тока в зависимости от толщины свариваемого материала

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

Диаметр вольфрамового электрода выбирается в зависимости от величины сварочного тока по табл. 6.3.

Таблица 6.3

Выбор диаметра вольфрамового электрода в зависимости от величины сварочного тока

Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм
15–20	0,8	140–180	4,0
20–30	1,0	180–230	5,0
30–40	1,2	230–70	6,0
40–60	1,6	270–320	8,0
60–100	2,0	320–500	10,0
100–140	3,0	–	

Таблица 6.4

Рекомендуемые диаметры сопла горелки

Диаметр электрода, мм	2–3	4	5	6
Диаметр входного отверстия сопла, мм	10–12	12–16	14–18	16–22

При сварке ось вольфрамового электрода должна быть наклонена, в сторону, противоположную сварке, на угол  $20^\circ \dots 60^\circ$  (сварка «углом вперед»). Угол между осью вольфрамового электрода и присадочной проволокой (прутком) должен составлять  $90^\circ$ , как показано на рис. 6.4.

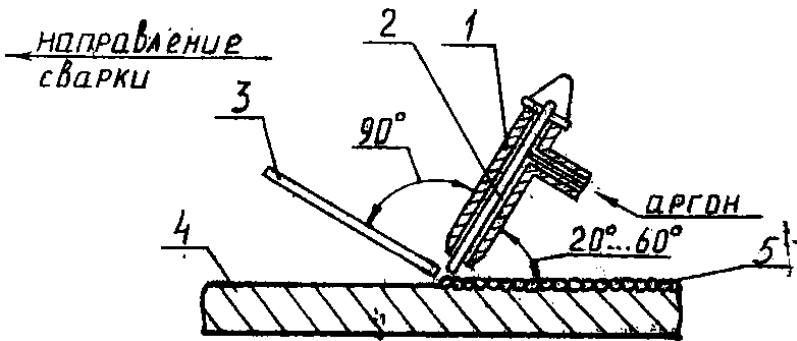


Рис. 6.4. Схема сварки в среде аргона:

1 – газоплазменная горелка; 2 – неплавящийся вольфрамовый электрод;  
3 – присадочная проволока; 4 – деталь; 5 – наплавленный металл



Режим сварки при толщине стенки 4–6 мм рекомендуется соблюдать в следующих интервалах:

- диаметр вольфрамового электрода 4–5 мм;
- диаметр присадочной проволоки 3–4 мм;
- расход аргона 7–10 л/мин;
- ток 170–230А;
- скорость наплавки 0,3–0,5 м/мин.

Особые требования предъявляются к технике сварки. Угол между присадочным материалом и вольфрамовым электродом должен составлять примерно 90° (прямой). Ось неплавящегося электрода (вольфрамового) должна быть наклонена в сторону на угол 20°–60°. Сварку стенок толщиной до 10 мм обычно ведут справа налево (левым способом).

Детали до 3 мм заваривают, не разделявая кромки.

Детали толщиной свыше 3 мм заваривают, разделявая кромки под углом 70°–90°.

Таблица 6.5

Ориентировочные данные расхода аргона

Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин	Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин
15–60	до 4	120–200	до 8
60–80	до 5	200–350	до 10
80–120	до 6	350–500	до 15

### Технические требования к сварному шву

При правильно выбранных режимах сварной шов должен быть слегка выпуклым, возвышаться над поверхностью изделия на 2–3 мм. Поверхность сварного шва должна быть светлой мелкочешуйчатой. Затемненная, матовая или закопченная поверхность не допускается. Перечисленные признаки указывают на недостаточную газовую защиту.

### Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (6.1)$$

где  $T_{шт}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_d$  – дополнительное время, мин;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса сварки определяется по формуле

$$T_o = \frac{60M \cdot k \cdot k_1 \cdot k_2}{\alpha \cdot I}, \quad (6.2)$$

где  $M$  – масса наплавленного металла, г;

$k_1, k_2$  – коэффициенты, учитывающие пространственное расположение сварного шва, протяженность сварного шва;

$\alpha$  – коэффициент наплавки, г/А·ч;

$I$  – сила тока, А.

### **Порядок выполнения работы**

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы аргонодуговой сварки.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

Произвести восстановление детали аргонодуговой сваркой.

Снять деталь и убрать рабочее место.

Произвести визуальный контроль восстановленной детали.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Отчет о работе**

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель практической работы, эскиз детали, анализ конструкции, условий работы и дефектов детали; выбор и обоснование способа восстановления детали, схему установки для сварки алюминия в среде аргона, технологический процесс восстановления сваркой, технологические режимы выполнения операций и выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Перечислите основные причины, затрудняющие сварку алюминия и его сплавов.
2. Назовите и дайте краткую характеристику основных способов сварки деталей из алюминия и его сплавов.
3. В чем заключается сущность процесса аргонодуговой сварки?
4. Каковы преимущества и недостатки аргонодуговой сварки?

5. Какие операции включает технологический процесс восстановления деталей аргонодуговой сваркой?

6. Как производится подготовка поверхности при аргонодуговой сварке алюминия и его сплавов?

7. Изложите требования по технике безопасности при работе горелками для аргонодуговой сварки.

8. Изложите технологию газовой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

9. Изложите технологию дуговой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

10. Изложите технологию аргонодуговой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

## Практическая работа № 7

### РЕМОНТ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВС

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта головок блоков цилиндров автотракторных двигателей в ремонтных мастерских хозяйств, райагросервиса.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы головки блока цилиндров, признаки ее неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту головки блока цилиндров.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние головки блока цилиндров в сборе и каждой детали в отдельности; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; выполнить основные операции ремонта головки блока цилиндров.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при ремонте двигателей.
2. Изучить технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.
3. Ознакомиться с оснащением рабочих мест, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам технической экспертизы объемы и содержание ремонтных работ; разработать технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров; выполнить основные операции.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Оснащение рабочего места по ремонту автотракторных двигателей

1. Стенд для разборки-сборки рядных двигателей ОПТ-5557.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ-5365.
3. Пресс ОКС-1671М.
4. Стол монтажный ОРГ-1468-01-080А.
5. Приспособление для демонтажа и установки клапанных пружин ОР-9913.

6. Комплект оснастки к технологическому процессу текущего ремонта дизелей 70-7823-3709.
7. Комплект слесарного инструмента «Большой набор» ПИМ-1514.
8. Приспособление для проверки биения клапанов КИ Ко-8531-1904.
9. Набор ручного инструмента для ремонта головок блока цилиндров фирмы «NEWAY».
10. Ключ предельный ПТ-1206.
11. Ключ динамометрический ОРГ-8928.
12. Приспособление для проверки упругости пружин КИ-050778.
13. Молоток с медными бойками ПИМ-1468-17-370.
14. Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162–90.
15. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–90.
16. Линейка поверочная ШД-1000 ГОСТ 8026–75.
17. Микрометры МК-50; МК-75; МК-125-1 ГОСТ 6507–90.
18. Нутромеры индикаторные НИ50-100; НИ100-160 ГОСТ 868–92.
19. Наборы щупов N1; N2 ГОСТ882–75.

### **Техника безопасности при ремонте автотракторных двигателей**

К работам по текущему ремонту автотракторных двигателей допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, изучившие устройство оборудования и оснастки и овладевшие практическими навыками безопасного выполнения работ. Перед началом работ необходимо надеть спецодежду и при необходимости средства защиты глаз. Спецодежда не должна иметь свисающих концов. Приступая к работе, проверьте исправность инструмента, приспособлений, оснастки, подъемных механизмов.

Не допускается применение ключей, зевы которых не соответствуют размерам гаек. Нарастивание и удлинение ключей другими ключами не допускается. Запрещается установка прокладок между ключом и гайкой.

Не допускается применение ключей, головок с трещинами, не соответствующих размерам гаек. Безопасная работа гаечным ключом обеспечивается, когда ключ тянут на себя. Ручки молотков должны быть прочно закреплены клином, а их поверхность – гладкой, без трещин, заусениц и сучков.

Съемники должны иметь исправные лапки, винты, тяги, упоры. При демонтаже и монтаже составных частей со специальными

пружинами необходимо применять специальный съемник (ОРГ-9913), чтобы предупредить возможность вылета пружин. Пневматический гайковерт включают в работу лишь после установки его на гайку или головку болта.

Установку в блок цилиндров шатунов в сборе с поршнями необходимо производить с применением специальной конусной оправки.

Первоначальный пуск стенов производится обязательно в присутствии и с разрешения учебного мастера. При возникновении неисправностей в механизме стенда или оснастке работа прекращается.

По окончании работ необходимо убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

### Общие сведения

Номинальные и допустимые параметры механизмов газораспределения двигателей приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Номинальные и допустимые значения основных показателей механизмов газораспределения двигателей

Показатели	Марка двигателя			
	ЯМЗ-650	Д-243, Д-240Л	ЯМЗ-240Б	
Высота головки цилиндров не менее, мм	139,25	100,0	131,25	
Неплоскостность головки цилиндров на всей длине не более, мм:				
	нормальная	0,05	0,05	
допустимая	≤ 0,15 —	0,05 0,15	0,05 0,08	
Утопание тарелки клапана, мм:				
	впускного:			
	нормальная	0,95	0,9–1,2	1,1–1,5
	допустимая	0,64	2,0	2,2
выпускного:				
нормальная	0,95	0,9–1,2	1,6–2,0	
допустимая	0,63	2,0	2,7	
Диаметр тарелки клапана, мм:				
	впускного	41,9–42,1	48	61,5
выпускного	—	42	48	

Показатели	Марка двигателя		
	ЯМЗ-650	Д-243, Д-240Л	ЯМЗ-240Б
Угол наклона фаски клапана, град:	29° 37'	45	60,5
впускного	–	45	45,5
выпускного			
Ширина притертой полоски на фаске клапана, мм:	Не менее		
впускного	2,0	1,5–2,0	Не менее
выпускного	–	1,5–2,0	1,5
Высота пояска тарелки клапана не менее, мм	–	0,5	1,0
Зазор между торцом клапана и бойком коромысла на холодном двигателе, мм	–	0,25–0,30	0,25–0,30
Длина пружины клапана в рабочем положении, мм:			
наружной		54,0	56,0
внутренней		48,5	50,0
Усилие сжатия (упругость) пружины до рабочей длины, Н			
наружной:			
нормальное		160–188	235–265
допустимое		152	230
внутренней:			
нормальное		81,6–95,6	120,5–135,5
допустимое		77	115

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом ремонта головки блока цилиндров (двигатель Д-243).

1. Снять крышку головки цилиндров в сборе и прокладку крышки. Гайковерт ИП-3113, сменная головка 6610-0230.

2. Определить поочередно высоту выступания торцов стержней клапанов над обработанной поверхностью головки блока цилиндров, устанавливая соответствующие поршни цилиндров на такт сжатия.

Высота выступления стержней клапанов 56...57,2 мм.

Штангенглубиномер ШГ-2-50, ломик монтажный.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

3. Отвернуть накидную гайку (болт) трубки маслопровода со штуцера головки цилиндров, отвернуть гайки (болты) и снять механизм коромысел в сборе. Извлечь штанги коромысел. Обезличивание штанг коромысел не допускается.

Гайковерт ИП-3113, сменная головка 19, ключ 7611-0021 Хим. окс. прм. ГОСТ 2639–80.

4. Снять головку цилиндров и прокладку.

Схватка цеховая, электроталь ТЭ1-511.

5. Контролировать отклонение от плоскостности привалочной плоскости головки цилиндров.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Допустимое коробление 0,15 мм.

Линейка поверочная ШД-1000.

6. Контролировать утопание тарелок клапанов.

Допустимое утопание 3,5 мм.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Штангенглубиномер ШГ-200.

7. Сжать пружины клапанов, снять сухарики, тарелки пружин, извлечь клапаны.

Детали сопряжения «клапан – седло клапана» не разуконплектовывать.

Приспособление ОР-9913 ГОСНИТИ, отвертка 7810-0395 ГОСТ 17199–68.

8. Контролировать состояние фасок клапанных гнезд и клапанов.

Наличие рисок, задиров, раковин, прогаров на рабочих фасках клапанных гнезд и клапанов не допускается. Ширина рабочих фасок 1,5...2,0 мм.

Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

9. Контролировать состояние сопряжения «клапан – направляющая втулка».

Смазанный клапан должен медленно, без зависания опускаться под действием собственного веса. При несоблюдении данных требований произвести замену клапана на новый и повторить контроль.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.



10. Восстановить изношенную внутреннюю поверхность направляющих втулок выдавливанием винтовой канавки твердосплавными ножами-роликами.

Специальный ручной инструмент фирмы NEWAY.

11. Обработать отверстие направляющей втулки разверткой до номинального размера.

Развертка, вороток.

12. Обработать клапанные гнезда набором фрез.

Последовательность фрезерования клапанных гнезд режущим инструментом с углами следующая:

– для выпускных гнезд:  $45^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $45^\circ$ ;

– для впускных гнезд:  $45^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $45^\circ$ .

Обработку клапанных гнезд производить при утопации новых клапанов меньше допустимой величины. Ширина рабочей фаски должна быть 1,5...2,0 мм.

Набор ручного инструмента и фрез (фирма NEWAY).

13. Контролировать ширину цилиндрического пояска и биение стержня клапана.

Ширина цилиндрического пояска должна быть не менее 0,5 мм, биение – не более 0,03 мм.

Штангенциркуль ШЦ-1-125-01, приспособление 70-8331-1904.

14. Обработать рабочие фаски клапанов до выведения следов износа. Ширина цилиндрического пояска не менее 0,5 мм, биение фаски не более 0,03 мм, угол  $45^\circ$ , шероховатость не более 0,6 Ra.

Набор ручного инструмента и фрез «Gizmatic-2» (фирма NEWAY).

15. Скомплектовать клапаны с направляющими втулками головки. Смазанный моторным маслом клапан должен плавно, без заедания опускаться в гнездо под действием собственного веса.

16. Контролировать упругость Р, Н на рабочей длине пружин  $L_p$ .

$P_1 = 77 \text{ Н}$  при  $L_{p1} = 48,5 \text{ мм}$ ;

$P_2 = 152 \text{ Н}$  при  $L_{p2} = 54,0 \text{ мм}$ .

Приспособление КИ-050778.

17. Очистить и обдуть сжатым воздухом обработанные поверхности.

18. Смазать стержни клапанов на  $2/3$  длины от торца окунанием в графитовый раствор (состав: 7 массовых частей графитовой смазки и 3 массовые части моторного масла).

19. Установить на клапаны и направляющие втулки внутренние и наружные пружины, тарелки, установить сухари.

Приспособление ОР-9913.

20 Контролировать герметичность сопряжения «клапан – клапанное гнездо» заливкой поочередно во впускные и выпускные каналы керосина. Просачивание керосина в течение 2 минут не допускается.

21. Протереть привалочные плоскости блока и головки цилиндров, смазать прокладку с двух сторон пастой (40 % графитового порошка + 60 % моторного масла), установить прокладку широкой стороной окантовки на поверхность блока, залить в каждый цилиндр по 30 г дизельного масла, установить головку и затянуть болты (гайки) в три приема (до соприкосновения с плоскостью на 0,5 момента затяжки, на полный момент) в требуемой последовательности.

Момент затяжки  $M = 160 \dots 180 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Гайковерт, сменная головка 19, ключ динамометрический ОРГ-8926.

22. Установить и закрепить штанги и механизм коромысел, вернуть накидную гайку (болт) маслопровода. Отрегулировать зазоры в клапанном механизме.

Тепловой зазор – 0,35 мм.

Гайковерт, сменная головка 12; отвертка; щуп 2–2; ломик монтажный; ключ

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Перечень и величина показателей оценки технического состояния головки блока цилиндров

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Высота выступания торцов стержней клапанов, мм 1-го 2-го и т. д.			

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
2. Неплоскостность привалочной плоскости			
3. Утопание тарелок клапанов, мм			
1-го			
2-го			
и т. д.			
4. Техническое состояние сопряжения «стержень клапана – направляющая втулка»			
1-го			
2-го			
и т. д.			
5. Ширина цилиндрического пояса клапана, мм			
1-го			
2-го			
и т. д.			
6. Биение стержня клапана, мм			
1-го			
2-го			
и т. д.			
7. Упругость клапанной пружины на рабочей длине, Н			
1-й наружн., внутренней			
2-й			
8. Длина пружины в свободном состоянии, мм			
1-й наружн., внутренней			
2-й			
и т. д.			

3. Технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные признаки неисправности головки блока цилиндров.
2. Укажите основные дефекты деталей головки блока цилиндров.
3. В чем состоит технология ремонта клапанных гнезд?
4. В чем состоит технология ремонта клапанов?
5. В чем состоит технология ремонта направляющих втулок клапанов?
6. Назовите основные способы контроля герметичности сопряжения «клапан–клапанное гнездо».

## Практическая работа № 8

### РЕМОНТ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей в ремонтных мастерских коллективного хозяйства и сервисных предприятий.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы деталей цилиндропоршневой группы; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу ремонтного оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту цилиндропоршневой группы.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние цилиндропоршневой группы в сборе и каждой детали в отдельности; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ, разработать маршрут и выполнить основные операции ремонта цилиндропоршневой группы.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении практической работы.
2. Изучить технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.
3. Ознакомиться с оснащением рабочего места, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам технической экспертизы содержание и объемы ремонтных работ; разработать технологический маршрут ремонта; выполнить основные операции.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Оснащение рабочего места по ремонту автотракторных двигателей

1. Стенд для разборки-сборки рядных двигателей ОПТ-5557.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ-5365.

3. Пресс ОКС-1671М.
4. Стол монтажный ОРГ-1468-01-080А.
5. Приспособление для демонтажа и установки клапанных пружин ОР-9913.
6. Комплект оснастки к технологическому процессу текущего ремонта дизелей 70-7823-3709.
7. Комплект слесарного инструмента «Большой набор» ПИМ-1514.
8. Ключ предельный ПТ-1206.
9. Ключ динамометрический ОРГ-8928.
10. Оправка конусная для установки поршней гильзы.
11. Ломик монтажный ЛМ-24.
12. Приспособление для проверки упругости пружин КИ-050778.
13. Весы ВНЦ.
14. Шкаф сушильный СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3.
15. Молоток с медными бойками ПИМ-1468-17-370.
16. Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162–90.
17. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–90.
18. Микрометры МК-50; МК-75; МК-125-1 ГОСТ 6507–90.
19. Нутромеры индикаторные НИ50-100; НИ100-160 ГОСТ 868–92.
20. Наборы щупов N1; N2 ГОСТ 882–75.

### **Техника безопасности при ремонте автотракторных двигателей**

К работам по текущему ремонту автотракторных двигателей допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, изучившие устройство оборудования и оснастки и овладевшие практическими навыками безопасного выполнения работ. Перед началом работ необходимо надеть спецодежду и при необходимости средства защиты глаз. Спецодежда не должна иметь свисающих концов. Приступая к работе, проверьте исправность инструмента, приспособлений, оснастки, подъемных механизмов.

Не допускается применение ключей, зевы которых не соответствуют размерам гаек. Нарастивание и удлинение ключей другими ключами не допускается. Запрещается установка прокладок между ключом и гайкой.

Не допускается применение ключей, головок с трещинами, не соответствующих размерам гаек. Безопасная работа гаечным ключом обеспечивается, когда ключ тянут на себя. Ручки молотков должны быть прочно закреплены клином, а их поверхность – гладкой, без трещин, заусениц и сучков.

Съемники должны иметь исправные лапки, винты, тяги, упоры. При демонтаже и монтаже составных частей со специальными пружинами необходимо применять специальный съемник (ОРГ-9913), чтобы предупредить возможность вылета пружин. Пневматический гайковерт включают в работу лишь после установки его на гайку или головку болта.

Установку в блок цилиндров шатунов в сборе с поршнями необходимо производить с применением специальной конусной оправки.

Первоначальный пуск стенов производится обязательно в присутствии и с разрешения учебного мастера. При возникновении неисправностей в механизме стенда или оснастке работа должна быть прекращена.

По окончании работ необходимо убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

### Общие сведения

Номинальные и допустимые значения параметров деталей цилиндропоршневой группы приведены в табл. 8.1, 8.2.

Таблица 8.1

Номинальные и допустимые при текущем ремонте размеры гильз цилиндров в месте наибольшего износа в цилиндрах, мм

Марка двигателя	Внутренний диаметр гильзы		Овальность и конусообразность	
	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
1	2	3	4	5
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	130 <sup>+0,06</sup>	130,18	0,025	0,07
ЯМЗ-650	130,00	130,06	0,02	0,025
Д-243	110 <sup>+0,06</sup>	110,18	0,03	0,09
ЯМЗ-236	130,00	130,06	0,02	0,025

Таблица 8.2

Выступание гильзы цилиндров относительно плоскости блока цилиндров

Марка двигателя	Величина выступания, мм	
	номинальная	допустимая
1	2	3
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	0,065–0,165	0,04

1	2	3
Д-243, Д-50	0,090–0,150	0,04
ЯМЗ-238БЕ2	0,035–0,065	-
ЯМЗ-238ДЕ2	0,065–0,035	-
КамАЗ-740	0,65–0,165	-

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом ремонта цилиндропоршневой группы (двигатель Д-243).

1. Снять головку цилиндров, нижнюю крышку блок-картера (масляный поддон) и масляный насос в сборе с трубопроводами.

Гайковерт ИП-3113, сменные головки.

2. Определить последовательно внутренний диаметр и овальность гильз на длине 20–25 мм от верхнего края гильз, устанавливая соответствующий поршень в нижнюю мертвую точку.

Допустимый диаметр – 110,18 мм, овальность – 0,04 мм.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Нутромер индикаторный НИ 100-160, ломик монтажный.

3. Снять крышки шатунов в сборе с вкладышами, извлечь поршни в сборе с шатунами, устанавливая соответствующую шейку коленчатого вала в нижнее положение.

Обезличивание крышек шатунов, вкладышей и шатунных болтов, а также перевертывание крышек и вкладышей не допускается.

Гайковерт ИП 3113, сменная головка 19, молоток с медным бойком ПИМ 1468-17-370, ломик монтажный, наставка.

4. Определить техническое состояние сопряжения поршневой палец–отверстие бобышки поршня.

Поршневой палец должен плотно сидеть в отверстии бобышки, без проворачивания и осевого перемещения от усилия руки.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

5. Определить техническое состояние поршня, измерив последовательно ширину канавки под верхнее компрессионное кольцо, маслоъемное кольцо, диаметр юбки поршня в перпендикулярной оси пальца плоскости. Допустимый зазор между компрессионным кольцом и первой канавкой поршня по высоте – 0,27 мм, маслоъемным кольцом – 0,40 мм, допустимый диаметр юбки поршня – 109,7 мм.

Принять решение о содержании ремонтных работ.



Микрометр МК 125-1, щуп 2-2 ГОСТ 882–75.

6. Определить техническое состояние поршневых колец, измерив последовательно зазор в замке и упругость.

Допустимый зазор в замке – не более 1,2 мм; упругость колец: верхних компрессионных 60...85 Н, остальных – 50...75 Н; масло-съемных – 33...52 Н.

Принять решение о содержании ремонтных работ.

Калибр (гильза цилиндров): приспособление КИ-050778, щуп 2-2.

7. Выпрессовать палец из поршня и определить техническое состояние сопряжения «поршневой палец – втулка верхней головки шатуна».

Смазанный моторным маслом поршневой палец должен плавно перемещаться во втулке под действием собственного веса.

Принять решение о содержании ремонтных работ.

8. Скомплектовать поршень, палец, поршневые кольца по размерным группам и проверить массу комплектов (поршень, кольца, палец, шатун).

Маркировка групп размеров: гильз – буквами «М», «С или «Б» на верхнем буртике; поршней – по наружному диаметру буквами «М», «С» или «Б» на донышке, по диаметру отверстия под палец – краской (черной или желтой) на внутренней поверхности бобышки; пальцев – краской (черной или желтой) на внутренней поверхности или буквами «ХП» (нормальные), «ХПР» (ремонтные) на торце; колец – буквами «1Н», «2Н», «3Н» и клеймом «Верх» для второго и третьего компрессионных колец на боковой поверхности; шатунов по диаметру отверстия втулки – краской (черной, желтой) на тавре.

Радиальный зазор между поршневым кольцом и гильзой не должен превышать 0,02 мм в любом месте, но не ближе 20 мм от замка с плавным уменьшением в обе стороны; зазор в замке колец – 0,40...0,78 мм, разность масс одного комплекта поршней – 5 г, шатунов в сборе – 20 г; пальцев – 6 г; шатунов в сборе с поршнями – 30 г.

Смазанный палец должен плавно перемещаться во втулке верхней головки шатуна под действием собственного веса.

Весы ВНЦ-5, щуп 2-2.

9. Нагреть поршень до температуры 70 °С...80 °С, смазать втулку верхней головки шатуна моторным маслом и запрессовать поршневой палец в поршень и шатун.

Надеть поршневые кольца на поршень.

Поршневые кольца должны плавно перемещаться и утопать в канавках под действием собственного веса при проворачивании поршня в горизонтальном положении вокруг оси на 360°.

Компрессионные кольца с маркировкой «Верх» устанавливают во вторую и третью канавку маркировкой к доннышку поршня.

Поршневые кольца надевают на поршень с помощью приспособления, допускающего расширение колец не более чем на 0,5 мм относительно диаметра юбки поршня.

Приспособление ОР-6549, пресс ОПР-3162.

10. Выпрессовать дефектные гильзы и извлечь из канавок блока уплотнительные кольца.

Приспособление для выпрессовки гильз цилиндров.

11. Скомплектовать гильзы с отверстиями блока.

Гильзы, установленные в блок без уплотнительных колец, должны свободно поворачиваться от усилия руки.

12. Установить новые уплотнительные кольца в канавки блока и запрессовать гильзы.

Высота выступания бурта гильзы над поверхностью блока 0,05...0,11 мм при усилии прижатия 9000 Н. При большем утопании гильз допускается установка медных прокладок под буртик гильзы.

Пресс ОКС-1671М, наставка, щуп 2-2.

13. Установить шатуны в сборе в гильзы блока цилиндров.

Перед установкой смазать поршень и гильзы моторным маслом, расположить замки рядом стоящих колец под углом 120°. Замки поршневых колец не должны располагаться против отверстия под палец.

Конусная оправка, молоток, наставка.

14. Установить вкладыши шатунных подшипников и крышки нижних головок шатунов, предварительно протерев рабочую поверхность вкладышей и шатунных шеек салфеткой и смазав моторным маслом. Затянуть гайки шатунных болтов в три приема: до соприкосновения с плоскостью крышки шатуна; на 0,5 момента затяжки; на полный момент затяжки.

Момент затяжки – 140 – 160 Н·м.

Гайковерт, сменная головка 19, ключ динамометрический ОРГ-8926.

15. Контролировать правильность сборки. Нижние головки шатунов должны свободно перемещаться вдоль шейки коленчатого вала, выступание поршня над поверхностью блока в ВМТ–0,30–0,55 мм, момент проворачивания коленчатого вала – 60 Н·м (от усилия руки, приложенного к монтажному ломтику, закрепленному за установочные штифты маховика).

Монтажный ломик, поверочная линейка, щуп.

## Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 8.3).

*Таблица 8.3*

Перечень и величина показателей оценки технического состояния  
цилиндропоршневой группы

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1 Гильзы цилиндров 1.1 Внутренний диаметр, мм 1-й 2-й и т. д.			
1.2 Овальность, мм 1-й 2-й и т. д.			
2 Состояние сопряжения поршневой палец-поршень 1-й 2-й и т. д. 3 Поршень 3.1 Зазор в канавке под 1-е компрессионное кольцо, мм 1-й 2-й и т. д.			

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
3.2 Зазор в канавке под маслосъемное кольцо, мм 1-й 2-й и т. д. 3.3 Диаметр юбки поршня, мм 1-й 2-й и т. д.			
4 Поршневые кольца 4.1 Зазор в замке, мм 1-го 2-го и т. д.			
4.2 Упругость, Н 1-го 2-го и т. д.			

### 3. Технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Приведите основные признаки неисправности деталей цилиндропоршневой группы.
2. Укажите основные дефекты деталей цилиндропоршневой группы.
3. Приведите критерии предельного состояния деталей цилиндропоршневой группы.
4. По каким параметрам производится комплектование деталей цилиндропоршневой группы?
5. Приведите технические требования на сборку деталей цилиндропоршневой группы двигателя Д-243.

## Практическая работа № 9

### ЗАМЕНА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЕЙ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса замены коленчатого вала и его вкладышей в ремонтных мастерских коллективных хозяйств и сервисных предприятий.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы коленчатого вала и его вкладышей; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, инструмента и приспособлений; безопасные приемы выполнения основных операций по замене коленчатого вала.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние коленчатого вала и вкладышей, скомплектовать коленчатый вал и вкладыши, разработать маршрут и выполнить основные операции замены коленчатого вала.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении практической работы.
2. Изучить технологический маршрут замены коленчатого вала.
3. Ознакомиться с оснащением рабочего места, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам дефектации содержание и объем ремонтных работ; разработать технологический маршрут и выполнить основные операции замены коленчатого вала.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Оснащение рабочего места

1. Стенд для разборки-сборки рядных двигателей ОПТ-5557.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ-5365.
3. Стол монтажный ОРГ-1468-01-080А.
4. Комплект оснастки к технологическому процессу текущего ремонта дизелей 70-7823-3709.
5. Комплект слесарного инструмента «Большой набор» ПИМ-1514.
6. Ключ предельный ПТ-1206.

7. Ключ динамометрический ОРГ-8928.
8. Ломик монтажный ЛМ-24.
9. Молоток с медными бойками ПИМ-1468-17-370.
10. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–90.
11. Микрометры МК-50; МК-75; МК-125-1 ГОСТ 6507–90.
12. Нутромеры индикаторные НИ50-100; НИ100-160 ГОСТ 868–92.
13. Наборы щупов N1; N2 ГОСТ 882–75.

### **Техника безопасности при ремонте автотракторных двигателей**

К работам по текущему ремонту автотракторных двигателей допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, изучившие устройство оборудования и оснастки и овладевшие практическими навыками безопасного выполнения работ. Перед началом работ необходимо надеть спецодежду и при необходимости средства защиты глаз. Спецодежда не должна иметь свисающих концов. Приступая к работе, проверьте исправность инструмента, приспособлений, оснастки, подъемных механизмов.

Не допускается применение ключей, зевы которых не соответствуют размерам гаек. Нарастивание и удлинение ключей другими ключами не допускаются. Запрещается установка прокладок между ключом и гайкой.

Не допускается применение ключей, головок с трещинами, не соответствующих размерам гаек. Безопасная работа гаечным ключом обеспечивается, когда ключ тянут на себя. Ручки молотков должны быть прочно закреплены клином, а их поверхность – гладкой, без трещин, заусениц и сучков.

Съемники должны иметь исправные лапки, винты, тяги, упоры. При демонтаже и монтаже составных частей со специальными пружинами необходимо применять специальный съемник (ОРГ-9913), чтобы предупредить возможность вылета пружин. Пневматический гайковерт включают в работу лишь после установки его на гайку или головку болта.

Установку в блок цилиндров шатунов в сборе с поршнями необходимо производить с применением специальной конусной оправки.

Первоначальный пуск стандов производится обязательно в присутствии и с разрешения учебного мастера. При возникновении неисправностей в механизме станда или оснастке работа должна быть прекращена.

По окончании работ необходимо убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

### Общие сведения

Размеры вкладышей и шеек коленчатого вала двигателя Д-243 приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Нормальные, ремонтные и промежуточные размеры вкладышей и шеек коленчатого вала двигателя Д-243

Размеры	Маркировка	Диаметр шейки коленчатого вала, мм		Внутренний диаметр вкладыша в плоскости, перпендикулярной разьему, мм		Размеры по длине 5-го коренного подшипника, м
		коренной	шатунной	коренного	шатунного	
1	2	3	4	5	6	7
Нормальный	1Н	$75,25^{+0,080}_{-0,095}$	$68,25^{+0,075}_{-0,090}$	$75,25^{+0,031}_{-0,010}$	$68,25^{+0,025}_{-0,010}$	$45^{+0,100}$
Нормальный	2Н	$75,00^{+0,080}_{-0,095}$	$68,00^{+0,075}_{-0,090}$	$75,00^{+0,031}_{-0,010}$	$68,00^{+0,025}_{-0,010}$	$45^{+0,100}$
Промежуточный	Д1	$74,75^{+0,080}_{-0,095}$	$67,75^{+0,075}_{-0,090}$	$74,75^{+0,031}_{-0,010}$	$67,75^{+0,025}_{-0,010}$	$45,1^{+0,100}$
Ремонтный	Р1	$74,50^{+0,080}_{-0,095}$	$67,50^{+0,075}_{-0,090}$	$74,50^{+0,031}_{-0,010}$	$67,50^{+0,025}_{-0,010}$	$45,2^{+0,100}_0$
Промежуточный	Д2	$74,25^{+0,080}_{-0,095}$	$67,25^{+0,075}_{-0,090}$	$74,25^{+0,031}_{-0,010}$	$67,25^{+0,025}_{-0,010}$	$45,3^{+0,100}$
Ремонтный	Р2	$74,00^{+0,080}_{-0,095}$	$67,00^{+0,075}_{-0,090}$	$74,00^{+0,031}_{-0,010}$	$67,00^{+0,025}_{-0,010}$	$45,4^{+0,100}$

1	2	3	4	5	6	7
Промежуточный	ДЗ	73,75 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	- 0,075 66,75 <sup>-</sup> <sub>0,090</sub>	+0,031 73,75 <sup>-</sup> <sub>0,010</sub>	+0,025 66,75 <sup>-</sup> <sub>0,010</sub>	45,5 <sup>+0,100</sup>
Ремонтный	РЗ	73,50 <sup>-0,060</sup> <sub>-0,095</sub>	- 0,075 66,50 <sup>-</sup> <sub>0,090</sub>	+0,031 73,50 <sup>-</sup> <sub>0,010</sub>	+0,025 66,50 <sup>-</sup> <sub>0,010</sub>	46 <sup>+0,100</sup>

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом замены коленчатого вала двигателя Д-243.

1. Снять головку блока цилиндров, масляный поддон и масляный насос в сборе с трубопроводами.

Гайковерт ИП-3113, сменные головки.

2. Снять крышки шатунов в сборе с вкладышами, извлечь поршни в сборе. Обезличивание крышек шатунов, вкладышей и шатунных болтов, а также перевертывание крышек и вкладышей не допускается.

Гайковерт, сменная головка, молоток с медными бойками, ломик монтажный, наставка.

3. Определить диаметральный размер, овальность и конусообразность шатунных шеек. Результаты сравнить с данными табл. 9.5.

Диаметр шатунных шеек, допустимый в сопряжении с новыми вкладышами ( $D_{\text{ном}} - 0,09$ ), допустимая овальность и конусообразность – 0,01 мм. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

4. Определить зазор между вкладышами и шатунными шейками коленчатого вала (масляный зазор). Допустимый зазор – не более 0,3 мм, номинальный – 0,070...0,126 мм. Момент затяжки гаек крышек шатунов 140...160 Н·м. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

Микрометр МК-50, нутромер индикаторный НИ 50-75, ключ динамометрический, сменная головка.

5. Контролировать продольное перемещение коленчатого вала. Допустимое значение – 0,37 мм.

Щуп 2-2.



6. Снять крышки коренных подшипников в сборе с вкладышами, коленчатый вал. Обезличивание крышек, вкладышей и болтов не допускается.

Гайковерт, сменная головка, схватка для коленчатого вала, электротельфер.

7. Определить диаметральный размер, овальность и конусообразность коренных шеек.

Диаметр коренных шеек, допустимый в сопряжении с новыми вкладышами ( $D_{\text{ном}} - 0,1$  мм), допустимые овальность и конусообразность – 0,01 мм. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

Микрометр МК-75.

8. Определить зазор между вкладышами и коренными шейками коленчатого вала (масляный зазор). Момент затяжки болтов крышек 200... 220 Н·м.

Допустимый зазор – не более 0,3 мм, номинальный – 0,065...0,115 мм. Принять решение по объему и содержанию ремонтных работ.

Микрометр МК 75, нутромер индикаторный НИ 75-100; ключ динамометрический, сменная головка.

9. Отвернуть болты крепления и спрессовать маховик, картер маховика и шкив коленчатого вала.

Гайковерт, сменные головки, приспособление для спрессовки маховика, картера маховика и шкива коленчатого вала.

10. Скомплектовать коленчатый вал с шатунными и коренными вкладышами по размерным группам (табл. 9.1).

Маркировка коленчатых валов располагается на первой щеке, кроме первого номинального размера (2К, 2Ш, 2КШ, Р1Ш и т. д.).

Маркировка вкладышей по внутреннему диаметру – на нерабочей поверхности (1Н, 2Н, Р1 и т. д.); по высоте – на внутренней поверхности усиков знаком "+" или "-", или без маркировки. В комплект вкладышей по высоте входят вкладыши со знаками "+" и "-" или без знаков.

Определить внутренний диаметр вкладышей в плоскости, перпендикулярной разьему. Момент затяжки болтов крышек коренных подшипников 200...220 Н·м, гаек крышек шатуна 140...160 Н·м.

Результаты замеров сравнить с данными табл. 9.1.

Ключ динамометрический, сменные головки; нутромер индикаторный НИ 50-100.

11. Установить верхние вкладыши в постели блока, предварительно протерев рабочую поверхность салфеткой и смазав моторным маслом. Проверить совпадение масляных каналов блока с отверстиями вкладышей. Уложить коленчатый вал, установить упорные полукольца, закрепить крышку подшипников с полукольцами и вкладышами, проверить продольное перемещение коленчатого вала. Продольное перемещение – 0,14...0,37 мм. Упорные полукольца должны быть установлены так, чтобы выемки на полукольцах были обращены к опорным буртам коленчатого вала.

Сменная головка, ключ динамометрический.

12. Установить и закрепить остальные крышки с вкладышами. Затянуть болты коренных подшипников в три приема в последовательности 3-1-5-2-4 моментом 200...220 Н·м.

Сменная головка, ключ динамометрический.

13. Контролировать правильность сборки. Коленчатый вал должен проворачиваться моментом 6 Н·м (усилие руки, приложенное к коренной шейке). При заклинивании коленчатого вала выполнить пункты 5, 6, 7 технологического маршрута, выявить и устранить его причину.

14. Установить в гильзы блока шатуны в сборе, предварительно смазав их моторным маслом. Замки поршневых колец расположить по окружности под углом 120°.

Конусная оправка, молоток, наставка.

15. Установить и закрепить крышки шатунов в сборе, предварительно протерев и смазав моторным маслом вкладыши и шейки коленчатого вала. Затяжка шатунных гаек в три приема с моментом 140...160 Н·м.

Гайковерт, сменная головка, ключ динамометрический.

16. Контролировать правильность сборки.

Коленчатый вал должен проворачиваться моментом 60 Н·м (от усилия руки, приложенного к монтажному ломик, закрепленному между установочными штифтами маховика).

При заклинивании коленчатого вала выполнить пункты 2, 3, 4 технологического маршрута, выявить и устранить причину.

Монтажный домик.

17. Установить и закрепить последовательно шкив коленчатого вала, картер маховика и маховик.

Момент затяжки болтов крепления картера маховика 80...100 Н·м, маховика – 140...150 Н·м.

Ключ динамометрический, сменная головка, приспособление.

18. Установить и закрепить головку блока цилиндров, масляный насос в сборе с трубопроводом, масляный поддон.

Гайковерт, сменные головки, ключ динамометрический.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

1. Наименование и цель практической работы;
2. Перечень и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 9.2);

Таблица 9.2

Перечень и величина показателей оценки технического состояния коленчатого вала и его подшипников

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Диаметр шатунных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
2. Овальность шатунных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
3. Конусообразность шатунных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
4. Зазор в сопряжении «вкладыш – шатунная шейка», мм 1-й 2-й и т. д.			

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
5. Диаметр коренных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
6. Овальность коренных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
7. Конусообразность коренных шеек, мм 1-й 2-й и т. д.			
8. Зазор в сопряжении «вкладыш – коренная шейка», мм 1-й 2-й и т. д.			

3. Технологический маршрут замены коленчатого вала и его подшипников.

### Контрольные вопросы и задания

1. Укажите основные признаки неисправности сопряжения «шейка коленчатого вала – вкладыш».

2. Как определить зазор в сопряжении «вкладыш – шейка коленчатого вала»?

3. По каким параметрам комплектуются вкладыши с коленчатым валом?

4. Как проверить правильность установки коленчатого вала?

## Практическая работа № 10

### РЕМОНТ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Причины неисправностей и нарушения работоспособности сборочных единиц топливной аппаратуры – абразивный и коррозионный износ, механические нагрузки, нагар и закоксовывание.

Ресурс дизельной топливной аппаратуры лимитируется низкой долговечностью прецизионных деталей, к которым относятся: плунжерные пары, нагнетательные клапаны, ввертыши топливоподкачивающего насоса, распылители. Их износ вызывает нарушение подачи топлива, его распределения по цилиндрам, увеличение продолжительности впрыска топлива.

Основные методы восстановления прецизионных пар представлены на рис. 10.1.

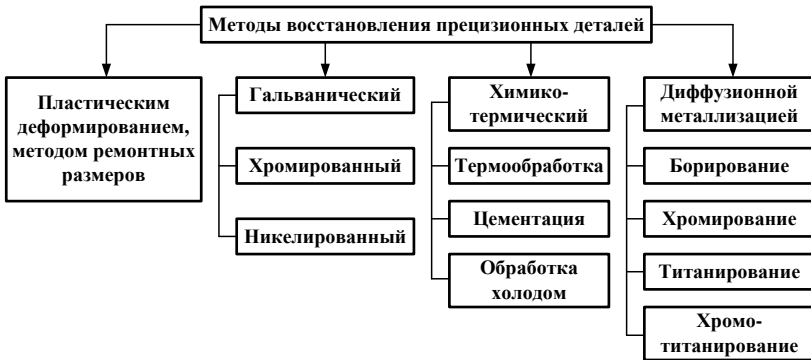


Рис. 10.1. Классификация методов восстановления прецизионных деталей

В ремонтной практике применяются, в основном, три способа: селективная подборка без увеличения начальных размеров деталей, гальваническое хромирование, замена одной из прецизионных деталей новой.

Селективную подборку проводят после обработки деталей притирами, затем сортируют их на размерные группы через 0,001 мм. Спаривание деталей (плунжер–втулка) производят по размерным группам так, чтобы плунжер мог войти во втулку на 1/3 своей длины с последующей притиркой пастами ГОИ. В хорошо промытой и притертой паре плунжер должен свободно опускаться под действием собственного веса.

Заменяют одну из деталей новой в условиях «фирменного» ремонта. Восстанавливают работоспособность плунжерной пары методом постановки нового плунжера (запасной части) увеличенного размера. В этом случае изношенную втулку хонингуют до выведения следов износа, азотируют и притирают притиром. Изготовленные втулки разбивают на дополнительно увеличенные размерные группы. Изготавливают новый плунжер увеличенного наружного диаметра, проводят селективную подборку и совместную притирку плунжера к втулке. При таком ремонте обеспечивается 100 %-й ресурс пары и значительно снижается дополнительный расход дефицитного материала.

Гальваническим хромированием восстанавливают небольшой объем плунжерных пар. Пару разуконплектовывают, разбраковывают через 0,001 мм, шлифуют на бесцентрово-шлифовальном станке до выведения следов износа. Овальность и конусность плунжера устраняют прокаткой на доводочных станках при шероховатости  $R_a = 0,63$  мкм.

### **Оснащение рабочего места по ремонту дизельной топливной аппаратуры**

1. Верстак ОРГ 5365 – 2 шт.
2. Модуль средств контроля и регулировки топливной аппаратуры автотракторных дизелей КИ-28132.02, в комплект которого входят:
  - индикатор загрязнения жидкости ИЗЖ;
  - измеритель температуры CENTER-350;
  - механотестер КИ-16301М;
  - моментоскоп КИ-4941;
  - угломер КИ-13926;
  - приспособление для проверки давления КИ-13943;
  - автостетоскоп электронный КИ-28154;
  - линейка-справочник диагноста ОРГ-13934;
  - стробоскоп Джет-Дизель.
3. Машина для очистки деталей ОМ-14266.
4. Секундомер СОП пр26-3 ГОСТ 5072–80.
5. Прибор для испытания форсунок М-106..
6. Стенд для испытания и проверки форсунок (инжекторов) системы Common-Rail CR-JET 4E.

7. Комплекс CRISTINA PROF для сборки, ремонта и регулировки электромагнитных форсунок системы Common-Rail BOSCH, DENSO, DELPHI и AZPI, компрессор KP-50.

8. Модернизированный стенд ДД 10-01М для диагностики топливных насосов высокого давления системы Common-Rail дизельных двигателей.

9. Стенд NC 108-1318 MOTORPAL для контроля и регулировки топливных насосов высокого давления дизельных двигателей.

10. Стенд ДД 10-04 для контроля и регулировки топливных насосов высокого давления дизельных двигателей.

11. Стенд ДД-2200 для ультразвуковой очистки форсунок.

12. Комплект приспособлений и инструмента OP-15288.

### **Техника безопасности при ремонте дизельной топливной аппаратуры**

К выполнению практической работы допускаются студенты, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности и инструктаж на рабочем месте. Работа на приборах и стенде разрешается после изучения их устройства, наладки и безопасных приемов работы. Первоначальный пуск стенда производится обязательно в присутствии и с разрешения преподавателя или учебного мастера.

При выполнении практической работы особое внимание должно быть уделено соблюдению мер пожарной безопасности. Запрещается производить какие-либо операции, связанные с обслуживанием и ремонтом стенда в то время, когда он подключен к электрической сети. В обязательном порядке необходимо строго выполнять все требования правил электрической безопасности, обращая особое внимание на исправное состояние заземляющих устройств и отсутствие оголенных токоведущих деталей.

Перед испытанием топливного насоса необходимо убедиться в надежном его креплении на стенде и подсоединении топливопроводов высокого и низкого давления. Запрещается производить крепежные, регулировочные работы и устранять неисправности узлов топливной аппаратуры во время работы стенда.

#### **10.1. Ремонт топливных насосов высокого давления**

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по оценке технического состояния, ремонту, регулировке и испытанию топливных насосов типа 4УТНМ.

**Студент должен знать:** конструкцию и работу топливных насосов высокого давления, признаки их неисправности и методы определения; критерии предельного состояния; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных слесарных операций.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние топливных насосов высокого давления, проводить основные операции по восстановлению работоспособности насосов, контрольно-регулирующие испытания.

### **Задание на выполнение работы**

1. Изучить технику безопасности при выполнении практической работы.
2. Ознакомиться с устройством, настройкой и работой станда, приборов и инструмента.
3. Провести оценку технического состояния, ремонт, регулировку и испытание топливного насоса.
4. Составить и защитить отчет.

### **Общие сведения**

Признаки (критерии) предельного состояния топливного насоса высокого давления (ТНВД):

- повреждения корпуса топливного насоса, требующие его замены или ремонта с демонтажом или полной разборкой;
- предельный износ или другие повреждения соединений регулятора, требующие замены или ремонта с демонтажом (кроме замены подлинников);
- предельный износ или другие повреждения кулачкового вала топливного насоса, требующие его замены или ремонта с демонтажом.

При достижении предельного значения хотя бы по одному из параметров топливный насос подлежит ремонту на специализированном предприятии.

### **Порядок выполнения работы**

#### *Проверка технического состояния и ремонт ТНВД*

Установить топливный насос на приспособление для разборки и сборки и закрепить.

Осмотреть состояние деталей, обратив особое внимание на детали подвижных соединений: пружины, подшипники, различные



соединения регулятора, а также на возможный износ торца муфты регулятора и грузов в месте их контакта. Детали, имеющие трещины, сколы и выкрашивания, подлежат выбраковке.

#### *Определение осевого люфта рейки*

Люфт рейки ТНВД замеряется с помощью специального приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878.

При измерении осевого люфта фиксируется зубчатый венец поворотной втулки, переместив его вверх с помощью отвертки до полного прижатия к корпусу ТНВД; перемещая рейку вперед-назад, измеряется ее осевой люфт по показаниям индикатора. При осевом люфте более 0,2 мм насос отправляют на капитальный ремонт.

#### *Определение осевого люфта кулачкового вала*

Осевой люфт кулачкового вала замеряется с помощью соответствующего приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878.

При измерении подается кулачковый вал на себя в осевом направлении до полного выбора зазора с помощью отвертки, вставленной в зазор между шлицевой втулкой и установочным фланцем; вынимается отвертка и устанавливается тарелка индикатора на нулевую отметку; отжимается кулачковый вал от себя до упора, при этом индикатор покажет величину осевого зазора.

Если он не соответствует 0,1...0,25 мм, выполняется его регулировка изменением толщины пакета регулировочных прокладок под крышкой переднего подшипника.

При невозможности обеспечить регулировкой требуемый осевой люфт вала отправьте насос в капитальный ремонт. Замена подшипников кулачкового вала допускается.

В ТНВД (4УТНМ и 4УТНИ) производства Ногинского завода топливной аппаратуры (НЗТА, Российская Федерация) заменены радиально-упорные подшипники кулачкового вала коническими. В передней крышке подшипников установлены 6 пружин, которые создают постоянный поджим подшипников, выбирая образующийся осевой люфт кулачкового вала при износе подшипников. Это существенно, поскольку ступица грузов и муфта регулятора находятся на конце кулачкового вала, и осевой люфт сказывался на работе регулятора. Поэтому в модернизированных ТНВД производства НЗТА нет необходимости в измерении осевого люфта кулачкового вала.

### *Определение герметичности нагнетательных клапанов*

Работу производить в следующей последовательности:

- установите ТНВД на стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры;
- выверните перепускной клапан и закройте отверстие перепускного клапана заглушкой;
- подсоедините к штуцерам насосных элементов полихлорвиниловые трубки приспособления для пролива;
- соедините топливопроводом низкого давления, прилагаемым к стенду, топливоподводящий штуцер ТНВД со штуцером стенового насоса;
- включите стеновой насос и по манометру стенда установите в головке ТНВД давление 0,07...0,12 МПа. Течь топлива из концов полихлорвиниловых трубок в течение 2 мин не допускается.

При проверке герметичности нагнетательных клапанов рейка ТНВД должна находиться в положении, соответствующем выключенной подаче.

При обнаружении течи топлива заменяется соответствующий нагнетательный клапан в сборе с седлом. Разуконплектование клапана не допускается. При сборке секции ТНВД момент затяжки нажимного штуцера должен быть 60...70 Н·м.

Проверка герметичности и давления открытия нагнетательных клапанов осуществляется подачей давления топлива 130кПа на вход для ТНВД НЗТА или МОТОРПАЛ, при заглушенном выходе (вместо перепускного клапана устанавливают заглушку). Ручной подкачкой нагнетают топливо под клапан (при выключенной подаче). Появление топлива в штуцерах не допускается, если запирающий конус клапана изношен, топливо будет просачиваться в штуцер секции, т. е. если нет герметичности клапана – его заменяют. Для ТНВД ЯЗДА – наоборот, для проверки открытия нагнетательных клапанов подают в головку ТНВД топливо и, увеличивая давление, наблюдают, при каком давлении начинается истечение топлива из штуцеров, и если это значение не укладывается в пределы (40...75) кПа, то заменяют нагнетательный клапан и его пружину.

На стенде, постепенно увеличивая давление, наблюдают, при каком давлении начинается истечение топлива из сливных трубок. Давление открытия нагнетательных клапанов должно находиться в следующих пределах: для ТНВД НЗТА – (1,4...1,6) МПа, для

ТНВД Моторпал – (2,7...2,9) МПа. В случае несоответствия меняют пружину нагнетательного клапана или сам клапан в сборе. Следует также учитывать, что каждый тип клапана характеризуется величиной объема разгрузки. Так, клапан ТНВД 4УТНМ для отдельных двигателей имеет объем разгрузки 65 мм<sup>3</sup>. В основном у клапанов одинаковые наружные размеры, но, поскольку у них разный объем разгрузки, нельзя ставить клапаны от другой марки насоса. Объем разгрузки – это геометрический объем топлива, который клапан отсасывает из топливопровода высокого давления при посадке на величину хода разгрузки.

Во время работы клапаны изнашиваются по запирающему конусу. Поэтому при регулировке насосов, бывших в эксплуатации, проверяют техническое состояние нагнетательного клапана.

#### *Определение давления открытия перепускного клапана*

Работу производите в следующей последовательности: выверните заглушку и вверните на место перепускной клапан; включите стендовый насос и определите по манометру стенда давление начала вытекания топлива из сливного отверстия клапана или демпфера.

Если давление открытия не соответствует 70...120 кПа, замените клапан (демпфер) в сборе.

Допускаются замена пружины клапана (демпфера), уменьшение толщины пакета шайб под пробкой клапана, установка шайб под пружину.

Давление в головке ТНВД зависит от открытия перепускного клапана.

#### *Проверка давления в головке топливного насоса*

Давление в головке топливного насоса определяется по манометру стенда при включении стендового насоса или создании давления в головке топливного насоса ТПН ручной подкачкой.

Давление открытия перепускного клапана должно составлять: у ТНВД НЗТА –(70...120) кПа, у ТНВД Моторпал – (110...150) кПа, у ТНВД ЯЗДА –(120...190) кПа. Избыточное топливо, подаваемое ТПН, через перепускной клапан поступает на слив. При неработающем двигателе перепускной клапан обеспечивает герметичность полости низкого давления ТНВД, что является необходимым условием для надежного пуска двигателя).

### *Определение технического состояния плунжерных пар*

Плунжерные пары – важнейшая часть ТНВД. От них зависит запуск, мощность, экономичность и надежность в работе дизельного двигателя. Пригодные для дальнейшей эксплуатации плунжерные пары должны создавать максимальное давление не менее 40 МПа, которое можно проверить с помощью максиметра или отрегулированной на это давление форсунки.

Работу производите в следующей последовательности:

– подключите насос к стенду по схеме, соответствующей регулировке насоса;

– установите пусковую частоту вращения кулачкового вала ТНВД и замерьте производительность насосных секций.

Замените плунжерные пары тех секций ТНВД, которые не обеспечивают пусковую подачу.

Пусковая подача топлива должна быть не менее 160–180 мм<sup>3</sup>/цикл при частоте вращения кулачкового вала 100 мин<sup>-1</sup>.

Начиная с 2004 года дизели ММЗ (Д-245S2; Д-260.1S2 и др.) являются сертифицированными по 2-й ступени Директивы 2000/25/ЕС модификациями ранее выпускаемых дизелей со следующими конструктивными особенностями двигателей: головка блока цилиндров с винтовыми впускными каналами и свечами накаливания; ТНВД с давлением впрыска (60...65) МПа; форсунки с осевым подводом топлива и давлением начала впрыскивания 23,5+1,2МПа; значительно уменьшены углы подачи топлива, поэтому для улучшения пусковых качеств дизелей пусковая подача топлива должна быть не менее 160 мм<sup>3</sup>/цикл при частоте вращения кулачкового вала ТНВД 100 мин<sup>-1</sup>.

Во время движения плунжера вниз (когда ролик толкателя сбегает с кулачка) топливо из головки насоса поступает во втулку плунжера. Наполнение втулки плунжера топливом происходит за короткий промежуток времени и зависит от давления в головке (на впуске насоса) и от наличия воздуха в топливе. Поэтому важно при регулировке насоса точно измерять и поддерживать давление на впуске в насос. Для выпуска воздуха из линии топливоподачи стенда ослабляют пробку выпуска воздуха или ослабляют затяжку болтов поворотных угольников.

Далее, когда ролик толкателя набегаёт на кулачок, плунжер движется вверх. Как только верхний торец плунжера перекроет впускное отверстие втулки, начинается нагнетание и подача топлива через топливопровод в форсунку. Количество топлива, которое поступит

в мензурку стенда, в первую очередь зависит от пропускной способности форсунок, с которыми работает стенд. Пропускная способность форсунки измеряется величиной цикловой подачи топлива от одной насосной секции топливного насоса при неизменной его регулировке. Использование форсунок с серийными распылителями на стенде для регулировки насосов приводит к большой погрешности измерения цикловой подачи из-за большого разброса распылителей по пропускной способности, которая быстро нарушается в работе, поэтому предпочтение отдается отечественной форсунке-калибру КИ-28015, так как от точности настройки ТНВД зависит топливная экономичность и надежность работы двигателя. Особенно отрицательно на работе дизеля сказывается неравномерность топливоподачи между секциями насоса, которую можно обеспечить только на регулировочном стенде. Основным рабочим показателем, который определяют во время регулировки ТНВД, – это цикловая подача топлива, под которой понимается подача топлива секцией насоса за один цикл, то есть за один рабочий ход плунжера. Подача топлива за один цикл происходит через топливопровод высокого давления и стендовую форсунку. Так вот наибольшую погрешность при измерении цикловой подачи оказывает стендовая форсунка, ее пропускная способность. Чтобы устранить эти недостатки, в международной практике стали применять форсунку-калибр, у которой вместо распылителя с большим числом отверстий установлен сменный дозирующий жиклер с одним точно изготовленным отверстием, обеспечивающим заданную пропускную способность форсунки-калибра в течение длительного времени работы. Кроме того, при большом числе марок ТНВД в случае использования серийных форсунок требуется подбирать большое число форсунок. У форсунки-калибра нужно лишь заменить дозирующий жиклер.

На основе международного стандарта ИСО 7440 в ГОСНИТИ разработана отечественная форсунка-калибр КИ-28015, которая по рабочим показателям соответствует международному стандарту. В ней использован корпус наиболее распространенной форсунки ФД-22. Рабочим элементом форсунки-калибра является сменный дозирующий жиклер. Основным показателем дозирующего жиклера является так называемое эффективное проходное сечение ( $\mu f$ ), представляющее площадь отверстия жиклера –  $f$ , умноженную на коэффициент расхода ( $\mu$ ), зависящий от шероховатости поверхности жиклера,

отклонений от цилиндрической формы, размеров входной части (фаски). Он всегда меньше единицы. Эффективное проходное сечение определяет пропускную способность форсунки-калибра.

Предусмотрен типоразмерный ряд пяти сменных жиклеров, с номинальными диаметрами  $\varnothing 0,4$  мм;  $\varnothing 0,5$  мм;  $\varnothing 0,6$  мм;  $\varnothing 0,7$  мм и  $\varnothing 0,8$  мм, охватывающих регулировку всех типов ТНВД. Для регулировки ТНВД автотракторных двигателей достаточно иметь жиклеры  $\varnothing 0,4$  мм;  $\varnothing 0,5$  мм;  $\varnothing 0,6$  мм;  $\varnothing 0,7$  мм. Для ТНВД легковых автомобилей целесообразно использовать жиклер  $\varnothing 0,4$  мм. Форсунка-калибр является универсальной для всех типов ТНВД. Там устанавливается жиклер, ближайший по величине эффективного проходного сечения с тем распылителем форсунки, который применяют на данном двигателе. Применяемость жиклеров приведена в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Параметры жиклеров

Номинальный $\varnothing$ отверстия жиклера (допуск $\pm 5$ мк), мм	Эффективное проходное сечение $\mu\text{ф}$ , $\text{мм}^2$	Регулируемые ТНВД автотракторных дизелей
$\varnothing 0,5$ мм	0,167...0,175	УТН; УТНИ; 4ТН; 6ТН; насосы дизелей КамАЗ
$\varnothing 0,6$ мм	0,239...0,251	ЯЗДА; МОТОРПАЛ; ЯМЗ
$\varnothing 0,7$ мм	0,330...0,347	Д-160; ЧТЗ

*Определение технического состояния и комплектование плунжерных пар*

Контроль технического состояния плунжерных пар производится на приборе КИ-759. Прибор позволяет испытывать плунжерные пары всех марок многоплунжерных топливных насосов тракторных дизелей. Устройство прибора и принципиальная гидравлическая схема испытаний плунжерных пар на рис. 10.2 и 10.3.

Испытание плунжерной пары проводят в следующем порядке:

– проверить состояние торца гильзы и плунжера испытываемой пары. Риски и следы коррозии на торце гильзы не допускаются. При проверке необходимо убедиться в правильности положения

поводка на плунжере. Проверку производить на приспособлении МН-1681А или МП-1613А, поставляемом в комплекте оборудования для испытания и регулировки топливных насосов;

- промыть плунжерную пару в чистом дизельном топливе, установить гильзу плунжера в головку 11 и завернуть до отказа винты 12 или 15. При этом гильза должна иметь продольный люфт в головке;

- опустить головку прибора вместе с гильзой плунжера в корпус 14 прибора и повернуть ее так, чтобы выступы головки в виде «ласточкина хвоста» зашли под соответствующие выступы корпуса. Поворот головки производить до совмещения штуцера с гнездом;

- легким рывком завернуть винт до отказа, опустить плунжер в гильзу и проверить легкость и плавность продольного перемещения плунжера в гильзе;

- приподнять плунжер в гильзе;

- открыть кран бачка;

- заполнить гильзу и углубление в головке прибора топливом;

- закрыть кран бачка;

- опустить плунжер в гильзу, поместив поводок плунжера в прорезь головки;

- нажать на торец плунжера так, чтобы рука почувствовала резко возросшее сопротивление, что соответствует моменту начала нагнетания топлива;

- повернуть рычаг прибора в горизонтальном направлении и опустить на плунжер;

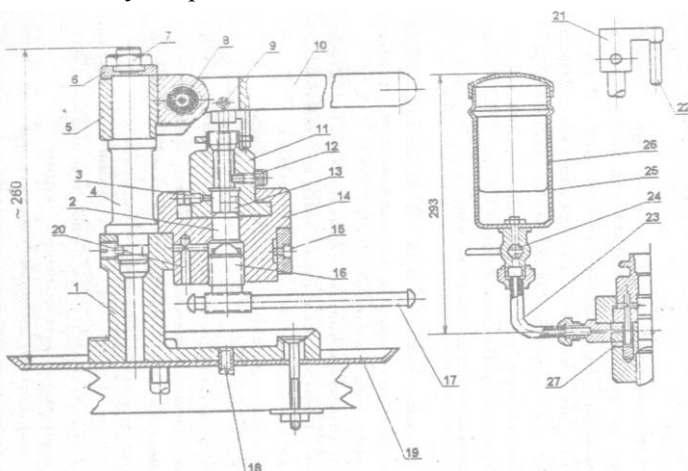


Рис. 10.2. Устройство прибора для испытания плунжерных пар

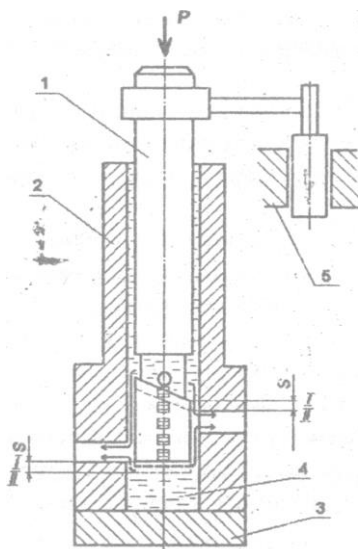


Рис. 10.3. Принципиальная гидравлическая схема прибора для испытания плунжерных пар

– включить секундомер в момент начала давления рычага на плунжер;

– когда рычаг начнет резко падать, выключить секундомер и записать время в секундах. Это время характеризует плотность плунжерной пары.

Испытание плунжерных пар производится на смеси из дизельного масла и дизельного топлива. Вязкость смеси (при температуре 20 °С) 9,9...10,9 мн<sup>2</sup>/с (9,9...10,9 сСт) ГОСТ 25708–83. Плунжерная пара, гидравлическая плотность которой по показаниям прибора, работающего на вышеуказанной смеси, составляет 3 с и более, пригодна для дальнейшей эксплуатации. При ремонте топливной аппаратуры плунжерные пары сортируют по группам гидравлической плотности (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Группы плотности пары «плунжер – гильза»

Марка топливного насоса	Время опрессовки, с	Группа плотности
6ТН-9×10Т, УТН-5, 4УТНМ	21...30	I
	31...40	II
	41...50	III



### *Восстановление прецизионных пар*

Прецизионные пары топливной аппаратуры восстанавливают переукомплектованием или увеличением рабочей части плунжера.

В первом случае плунжерные пары, поступившие в ремонт, расконсервируют, разукомплектовывают, промывают в бензине. Разукомплектованные плунжеры и гильзы притирают на специальных доводочных станках специальными чугунными притирами на чугунных плитах. Для притирочных работ используют абразивные пасты ГОИ или алмазные пасты типа АП.

После чистовой притирки овальность, граненность, кривизна и бочкообразность прецизионных деталей допускается не более 0,001 мм, а конусность — не более 0,0015 мм. Наружный диаметр деталей измеряют оптиметром со столом и стойкой или рычажной скобой с точностью отсчета 0,001 мм и сортируют их на группы через 0,001 мм. Отверстия измеряют ротаметром и также сортируют на группы через 0,001 мм. Затем детали спаривают по группам.

Плунжер подбирают к гильзе, диаметр которой на 0,001 мм больше диаметра плунжера.

Спаренные детали окончательно притирают одну к другой, используя пасту МЗ или АПЗВ, а затем самую тонкую М1 или АП1В. Напресовывают поводок, проверяют плотность и правильность его посадки.

Спаренные и взаимно притертые плунжерные пары подвергают гидравлическому испытанию и сортируют по группам гидравлической плотности. Группу указывают на наружной поверхности гильзы.

Оставшиеся после спаривания детали, гильзы плунжеров с увеличенным, а плунжеры с уменьшенным диаметром восстанавливают наращиванием слоя металла. Обычно наращивают только плунжеры химическим никелированием или хромированием. Затем подвергают их термообработке. Отхромированные нагревают в шкафу до температуры 180 °С...2000 °С и выдерживают в течение 60 мин, никелированные — нагревают до 4000 °С, выдерживают в течение 60 мин, охлаждают на воздухе.

После наложения хрома или никеля детали притирают, при необходимости предварительно шлифуют, спаривают, испытывают и сортируют так, как описано выше.

### *Определение технического состояния пары «нагнетательный клапан – седло»*

Испытание нагнетательного клапана и клапанного седла производится на приборе КИ-1086, приведенном на рис. 10.4.

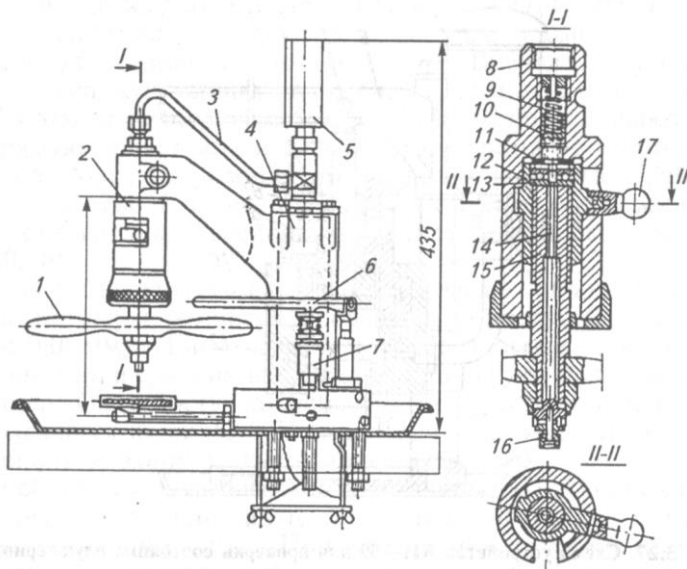


Рис. 10.4. Прибор КИ-1086 для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов:

- 1, 6 и 7 – рукоятки; 2 – устройство для установки нагнетательного клапана;  
 3 – трубопровод; 4 – гидравлический аккумулятор; 5 – манометр;  
 7 – подкачивающий насос; 8 – корпус; 9 – пружина; 10 – поршень;  
 11 – испытуемый клапан с прокладкой; 12 – втулка; 13 – упорный подшипник;  
 14, 15 – винты; 16 – головка

Прибор КИ-1086 предназначен для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов дизелей. На нем могут быть испытаны нагнетательные клапаны насосов типа 4ТН-8,5х10, 4ТН-9х10Т, 6ТН-9х10Т, УТН-5, ЯМЗ, а также клапаны насосов иных двигателей. Прибор позволяет определить гидравлическую плотность клапана по разгрузочному пояску, а также суммарную герметичность клапана – по запирающему конусу и разгрузочному пояску. Топливо нагнетается ручным насосом.

Испытания нагнетательных клапанов проводятся на профильтрованном через фильтровальную бумагу дизельном топливе вязкостью  $3,5 \text{ нм}^2/\text{с}$  (3,5 сСт; зимнее топливо).

Необходимо перед началом испытания клапанов провести проверку герметичности прибора. Для этого на место испытуемого клапана поставить заглушку, прилагаемую к прибору. Операции по

установке заглушки в прибор производится в такой же последовательности, как при установке клапанной пары. Поднять давление топлива в аккумуляторе до 0,92 МПа. Снижение давления с 0,9 МПа за три минуты должно быть не более чем на 0,05 МПа.

Испытание соединения «нагнетательный клапан – клапанное гнездо» проводят в следующем порядке:

- повернуть вороток на полоборота и опустить втулку 12 в нижнее положение рукояткой;

- вывернуть винт так, чтобы верхний конец его находился ниже верхней плоскости опорного шарикоподшипника;

- положить на опорный подшипник установочное кольцо, соответствующее испытываемому клапану. Кольцо должно плотно входить в свое гнездо;

- тщательно промыть в чистом дизельном топливе клапан, седло и капроновую прокладку;

- вставить клапанную пару с уплотнительной прокладкой, прилегаемой к прибору, в установочное кольцо;

- поднять втулку рукояткой до упора и повернуть рукоятку вправо до отказа;

- вращением воротка уплотнить посадку клапана.

Испытание клапанной пары на герметичность и гидравлическую плотность производится по двум показателям: по разгрузочному пояску и суммарной герметичности по разгрузочному пояску и запирающему конусу.

Последовательность испытания на гидравлическую плотность по разгрузочному пояску:

- установить клапан в прибор;

- вращая винт **трещетки**, вести верхний конец винта до момента соприкосновения его с клапаном. В момент касания винта с клапаном трещетка повернется;

- повернуть винт за головку на два деления шкалы (одно деление насечки на винте соответствует 0,1 мм осевого перемещения винта);

- поднять давление топлива в приборе до 0,22 МПа;

- определить с помощью секундомера время снижения давления от 0,2 до 0,1 МПа.

При выполнении практической работы необходимо исследовать зависимость гидравлической плотности разгрузочного пояска от его положения в направляющем отверстии. Гидравлическая плотность

определяется при различных подъемах запорного конуса клапана над седлом (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 мм). После обработки полученных данных строится график изменения гидравлической плотности нагнетательных клапанов в зависимости от положения разгрузочного пояса в направляющем отверстии по высоте. Полученные зависимости позволяют определить характер износа сопряжения «разгрузочный пояс – направляющее отверстие клапана».

Последовательность испытания на герметичность по разгрузочному пояску и запирающему конусу:

- установить клапанную пару в прибор;
- поднять давление в приборе до 0,82 МПа;
- зафиксировать с помощью секундомера время снижения давления топлива от 0,8 до 0,7 МПа.

После испытания клапанной пары на гидравлическую плотность по разгрузочному пояску необходимо клапан вынуть из прибора, промыть в чистом дизельном топливе, вновь установить в прибор и только после этого испытывать на суммарную герметичность по разгрузочному пояску и запирающему конусу.

Испытывать клапан одной установкой в прибор не рекомендуется.

Клапанная пара должна испытываться с трехкратной повторностью: после каждого испытания пару надо вынуть из прибора, повернуть клапан относительно седла приблизительно на 120 %, вновь испытать в указанной ранее последовательности, при этом засчитывается среднее арифметическое время снижения давления.

Нагнетательные клапаны считаются годными, если их гидравлическая плотность по разгрузочному пояску более 2 с и суммарная герметичность более 30 с. Клапаны, имеющие гидравлическую плотность по разгрузочному пояску менее 2 с, подлежат выбраковке, а имеющие гидравлическую плотность по пояску более 2 с, но суммарную герметичность менее 30 с, требуют притирки запирающего конуса по седлу.

Разукомплектование пар «плунжер–гильза» и «клапан–седло» в процессе проверки не допускается. Нагнетательные клапаны, в которых нарушена герметичность запорного конуса, вручную притирают к седлу.

### *Обкатка, регулировка и испытание ТНВД*

Если при ремонте заменялись плунжерная пара, нагнетательный клапан, подкачивающий насос, толкатель в сборе и др., обкатайте, отрегулируйте и испытайте ТНВД на контрольно-регулирующем стенде.

Перед обкаткой подключите ТНВД к системе топливоподачи стенда и залейте свежее масло в корпуса насоса и регулятора до верхних меток указателя уровня.

Первую обкатку в течение 15 мин проводите с форсунками без распылителей при частоте вращения кулачкового вала насоса  $500 \text{ мин}^{-1}$  и полной подаче топлива.

Вторую обкатку ТНВД проводите с форсунками, отрегулированными на давление начала впрыскивания топлива в пределах технических условий на конкретную марку ТНВД, на дизельном топливе вязкостью 4,5...6,2 сСт при номинальной частоте вращения в течение 30 мин, а также при переменном положении рычага управления (от положения максимального скоростного режима до положения минимального скоростного режима). При каждом положении рычага обкатывайте насос в течение 5 мин, разбив для этого дугу перемещения рычага на 6 частей. Течь топлива и масла через уплотнения ТНВД, регулятора и топливоподкачивающего насоса не допускается.

В процессе обкатки не должно быть заеданий, посторонних стуков и шумов в механизмах насоса, регулятора и муфты опережения впрыскивания, а также местного нагрева деталей насоса свыше  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Дефекты, обнаруженные в процессе обкатки, устраните.

По окончании обкатки слейте масло из полостей ТНВД и регулятора, проверьте плавность перемещения рейки при проворачивании кулачкового вала насоса (заедание рейки и связанных с ней деталей не допускается), легкость перемещения рычага регулятора (заедание не допускается).

Залейте свежее масло в корпуса ТНВД и регулятора.

Перед регулировкой подключите ТНВД к системе топливоподачи стенда. Настройку топливных насосов на соответствие выходным регулировочным показателям, приведенным в Приложении, выполняйте в следующем порядке:

– проверьте величину пусковой подачи топлива. Для этого установите частоту вращения кулачкового вала ТНВД равной  $100 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$  и замерьте величину пусковой подачи по штуцерам насоса, которая должна быть не менее  $145 \text{ мм}^3/\text{мин}$ . При пусковой подаче топлива меньше указанной величины плунжерную пару замените;

– отрегулируйте угол подачи топлива и его чередования по штуцерам насоса с помощью моментоскопа. Проверьте герметичность нагнетательных клапанов;

– отрегулируйте момент начала действия регулятора при помощи болта ограничителя максимального скоростного режима. При частоте вращения кулачкового вала насоса, соответствующей началу действия регулятора, рычаг управления регулятора должен находиться в положении «до упора»;

– настройте количество и равномерность подачи топлива по штуцерам топливного насоса на номинальной частоте вращения кулачкового вала, установив рычаг управления регулятором до упора в винт максимальной частоты вращения.

Для регулировок используйте эталонный стендовый комплект форсунок с топливопроводами высокого давления.

При отклонении от требуемых значений продолжайте регулировать ТНВД следующим образом: ослабьте стяжной винт зубчатого венца или поводка рейки и поверните влево или вправо втулку относительно зубчатого венца или поводка рейки. После регулировки затяните стяжные винты каждого зубчатого венца.

Величину подачи одновременно всех насосных секций изменяйте с помощью винта номинальной подачи топлива. После регулировки повторно проверьте начало действия регулятора.

Проверку и окончательную регулировку подачи топлива, равномерности его подачи отдельными насосными элементами проводите при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля. Неравномерность подачи топлива не должна превышать значений, приведенных в табл. 10.3.

*Таблица 10.3*

Показатели неравномерности подачи топлива по штуцерам насоса

Марка насоса	Неравномерность подачи топлива, % (не более)			
	при регулировке		при проверке	
	на номинальных оборотах и полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода	на номинальных оборотах и полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода
4УТНМ	3	30	6	35

Проверку подачи топлива секциями топливного насоса выполните при частоте вращения, соответствующей режиму холостого хода.

Неравномерность подача топлива по штуцерам насоса определяется по формуле

$$H = \frac{2(K_{\max} - K_{\min})}{K_{\max} + K_{\min}} \cdot 100 \%,$$

где  $K_{\max}$ ,  $K_{\min}$  – максимальная и минимальная подачи топлива по штуцерам насоса, мм<sup>3</sup>/цикл.

Проверьте частоту вращения кулачкового вала, соответствующую полному выключению подачи топлива. Она не должна превышать значений, указанных в технических условиях.

Если прекращение подачи топлива происходит при более высокой частоте вращения, обеспечьте получение требуемых показателей регулировочными работами (увеличением числа рабочих витков пружины регулятора, ввертыванием винта максимальной частоты вращения) или частичной заменой изношенных деталей регулятора.

Проверьте величину подачи топлива при частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту дизеля. В случае необходимости отрегулируйте корректор с помощью регулировочного винта. Если изменением положения регулировочного винта требуемую подачу топлива получить не удастся, выполните регулировку изменением количества прокладок под пружиной корректора или заменой пружины.

Справочные данные о величинах регулировочных параметров ТНВД, а также технология их ремонта приведены ниже.

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать следующую информацию:

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 10.4).

Таблица 10.4

Перечень и величина показателей оценки технического состояния ТНВД

Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Осевой люфт рейки, мм	0,2		

Продолжение таблицы 10.4

Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
2. Осевой люфт кулачкового вала, мм	0,1...0,25		
3. Герметичность нагнетательных клапанов 1 2 и т.д.	менее 2 мин		
4. Давление открытия перепускного клапана	50...80 КПа		
5. Пусковая подача топлива	более 145 мм <sup>3</sup> /цикл		
6. Гидравлическая плотность плунжерных пар 1 2 и т. д.	более 3 с		
7. Гидравлическая плотность по разгрузочному пояску пары «нагнетательный клапан – гнездо»	более 2 с		
8. Суммарная герметичность пары «нагнетательный клапан – гнездо»	более 30 с		
9. Угол начала подачи топлива	по ТУ		
10. Начало действия регулятора	по ТУ		
11. Подача топлива на номинальном режиме 1-я секция 2-я секция и т. д.	по ТУ		



Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
12. Неравномерность подачи топлива на номинальном режиме	менее 6%		
13. Подача топлива на режиме максимальных оборотов холостого хода 1-я секция 2-я секция и т. д.	по ТУ		
14. Неравномерность подачи топлива на режиме максимальных оборотов холостого хода	менее 30%		
15. Подача топлива на режиме максимального крутящего момента 1-я секция 2-я секция и т. д.	по ТУ		
16. Частота вращения полного выключения регулятора	по ТУ		

### 3. Выводы

#### Контрольные вопросы и задания

1. Укажите критерии предельного состояния топливного насоса высокого давления.
2. В чем состоит технология испытания и комплектования плунжерных пар?
3. В чем состоит технология испытания пары «нагнетательный клапан – клапанное гнездо»?
4. Приведите технологический маршрут определения технического состояния ТНВД.
5. Какова технология обкатки ТНВД после ремонта?
6. В какой последовательности ведутся испытание и регулировка топливных насосов?

## 10.2. Ремонт форсунок

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по оценке технического состояния, восстановлению работоспособности и регулировке форсунок дизельных двигателей.

**Студент должен знать:** конструкцию и работу форсунок дизельных двигателей, признаки неисправностей и методы их определения, дефекты и критерии предельного состояния деталей форсунок, устройство и работу оборудования и приспособлений, безопасные приемы выполнения работ по ремонту, испытанию и регулировке форсунок.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние форсунок в сборе и каждой их детали в отдельности, определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание ремонтных работ, выполнить основные операции диагностирования, восстановления работоспособности и регулировки форсунок.

### Задание на выполнение работы

1. Изучить требования техники безопасности при выполнении работы.
2. Ознакомиться с оснащением рабочих мест, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
3. Определить по результатам диагностирования форсунки и дефектации ее деталей содержание ремонтных работ.
4. Разработать технологический маршрут и выполнить основные операции восстановления работоспособности форсунки.
5. Оформить и защитить отчет установленной формы.

### Общие сведения

Преимущества использования дизельного двигателя в качестве источника энергии для тракторов, автомобилей, комбайнов и другой техники по сравнению с карбюраторным обусловлены лучшей экономичностью, благодаря высокой степени сжатия, улучшающей процессы горения топливовоздушной смеси, повышенному коэффициенту полезного действия, стабильной характеристике крутящего момента во всем рабочем диапазоне, малому содержанию вредных веществ в отработавших газах.

Энергетические, экономические и экологические показатели работы дизелей (мощность, расход топлива в расчете на единицу наработки,

величина механических и тепловых нагрузок, надежность и токсичность) в значительной мере зависят от технического состояния топливной аппаратуры.

В соответствии с функциональным назначением и конструктивным исполнением топливная аппаратура автотракторных дизелей должна обеспечивать:

подачу за короткий промежуток времени точно дозированного количества топлива в цилиндры двигателя;

интенсивное впрыскивание топлива в камеру сгорания под высоким давлением в мелко распыленном состоянии;

оптимальное распределение распыленного топлива по объему камеры сгорания;

подачу топлива в определенный момент времени относительно верхней мертвой точки положения поршня на такте сжатия и в соответствии с нагрузочными и скоростными режимами работы двигателя;

поддержание стабильности параметров процесса топливоподачи.

В процессе эксплуатации дизелей вследствие механических и физико-химических воздействий параметры агрегатов топливной аппаратуры часто выходят за пределы регламентированных значений, приводя при этом к повышенному расходу топлива, потере мощности и увеличению токсичности отработавших газов.

Для обеспечения оптимальных показателей по расходу топлива, эффективной мощности дизеля и соответствия все более возрастающим требованиям к токсичности отработавших газов требуется своевременное выполнение работ по регулировке и ремонту дизельной топливной аппаратуры.

### **Устройство и работа прибора**

#### **для испытания и регулировки форсунок КИ-3333**

При выполнении практической работы испытание форсунок производится на приборе КИ-3333 с целью определения их технического состояния и регулировки.

Прибор КИ-3333 предназначен для испытания и регулировки механических форсунок тракторных и комбайновых дизелей.

На приборе можно выполнить следующие операции: проверку форсунки на гидравлическую плотность и герметичность; регулировку давления начала впрыска; проверку качества распыливания топлива.

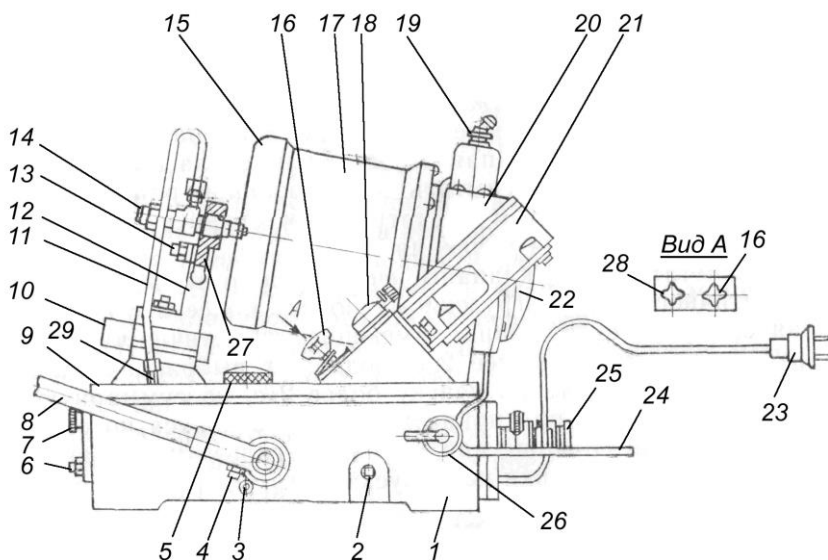


Рис. 10.5. Устройство прибора для испытания и регулировки форсунок КИ-3333

Устройство прибора приведено на рис. 10.5. Рукояткой 8 приводят в движение плунжер насоса. При открытом кране 28 топливо подается в трубопровод 11 и форсунку. Освещение и турбина вытяжного вентилятора включаются выключателем 19. При открытом кране 28 топливо подается в гидравлический аккумулятор, а затем в испытываемую форсунку. Для определения давления начала впрыска топлива открывают кран 16, манометр подключают к системе. Для определения герметичности и гидравлической плотности форсунки создают в сети необходимое давление, закрывают кран 28 и по манометру определяют скорость падения давления.

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим процессом восстановления работоспособности форсунок, блок-схема которого представлена на рис. 10.6.

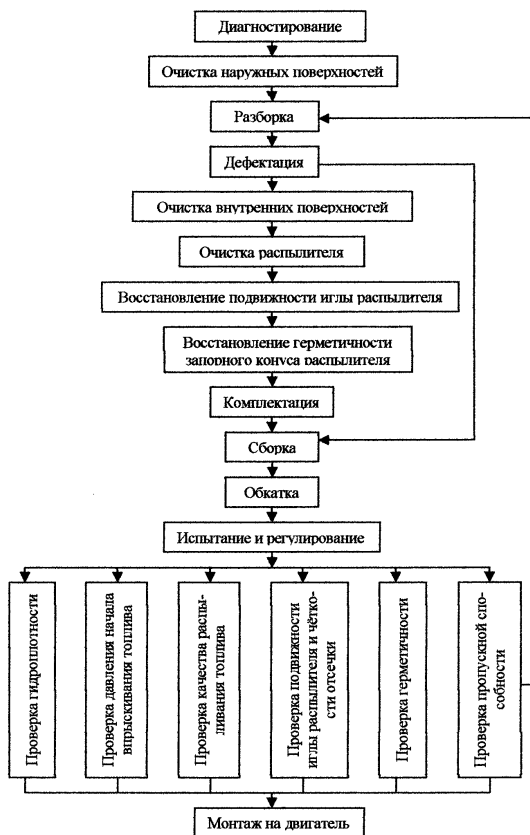


Рис. 10.6. Структурная схема технологического процесса выявления и устранения неисправностей форсунок

### *Проверка давления начала впрыскивания топлива*

Давление начала впрыскивания – давление топлива, необходимое для поднятия иглы распылителя. Давление начала впрыскивания определяется визуально по манометру прибора при нагнетании топлива в форсунку в момент впрыскивания. Момент максимального отклонения стрелки манометра и (или) максимального значения на дисплее в цифровой форме соответствует давлению начала впрыскивания топлива. Величина давления начала впрыскивания топлива форсунками должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 10.5.

Номинальное значение давления начала впрыскивания топлива форсунками автотракторных дизелей

Марка двигателя	Обозначение форсунки	Давление начала впрыскивания, МПа
LDW 1603 CHD; LDW 2004 CHD	КСА30S44 Распылитель dn0sd293	13,0–14,0
LDW 2004T CHD	КСА30S44	17,5–18,5
Д-244/242/243/245.5/245	171.1112010-02	22 <sup>+0,8</sup>
Д- 244S/242S/243S/245.5S/245S	171.1112010-01	22 <sup>+0,8</sup>
MMZ – 3LD		
Д-260.1S/ Д-260.2S/ Д-260.4S	172.1112010-11.01 455.1112010-50	24,5 <sup>+1,2</sup>
Д- 44S2/242S2/243S2/245.5S2/24 5S2		
Д-260.1S2/ Д-260.2S2/ Д- 260.4S2	172.1112010-11.02 455.1112010-60	24,5 <sup>+1,2</sup>

*Примечание:* форсунки 171.1112010-02 ( $\mu f=0,28...0,30$  мм<sup>2</sup> и  $R_f=22+0,8$  МПа) и 171.1112010-01 ( $\mu f=0,24...0,26$  мм<sup>2</sup> и  $R_f=22+0,8$  МПа) для дизелей с камерой сгорания ЦНИДИ; форсунки 171.1112010-11.01; 455.1112010-50 ( $\mu f=0,23...0,25$  мм<sup>2</sup> и  $R_f=24,5+1,2$  МПа) и 172.1112010-11.02 и 455.1112010-60 ( $\mu f=0,29...0,31$  мм<sup>2</sup> и  $R_f=24,5+1,2$  МПа) для дизелей с открытой камерой сгорания (ОКС).

Давление начала впрыскивания топлива у форсунок с регулируемым винтом регулируется ввертыванием или вывертыванием винта при снятом колпаке форсунки и отвернутой контргайке. При ввертывании винта давление повышается, а при вывертывании – понижается. Один оборот винта в среднем соответствует изменению давления на 5 МПа. По окончании регулирования винт фиксируется контргайкой.

Давление начала впрыскивания топлива у форсунок с регулирующими шайбами регулируется снятием или постановкой под пружину пакета шайб. Регулирование выполняется при снятых гайке распылителя, проставке, штанге и пружине. При увеличении

общей толщины пакета регулировочных шайб давление повышается. Изменение толщины пакета шайб на 0,05 мм приводит к изменению давления на 0,30–0,35 МПа. Число устанавливаемых шайб не должно превышать трех.

### *Проверка качества распыливания топлива*

Основными параметрами, оценивающими качество распыливания топлива, являются дисперсность распыливания; равномерность распределения частиц по поперечному сечению струи топлива (факелу распыленного топлива); угол рассеивания струи (факела) топлива (для штифтовых распылителей); направление струй топлива из распыливающих отверстий носика распылителя (для бесштифтовых распылителей).

Качество распыливания топлива проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора и частоте впрыскиваний 60...80 в мин<sup>-1</sup>, и определяется визуально по конусу рассеивания струй топлива.

Топливо, выходящее из распыливающих отверстий носика распылителя, должно быть при визуальном наблюдении в туманообразном состоянии, без заметных отдельных капель, сплошных струек, легко различимых местных сгущений и равномерно распределяться по сечению струи в виде конусного факела. Конус распыленного топлива должен находиться в пределах 10°–20°. Начало и конец впрыскивания должны быть четкими. Для штифтовых распылителей допускается видимость стержня струи топлива.

### *Проверка подвижности иглы распылителя и четкости отсечки*

Подвижность иглы распылителя – свойство иглы распылителя при впрыскивании топлива свободно перемещаться в корпусе распылителя (без прихватаывания и заеданий).

Подвижность иглы проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора.

При органолептическом способе оценки впрыскивание топлива должно сопровождаться четким прерывистым звуком, характерным для соответствующего конструктивного исполнения распылителя. Перед началом и по окончании впрыскивания возможно увлажнение

корпуса распылителя. Условиями, обеспечивающими появление звука, являются отсутствие повышенного трения или прихватаывания иглы в корпусе распылителя.

#### *Проверка герметичности*

Герметичность форсунок по запирающему конусу распылителя определяется по скорости падения давления топлива вследствие неплотности в соединении конуса иглы и корпуса распылителя. Герметичность по запирающему конусу форсунки проверяется опрессовкой, давление топлива на 1–1,5 МПа меньше давления впрыскивания.

Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого давления проверяется одновременно с проверкой герметичности по запирающему конусу распылителя.

Герметичность форсунки считается удовлетворительной, если в течение 15 с проверки на торце корпуса распылителя подтекания топлива не наблюдаются. Допускается увлажнение носика распылителя (без появления капли).

Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости низкого давления форсунки, погруженной в ванну с дизельным топливом, проверяется опрессовкой воздухом под давлением 0,40–0,60 МПа. Не допускается пропуск воздуха в течение 10 с. Допускается не проверять у форсунок с регулировочными шайбами герметичность полости низкого давления.

#### *Проверка гидроплотности*

Гидроплотность форсунки по направляющим цилиндрическим поверхностям иглы и корпуса распылителя форсунки определяется опрессовкой давлением топлива, выше давления впрыскивания, по скорости его падения.

Для форсунок ФД-22М время падения давления от 23 до 21 МПа должно быть 7...20 с. При этом на торце (носике) корпуса распылителя не должны наблюдаться увлажнение или подтекание топлива.

#### *Очистка*

Наружные поверхности форсунок в сборе промывают в ванне типа ПИМ-640.160 моющим раствором МС-37 или дизельным топливом по ГОСТ 305. Во избежание попадания загрязнений во внутренние полости форсунки запрещается снимать защитные детали: заглушку с распылителя, гайку-колпачок со штуцера и пробку с колпака форсунки.



Очистка прецизионных деталей проводится в ультразвуковых ваннах типа УЗВ, с последующей промывкой в бензине по ГОСТ 20–84, обдувкой сжатым воздухом и смазкой профильтрованным дизельным топливом.

Допускается очистка от нагароотложений запирающего конуса иглы распылителя щеткой из латунной проволоки, запирающего конуса корпуса распылителя и топливоподводящих каналов чистиками, а распыливающих отверстий соплового наконечника распылителя – стальной проволокой соответствующего диаметра из комплекта ПИМ-5319 с последующей промывкой в бензине и смазыванием профильтрованным дизельным топливом.

### *Разборка*

Форсунку разбирают на специальном приспособлении типа ПИМ-640.040 или в тисках с губками из мягкого металла, соблюдая конструктивную технологическую последовательность. Во избежание поломок фиксирующих штифтов запрещается отворачивать гайку распылителя, предварительно не вывернув до упора регулировочный винт и не отвернув гайку пружины. В случае заедания иглы в корпусе распылителя ее хвостовик зажимают в тисках с губками из мягкого металла и, поворачивая корпус распылителя, извлекают иглу. Корпус распылителя и игла составляют прецизионную пару. Не допускается разуконплектование корпуса распылителя с иглой.

### *Дефектация*

Не подлежат техническому обслуживанию и направляются на ремонт форсунки, имеющие следующие дефекты:

- кольцевую выработку на торцевой поверхности корпуса форсунки;
- поломку установочных штифтов;
- трещины, сколы и обломы любого размера и расположения;
- смятие и срыв более двух витков резьбы гаек распылителя, пружины, колпака и штуцера;
- риски на торцевой поверхности;
- цвета побежалости и коррозию на прецизионных поверхностях корпуса и иглы распылителя.

### *Восстановление подвижности иглы*

Подвижность иглы в корпусе распылителя восстанавливается нанесением притирочной пасты АСМ-1/0 НОМ по ГОСТ–25591 на направляющие поверхности с последующей совместной притиркой иглы в корпусе распылителя.

Иглу распылителя зажимают в патроне сверлильного станка так, чтобы между губками патрона и плечиками иглы было расстояние не менее 1 мм. Наносят на цилиндрическую поверхность иглы тонкий слой пасты и проводят совместную притирку корпуса и иглы при частоте вращения 50...200 мин<sup>-1</sup>.

После промывки распылителя в бензине и смазки дизельным топливом проверяется плавность перемещения иглы в корпусе распылителя. Игла, выдвинутая из корпуса распылителя на 1/3 длины ее рабочей цилиндрической поверхности, должна плавно и безостановочно опускаться до упора под воздействием собственной массы при любом угле поворота вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45° к вертикали. Местные сопротивления, препятствующие свободному перемещению иглы, не допускаются.

#### *Восстановление герметичности запорных конусов иглы и распылителя*

При неудовлетворительном качестве распыливания проводят совместную притирку запорных конусов иглы и корпуса распылителя. Наносят на конус иглы тонкий слой пасты, изготовленной на основе порошка «Экстра-500». Попадание пасты на цилиндрическую часть иглы не допускается. Притирка проводится путем вращения иглы в корпусе. Вращение сопровождается легкими ударами корпуса распылителя по конусу иглы при частоте вращения 50...200 мин<sup>-1</sup> до образования на конусе иглы уплотняющего пояса шириной не более 0,7 мм. Распылитель после притирки тщательно промывают.

#### *Сборка*

Сборку форсунки начинают с установки распылителя. Резьбовые соединения затягивают динамометрическим ключом, обеспечивая моменты затяжки крепежных деталей, приведенные в табл. 10.6.

*Таблица 10.6*

Регламентируемый момент затяжки крепежных деталей

Наименование детали	Усилие затяжки, Н·м, для насосов дизелей типа			
	6ГН, А4ГН, ТНМ	УТН	ЯМЗ	КамАЗ
Гайка распылителя	90–100	50–70	70–80	70–80
Колпак форсунки	90–110	100–110	80–100	-
Штуцер форсунки	120–140	110–120	80–100	100–120

По окончании затяжки гайки распылителя проверяется легкость хода иглы. При встряхивании форсунки должны быть слышны удары иглы о корпус распылителя.

#### *Обкатка*

Собранные форсунки регулируются на давление начала впрыскивания и обкатываются на стенде для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры в течение 15...20 мин на номинальном режиме.

#### *Испытание и регулирование*

При контрольных испытаниях форсунок, которые проводят на соответствие требованиям ГОСТ 10579, проверяют: гидроплотность; давление начала впрыскивания топлива; подвижность иглы распылителя; качество распыливания топлива; герметичность по запирающему конусу распылителя; герметичности уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого и низкого давлений форсунки; пропускную способность форсунок.

Испытание форсунок должно проводиться на дизельном топливе по ГОСТ 305 или технологической жидкости с кинематической вязкостью 2,45–2,75 сСт.

#### *Проверка гидроплотности*

Проверка форсунок на гидроплотность проводится так же, как и при диагностировании.

#### *Проверка давления начала впрыскивания топлива*

Проверка давления начала впрыскивания топлива проводится так же, как и при диагностировании.

#### *Проверка качества распыливания топлива*

Проверка качества распыливания топлива проводится так же, как и при диагностировании.

#### *Проверка подвижности иглы и четкости отсечки топлива*

Проверка подвижности иглы и четкости отсечки топлива проводится так же, как и при диагностировании.

#### *Проверка герметичности*

Проверка герметичности форсунок проводится так же, как и при диагностировании.

### *Ремонт форсунок дизельных двигателей*

Форсунка непосредственно влияет на процесс сгорания в дизельном двигателе и, соответственно, на легкость запуска, на мощность, динамику, расход топлива, а также на уровень вредных выбросов и шум.

Снятую с двигателя форсунку для выполнения разборки, после очистки ее внешних поверхностей и после проверки на приборе, закрепляют в тисках или специальном монтажном устройстве.

О неисправности форсунки и необходимости ее ремонта указывают следующие изменения:

- падение давления открывания распылителя больше 10 % от номинального указанного в ТД (могут быть износ поверхностей, износ пружины форсунки, неправильные регулировочные шайбы);

- недостаточная гидравлическая плотность из-за износа распылителя по направляющей части иглы, а также может быть при задирах или коррозии корпусов форсунки и распылителя. То же может быть и при слабой затяжке гайки распылителя – в этом случае утечка топлива будет через неплотности в месте прилегания корпуса распылителя к корпусу форсунки;

- подтекание распылителя т. е. недостаточная герметичность по запирающему конусу иглы, так как игла кромкой конуса прижимается пружиной форсунки к корпусу распылителя (конус корпуса распылителя на 1° меньше конуса иглы), перекрывая выход топлива из сопловых отверстий до начала и после окончания впрыска топлива. Таким образом, создается герметичность распылителя, и топливо не подтекает;

- неплотность между поверхностью корпуса форсунки, проставкой и корпусом распылителя по причине искривления фиксирующих штырьков, износ гайки распылителя (поверхности, прилегающей к фланцу распылителя) плотность гнезда конуса (подтекание распылителя);

- звуковые свойства, так называемое хрипение распылителя;
- уменьшение притока топлива к распылителю, что приводит к увеличению времени впрыска и уменьшению мощности двигателя по причине расшатывания или засорения фильтра в корпусе, закоксовывание фильтра в штуцере форсунки;

- износ корпуса форсунки в месте удара иглы верхним торцом (увеличение хода иглы) – подъем иглы ограничивается упором и составляет 0,2...1,3 мм (0,2...0,45 мм у быстроходных двигателей);

- износ или закоксовывание сопловых отверстий (нарушение пропускной способности) из-за тепловых и механических нагрузок (резкие удары иглы об уплотняющий конус в корпусе распылителя с частотой до 10 000 раз в минуту при высокой температуре приводит к изменению цвета и заклиниванию иглы);

- срыв резьбы;

- износ конуса штуцера под наконечник топливопровода высокого давления (подтекание топлива из-под накидной гайки топливопровода);

- смятие граней под ключ гайки распылителя и колпака форсунки.

В зависимости от системы впрыска различают форсунки со штифтовыми распылителями, применяемыми в форкамерных двигателях, и с дырчатыми распылителями, применяемыми в ДВС с непосредственным впрыском топлива (DI – direct injection).

В зависимости от способа управления открытием распылителя, форсунки различаются:

- с одной пружиной открытия;

- двухпружинные – для снижения уровня шума (со «слабой» пружиной для предварительного впрыска и пружиной «мощной» полностью открывающей распылитель);

- форсунки с датчиком подъема иглы распылителя (это индукционный датчик, питаемый током низкого напряжения с целью наиболее точного начала впрыска, определяющего оптимальную работу ДВС);

- форсунки управляемые электромагнитным клапаном или пьезоэлектрическим элементом.

Кроме того, форсунки из-за разнообразных конструкций головок блока цилиндров, камер сгорания имеют разные регулировки давления открытия распылителя:

- с плавной регулировкой давления открытия с помощью винта (в старых ДВС);

- с регулировкой давления открытия регулировочными шайбами;

- с электронной регулировкой давления открытия, например, форсунки системы CR, которые управляются не давлением топлива, а электрическим импульсом.

Высокое напряжение позволяет увеличить скорость срабатывания электромагнитного клапана (время открытия около 0,3 миллисекунды), что повышает точность параметров впрыска. Электрический сигнал непосредственно не поднимает иглу, а открывает шариковый

клапан, что вызывает изменение давлений внутри форсунки – тогда сила, действующая на управляющий поршень, меньше чем давление топлива в камере давлений распылителя, действующего на пружину распылителя, что вызывает открытие распылителя и впрыск топлива. Когда отсутствует электрический сигнал, игла распылителя удерживается в закрытом положении с помощью пружины. Давление топлива в камере давлений распылителя, стремящееся открыть распылитель, уравнивается давлением, действующим на управляющий поршень форсунки. Таким образом, в форсунках CR инициация начала впрыска – электрическая, а движение иглы обеспечивается давлением топлива.

Для разделения процесса впрыска на несколько фаз, что при применении электромагнитного клапана затруднено, учитывая его инерционность, вместо электроклапана в форсунке CR используется пьезоэлектрический элемент, который основывается на очень быстром, длящемся доли миллисекунд, изменении размеров кристалла кварца под действием приложенного электрического заряда. Разряд электростатического напряжения возвращает кристалл к исходным размерам. В пьезоэлектрических форсунках CR пьезоэлемент состоит из более сотни слоев кристаллов и удлиняется на 0,04 мм, что достаточно для реализации многофазного (ступенчатого) впрыска топлива: начальной, предварительной дозы и главной.

Основные неисправности и дефекты электромагнитных форсунок системы Common Rail:

- засорение клапана или топливных каналов;
- износ клапана;
- задиры и заклинивание анкера;
- износ гайки распылителя;
- нестабильная работа соленоида электромагнитного клапана;
- неисправность электронного блока управления;
- замыкание витков, короткое замыкание или обрыв обмотки электромагнитов управления клапанами (может быть межвитковое замыкание);
- износ уплотнительных колец;
- дефекты клапанов: негерметичность, потеря подвижности, увеличение хода клапана, износ седел;
- нарушение герметичности шарикового клапана из-за кавитационного износа, как самого шарика, так и седла (глубина каверн не более 0,01 мм);

- заклинивание (зависание) иглы распылителя;
- закоксовывание сопловых отверстий корпуса распылителя;
- большая неравномерность подачи;
- нарушение герметичности по торцевой поверхности распылителя и корпуса;
- образование нагара на корпусе распылителя;
- износ запорного конуса и корпуса распылителя.

Для восстановления работоспособности форсунок выполняются следующие работы:

- замена распылителя и гайки его крепления;
- замена соленоида электромагнита;
- замена уплотнительных колец;
- замена клапанов и седел.

Наиболее характерные неисправности форсунок:

- подтекание топлива после впрыскивания;
- утечки топлива через зазор между отверстием в корпусе и иглой;
- увеличение хода иглы;
- закоксовывание внутренних и наружных поверхностей корпуса распылителей.

Эти дефекты проявляются при:

- износе сопловых отверстий;
- пластической деформации запирающего конуса (его износе);
- износе торцевой поверхности корпуса форсунки и проставки в зоне упора хвостовика иглы распылителя;
- уменьшении жесткости пружин;
- износе цилиндрических поверхностей (направляющей поверхности распылителя);
- износе штифтов;
- отложении нагара на поверхности корпуса распылителя;
- коррозионном разрушении рабочей поверхности иглы из-за воздействия газов, прорывающихся из камеры сгорания;
- неправильном моменте затяжки гайки распылителя.

1. В форсунках с регулировкой давления с помощью регулировочного винта демонтаж начинается с регулировочного винта. После ослабления пружины форсунки откручивают гайку распылителя. При этом следует удерживать распылитель, чтобы игла не выпала из корпуса распылителя.

В форсунках с регулировкой давления регулировочными шайбами используются две шайбы разной толщины, которые отличаются по наружному диаметру в зависимости от конструкции корпуса форсунки:

- в японских двигателях применяются шайбы с наружным диаметром 7,2 мм;
- для регулировки давления открытия в форсунках Lucas (Delphi) – шайбы диаметром 9,4 мм;
- для форсунок Bosch – регулировочные шайбы диаметром 8,5; 9,9 и 11,5 мм.

Шайбы выпускаются с шагом по толщине 0,02 мм; 0,04 мм и 0,05 мм, начиная от 0,80 мм до 2,40 мм.

Форсунку с регулировочными шайбами закрепляют в специальном приспособлении. Нажатием на распылитель ослабляют пружину форсунки и затем откручивают гайку распылителя не до конца. Достав форсунку из приспособления, полностью откручивают гайку распылителя и достают проставку, грибок, пружину и регулировочные шайбы. Все детали промывают и оценивают их износ. Чаще всего изнашивается распылитель, а также гайка распылителя, проставка, корпус форсунки, грибок форсунки и пружина. Износ вызывается действием сил удара в местах соприкасающихся деталей. Появляются трещины, вдавливания, царапины, деформации, линейные изменения соединений (увеличивается ход иглы, уменьшается длина грибка форсунки). Иногда форсунки изнашиваются из-за действия коррозии, загрязнений, содержащихся в топливе, и из-за эрозионного действия топлива в местах, где есть изменения проходных сечений (в топливных каналах).

2. Из корпуса вынимаются штифты и проверяется, прежде всего, состояние плоскости корпуса в месте удара иглы распылителя и, если обнаружено углубление в виде венчика вокруг отверстия, в которое заходит хвостовик иглы – необходимо на чугунной плите с мелкозернистой пастой притереть плоскость корпуса форсунки до удаления углубления. Так как наличие этого углубления приводит к увеличению хода иглы и более быстрому изнашиванию запирающего конуса (увеличивается сила удара иглы при посадке), а также может происходить закусывание иглы в углублении корпуса форсунки. Если углубление превышает 50 микрон, то корпус форсунки желательно заменить или отремонтировать шлифовкой поверхности и притиркой на чугунной плите. Торец следует шлифовать, предварительно вкрутив корпус в оправку, гарантирующую перпендикулярность поверхности торца корпуса к оси резьбы (доп. биение максимум 50 микрон).



3. В гайке распылителя проверяется состояние поверхности, прилегающей к распылителю, – нет ли на ней нагара и вмятин, которые при необходимости удаляются специальной фрезой.

4. В форсунке с регулировочными шайбами торцы проставки должны быть идеально плоскими, гладкими и идеально параллельными. Проставку притирают, как и торец форсунки, но лучше заменить на новую.

5. Далее оценивают износ распылителя с помощью увеличительного стекла с подсветкой – исследуя коническое гнездо и направляющую корпуса распылителя – нет ли нагара, вмятин, царапин и металлической стружки: вынимается игла и исследуется конусная часть, обеспечивающая герметичность распылителя (исключающую подтекание). В месте контакта иглы с корпусом заметен матовый кольцевой пояс. Ширина кольцевой полоски у нового распылителя близка к 0,2 мм. Чем больше изношен распылитель, тем шире матовый участок на игле. Если ширина матового участка на игле 1 мм и меньше – работоспособность такого распылителя можно восстановить. Для этого иглу за хвостовик зажимают в патрон электродрели или доводочной бабки. На запирающий конус наносят тонкий слой микронной притирочной пасты, надевают иглу на корпус распылителя и при частоте (200...400) мин<sup>-1</sup> притирают запирающие конусы иглы и корпуса.

6. Затем тщательно промывают распылитель в керосине или бензине и проверяют легкость движения иглы в корпусе распылителя – игла, вытянутая на одну треть из корпуса, наклоненного под углом 60°, должна опуститься под действием своего веса (после предварительного увлажнения иглы топливом). Такую проверку делают несколько раз под разными углами.

7. В случае коррозии или рисок на торце корпуса распылителя, прилегающей к корпусу форсунки, торец распылителя притирают на чугунной плите. На ней же притирают и плоскость корпуса форсунки.

8. Если игла распылителя заклинила (из-за попадания воды или перегрева двигателя), тогда выталкиваем зависшую иглу инерционным молотком или гидравлическим ударом, используя прибор для регулировки форсунок. Самый простой прием – плоскогубцами захватить за хвостовик иглы и вытащить ее из корпуса. Если это не удается, то необходимо положить распылитель на сутки в керосин и повторить прием.

9. После извлечения иглу зажимают за хвостовик в патрон, как и при притирке запирающих конусов, наносят на цилиндрическую часть иглы тонкую притирочную пасту, надевают корпус и притиркой удаляют внедрившиеся металлические частицы с прецизионных поверхностей иглы и корпуса. Затем тщательно промывают распылитель и проверяют его работу на приборе, установив в форсунку.

10. Прочищают сопловые отверстия иглой диаметром (0,28...0,3) мм (или на 40...50 микрон меньше, чем распыливающие отверстия) и очищают распылитель от нагара деревянным скребком. Если отверстия не прочищаются, необходимо положить на 10–15 мин в ванночку с бензином, после чего снова их прочистить.

11. Отремонтированные части форсунки необходимо тщательно промыть в отфильтрованном дизельном топливе или проверочном масле.

12. При сборке форсунки не затягивайте чрезмерно гайку распылителя. Иначе можно деформировать корпус распылителя, и игла не будет свободно двигаться при впрыске. Однако если это случилось, распылитель обычно начинает подтекать. Момент затяжки должен быть (55...70) Н·м.

Рекомендуется при замене распылителя менять изношенную проставку, грибок и гайку распылителя. Монтаж форсунки с регулировкой давления шайбами следует производить в специальном приспособлении, которое позволяет сжать пружину форсунки перед затяжкой гайки распылителя. Гайку распылителя, свободно надетую на распылитель, затягивают динамометрическим ключом (55...70 Н·м) после регулировки давления открывания.

Каждую собранную форсунку после ремонта проверяют на:

- а) гидроплотность;
- б) герметичность;
- в) давление начала подъема иглы распылителя (регулируют давление впрыска);
- г) качество распыла.

Работоспособность нового распылителя зависит от технического состояния деталей форсунки – корпуса форсунки, гайки форсунки (особенно поверхности, прижимающей распылитель, нет ли на ней нагара, вмятин и достаточно ли она гладкая), а также пружины. Поэтому, чтобы избежать ошибок в оценке работоспособности распылителя, необходимо применять образцовый корпус,

специально изготовленный для этих целей или использовать детали новых форсунок. Образцовый корпус позволяет произвести сравнительную оценку работы распылителя на приборе, особенно тогда, когда появляются сомнения в качестве распылителя.

Топливопровод прибора, на котором проверяем форсунку, должен соответствовать норме ISO 4093, не иметь надломов, должен быть изогнутым так, чтобы шарик диаметром 1,8 мм свободно прошел по всей длине. Конические законцовки топливопроводов должны быть закалены (или изготовлены из твердой стали), чтобы не изменялся диаметр отверстия законцовки трубки вследствие многократного прикручивания. Рекомендуется использовать топливопровод с приваренными коническими законцовками (а не с вытянутыми).

### **Определение работоспособности форсунки после ремонта.**

Установите форсунку на испытательный стенд, подсоедините к форсунке топливопровод высокого давления системы. Проверьте наружное крепление форсунки и при необходимости подтяните их, течь и просачивание топлива не допускаются. При испытаниях применяйте топливо летних сортов.

Все узлы и детали стенда, не имеющие антикоррозийных покрытий, должны быть окрашены.

У форсунки, подготовленной к проверке, наружные поверхности должны быть чистыми и сухими, особенно в местах соединений деталей и уплотнений, и т. п.

Установите поверенный контрольно-измерительный прибор на стенд.

Установите защитное ограждение форсунки на стенде.

Прокачайте топливную систему стенда посредством рычага.

Установите форсунку на прибор, затем отключите манометр и, энергично работая рычагом, прокачайте топливо через форсунку (удаляя воздух), делая несколько впрысков, а уже потом, повернув против часовой стрелки маховик и включив манометр, регулируйте форсунку при медленном нарастании давления распыливания топлива, наблюдая за показаниями манометра.

Создание давления впрыска. Проверку и регулировку осуществляйте при частоте 60...80 впрысков в минуту.

При создании давления впрыска осуществляется контроль за изменением следующих параметров:

гидроплотность по показанию манометра и секундомера;

герметичность форсунок (подтекание распылителей) – визуально; давление начала подъема иглы распылителя – по показанию манометра;

качество распыливания и отсечки топлива – визуально.

Утечки топлива через зазор между цилиндрической частью иглы и корпусом распылителя оцениваются показателем, называемым гидравлической плотностью форсунки. Форсунка, бывшая в эксплуатации, считается годной, если снижение давления с 20 МПа до 18 МПа происходит за 5 с и более. Пружину форсунки дополнительно затягивают на 2...3 МПа по сравнению с номинальным давлением. Практически, если после регулировки форсунки давление по манометру снижается на 2 МПа за 5 с и более, форсунка пригодна для дальнейшей эксплуатации.

Следующий показатель – герметичность форсунки. У форсунки с исправным распылителем до начала и после окончания впрыскивания топлива на носике распылителя не должно появляться просочившееся топливо. Герметичным считается распылитель, у которого во время проверки на приборе в сборе с форсункой, не обнаружено в течение 15 секунд появление топлива на носике распылителя в виде капли, не отрывающейся от поверхности при давлении на 1,5 МПа меньше давления начала впрыскивания топлива. Допускается появление капли, не отрывающейся от носика распылителя.

Показания манометра в момент начала выхода из распылителя факела топлива называются давлением начала впрыскивания топлива.

В зависимости от показаний манометра при необходимости отрегулируйте регулировочным винтом давление начала впрыска топлива в соответствии с инструкцией по эксплуатации дизеля. От давления начала впрыска зависит качество распыливания топлива, пропускная способность форсунки и дальнобойность факела.

После настройки давления начала впрыскивания топлива проверяют качество распыливания топлива форсункой. Струек топлива в факеле, выходящем из соплового отверстия, не должно быть. Форсунка считается исправной, если она распыляет топливо в виде тумана из всех отверстий распылителя, без отдельно вылетающих капель, сплошных струй и сгущений. Начало и конец впрыска должны быть четкими.

Признаком хорошего качества распыливания является звонкий и дробящийся впрыск. При медленном нажатии рычага прибора образуется прерывистый впрыск с характерным скрипом, свидетельствующим о хорошей подвижности иглы распылителя. Надежным признаком хорошей работы форсунки (распылителя) является так называемый звонкий впрыск.

## Проверка пропускной способности

Пропускная способность определяется прокачиванием топлива через форсунку секцией стенового (контрольного) топливного насоса высокого давления.

После обкатки и регулировки форсунки поочередно присоединяются к одному и тому же штуцеру насоса с одним топливопроводом. Испытываются форсунки при номинальной частоте вращения вала насоса, полностью включенной и закрепленной рейкой. Разница в пропускной способности форсунок одного комплекта не должна превышать 4 %.

По результатам полученных значений форсунки комплектуются по пропускной способности на четыре группы (табл. 10.7).

Таблица 10.7

Комплектование форсунок по пропускной способности

Номер группы	Значение пропускной способности, см <sup>3</sup> /1000 циклов
0	106–108
1	108–110
2	110–112
3	112–114

Подобранные в комплект для установки на один двигатель форсунки не должны отличаться по пропускной способности более чем на 4 %.

## Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать следующую информацию:

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 10.8).

Таблица 10.8

Результаты предремонтного диагностирования

Наименование неисправности или дефекта	Способ и средства контроля	Величина параметра		Заключение
		номинальная	фактическая	
1	2	3	4	5
1. Давление начала впрыскивания топлива				

1	2	3	4	5
2. Качество распыливания топлива				
3. Подвижность иглы распылителя и четкость отсечки				
4. Герметичность форсунки				
5. Гидравлическая плотность				
6. Трещины, сколы, обломы				
7. Риски на торцевой поверхности				
8. Зависание иглы в корпусе распылителя				

### 3. Технологический маршрут ремонта.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Укажите основные показатели работоспособности форсунок.
2. Как определяется и регулируется давление начала впрыскивания топлива форсункой?
3. Как определяется качество распыливания топлива форсункой?
4. Как определяется подвижность иглы распылителя форсунки?
5. Как определяется четкость отсечки топлива форсункой?
6. Как определяется гидроплотность форсунки?
7. Как определяется герметичность форсунки?
8. Как определяется пропускная способность форсунки?
9. Как восстанавливается герметичность распылителя форсунки по запорному конусу?
10. Приведите последовательность контрольно-регулирующих испытаний форсунки после ремонта.

## Практическая работа № 11

# ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### 11.1. Технология ремонта коленчатых валов автотракторных двигателей

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления коленчатых валов методом ремонтных размеров.

**Студент должен знать:** условия работы коленчатых валов, виды изнашивания и характерные дефекты, а также методы их выявления и способы устранения дефектов.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления коленчатых валов автотракторных двигателей.

#### Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для восстановления коленчатых валов.

Произвести дефектацию коленчатого вала.

Разработать технологический процесс восстановления коленчатого вала.

Приобрести практические навыки по восстановлению коленчатого вала методом ремонтных размеров.

Оформить отчет по лабораторной работе.

#### Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
2. Шлифовальный станок 3А423.
3. Индикатор часового типа ИЧ-10 кл.1.
4. Штатив универсальный для индикатора Ш-УН-8.
5. Микрометры МК75, МК100 ГОСТ 6507–85.
6. Штангенрейсмус 40–500.
7. Вибрационная ленточная полировальная установка ВЛПУ-5.
8. Калибры для контроля радиусов галтелей.
9. Эталоны шероховатости поверхности ГОСТ 9378–75.

10. Набор гаечных и патронных ключей.
11. Коленчатые валы двигателей Д-243 или Д-260.
12. Подставка для коленчатых валов.
13. Материал обтирочный.
14. Плакаты.

### **Техника безопасности**

К выполнению практической работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается курить, вносить и хранить легковоспламеняющиеся вещества. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории все находящееся в ней.

Обучающиеся в лаборатории обеспечиваются спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Всем обучающимся запрещается заниматься действиями, непосредственно не связанными с выполнением практической работы, включать станок.

Опасными факторами являются незакрепленная деталь, вращающиеся детали и шлифовальный круг.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить.

Проверить наличие заземления станка и надежность подключения к заземляющему контуру. На шлифовальном круге не должно быть трещин, выбоин и других дефектов. Необходимо проверить, чтобы коленчатый вал, центросместители, контргрузы, а также передняя и задняя бабки на столе были надежно закреплены. Перед включением станка необходимо проверить коленчатый вал от руки и убедиться, что вал не задевает абразивного круга.

Перед работой на станке необходимо: застегнуть рукава одежды; убрать концы галстука, косынки; волосы должны быть под головным убором.

Помещение лаборатории и находящееся в ней оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.



Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станка во время работы.

Шлифовальный круг необходимо плавно подводить к детали.

Запрещается стоять в плоскости вращения круга.

При наблюдении за настройкой станка члены учебной группы должны размещаться справа от работающего учебного мастера или студента.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.

В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня, и при необходимости вызвать пожарную команду по тел. 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

### Общие сведения

Коленчатые валы автотракторных двигателей изготавливаются в основном из конструкционных сталей “*Select*”, 40X, 45, 50, 50Г и высокопрочных чугунов. Шейки стальных коленчатых валов подвергаются высокочастотной закалке до твердости 52–62 HRC, чугуновых до 40–65 HRC. Глубина закаленного слоя шеек коленчатых валов различных марок двигателей находится в пределах от 2,6 до 6,5 мм. Шероховатость поверхности шеек  $Ra$  0,16 - 0,32 мкм.

В процессе эксплуатации у коленчатых валов возможно появление следующих дефектов:

– износ коренных и шатунных шеек: овальность, конусность, задиры, риски и вмятины, трещины на шейках;

– износ посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик;

– износ маслосгонной резьбы;

– износ и разбивка шпоночных пазов;

– износ посадочного места наружного кольца подшипника в торце вала;

– износ отверстий под штифты крепления маховика;

– срыв более двух ниток и износ резьбы;

- торцовое биение фланца маховика;
- изгиб вала;
- трещины на щеках.

Выбраковочными признаками коленчатых валов являются: износ шеек до предельного размера; наличие кольцевых трещин; трещин, выходящих на галтель; трещин глубиной более 4 мм и при наличии усталостных разрушений.

Коленчатый вал двигателя – одна из основных деталей, определяющая вместе с другими деталями шатунно-поршневой группы ресурс двигателя в целом. Срок службы коленчатого вала зависит от двух независимо действующих факторов: сопротивления усталости и износостойкости. В процессе эксплуатации двигателя в результате неравномерности износа, кратковременных перегрузок, смещения опор блока из-за старения металла и ряда других причин, возникают ситуации, при которых вал работает в условиях перегрузок. При этом в структуре металла накапливаются усталостные повреждения в наиболее напряженных зонах детали, приводящие, в конечном итоге, к поломке коленчатого вала.

Зоны накопления усталостных повреждений в коленчатых валах автомобильных и тракторных двигателей различны. В коленчатых валах автомобилей эти повреждения сосредотачиваются в центральной части шеек в зоне маслоподводящих отверстий, в коленчатых валах тракторов – в галтелях в зоне перехода их щеки вала.

Изношенные коренные и шатунные шейки коленчатых валов могут быть восстановлены способом ремонтных размеров. Этот способ заключается в шлифовке изношенных шеек до установленного ремонтного размера, с последующим суперфинишированием или полированием. Вкладыши заменяют новыми деталями, изготовленными под соответствующий ремонтный размер шеек коленчатого вала.

В процессе восстановления шеек коленчатого вала их размеры уменьшаются. Схема для расчета ближайшего ремонтного размера шеек коленчатого вала в процессе их восстановлении показана на рис. 11.1. Ближайшие ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала зависят от линейного износа ( $i$ ) и припуска ( $b$ ) на механическую обработку. Линейный износ устанавливается обмером шеек вала с помощью микрометра или одноконтактного мерительного инструмента. Припуск на шлифование должен способствовать получению правильной геометрической формы изношенных шеек после механической обработки, удалению следов износа на их рабочей поверхности, минимальная величина припуска должна находиться в пределах 0,03–0,05 мм.

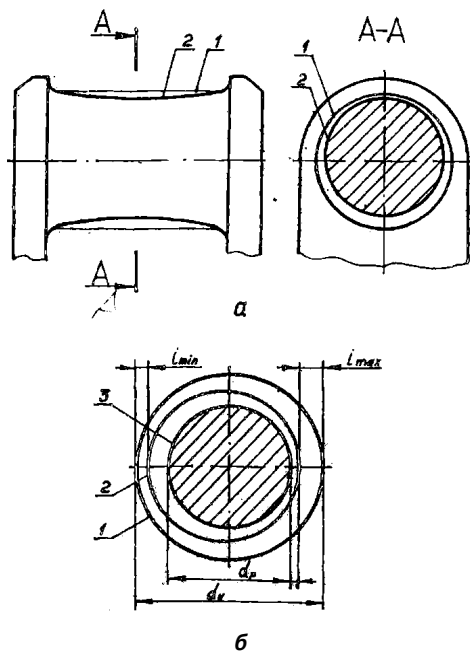


Рис. 11.1. Схема износа (а) и расчетная схема определения ремонтного размера шейки вала (б):

1 – профиль новой шейки; 2 – профиль изношенной шейки; 3 – профиль шейки, обработанной под ремонтный размер

Ближайший ремонтный размер шеек вала можно определить по одной из следующих формул:

$$d_{p1} = d_n - 2 \cdot (k \cdot i + b); \quad (11.1)$$

$$d_{pn} = d_{p(n-1)} - 2 \cdot (k \cdot i + b), \quad (11.2)$$

где  $d_{p1}$  – ремонтный размер, мм;

$d_{pn}$  – последний ремонтный размер шейки, мм;

$d_n$  – номинальный размер шейки, мм;

$i$  – величина износа шейки, мм;

$b$  – припуск на механическую обработку шейки на сторону (0,03–0,05);

$k$  – коэффициент неравномерности износа шейки по окружности,  $k = 0,8$ .

Перед механической обработкой шеек коленчатого вала притупляют острые кромки у отверстий масляных каналов. Это выполняется шлифовальными кругами конусной формы или зенковками, закрепленными в электродрели.

В коленчатых валах должны быть выдержаны следующие координационно-кинематические размеры:

- соосность коренных шеек;
- concentричность других цилиндрических поверхностей к цилиндрическим поверхностям коренных шеек, расположенных на одной геометрической оси с ними;
- перпендикулярность торца фланца геометрической оси коренных шеек вала;
- постоянство радиуса кривошипа;
- соосность парных шатунных шеек;
- параллельность геометрических осей коренных и шатунных шеек, а также их расположение в одной плоскости.

Соблюдение перечисленных размеров и требований во многом зависит от правильности базирований коленчатого вала при его восстановлении.

Известно, что при восстановлении деталей рекомендуется использовать те же установочные базы, которые применялись при изготовлении. Однако учитывая специфику технологии изготовления для коленчатых валов, это условие не всегда удается выполнить. Так, например, центровые отверстия, являющиеся установочными базами при обработке коренных шеек, удаляются на заводах-изготовителях для целого ряда коленчатых валов при сверлении отверстий под храповик и подшипник направляющего конца ведущего вала коробки передач.

Для коленчатых валов, в случае отсутствия центровых отверстий, установочными базами могут служить шейки под ступицу шкива или распределительную шестерню и цилиндрическая поверхность фланца крепления маховика. Если эти базы имеют дефекты, последние необходимо устранить.

Первоначально рекомендуется шлифовать шатунные шейки (средние, а затем крайние), так как после их механической обработки из-за перераспределения внутренних напряжений, нарушается соосность коренных шеек. После обработки шатунных шлифуют коренные шейки. Все одноименные шейки коленчатого вала после шлифования должны иметь ремонтный размер одной категории.

Рекомендуется выполнять черновое и чистовое шлифование шеек, соблюдая режимы:

– окружная скорость шлифовального круга при черновом и чистовом шлифовании 26–30 м/с;

– окружная скорость детали при черновом шлифовании 12–15 м/мин, при чистовом 15–25 м/мин;

– поперечная подача при врезном черновом шлифовании 0,02–0,07 мм/об, при врезном чистовом 0,005–0,010 мм/об;

– продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали при черновом шлифовании 0,3–0,7 и при чистовом 0,2–0,3.

Шлифование шеек должно вестись при обильном охлаждении эмульсией. В качестве ее может применяться 1 %–2 %-й водный раствор эмульсола.

Для шлифования стальных валов рекомендуется применять шлифовальные круги из белого электрокорунда со степенью твердости СТ2–С2, чугунные валы рекомендуют шлифовать кругами из карбида кремния черного, степень твердости которых СМ2–С2.

Размер шеек вала контролируется, как правило, микрометрами на остановленном станке или с использованием специального приспособления, позволяющего производить промер шеек автоматически, не прерывая работы станка. Применение таких приспособлений сокращает брак по размерам шеек вала и повышает производительность труда. Овальность и конусность шатунных и коренных шеек коленчатого вала после шлифования не должны превышать 0,010 мм. Шероховатость поверхности после шлифования должна соответствовать 1,25–0,63 мкм.

### **Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-243**

Материал детали – сталь 45.

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек 50–62 HRC.

Термообработка шатунных и коренных шеек – высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя 2,5–3 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования  $Ra$  1,25–0,63 мкм.

Шероховатость обработанной поверхности после полирования  $Ra$  0,16–0,32 мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки не должны превышать 0,010 мм.

Радиус кривошипа вала  $62,5 \pm 0,04$  мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек равен  $4,0^{+0,2}_{-0,5}$

### **Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-260**

Материал детали – сталь 40Х2АФЕ (ТУ 14-1-2710-79).

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек – 53–63 HRC.

Термообработка шатунных и коренных шеек – высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя не менее 2 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования  $R_a = 1,25 - 0,63$  мкм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после полирования  $R_a = 0,16 - 0,32$  мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки не должна превышать 0,005 мм.

Радиус кривошипа вала  $62,5 \pm 0,04$  мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек равен  $4,0^{+0,2}_{-0,5}$

Номинальные размеры шеек:

– коренных 1Н -  $85,25^{+0,095}_{-0,104}$

– 2Н -  $85,00^{+0,095}_{-0,104}$

– шатунных 1Н -  $73,00^{+0,100}_{-0,119}$

– 2Н -  $72,75^{+0,100}_{-0,119}$

### **Нормирование технологического процесса восстановления**

Техническая норма времени на выполнение операции рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (11.3)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$T_o$  – основное время, мин;

$T_b$  – вспомогательное время, мин;

$T_d$  – дополнительное время, мин;

$T_{\text{п.з.}}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – число обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время на шлифование врезанием шеек коленчатого вала определяется по формуле

$$T_o = \frac{t \cdot k}{n \cdot S_n}, \quad (11.4)$$

где  $t$  – припуск на обработку, мм;

$k$  – коэффициент, учитывающий выглаживание,  $k = 1,8-2,0$ ;

$n$  – частота вращения детали, мин;

$S_n$  – поперечная подача шлифовального круга, мм/об.

Основное время при шлифовании на проход

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{np}}, \quad (11.5)$$

где  $L$  – ширина шейки, мм;

$i$  – количество проходов,  $i = \frac{t}{S_n}$ ;

$S_{np}$  – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали.

### Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Согласно техническим требованиям на капитальный ремонт произвести дефектацию коленчатого вала. Замерить диаметр шатунных и коренных шеек коленчатого вала и сравнить с нормативными данными. Рассчитать ближайший ремонтный размер шеек по формуле (11.1) или (11.2).

Ознакомиться с приспособлениями, инструментом и оборудованием рабочего места.

Назначить режимы шлифования.

Произвести наладку станка и шлифование шатунных или коренных шеек (согласно заданию преподавателя).

Для шлифования шатунных шеек коленчатого вала необходимо:

– установить на планшайбы передней и задней бабок центростемитатели с балансировочными грузами;

– перемещением центросместителей установить их по масштабным линейкам, прикрепленным к планшайбам на деление, соответствующее радиусу кривошипа;

– застопорить планшайбы передней и задней бабок фиксаторами, когда балансировочные грузы находятся в нижнем положении;

– установить шлифуемый коленчатый вал в патроны центросместителей так, чтобы шатунные шейки находились в плоскости, перпендикулярной к верхней поверхности стола и слегка закрепить его в патронах (коленчатый вал должен поворачиваться в патронах от руки);

– произвести предварительную проверку установки коленчатого вала в горизонтальной плоскости, установив на стол станка, под одну из шлифуемых шатунных шеек, установочное приспособление и, прижав одной рукой основание приспособления к верхней и боковой поверхностям верхнего стола, другой рукой, подняв рукояткой штангу с призмой до упора снизу со шлифуемой шейкой. Добиться, поворачивая коленчатый вал в патронах, чтобы губки призмы прилежали к поверхности шатунной шейки без просвета (при этом ось, подлежащих шлифованию шатунных шеек, должна находиться в плоскости, перпендикулярной поверхности верхнего стола и проходящей через ось вращения центросместителей), после чего закрепить вал в патронах;

– произвести предварительную проверку установки коленчатого вала в вертикальной плоскости, установив поочередно на стол станка под шлифуемую шатунную шейку установочное приспособление, прижав его основание к верхней поверхности верхнего стола, в призму к поверхности шейки и, при необходимости, выполнить регулировку положения вала в вертикальной плоскости (губки призмы должны прилегать к поверхности шлифуемых шеек без просвета) при помощи винтов перемещения центросместителей (при этом ось подлежащих шлифованию шатунных шеек должна быть параллельной направляющим верхнего стола);

– переместить верхний стол в продольном направлении, чтобы шлифуемая шейка находилась в плоскости шлифовального круга;

– произвести окончательную проверку установки коленчатого вала индикатором и при необходимости отрегулировать положение шлифуемых шеек относительно оси вращения в горизонтальной плоскости, для чего: при зафиксированных планшайбах подвести ножку индикаторной головки к поверхности шатунной шейки сбоку



на уровне ее оси вращения; вывести фиксаторы, от руки повернуть планшайбы с центросместителями и валом на  $180^\circ$ , снова их зафиксировать, сравнивая показания индикатора при обоих положениях вала, определить величину смещения шейки относительно оси вращения и, если необходимо, произвести регулировку (допускается отклонение не более  $0,05-0,06$  мм);

– произвести статическую балансировку планшайб и патронов совместно с установленным коленчатым валом при отсоединенном шпинделе от звездочки (балансировка производится грузами, перемещаемыми на планшайбах);

– установить на станину станка люнет и закрепить его против шейки, подлежащей шлифованию;

– подвести к шлифуемой шейке шлифовальный круг, повернуть вал от руки и убедиться, что вал не задевает шлифовального круга;

– включить электродвигатели передней бабки и шлифовального круга. Подвести шлифовальный круг до соприкосновения с шейкой вала и одной из галтелей подать охлаждающую жидкость. Вращением маховика поперечной подачи шлифовальной бабки медленно произвести врезание круга до получения сплошной цилиндрической поверхности, а затем до размера вала, оставив припуск на чистовую обработку  $0,03-0,05$  мм на сторону (при шлифовании поджать люнетом шейку на обрабатываемом участке);

– отвести шлифовальный круг от вала, переместить продольной подачей против необработанной поверхности и до соприкосновения с другой галтелью и опять произвести врезание круга на ту же глубину. Затем произвести врезание круга на полную глубину ( $0,03-0,05$  мм) до получения ремонтного размера у одной галтели шейки и продольным перемещением стола прошлифовать всю шейку, а затем обратным ходом столе без врезания круга окончательно произвести доводку поверхности шейки. При окончательной доводке шейки торцом круга коснуться выступов щек для устранения следов износа на этих поверхностях;

– отвести шлифовальную бабку в крайнее заднее положение, выключить станок и произвести контроль размера, шероховатости, овальности и конусности шейки после шлифования, радиуса галтелей и кривошипа.

Для шлифования коренных шеек коленчатого вала необходимо:

– снять с планшайб передней и задней бабок центросместители;

- разъединить планшайбу передней бабки со шпинделем, вывернув во фланце шпинделя три болта;
  - закрепить шпиндель передней бабки, завернув с тыльной стороны передней бабки стопорный болт;
  - соединить планшайбу передней бабки с ведомой звездочкой, свернув в отверстие планшайбы и звездочки два болта (одним из этих болтов одновременно крепится на планшайбе поводок);
  - вставить в отверстие шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки упорные центры;
  - закрепить заднюю бабку станка на столе так, чтобы при поджатой пиноли можно было в центрах установить подлежащий шлифованию коленчатый вал;
  - смазать центровые отверстия коленчатого вала, закрепить на шейке вала под распределительную шестерню хомутик;
  - поджать пиноль задней бабки рукояткой, установить шлифуемый коленчатый вал в центрах и застопорить пиноль в шпинделе;
  - отрегулировать положение поводка на планшайбе так, чтобы его палец захватывал при вращении выступ на хомутике;
  - произвести шлифование коренных шеек до установленного ремонтного размера;
  - отвести шлифовальную бабку в крайнее заднее положение, выключить станок и произвести контроль размера, шероховатости, овальности, конусности и радиуса галтелей прошлифованных шеек.
- Произвести полирование шеек, используя установку ВЛПУ-5:
- включить привод вращения коленчатого вала;
  - подвести абразивную ленту к поверхности шейки, включить электродвигатель установки ВЛПУ-5 и в течение 10...20 с производить обработку шейки;
  - после полировки шейки консоль установки ВЛПУ-5 с абразивной лентой отвести от шейки, остановить станок и проконтролировать шероховатость обработанной поверхности детали.
- Снять коленчатый вал со станка.  
Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Отчет о работе**

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы.
2. Анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали.

3. Технологический процесс восстановления шеек коленчатого вала и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен быть оформлен по форме:

- наименование детали;
- материал;
- масса;
- твердость;
- условия работы;
- дефекты;
- эскиз детали с указанием габаритных размеров и местонахождения дефектов.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Перечислите основные дефекты коленчатых валов и способы их выявления.

2. Как определяется необходимый ремонтный размер шейки?

3. Как осуществляется базирование коленчатого вала при шлифовании шатунных и коренных шеек?

4. Какие координационно-кинематические размеры необходимо соблюдать при восстановлении коленчатых валов методом ремонтных размеров?

5. Какие операции включает технологический процесс восстановления коленчатого вала?

6. Изложите последовательность настройки станка 3А423 на шлифование шатунных шеек.

7. Изложите последовательность настройки станка 3А423 на шлифование коренных шеек.

8. Изложите требования по технике безопасности при работе на шлифовальных станках.

## **11.2. Технология ремонта распределительных валов автотракторных двигателей**

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления распределительных валов методом ремонтных размеров.

**Студент должен знать:** условия работы распределительных валов, виды изнашивания, характерные дефекты и методы их выявления, способы устранения дефектов.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления распределительных валов.

### **Задание на выполнение работы**

Изучить технологию и оборудование для восстановления распределительных валов.

Произвести дефектацию распределительного вала.

Разработать технологический процесс восстановления распределительного вала.

Приобрести практические навыки по восстановлению распределительного вала методом ремонтных размеров.

Оформить отчет по практической работе.

### **Оснащение рабочего места**

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
2. Шлифовальный станок 3А433.
3. Плита поверочная 2-2-1000х630.
4. Призмы поверочные П-2-І.
5. Индикатор часового, типа ИЧ-10 кл.1.
6. Штатив универсальный для индикатора Ш-УН-8.
7. Центры для контроля распределительного вала.
8. Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166–80.
9. Микрометры МК25, МК50 ГОСТ 6507–85.
10. Шаблоны КИ-4921.
11. Эталоны шероховатости ГОСТ 9378–75.
12. Блок копиров для шлифования кулачков распределительных валов двигателя Д-243.
13. Специальное делительное приспособление.
14. Набор гаечных ключей.

15. Распределительные валы двигателей Д-243.
16. Подставка для распределительных валов.
17. Материал обтирочный.
18. Плакаты.

### **Техника безопасности**

К выполнению практической работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается курить, вносить и хранить легковоспламеняющиеся вещества. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории все находящееся в ней.

Обучающиеся в лаборатории спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты обеспечиваются.

Всем обучающимся запрещается заниматься делами, непосредственно не связанными с выполнением практической работы, включать станок.

Опасными факторами являются незакрепленная деталь, вращающиеся детали и шлифовальный круг.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить.

Проверить наличие и надежность заземления станка. На шлифовальном круге не должно быть трещин, выбоин и других дефектов. Необходимо проверить, чтобы передняя и задняя бабки на столе были надежно закреплены. Перед началом работы при шлифовании кулачков необходимо соответствующий копир ввести в соприкосновение с обкаточным роликом, повернуть вал от руки и убедиться, что вал не задевает абразивного круга.

Перед работой на станке необходимо: застегнуть рукава одежды; убрать концы галстука, косынки; волосы должны быть под головным убором.

Помещение лаборатории и находящееся в ней оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.

Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станки во время работы.

Шлифовальный круг необходимо плавно подводить к детали.  
Запрещается стоять в плоскости вращения круга.

При наблюдении за настройкой станов члены учебной группы должны размещаться справа от работающего учебного мастера или студента.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.

В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня, и при необходимости, вызвать пожарную команду по тел. 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

### **Общие сведения**

Распределительные валы изготавливаются из стали 45 ГОСТ 1050–88. Твердость опорных шеек и кулачков должна быть не менее 50 *HRC*, шероховатость поверхности *Ra* 0,63–0,32.

В процессе эксплуатации возможно появление ряда дефектов:

- повреждение резьбы;
- износ кулачков по высоте;
- отклонение от прямолинейности (изгиб) вала;
- износ опорных шеек;
- износ шейки под распределительное зубчатое колесо; износ шпоночного паза по ширине.

Выбраковочным параметром при устранении износов опорных шеек является их диаметр. Изношенные опорные шейки, если износ их не превышает предельной величины, восстанавливают механической обработкой – шлифованием. Перед обработкой проверяют и, если необходимо, устраняют прогиб вала на прессе двойной правкой. Опорные шейки шлифуют в центрах круглошлифовального станка 3А433. Овальность и конусность поверхности шеек после ремонта допускается не более 0,03 мм, шероховатость поверхности не более 0,63 мм.

Кулачки вала изнашиваются по высоте на рабочем участке профиля. В результате изменяются: высота подъема клапана и их время нахождения в открытом состоянии. Их уменьшение приводит к соответствующему снижению коэффициента наполнения цилиндра свежим воздухом, увеличению количества остаточных газов и вызывает падение мощности и экономичности движения. Кроме того, нарушается кинематика движения клапана, растут динамические нагрузки на клапаны и детали механизма привода, что интенсифицирует их изнашивание.

Выбраковочный параметр при ремонте кулачков – их высота от затылка до вершины. При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их шлифуют на эквидистантный профиль по копиру.

При восстановлении изношенных опорных шеек кулачков распределительного вала способом ремонтных размеров, исходя из предназначенности и конструктивных особенностей этих деталей, требуется соблюсти ряд координационно-кинематических размеров. К их числу относятся:

- соосность всех опорных шеек;
- концентричность опорных шеек цилиндрической поверхности под распределительную шестерню;
- соосность опорных шеек, кулачков и эксцентрика;
- заданный чертежом профиль кулачков и эксцентрика;
- угол расположения кулачков относительно шпоночного паза для распределительной шестерни.

Первые три размера получают выбором центровых отверстий в качестве установочной базы и осуществления механической обработки всех шеек с одной установки детали.

Для получения заданного чертежом профиля кулачков и эксцентрика при шлифовании на копировально-шлифовальном станке модели 3А433 применяются блоки копиров. Для сохранения угла расположения кулачков относительно шпоночного паза или установочного штифта во фланце крепления распределительной шестерни используется специальное делительное приспособление (рис. 11.2). Оно состоит из делительной планшайбы (основания), делительного диска и установочного поводка. Делительная планшайба неподвижно крепится на шпинделе с помощью шпоночного соединения и вместе с блоком копиров представляет собой жесткую систему. Делительный диск крепится на планшайбе шарнирно и может фиксироваться на ней с помощью защелки.

Установочный поводок фиксируется на распределительном валу по месту крепления шестерни. При установке вала на станок установочный поводок соединяется с делительным диском и вместе с ним представляет также жесткую систему.

Отсоединив делительный диск от делительной планшайбы и вращая его вокруг оси, можно добиться такого положения детали, при котором будет одинаковой относительная ориентировка обрабатываемого кулачка вала и соответствующего кулачка блока копира станка.

После шлифования кулачка высота подъема клапана не изменяется. Это объясняется тем, что при шлифовании изношенного кулачка его размеры уменьшаются по всему профилю на одинаковую величину, равную сумме величин износа и припуска на механическую обработку. Таким образом, высота подъема клапана при изношенном кулачке равняется высоте подъема клапана при перешлифованном кулачке.

Кулачки распределительного вала шлифуются до выведения следов износа и получения правильного профиля. При этом необходимо следить, чтобы высота окончательно обработанных кулачков не была меньше предельной величины. При обработке кулачков, у которых образующая поверхности наклонена к оси вала, производится смещение верхнего стола по отношению к оси шлифовального круга на требуемый угол.

Опорные шейки, кулачки и эксцентрик распределительного вала подвергаются вначале черновому, а затем чистовому шлифованию. Шлифование ведется при обильной подаче охлаждающей жидкости (1,2 %-й водный раствор эмульсола). При обработке опорных шеек, кулачков и эксцентрика на станке модели 3А433 используются шлифовальные круги типа ПП600х50х305 24А 40 СМ1...СМ2 К5 35 м/с кл. I ГОСТ 2424–80.

Рекомендуется выполнять черновое и чистовое шлифование опорных шеек, кулачков и эксцентрика, соблюдая режимы, приведенные в табл. 11.1

Размеры опорных шеек, кулачков и эксцентрика распределительного вала контролируются микрометром на остановленном станке. Размеры и шероховатость окончательно обработанных шеек, кулачков и эксцентрика должны соответствовать техническим требованиям.

При износе опорных шеек более предельного значения их восстанавливают одним из следующих способов: наплавка в среде  $\text{CO}_2$ , вибродуговая наплавка, напыление металлов и др. Затем их шлифуют в номинальный размер.



Если износ кулачков превышает предельный, то их наплавляют ручной, дуговой, вибродуговой, газопорошковой и др. наплавками, с использованием копировального приспособления. Применяют порошковую проволоку, самофлюсующиеся порошки, электроды Т-590; Т-620. После восстановления их шлифуют в номинальный размер.

Посадочную поверхность под распределительное зубчатое колесо восстанавливают наплавкой в среде  $CO_2$ , вибродуговой наплавкой и др. с последующей обработкой в номинальный размер.

Заключительная операция в технологическом процессе восстановления - контрольная. Производят контроль размеров, шероховатости поверхностей и соответствия поверхностей техническим требованиям.

Таблица 11.1

Рекомендуемые режимы шлифования

Параметры шлифования	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	35	35
Окружная скорость детали, м/мин	12–15	15–25
Поперечная подача шлифовального круга, мм/оборот.	0,02–0,07	0,005–0,01

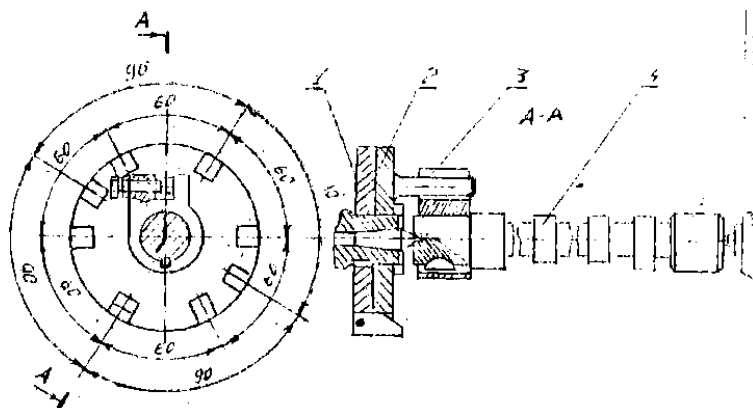


Рис. 11.2. Схема установки распределительного вала для шлифования кулачков с применением делительного приспособления:

- 1 - делительная планшайба; 2 - делительный диск; 3 - установочный поводок; 4 - распределительный вал

Порядок расположения впускных и выпускных кулачков по направлению от передней опорной шейки («вып.», «вп.», «вп.», «вып.»; «вып.», «вп.», «вп.», «вып.»). Все кулачки обрабатываются на конус. Большее основание конуса должно быть направлено в сторону передней опорной шейки. Конусность должна равняться  $0^{\circ}15' \pm 0^{\circ}05'$ .

В табл. 11.2 приведены справочные данные о подъеме толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала.

Таблица 11.2

Справочные данные о подъеме толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала

Всасывающий кулачок		Выхлопной кулачок	
Угол поворота, град.	Подъем толкателя, мм	Угол поворота, град.	Подъем толкателя, мм
0	0	0	0
5	0,013	5	0,013
10	0,049	10	0,049
15	0,107	15	0,107
20	0,181	20	0,181
25	0,265	25	0,265
30	0,367	30	0,370
35	0,691	35	0,736
40	1,445	40	1,564
45	2,534	45	2,652
50	3,659	50	3,703
55	4,679	55	4,655
60	5,575	60	5,497
65	6,332	65	6,219
70	6,941	70	6,812
75	7,391	75	7,271
80	7,677	80	7,590
86	7,800	86	7,760
		$88^{\circ}31'$	7,800

*Краткая техническая характеристика станка 3А433*

Тип – круглошлифовальный специальный

Высота центров, мм

- 95

Расстояние между центрами, мм	- 1260
Размеры обрабатываемых распределительных валов;	
– наибольший радиус вращения, мм	- 90
– наибольший подъем шлифовального кулачка, мм	- 15
– диаметр шейки, опираемый на люнет, мм	- 30–75
Размеры шлифовального круга	600x (25 - 40)x305
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	-16; 32
Электродвигатели:	
– шлифовальной бабки	- $P = 4,5$ кВт, $n=1440$ мин <sup>-1</sup>
– передней бабки	- $P = 1,0$ кВт; $n=930$ мин <sup>-1</sup>
– насоса охлаждения	- $n=2800$ мин <sup>-1</sup>
Габаритные размеры, мм	- 2800x1700x1500
Масса, кг	-4200

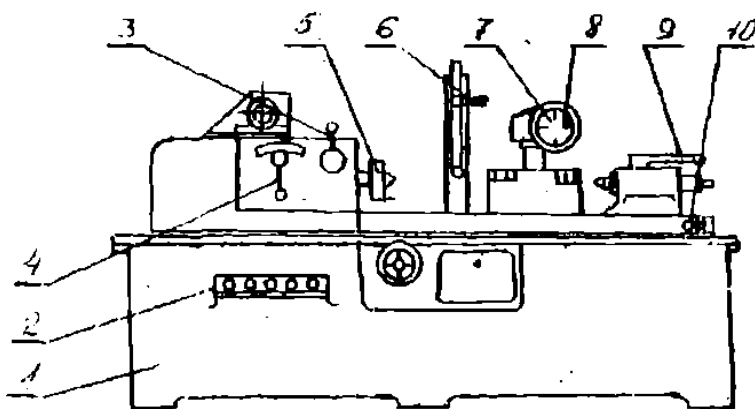


Рис. 11.3. Общий вид станка для шлифования распределительных валов 3А433:  
1 – станина; 2 – пульт кнопочный; 3 – рукоятка отвода люльки; 4 – рукоятка перевода опорного ролика копира; 5 – делительное приспособление; 6 – кран регулировки подачи охлаждающей жидкости; 7 – маховик поперечной подачи шлифовальной бабки; 8 – рукоятка компенсации износа шлифовального круга; 9 – рукоятка отвода пиноли задней бабки; 10 – винт поворота верхнего стола

## Нормирование технологического процесса восстановления

Технологическая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (11.6)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$T_o$  – основное время, мин;

$T_b$  – вспомогательное время, мин;

$T_d$  – дополнительное время, мин;

$T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса шлифования опорных шеек и кулачков определяется по формуле

$$T_o = \frac{t \cdot k}{n \cdot S}, \quad (11.7)$$

где  $t$  – припуск на обработку, мм;

$k$  – коэффициент, учитывающий выхаживание,  $k = 1,0 - 1,25$ ;

$n$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S$  – поперечная подача шлифовального круга, мм/об.

### Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Согласно техническим требованиям на капитальный ремонт произвести дефектацию распределительного вала. Определить величину подъема толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала на примере одного из кулачков (для набегающей части) и сравнить с нормативными данными.

Проанализировать влияние линейного износа кулачков на изменение высоты подъема и запаздывания открытия клапана. Обосновать необходимость восстановления профиля изношенных кулачков.

Назначить режимы шлифования ( $V$ ;  $S$ ;  $n$ ).

Закрепить распределительный вал на станке.

Произвести шлифование опорных шеек распределительного вала.

Произвести настройку станка для шлифования кулачков:

- закрепить на вал по месту установки распределительной шестерни установочный поводок;
- установить на шпиндель станка соответствующий блок копиров;
- закрепить на шпинделе станка делительное приспособление;
- установить в центрах станка распределительный вал, соединить установочный поводок с выступом делительного диска;
- с помощью делительного приспособления добиться одинаковой относительной ориентировки обрабатываемого кулачка вала и соответствующего ему копира;
- рукояткой «копиры» на передней бабке станка перевести цилиндрический ролик в плоскость копира, соответствующего обрабатываемому кулачку;
- перевести качающуюся люльку станка в рабочее положение до упора кулачка блока копиров с цилиндрическим роликом;
- включить электродвигатель вращения изделия. Включить электродвигатель вращения шлифовального круга. Подать охлаждающую жидкость;
- плавно подвести шлифовальный круг к обрабатываемому кулачку и произвести его шлифование;
- после завершения шлифования кулачка прекратить подачу охлаждающей жидкости, выключить электродвигатели станка, отвести в нейтральное положение качающуюся люльку.

При переходе к шлифованию очередных кулачков необходимо пользоваться делительным приспособлением, с помощью которого нужно повернуть распределительный вал на угол, заданный чертежом.

Произвести контроль размеров и шероховатости обработанных поверхностей.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Отчет о работе**

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали, т.
3. Технологический процесс восстановления распределительного вала и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен быть оформлен по форме:

- наименование детали;
- материал;
- масса;
- твердость;
- условия работы;
- дефекты;
- эскиз детали с указанием габаритных размеров и местонахождения дефектов.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Перечислите основные дефекты распределительных валов и способы их выявления.
2. Какие дефекты распределительного вала можно устранить методом ремонтных размеров?
3. Как осуществляется базирование распределительного вала при шлифовании опорных шеек и кулачков?
4. Какие координационно-кинематические размеры необходимо соблюдать при восстановлении распределительных валов?
5. Изложите последовательность настройки шлифовального станка ЗА433 при шлифовании кулачков распределительного вала.
6. Какие операции включает технологический процесс восстановления распределительного вала?
7. Изложите требования по технике безопасности при работе на металлорежущих станках.

## Практическая работа № 12

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

**Цель работы** – закрепить знания и получить практические навыки в восстановлении посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

**Студент должен знать:** условия работы детали, виды изнашивания, характерные дефекты и методы их выявления, способы устранения дефектов.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров.

#### Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров.

Разработать технологический процесс восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

Приобрести практические навыки по восстановлению посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

Оформить отчет по лабораторной работе.

#### Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-080А.
2. Станок ОПР-4811М для растачивания посадочных мест коренных подшипников двигателей Д-243.
3. Кронштейн РД50-130.000.
4. Борштанга РД50-001.010А.
5. Приспособление для установки резцов 548-000-500.
6. Измеритель индикаторный РД50В-200.000.
7. Приспособление для контроля размера «В» (338+0,15 мм).
8. Планка мерительная для размера А (80+0,15 мм).
9. Блок цилиндров двигателя Д-243.
10. Скалка.

11. Набор щупов ГОСТ 862–75.
12. Нутромер индикаторный НИ 60-100 ГОСТ 868–80.
13. Микрометр МК 100 ГОСТ 6507–85.
14. Штангенциркуль ШУ1-125-01 ГОСТ 868–80.
15. Набор плоскопараллельных концевых мер длины ГОСТ.
16. Ключ динамометрический.
17. Материал обтирочный.

### **Техника безопасности**

К выполнению практической работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается курить, вносить и хранить легковоспламеняющиеся вещества. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории все находящееся в ней.

Обучающиеся в лаборатории спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты обеспечиваются.

Всем обучающимся запрещается заниматься делами непосредственно не связанными с выполнением лабораторной работы, включать станок. Опасными факторами являются: незакрепленный инструмент, деталь, вращающаяся борштанга.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Обучающиеся на занятие должны приходить: не опаздывая, без верхней одежды, опрятно одетыми, причесанными.

Требования безопасности перед началом работы.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить. Проверить наличие и надежность заземления станка.

Помещение лаборатории, находящееся в ней оборудование должны содержать в чистоте и порядке.

Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станки во время работы.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.



В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня, и при необходимости вызвать пожарную команду по тел. 101.

Травмированным оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы в безопасное место, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

Все обучаемые по окончании работы приводят себя в надлежащий вид и с разрешения преподавателя покидают место занятий.

### **Общие сведения**

Блок цилиндров является базисной деталью, от технического состояния которой зависят долговечность, надежность и экономичность работы двигателя. Блоки цилиндров изготавливают из серого чугуна СЧ20 (Д-243, ЯМЗ-238МБ, ЯМЗ-240Б и др.); а также из алюминиевых сплавов.

Одним из дефектов блока являются несоосность и износ посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала. При наличии данных дефектов коленчатый вал испытывает дополнительную упругую деформацию, которая может привести к заклиниванию его в подшипниках или к поломке. Поэтому необходимо во всех блоках проверять износ посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала и их соосность расположения (приложение 3).

При износе или нарушении соосности посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала на величину более 0,03 мм блок подвергается восстановлению.

Соосность гнезд в блоке проверяют различными приспособлениями и установками. Простейшее из них – вал с лыской, укладываемый на посадочные места блока. При этом щупом замеряют зазор между ребрами скалки и поверхностью посадочного места. Для проверки смещения применяют также скалку, закрепленную в крайних гнездах блока с помощью ступенчатых или конических опор-втулок. На скалке против каждого гнезда поочередно закрепляют измеритель, имеющий индикатор часового типа, и рычаг, прижимаемый пружиной к контролируемой поверхности. Поворачивая скалку вместе с измерением, определяют смещение промежуточных гнезд относительно крайних.

На ремонтных предприятиях применяют различные способы восстановления посадочных мест под коренные подшипники:

- способ ремонтных размеров;
- способ дополнительных ремонтных деталей;
- напыление порошковых материалов;
- с помощью полимерных материалов;
- железнение;
- обработкой в номинальный размер после снятия слоя металла с плоскости разъема крышек коренных подшипников.

При применении способа ремонтных размеров отверстия под вкладыши коренных подшипников растачивают на горизонтально-расточном станке под ремонтный размер. Способ позволяет восстановить геометрическую форму отверстий и их соосность в блоке механической обработкой с высокой степенью точности при минимальных затратах. Применение данного способа предусматривает установку вкладышей коренных подшипников с увеличенной на 0,5 мм толщиной.

При отсутствии вкладышей ремонтного размера отверстия растачивают под номинальный размер с переносом оси отверстий под вкладыши вглубь блока цилиндров.

Фрезерованием с плоскости разъема крышек коренных подшипников снимают слой металла. После постановки крышек на блок производят расточку отверстий под вкладыши коренных подшипников. При применении данного способа необходимо контролировать расстояние от плоскости разъема блока до верхней точки отверстия под вкладыши коренных подшипников, которое должно быть не менее установленного значения, например, для блока двигателя Д-243 не менее 43,56 мм. Этот способ имеет следующие недостатки: смещение оси коленчатого вала, что вызывает изменение степени сжатия; несоосность осей коленчатого вала и ведущего вала коробки передач; невозможность повторного ремонта блока цилиндров указанным способом.

Имеются два варианта восстановления изношенных постелей коренных подшипников эпоксидными составами: размерное и с последующей расточкой. Сущность восстановления по первому варианту заключается в следующем. Блок цилиндров с изношенными постелями растачивают так, чтобы окончательная толщина слоя полимера находилась в пределах 0,4–0,6 мм. После обезжиривания на восстанавливаемую поверхность наносят эпоксидную композицию, укладывают борштангу и зажимают крышками. Борштангу, имеющую диаметр, соответствующий диаметру гнезд коренных подшипников, предварительно обезжиривают и покрывают

разделительным слоем, состоящим из 96 частей по массе бензина «калоша» и четырех частей полиизобутилена. Для предотвращения вытекания полимера из гнезд на борштанге устанавливаются кольца, от смещения борштанга центрируются по оси коленчатого вала кондукторными пластинами, закрепленными с торцов блока. После просушки блока цилиндров борштанга снимается, восстанавливаемая поверхность очищается от пленки полиизобутилена, масляные отверстия, замки вкладышей, торцы гнезд зачищаются от полимера, дополнительной обработки под размер не требуется.

По второму варианту после нанесения и отверждения полимера (без борштанги) восстановленные постели, растачивают в номинальный размер.

При восстановлении постелей алюминиевых блоков цилиндров с износом до 0,3 мм нашел применение комбинированный способ: пластическое деформирование – нанесение слоя полимера и последующее растачивание. Пластическое деформирование восстанавливаемой поверхности заключается в нанесении кольцевых канавок-выступов высотой до 1–1,5 мм. Затем после обезжиривания наносится слой эпоксидной композиции. После просушки постели растачивают в номинальный размер. Данный способ восстановления позволяет повысить нагрузочную способность полимерного покрытия.

Восстанавливают изношенные постели алюминиевых блоков и аргонодуговой наплавкой с последующим растачиванием в номинальный размер.

При применении способа дополнительных деталей возможно применение технологического процесса восстановления изношенных отверстий электроконтактной приваркой стальной ленты. Применение данного способа предусматривает предварительную расточку отверстий на увеличенный диаметр на 0,5– 0,6 мм, электроконтактную приварку ленты с последующей расточкой отверстий под номинальный размер.

К данному способу относят и приклейку металлической ленты с применением эластомера ГЭН-150. На расточенную и обезжиренную поверхность отверстия кистью наносят раствор эластомера 0,3– 0,4 мм, устанавливают металлическую ленту, прижимают ленту оправкой с последующей сушкой при температуре 115 °С в течение 40 мин. После полимеризации ГЭН-150 производят расточку отверстия под номинальный размер. К недостатку этого способа следует отнести повышенную теплонапряженность в переходе лента-блок, что нежелательно.

Восстановление отверстий под вкладыши коренных подшипников напылением позволяет получить номинальный диаметр отверстия.

Технологический процесс включает в себя расточку отверстия под увеличенный на 0,5–0,6 мм диаметр, газотермическое напыление порошка с последующей обработкой отверстия под номинальный размер. К недостаткам данного способа следует отнести тепловое воздействие на блок при проведении напыления.

Нанесение гальванического слоя металла при железнении в проточном электролите требует проведения подготовительных операций, включающих расточку отверстия под увеличенный на 0,3–0,4 мм диаметр, обезжиривание поверхности, осаждение гальванического железа в проточном электролите, расточку отверстия под номинальный размер. Способ обеспечивает хорошее сцепление слоя с основным металлом, достаточно производителен.

Станок модели ОПР-4811М предназначен для растачивания посадочных мест под коренные подшипники блока цилиндров двигателей Д-243 и Д-260. Станок состоит из следующих сборочных единиц: станины; редуктора; привода вращения; борштанги с электродвигателем; плиты с опорой гидропривода.

Обработка блока производится с помощью борштанги, которая получает вращение от электродвигателя через редуктор. Поступательное движение (подача) осуществляется посредством гидропривода.

Необходимое положение блока цилиндров по отношению к рабочему инструменту достигается по высоте соответствующим положением опорных стоек, в поперечном и продольном направлениях – с помощью закрепленных в стойках установочных штифтов, входящих в специальные базовые отверстия блока цилиндров.

Необходимое положение борштанги по отношению к блоку и ее поступательное движение обеспечиваются опорными подшипниками. Втулки опорных подшипников имеют направляющие сухари и пазы для свободного прохода через них борштанги с резцами. Для плавного опускания блока цилиндров на опорные планки и для подъема его после обработки служит подъемный механизм, состоящий из четырех штырей, двух эксцентриковых валиков, соединенных тягой и приводимых в движение рукояткой. Редуктор привода обеспечивает требуемую частоту вращения ( $275 \text{ мин}^{-1}$ ) борштанги.

В гидравлическую систему подачи входят: бачок, насос, фильтр, предохранительный клапан, манометр, кран управления, дроссель, обратный клапан, трубопроводы и гидроцилиндр. Когда давление в цилиндре достигает необходимой величины, поршень перемещается

вправо, приводя в движение штоком подвижную плиту. Масло из правой части цилиндра вытесняется и через дроссель, имеющий пропускное отверстие, сливается в бачок. В зависимости от сечения пропускного отверстия дросселя меняется количество проходящего масла, значит и скорость подачи.

При обратном ходе подачи насос подает масло из бачка через фильтр, кран управления, дроссель, обратный клапан в правую сторону гидроцилиндра. Поршень перемещается влево, приводит в движение подвижную планку. Масло из левой части гидроцилиндра беспрепятственно вытесняется через кран управления в бачок. Скорость движения поршня при обратном ходе выше, чем при рабочем ходе, так как масло сливается при меньшем сопротивлении. Заданное движение в гидросистеме обеспечивается предохранительным клапаном.

Для установки резцов в борштангу необходимо рассчитывать размер вылета резца по формуле

$$h = \frac{d - D}{2}, \quad (12.1)$$

где  $h$  – вылет резца, мм;

$d$  – диаметр, под который необходимо расточить посадочное место под коренной подшипник, мм;

$D$  – диаметр борштанги, мм.

При установке резцов на требуемый размер необходимо установить приспособление для установки резцов рабочими поверхностями призмы на цилиндрическую поверхность борштанги. Затем взять плоскопараллельные меры длины, соответствующие рассчитанному вылету резца, установить их на борштангу под ножкой индикатора так, чтобы опорные плоскости плиток были перпендикулярны оси ножки индикатора. Затем необходимо снять плитки и установить резец. Приспособление вновь установить на борштангу так, чтобы опорная плоскость ножки индикатора находилась против вершины резца. Поворачивая установочный винт, перемещать резец и ножку индикатора до совмещения маленькой стрелки с делением, на котором она была при установке индикатора по плиткам, а большой стрелки – с нулевым делением циферблата. Установочным винтом закрепить резец в гнезде.

При установке блока цилиндров и борштанги на станке необходимо:  
– установить блок на торцы штырей механизма подъема;

- снять крючок тали;
- опустить блок механизма подъема так, чтобы фиксаторы вышли в базовые отверстия блока;
- поднять блок и вставить борштангу в задний опорный подшипник так, чтобы пазы борштанги совпали с направляющим сухарем опорного подшипника, при этом резцы совпадут с верхней прорезью во втулке опорного подшипника;
- пропустить борштангу через посадочные места коренных подшипников блока цилиндров и второй опорный подшипник;
- завести поводок борштанги в муфту шпинделя редактора и повернуть борштангу за ручку по часовой стрелке до упора;
- убедиться, что все резцы вышли из посадочных мест коренных подшипников;
- опустить блок на опорные концы стоек.

Установку блока на растачивание следует производить с помощью индикаторных приспособлений, устанавливаемых в пазы опорных втулок. Головки наконечников приспособлений должны касаться поверхностей посадочных мест под подшипники не глубже 5 мм от внешних торцов блока. Неплоскостность установочной поверхности на одной из четырех опор компенсировать гайкой во избежание деформации блока при нажиме. Закрепить блок цилиндров на опорной плите зажимом, включить привод станка и произвести растачивание.

Таблица 12.1

Ведомость дефектов посадочных мест под коренные подшипники  
блоков цилиндров

Контролируемый дефект	Размеры, мм		Способы и средства контроля	
	По чертежу	Допустимые	Наименование	Обозначение или погрешность измерения
<b>Блок цилиндров Д-243</b>				
Отклонение от соосности несмежных отверстий под, вкладыши коренных подшипников	$\leq 015$	$\leq 0,04$	Измеритель несоосности коренных опор блока цилиндров или скалка, щуп № 2	70-8734-1031 01 ГОСТ 882-76

Продолжение таблицы 12.1

Контролируемый дефект	Размеры, мм		Способы и средства контроля	
	По чертежу	Допустимые	Наименование	Обозначение или погрешность измерения
Овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников (при затяжке болтов крышек моментом 200–220 Н·м	81+0,022	81+0,03	Нутромер индикаторный Ключ динамометрический	КИ 2320 70-8704-1002
Овальность и конусность	≤ 0,007	≤ 0,025	Нутромер индикаторный	НИ 50 - 100-1 ГОСТ 868–82
Блок цилиндров КамАЗ-740				
Отклонение от соосности несмежных отверстий под вкладыши коренных подшипников	≤ 0,02	≤ 0,03	Измеритель несоосности коренных опор блока цилиндров или скалка, шуп № 2	70-8734-1031 01 ГОСТ 882–76
Овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников (при затяжке болтов крышек моментом 170...190 Н·м).	100+0,03	100,05	Нутромер индикаторный Ключ динамометрический	НИ 100 -160 ГОСТ 868–82 70-8704-1002

Контролируемый дефект	Размеры, мм		Способы и средства контроля	
	По чертежу	Допустимые	Наименование	Обозначение или погрешность измерения
Овальность и конусность отверстий	0,03	0,05	Нутромер индикаторный	НИ 50...100-1 ГОСТ 868–82

### Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с работой оборудования.

Установить блок цилиндров на плоскость разъема с головкой.

Отвернуть болты крепления крышек коренных подшипников и удалить вкладыши.

Протереть чистой ветошью посадочные места под коренные подшипники.

Установить скалку и с помощью набора щупов определить несоосность посадочных мест под коренные подшипники.

Установить крышки, затянуть болты крепления крышек коренных подшипников динамометрическим ключом с моментом затяжки  $210 \pm 10$  Н·м.

Индикаторным нутромером НИ 60-100 ГОСТ 868–80 определить овальность и конусообразность посадочных мест под коренные подшипники.

Установить резцы в борштанге на требуемый размер.

Установить блок цилиндров и борштангу с резцами на станок ОПР-4811М.

Расточить посадочные места под коренные подшипники.

Снять блок цилиндров со станка и произвести контроль качества восстановления.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы.



2. Карту дефектации посадочных мест под коренные подшипники.
3. Операционное описание технологического процесса восстановления постелей блока цилиндров.
4. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключается сущность метода ремонтных размеров?
2. Каковы преимущества и недостатки метода ремонтных размеров?
3. Какие дефекты имеют посадочные места под коренные подшипники, как их определить?
4. Как определить вылет резца при растачивании посадочных мест под коренные подшипники?
5. Назовите способы, применяемые для восстановления посадочных мест под коренные подшипники.
6. Изложите требования по технике безопасности при работе на металлорежущих станках.

## Практическая работа № 13

### КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические по разработке годовых планов технического обслуживания и ремонта машин.

**Студент должен знать:** методику расчета потребности в техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники.

**Студент должен уметь:** разрабатывать календарные планы проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию машин.

#### **Задание на выполнение работы**

Используя справочно-методическую литературу, лекционный материал и методические указания, студенту необходимо в период самоподготовки изучить методику календарного планирования ремонтно-обслуживающих работ.

Студент выполняет календарное планирование ремонтно-обслуживающих работ в соответствии с заданием, выданным преподавателем.

После выполнения задания каждым студентом по отдельной машине учебной группой составляется календарный план проведения ремонтно-обслуживающих работ в масштабе хозяйства.

Студент оформляет отчет и защищает результаты выполненной работы.

#### **Методика расчета количества ремонтов и технических обслуживаний**

Разрабатываемые в хозяйствах годовые планы технического обслуживания и ремонта машин являются основанием для расчета потребности в материальных и трудовых ресурсах.

Результаты календарного планирования ремонтно-обслуживающих работ оказывают также значительное влияние на организацию работы ремонтно-обслуживающей базы хозяйств, районных и региональных центров технического сервиса и, как следствие, на надежность и эффективность использования машин.

При небольшом количестве однотипных машин в парке, что характерно для машинного парка хозяйств, число ремонтно-обслуживающих воздействий определяется для каждой машины.

Количество ремонтов и технических обслуживаний определяют, пользуясь следующей методикой.

На планируемый период (год) число капитальных ремонтов для машины (трактора), не прошедшей капитальный ремонт до начала планируемого периода, определяется по формуле

$$N_{KPi} = \frac{W_{HЭi} + W_{Гi}}{W_{gki}}, \quad (13.1)$$

где  $W_{HЭi}$  – наработка с начала эксплуатации до начала планируемого периода;

$W_{Гi}$  – годовая наработка;

$W_{gki}$  – наработка до первого капитального ремонта.

Для трактора, прошедшего капитальный ремонт до планируемого периода (года), число капитальных ремонтов определяется по зависимости

$$N_{KPi} = \frac{W_{ФKi} + W_{Гi}}{W_{Ki}}, \quad (13.2)$$

где  $W_{ФKi}$  – фактическая наработка от последнего капитального ремонта до начала планируемого периода;

$W_{Ki}$  – средняя нормативная наработка между капитальными ремонтами.

Число плановых текущих ремонтов:

$$N_{TP(n)i} = \frac{W_{ФTP(n)i} + W_{Гi}}{W_{TP(n)i}} - N_{KPi} \quad (13.3)$$

где  $W_{ФTP(n)i}$  – фактическая наработка от последнего планового текущего ремонта до начала планируемого периода;

$W_{TP(n)i}$  – периодичность планового текущего ремонта.

Количество технических обслуживаний:

$$N_{TO-3i} = \frac{W_{\Phi TO-3i} + W_{\Gamma i}}{W_{TO-3i}} - (N_{KPi} + N_{TP(n)i}); \quad (13.4)$$

$$N_{TO-2i} = \frac{W_{\Phi TO-2i} + W_{\Gamma i}}{W_{TO-2i}} - (N_{KPi} + N_{TP(n)i} + N_{TO-3i}); \quad (13.5)$$

$$N_{TO-1i} = \frac{W_{\Phi TO-1i} + W_{\Gamma i}}{W_{TO-1i}} - (N_{KPi} + N_{TP(n)i} + N_{TO-3i} + N_{TO-Ci}); \quad (13.6)$$

$$N_{TO-Ci} = 2,$$

где  $W_{\Phi TO-3i}$ ,  $W_{\Phi TO-2i}$ ,  $W_{\Phi TO-1i}$  – фактическая наработка от последнего технического обслуживания до начала планируемого периода соответственно;

$W_{TO-3i}$ ,  $W_{TO-2i}$ ,  $W_{TO-1i}$  – периодичность соответствующего технического обслуживания.

При расчете количества ремонтов и технических обслуживаний полученные результаты округляют до целых чисел.

При этом значения менее 0,85 отбрасывают, а значения 0,85 и более округляют до 1.

### **Разработка календарного плана проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию машин**

Планирование ремонтно-обслуживающих работ выполняется с целью обеспечения своевременного обслуживания машин, повышения технической готовности парка.

Для планирования годового объема ремонтно-обслуживающих работ составляют календарный план.

Работы в годовом календарном плане распределяют так, чтобы обеспечить готовность ремонтируемых машин за 20 дней до начала полевых работ, и планируют с учетом сезонности использования техники.

Ремонт зерноуборочных и специальных комбайнов рекомендуется планировать равномерно, начиная сразу после уборочных работ.

Календарное планирование проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию машин может выполняться на год в разрезе каждого месяца. Период планирования может быть также меньше года: квартал или месяц. Тогда календарное планирование осуществляется по декадам или неделям.

Календарный план проведения ремонтно-обслуживающих работ оформляется в виде таблицы П. 13.1 (см. Приложение).

### **Исходные данные к проведению занятия и пример решения задачи**

При календарном планировании ремонтно-обслуживающих работ структура ремонтно-обслуживающих воздействий, а также нормативы периодичности технических обслуживаний, нормативы доремонтной и межремонтной наработок определяются по «Технической эксплуатации сельскохозяйственных машин».

Наработку машины от начала эксплуатации до начала планируемого периода, наработку от последнего капитального ремонта до начала планируемого года и годовую наработку принимают по табл. 13.1.

Распределение годовой наработки тракторов по месяцам года принимается по данным табл. 13.2.

В табл. П13.1. приведен пример разработки календарного плана проведения ремонтно-обслуживающих работ для трактора «Беларус-310», планируемая на год наработка – 238 усл. эт. га.

### **Контрольные задания**

1. Назовите исходные данные для разработки календарного плана ТО и ремонта машин.
2. Приведите порядок разработки календарного плана ТО и ремонта машин.
3. Приведите формулы для расчета потребности машины в капитальном ремонте.
4. Приведите формулу для расчета потребности машины в плановом текущем ремонте.
5. Приведите формулы для расчета потребности машины в плановых ТО.
6. Назовите возможные периоды календарного планирования ремонтно-обслуживающих работ.

Таблица 13.1

## Варианты заданий по наработке машин (для учебных целей)

Наименование и марка машины		Вариант задания									
		№ 0	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Тракторы:		Наработка от начала эксплуатации (в числителе) или последнего КР (в знаменателе), усл. эт. га № варианта задания – последняя цифра № зачетной книжки студента									
1	«Беларус-2522»	$\frac{40}{-}$	$\frac{3840}{-}$	$\frac{7640}{-}$	$\frac{11440}{-}$	$\frac{15240}{-}$	$\frac{19040}{-}$	$\frac{-}{20}$	$\frac{-}{5085}$	$\frac{-}{10150}$	$\frac{-}{15000}$
2	«Беларус-1221»	$\frac{90}{-}$	$\frac{3015}{-}$	$\frac{5940}{-}$	$\frac{8865}{-}$	$\frac{11790}{-}$	$\frac{-}{30}$	$\frac{-}{2380}$	$\frac{-}{4730}$	$\frac{-}{7080}$	$\frac{-}{9200}$
3	«Беларус-80.1/82.2»	$\frac{930}{-}$	$\frac{1860}{-}$	$\frac{2790}{-}$	$\frac{3720}{-}$	$\frac{4650}{-}$	$\frac{5400}{-}$	$\frac{-}{80}$	$\frac{-}{1530}$	$\frac{-}{2980}$	$\frac{-}{4410}$
4	«Беларус-322»	$\frac{80}{-}$	$\frac{1130}{-}$	$\frac{2180}{-}$	$\frac{3230}{-}$	$\frac{-}{30}$	$\frac{-}{500}$	$\frac{-}{1070}$	$\frac{-}{1590}$	$\frac{-}{2110}$	$\frac{-}{2630}$
5	Беларус-310»	$\frac{30}{-}$	$\frac{510}{-}$	$\frac{990}{-}$	$\frac{1470}{-}$	$\frac{1950}{-}$	$\frac{2400}{-}$	$\frac{-}{40}$	$\frac{-}{670}$	$\frac{-}{1300}$	$\frac{-}{1900}$
Тракторы:		Планируемая годовая наработка, усл. эт. га. № варианта задания – предпоследняя цифра № зачетной книжки студента									
1	«Беларус-2522»	2580	2900	3230	3550	2740	3070	3390	2420	2840	3170

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	«Беларус-1221	1960	1760	1500	1700	1900	2000	1560	2100	2200	1900
3	«Беларус-80.1/82.2»	910	960	1000	1040	1090	1130	1070	1050	980	1020
4	«Беларус-322»	590	560	530	500	490	430	480	400	420	490
5	«Беларус-310»	250	270	275	285	300	305	235	260	265	280
<u>Комбайны:</u>		Наработка от начала эксплуатации (числитель) или последнего КР (в знаменателе), физ. га № варианта задания – предпоследняя цифра № зачетной книжки студента									
1	Зерноуборочные	$\frac{240}{-}$	$\frac{480}{-}$	$\frac{720}{-}$	$\frac{960}{-}$	$\frac{1200}{-}$	$\frac{-}{192}$	$\frac{-}{384}$	$\frac{-}{576}$	$\frac{-}{768}$	$\frac{-}{960}$
2	Кормоуборочные	$\frac{270}{-}$	$\frac{540}{-}$	$\frac{810}{-}$	$\frac{1080}{-}$	$\frac{1350}{-}$	$\frac{-}{215}$	$\frac{-}{430}$	$\frac{-}{645}$	$\frac{-}{860}$	$\frac{-}{1080}$
<u>Комбайны:</u>		Планируемая годовая наработка, физ. га. № варианта задания – последняя цифра № зачетной книжки студента									
1	Зерноуборочные	90	100	95	105	115	110	85	120	125	90
2	Кормоуборочные	135	140	130	120	110	105	100	150	150	165

Окончание таблицы 13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Силосоуборочные	75	70	65	60	55	55	50	58	58	60
4	Картофелеуборочные	27	26	25	24	23	22	30	35	35	40
5	Льноуборочные	22	24	26	25	23	27	29	28	28	31

Таблица 13.2

Ориентировочное распределение годовой наработки тракторов по месяцам года (для учебных целей)

Наименование и марка машины	Объем работ по месяцам в % от годовой загрузки											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
ТРАКТОРЫ: «Беларус- 2522»	7	7	7	10	10	9	9	10	10	7	7	7
«Беларус- 1221»	6	5	4	12	13	6	9	12	13	8	5	7
«Беларус- 80.1/82.2»	6	5	4	11	12	10	10	11	12	8	6	5
«Беларус- 322»	6	5	4	11	12	10	10	11	12	8	6	5
«Беларус- 310»	7	7	6	10	10	10	9	10	10	7	7	7



Приложение 13.1

Таблица П 13.1

Календарный план проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию машин (наработка в усл. эт. га)  
(для учебных целей)

Марка машины	Хозяйственный номер	Вид последнего ремонта	Наработка		Планируемая наработка по месяцам (или декадам) и потребность в ТО и ремонте											
			От начала эксплуатации (НЭ) или КР	Планируемая на год	Январь			Февраль			Март			Апрель		
					Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р
					Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
«Беларус-310»	3	КР	56	238	68	12	-	89	21	1	112	23	2	137	25	1

Марка машины	Хозяйственный номер	Планируемая наработка по месяцам (или декадам) и потребность в ТО и ремонте														
		Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
		Наработка		Вид ТО или КР	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р
		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц	
1	2	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
«Беларус-310»	3	157	20	1	177	20	1	196	19	2	221	25	1	240	19	1

Марка машины	Хозяйственный номер	Планируемая наработка по месяцам (или декадам) и потребность в ТО и ремонте									Количество ТО и ремонтов				
		Октябрь			Ноябрь			Декабрь			КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
		Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р	Наработка		Вид ТО или Р					
		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц		Итого от НЭ или КР	На месяц						
1	2	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
«Беларус-310»	3	257	17	1	277	20	2	294	17	–	–	–	–	3	7

## Практическая работа № 14

### ОБОСНОВАНИЕ ГОДОВОГО ОБЪЕМА РАБОТ ЦРМ

**Цель работы:** освоить методику обоснования годового объема работ ремонтно-обслуживающего ремонтной мастерской хозяйства.

**Студент должен знать:** методические основы расчета годового объема ремонтно-обслуживающих работ центральной ремонтной мастерской хозяйства.

**Студент должен уметь:** выполнять расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ, распределять его по объектам ремонтно-обслуживающей базы и видам, обосновывать производственную структуру ремонтной мастерской.

#### Задание на выполнение работы

Изучить методику технологического расчета ЦРМ.

Выполнить расчет количества рабочих, оборудования, рабочих мест и площадей производственных подразделений ЦРМ.

Определить потребность ЦРМ в энергетических ресурсах.

Оформить отчет и сделать выводы.

#### Общие сведения

##### *Обоснование исходных данных и методики расчета*

В основу обоснования годового объема ремонтно-обслуживающих работ хозяйства положены:

- состав машинного парка, принятый в соответствии с динамикой его изменения в расчетном периоде;
- годовые наработки машин, принятые исходя из объемов механизированных работ и с учетом их изменения в расчетном периоде;
- удельные суммарные трудоемкости ТО и ТР машин в соответствии с нормативами, приведенными в «Технической эксплуатации с.-х. машин», разработанными ГОСНИТИ.

На первом этапе расчетов производится обоснование исходных данных и формируется информация для расчета годового объема работ по ТО и ТР в целом по хозяйству. При этом предусматривается выполнение капитального ремонта составных частей машин, как правило, на специализированных ремонтных предприятиях и в центрах технического сервиса.

На втором этапе расчетов решается задача научного распределения объемов работ по ТО и ТР между уровнями РОБ. При этом, вначале устанавливается объем работ, подлежащий реализации на объектах РОБ районного уровня в соответствии с методикой. Далее обосновывается распределение объемов работ между подразделениями РОБ хозяйства и принимается окончательное решение о производственной программе центральной ремонтной мастерской.

*Методические основы расчета годового объема  
ремонтно-обслуживающих работ*

В годовой объем ремонтно-обслуживающих работ хозяйства включают трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта тракторов, автомобилей, комбайнов, других сельхозмашин, оборудования животноводческих ферм. Кроме того, на объектах РОБ хозяйства выполняются работы, связанные с ремонтом технологического оборудования, изготовлением оснастки и инструмента, ремонтом и изготовлением деталей, прочими работами по оказанию услуг населению, фермерским и крестьянским хозяйствам.

В общем виде годовой объем работ равен:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{Госн}} + T_{\text{Гожф}} + T_{\text{Гдоп}} \quad (14.1)$$

где  $T_{\text{Госн}}$  – основной объем работ по ТО и ТР машинного парка, ч;  
 $T_{\text{Гожф}}$  – объем работ по ТО и ТР оборудования животноводческих ферм, ч;

$T_{\text{Гдоп}}$  – дополнительный объем работ, включающий ремонт технологического оборудования, изготовление оснастки и инструмента, ремонт и изготовление деталей, прочие работы.

Основной объем работ включает трудоемкость ТО и ТР тракторов ( $T_{\text{Гтр}}$ ), автомобилей ( $T_{\text{Гавт}}$ ), автомобильных прицепов ( $T_{\text{Гпр.авт}}$ ), тракторных прицепов ( $T_{\text{Гпр.тр}}$ ), комбайнов ( $T_{\text{Гк}}$ ), сельскохозяйственных машин ( $T_{\text{Гсхм}}$ ), прочих сельхозмашин.

Расчет производится для каждой группы машин:

1) тракторы:

$$T_{\text{ГТР}} = \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд.ТР}i} K_{ц.ТРi} + \right. \quad (14.2)$$

$$\left. + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд.ТО}i} K_{ц.ТОi} \right) K_p;$$

2) автомобили:

$$T_{\Gamma \Delta B \Gamma} = \left[ \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{Mi} \cdot W_{\Gamma i} \cdot t_{\text{уд. TP}i} \cdot K_1 K_2 K_3 K_4 K_{\text{ц. TP}i} + \right. \right. \quad (14.3) \\ \left. \left. + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{Mi} \cdot W_{\Gamma i} \cdot t_{\text{уд. TO}i} \cdot K_1 K_2 K_3 K_{\text{ц. TO}i} \right) \cdot 1,3 \right] K_p;$$

3) прицепы автомобильные:

$$T_{\Gamma \Pi P. \Delta B \Gamma} = \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{Mi} \cdot W_{\Gamma i} \cdot t_{\text{уд. TP}i} \cdot K_1 K_2 K_3 K_{\text{ц. TP}i} + \right. \quad (14.4) \\ \left. + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{Mi} \cdot W_{\Gamma i} \cdot t_{\text{уд. TO}i} \cdot K_1 K_2 K_3 K_{\text{ц. TO}i} \right) K_p;$$

4) прицепы тракторные:

$$T_{\Gamma \Pi P. TP} = \left( \sum_{i=1}^n n_{Mi} \cdot t_{\Gamma TPi} \cdot K_{\text{ц. TP}i} + \sum_{i=1}^n n_{Mi} \cdot t_{\Gamma TOi} \cdot K_{\text{ц. TO}i} \right) K_p; \quad (14.5)$$

5) комбайны:

$$T_{\Gamma K} = \left( \sum_{i=1}^n 0,7 n_{Mi} \cdot t_{\Gamma TPi} \cdot K_{\text{ц. TP}i} + \sum_{i=1}^n 10^{-2} n_{Mi} \cdot W_{\Gamma i} \cdot t_{\text{уд. TO}i} \right) K_p; \quad (14.6)$$

6) сельскохозяйственные машины:

$$T_{\Gamma C X M} = \left( \sum_{i=1}^n n_{Mi} \cdot t_{\Gamma TPi} \cdot K_{\text{ц. TP}i} + \sum_{i=1}^n n_{Mi} \cdot t_{\Gamma TOi} \cdot K_{\text{ц. TO}i} \right) K_p; \quad (14.7)$$

7) прочие сельскохозяйственные машины:

$$T_{\Gamma \Pi P. C X M} = 0,12 T_{\Gamma C X M}; \quad (14.8)$$

8) оборудование животноводческих ферм:

$$T_{\Gamma O J \Phi} = 10^{-3} \Pi_c \cdot t_{\text{уд. TP}} \cdot K_{\text{ц. TP}} + 10^{-3} \Pi_c \cdot t_{\text{уд. TO}} \cdot K_{\text{ц. TO}}, \quad (14.9)$$

где  $n_{Mi}$  – количество машин  $i$ -й марки в парке, шт.;

$W_{ei}$  – среднегодовая наработка машины  $i$ -й марки в тыс. единицах наработки;

$T_{уд. тр i}$ ;  $t_{уд. ТО i}$  – удельная трудоемкость текущего ремонта и технического обслуживания машины  $i$ -й марки;

$K_{ц. тр i}$ ;  $K_{ц. ТО i}$  – коэффициенты централизации к выполнению в ЦРМ текущего ремонта и технического обслуживания машин  $i$ -й марки;

$T_{ГТР i}$ ;  $t_{ГТО i}$  – годовая трудоемкость текущего ремонта и технического обслуживания машин  $i$ -й марки;

$K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  – соответственно поправочные коэффициенты к нормативам трудоемкости, учитывающие категорию дорожных условий эксплуатации, состав автопоезда и природно-климатические условия;

$K_4$  – поправочный коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации ( $K_4=1,1$ );

$K_p$  – коэффициент сезонного резервирования производственных мощностей ЦРМ ( $K_p=1,1$ );

$\Pi$  – поголовье скота или птицы в рассматриваемом регионе.

В объем дополнительных работ ЦРМ включается ремонт технологического оборудования, изготовление оснастки и инструмента  $T_{ГОб}$ ; ремонт и изготовление деталей  $T_{ГРид}$ ; прочие неучтенные работы  $T_{ГПр}$ .

Они устанавливаются в процентном отношении от основного объема работ:

$$T_{ГОб}=0,08T_{ГОСН}; T_{ГРид}=0,06T_{ГОСН}; T_{ГПр}=0,1T_{ГОСН}. \quad (14.10)$$

В соответствии с приведенной выше методикой устанавливается общий годовой объем работ без учета распределения между РОБ районного уровня и объектами РОБ внутри хозяйства. На втором этапе расчетов производится распределение объемов работ по уровням централизации.

Наиболее приемлемым при распределении ремонтно-обслуживающих работ между уровнями базы является экспертно-аналитический метод [3]. Суть его состоит в определении коэффициента централизации, отдельных факторов, влияющих на уровень централизации и экспертной оценки значимости каждого из этих факторов. Использование частных коэффициентов, представляющих собой безразмерные величины, позволяет дать количественную оценку влияния различных факторов, имеющих разные размерности.

Основными факторами, определяющими объем централизации ремонтно-обслуживающих работ, является: расстояние от хозяйства до базы районного уровня, размеры хозяйства (площадь пашни) и производственные возможности базы хозяйства. Они оцениваются соответственно частными коэффициентами централизации  $K_1'$ ,  $K_2'$ ,  $K_3'$ .

Предельный объем централизуемых работ определяется:

$$T_{ГПР} = K_{ц} \cdot T_{Общ}, \quad (14.11)$$

где  $K_{ц}$  – коэффициент централизации;

$T_{Общ}$  – общий объем работ по ТО и ремонту машинного парка.

Коэффициент централизации определяется по зависимости:

$$K_{ц} = K_1' \cdot b_1 + K_2' \cdot b_2 + K_3' \cdot b_3, \quad (14.12)$$

где  $K_1'$ ,  $K_2'$ ,  $K_3'$  – частные коэффициенты централизации, учитывающие расстояние от хозяйства до базы районного уровня, размеры хозяйства (площадь пашни) и производственные возможности базы хозяйства соответственно;

$b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  – значимость фактора, оценивающего соответственно значимость частных коэффициентов  $K_1'$ ,  $K_2'$ ,  $K_3'$ .

Для определения значения частных коэффициентов  $K_1'$ ,  $K_2'$ ,  $K_3'$  установлены функциональные зависимости [3]. Значимость факторов, определяемых этими коэффициентами, установлена экспериментальным путем. Для условий Республики Беларусь они составляют:  $b_1 = 0,30$ ;  $b_2 = 0,22$ ;  $b_3 = 0,48$ . Значимость показателей коэффициента  $K_3'$ :  $a_1' = 0,41$ ;  $a_2' = 0,31$ ;  $a_3' = 0,28$ .

Следующий этап расчетов осуществляется в разрезе хозяйств и заключается в распределении объемов работ по объектам базы в хозяйстве. При этом учитывается следующий порядок приоритета выполнения работ [3].

Наиболее сложные ремонты мощной техники, ее обслуживание, требующее дорогостоящих средств и развитой ремонтно-обслуживающей базы, целесообразно проводить на районном уровне.

#### *Расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ*

В соответствии с приведенной выше методикой производится расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ для машинного парка хозяйства. Результаты расчетов сводятся в табл. 14.1.



Таблица 14.1

Расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ в хозяйстве

Наименование и марка машины	К-во машин в хозяйстве, шт.	Годовая плановая наработка, усл. эт. га	Удельная трудоемкость, ч/1000 усл. эт. га		Коэффициенты централизации объемов работ в хозяйстве		Годовой объем работ, ч		
			ТО	ТР	К <sub>ц.то</sub>	К <sub>ц.тр</sub>	Всего	В т. ч.	
								ТО	ТР
«Беларус-1221»									
«Беларус-80.1»									
«Беларус-82.2»									
«Беларус-322»									
«Беларус-310»									

Производственная программа основного объекта РОБ – центральной ремонтной мастерской приводится в табл. 14.2.

Распределение годового объема работ по объектам РОБ хозяйства приводится в табл. 14.3.

Таблица 14.2

Производственная программа ЦРМ хозяйств

Наименование машин, оборудования, виды работ	Всего, ч	в том числе		
		ТО	ТР	доп. работы
1	2	3	4	5
Тракторы				
Автомобили				
Комбайны				
Сельскохозяйственные машины				

Окончание таблицы 14.2

1	2	3	4	5
Ремонт ОЖФ				
Ремонт технологического оборудования, изготовление оснастки и инструмента				
Ремонт и изготовление деталей				
Прочие работы				
Всего:				

Таблица 14.3

Распределение годового объема работ в хозяйстве в зависимости от места исполнения

Наименование машин и оборудования, вид ремонтно-обслуживающего воздействия	Распределение работ по объектам РОБ										
	Пост наружной мойки		ЦРМ		Автогараж		Машинный двор		Передвижные средства		Итого, часы
	%	часы	%	часы	%	часы	%	часы	%	часы	часы
Тракторы ТО ТР	4,7		90,0		–		–		5,3		
	2,4		93,5		–		–		4,1		
Автомобили ТО ТР	–		–		100,0		–		–		
	1,75		37,2		61,1		–		–		
Комбайны ТО ТР	2,5		47,5		–		30,0		20,0		
	3,8		81,2		–		10,0		5,0		
С.-х. машины ТО ТР	–		–		–		100,0		–		
	4,15		93,8		–		2,0		0,3		
ОЖФ ТР	3,0		97,0		–		–		–		
Дополнительные работы	5,0		95,0		–		–		–		
Всего:	–		–		–		–		–		

## Технологический процесс ремонта машин в ЦРМ

В основу технологического процесса положена типовая технология технологического обслуживания и ремонта машин. Основным методом восстановления работоспособности машин принят агрегатный метод с использованием обменного фонда узлов и агрегатов, ремонт которых производится на специализированных предприятиях.

Текущий ремонт сложных машин и агрегатов (двигатели, задние мосты, КПП и т. д.), связанный с глубокой разборкой на сложном оборудовании и последующими обкаточно-испытательными операциями, проводится в кооперации с ремонтными предприятиями районного уровня.

Текущий ремонт сборочных единиц предусматривается на универсальных стендах и подставках. Агрегаты, требующие восстановительного ремонта, передают на специализированные ремонтные предприятия. Кузнечные, сварочные, слесарные, станочные работы, обслуживание и ремонт топливной аппаратуры и гидроаппаратуры, автотракторного электрооборудования выполняются на специализированных участках.

Расстановка ремонтно-технологического оборудования позволяет перестраивать рабочее место по методу ремонта определенного вида машин.

Схема организации технологического процесса ремонта машин в ЦРМ приведена на рис. 14.1.

Машина, требующая планового текущего ремонта или устранения неисправностей, доставляется механизатором на пост наружной очистки и мойки.

Очистку следует начинать с составных частей, имеющих сложные трудноудаляемые загрязнения.

После очистки производится оценка технического состояния машины путем диагностирования. Для машины, требующей планового текущего ремонта, осуществляется полное диагностирование (ресурсное), а для выявления возникающих неисправностей только по тем составным частям, где обнаружены отказы (заявочное диагностирование). По результатам диагностирования принимается решение об объемах, месте и сроках проведения ремонтно-обслуживающих работ.

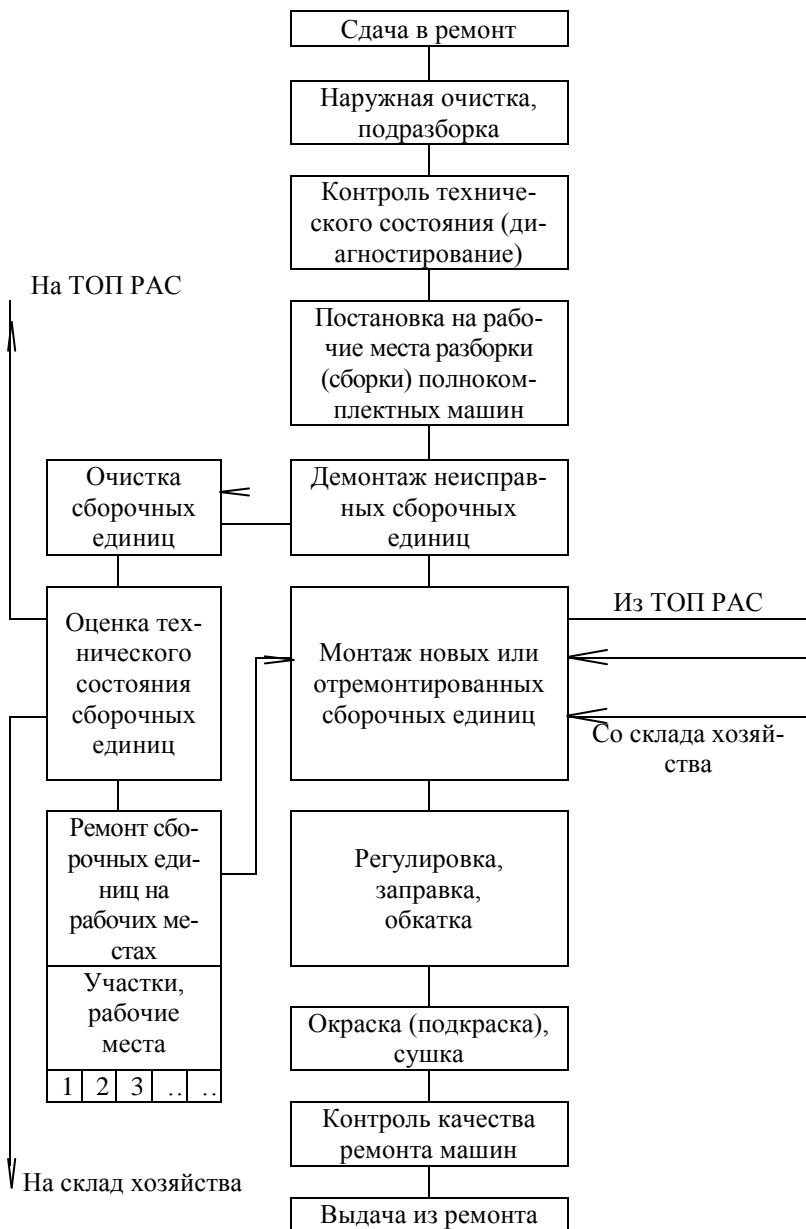


Рис. 14.1. Схема технологического процесса ремонта машин в ЦРМ хозяйства

Текущий ремонт энергонасыщенных тракторов должен, как правило, выполняться на производственной базе райагросервиса.

При текущем ремонте составные части машин, достигшие предельного состояния, подвергаются капитальному ремонту, а не достигшие – текущему. Неисправные составные части могут быть заменены новыми или отремонтированными.

Значения диагностических параметров, определяющих предельное состояние составных частей, указываются в соответствующей нормативно-технической документации (руководства, инструкции и т. д.).

Если принято решение отремонтировать машину в ЦРМ, то ее направляют в ремонтно-монтажное отделение, где после снятия неисправных составных частей и их очистки проводится диагностирование.

По результатам оценки технического состояния составных частей устанавливается возможность проведения их ремонта собственными силами или на других объектах ремонтно-обслуживающей базы.

В условиях ЦРМ сборочные единицы ремонтируются на специализированных участках или рабочих местах. После прохождения ремонта сборочные единицы комплектуют для установки на ремонтируемую машину либо направляют на склад хозяйства для обменного фонда (если на машину были установлены другие сборочные единицы из обменного фонда). Скомплектованные сборочные единицы устанавливают на ремонтируемую машину, заправляют ее топливо-смазочными материалами, водой и направляют на обкатку.

Выявленные в процессе обкатки мелкие неисправности устраняют на месте, а более сложные, требующие разборки составных частей, непосредственно на участках ЦРМ. При хорошем состоянии старой краски машина из ремонта выпускается с подкраской отдельных мест.

На отремонтированную машину составляется акт приемки из ремонта, после чего она направляется на хранение или передается в эксплуатацию.

#### *Распределение годового объема работ ТО и ремонта машин по видам работ*

Для технологических расчетов участков, отделений, определения состава ЦРМ и разработки компоновочного плана производится распределение объема работ по технологическим видам. Распределение производится в соответствии с рекомендациями и табл. 14.4.

Таблица 14.4

Распределение трудоемкости ТО и ТР машинного парка по видам работ

Виды воздействия		всего	Трудоемкость, ч			
			в том числе по видам работ			
			наружная очистка	разбо- рочные	дефекто- вочные	ремонт агрегатов
ТО тракторов		100	5,0	–	–	–
ТР тракторов		100	1,5	17,5	3,0	16,0
ТО автомоби- лей		100	5,0	–	–	–
ТР автомоби- лей		100	3,0	15,0	3,0	11,5
ТО комбайнов		100	5,0	–	–	–
ТР комбайнов		100	3,0	13,0	3,0	12,0
ТО и ТР с.-х. машин		100	3,0	10,0	1,0	8,0
ТО и ТР ОЖД		100	3,0	14,0	1,5	55,5
Дополнитель- ные работы		100	–	–	–	–
Трудоемкость, ч						
в том числе по видам работ						
ремонт двигат.	куз- нечные	свароч- ные	медниц- ко- жестя- ницкие	ремонт топлив- ной ап- паратуры	ремонт гидро- аппа- рат.	ремонт авто- тракторного эл. оборудо- вания
–	–	–	–	–	–	1,5
1,5	3,0	2,0	1,0	1,6	1,4	1,0
–	–	–	–	–	–	10,0
2,0	3,0	6,0	4,0	1,5	0,5	3,5
–	–	–	–	–	–	1,5
0,5	2,0	5,0	4,0	2,0	4,5	2,0
–	8,0	6,0	2,5	–	–	–
–	3,0	8,0	6,0	–	–	–
–	8,0	16,0	11,0	–	–	–

Трудоемкость, ч.						
в том числе по видам работ						
аккумуляторные	ремонтно-монтажные	шино-монтажные	слесарные	станочные	окрасочные	ТО и диагностика
1,0	–	1,5	–	–	–	91,0
1,0	39,0	1,5	3,5	3,5	1,0	1,0
2,0	–	14,0	–	–	–	69,0
2,0	31,5	2,0	3,0	4,0	1,5	3,0
1,0	1,5	–	–	–	–	91,0
1,0	33,5	1,0	3,0	8,0	1,5	1,0
–	42,5	1,5	7,0	10,0	1,0	–
–	–	4,0	4,0	1,0	–	–
–	–	–	21,0	39,0	5,0	–

### **Обоснование производственной структуры центральной ремонтной мастерской**

Центральная ремонтная мастерская (ЦРМ) предназначена для проведения текущего ремонта тракторов, комбайнов, автомобилей, сельскохозяйственных машин, различного оборудования для нужд хозяйства, технического обслуживания и диагностирования машин.

Структура ремонтной мастерской определяется с учетом производственной программы и особенностей технологического процесса ремонта и ТО машин.

Технологический процесс тракторов, комбайнов и сложной техники предусматривает разборку, дефектовку, ремонт сборочных единиц и деталей, сборку, обкатку. Все эти работы выполняются на соответствующих участках ЦРМ. Обменные агрегаты для ремонта машин поступают из технического обменного фонда райагросервиса. Наряду со всеми необходимыми производственными участками предусматривается бетонированная площадка для регулировки сельхозмашин, корпус механизированной мойки с обратным водоснабжением. Также предусматривается наличие служебно-бытовых помещений, в частности, оборудованная комната отдыха, гардероб для рабочей и чистой одежды, кабинет для заведующего ремонтной мастерской.



При проектировании ЦРМ перечень и состав участков, основного и вспомогательного оборудования и производственных складов в каждом конкретном случае определяется объемом и видом ремонтно-обслуживающих работ, наличием в хозяйстве других ремонтно-обслуживающих подразделений, также возможного кооперирования с действующими ремонтными предприятиями.

Таким образом, центральная ремонтная мастерская хозяйства может иметь производственные участки, приведенные в табл. 14.5.

Таблица 14.5

Состав производственных участков ЦРМ

Наименование участка	Трудоемкость работ, ч	Выполняемые работы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Ремонтно-монтажное отделение		Разборка, сборка автомобилей, тракторов, сложной с.-х. техники. Работы выполняются на тупиковых постах. Отделение оборудовано подвесным однобалочным электрическим краном
Ремонта агрегатов		Ремонт агрегатов: монтаж КПП, ведущих и ведомых мостов. Участок укомплектован стендами для разборки и сборки агрегатов
Ремонта двигателей (с обкаткой и регулировкой)		Текущий ремонт двигателей автомобилей, тракторов, комбайнов. Замена поршневых колец, притирка клапанов, проверка системы смазки. Холодная и горячая обкатка двигателей, без нагрузки и под нагрузкой, а также испытание двигателей на мощность и расход топлива

1	2	3
Кузнечно-сварочный		Оттяжка лемехов, правка валов, изготовление инструмента, деталей, нестандартного оборудования, приспособлений, газовая и электродуговая сварка, резка металлов, пайка. Ремонт радиаторов, баков, корпусных деталей воздухоочистителей, изготовление инвентаря
Ремонта топливной аппаратуры и гидросистем		Ремонт и регулировка элементов топливной аппаратуры, гидравлических приборов
Разборочно-моечный и дефектовочный		Разборка узлов и агрегатов, мойка деталей, дефектация деталей
Шино-ремонтный		Монтаж и демонтаж шин, ремонт пневматических камер. На участке имеются электровулканизационный аппарат и стенд для демонтажа шин
Слесарно-механический		Слесарные работы, изготовление и ремонт деталей. На участке имеется универсальное металлорежущее оборудование
Ремонт силового и авто-трак-торного электрооборудования		Проверка и ремонт систем зажигания, генераторов, стартеров, осветительных приборов силового электрооборудования
Зарядки и хранения аккумуляторных батарей		Производятся работы, связанные с хранением и зарядкой аккумуляторных батарей

1	2	3
Ремонта с.-х. машин и ОЖФ		Проводятся работы, требующие для своего выполнения закрытого помещения: ремонт вариаторов, барабанов, шнеков, мостов, элеваторов и т. д. Текущий ремонт отдельных агрегатов и узлов машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов
Технического обслуживания и диагностики		Работы по определению уровня показателей эксплуатационных свойств (мощность, топливная экономичность и т. д.). Крепежные и регулировочные работы. Смазочные и заправочные работы
Итого		

Обоснование годового объема работ центральных ремонтных мастерских хозяйств по вышеприведенной методике является исходным материалом для дальнейшего технологического расчета ЦРМ (табл. 14.6–14.7).

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Методику расчета годового объема работ ЦРМ.
3. Результаты расчета годового объема работ ЦРМ хозяйства с машин-но-тракторным парком по заданию преподавателя.
4. Распределение годового объема работ по технологическим видам.
5. Выводы.

### Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется трудоемкость ТО и ТР машин?
2. Как определяется трудоемкость ТО и ТР машин?
3. Как определяется трудоемкость отдельных видов работ ТО и ТР?
4. Что такое нормативная трудоемкость ТО и ТР и как ее определить?

5. Какие работы включаются в годовой объем ремонтно-обслуживающих работ хозяйства?

6. Как определяется годовой объем ремонтно-обслуживающих работ для тракторов?

7. Как определяется годовой объем ремонтно-обслуживающих работ для автомобилей?

8. Как определяется годовой объем ремонтно-обслуживающих работ для комбайнов?

9. Как распределяется годовой объем работ по уровням централизации?

10. С какой целью производится распределение годового объема работ по технологическим видам?

Таблица 14.6

Справочник техники к расчету годового объема ремонтно-обслуживающих работ

Наименование и марки машин	Удельная трудоемкость, ч/ 1000 усл. эт. га	
	ТО	ТР
«Беларус-2522»	25,7	90,0
«Беларус-1221»	25,9	102,3
«Беларус-80.1»	49,3	120,6
«Беларус-82.2»	41,8	119,0
«Беларус-322»	54,5	138,2
«Беларус-310»	55,0	108,0

Таблица 14.7

Номенклатура рабочих мест центральных ремонтных мастерских хозяйств

Рабочее место	Количество рабочих мест ЦРМ хозяйств с парком тракторов			
	25	50	75	100
Наружной очистки машин <sup>1)</sup>	1	1	1	1
Слесаря по разборке, сборке, полнокомплектных машин	3	5	8	10
Слесаря по ремонту шасси тракторов	1	1	1	2

Окончание таблицы 14.7

Рабочее место	Количество рабочих мест ЦРМ хозяйств с парком тракторов			
	25	50	75	100
Слесаря по ремонту двигателей	1	1	1	1
Слесаря по испытанию двигателей	–	–	1	1
Слесаря по диагностике и техническому обслуживанию	1	1	1	1
Слесаря по ремонту топливной аппаратуры	1	1	1	1
Слесаря по ремонту гидросистем <sup>2)</sup>	–	–	–	1
Слесаря по ремонту электрооборудования <sup>3)</sup>	1	1	1	1
Слесаря-полимерщика <sup>4)</sup>	–	–	–	–
Жестянщика	–	–	1	1
Кузнеца	1	1	1	1
Газосварщика	1	1	1	1
Электросварщика	1	1	1	1
Аккумуляторщика <sup>5)</sup>	1	1	1	1
Токаря	1	1	1	2
Фрезеровщика <sup>5)</sup>	–	–	–	–
Столяра	–	–	–	–
Маляра <sup>5)</sup>	1	1	1	1
Вулканизаторщика	1	1	1	1

*Примечания:*

1) В ЦРМ на 25 и 50 тракторов возможны совмещения с рабочим местом маляра.

2) Возможны совмещения с рабочим местом слесаря по ремонту топливной аппаратуры.

3) Возможны совмещения с рабочим местом аккумуляторщика.

4) Рабочее место размещается в двух изолированных друг от друга местах:

а) приготовление составов; б) восстановление деталей составами.

5) Возможны совмещения профессий при отсутствии загрузки рабочих мест.

## Практическая работа № 15

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЦРМ ХОЗЯЙСТВ

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические по технологическому расчету центральной ремонтной мастерской хозяйства.

**Студент должен знать:** методику технологического расчета центральной ремонтной мастерской хозяйства.

**Студент должен уметь:** выполнять технологический расчет центральной ремонтной мастерской хозяйства.

#### Задание на выполнение работы

Изучить методику технологического расчета центральной ремонтной мастерской хозяйства.

Рассчитать количество производственных рабочих, оборудования и рабочих мест.

Определить площадь производственного корпуса и обосновать компоновочный план ремонтной мастерской.

Подобрать оборудование одного из участков ремонтной мастерской и выполнить расчет потребности в энергетических ресурсах.

Оформить отчет по практической работе.

#### Общие сведения

Повышение производительности, эффективности использования машинного парка прямо связано с состоянием организации технического обслуживания и ремонта машин и развитием ремонтно-обслуживающей базы хозяйств.

Анализ ремонтно-обслуживающей базы хозяйств показывает, что ее состояние во многих случаях не соответствует нормативному уровню, мал уровень обеспеченности производственными площадями, низок уровень механизации технологических процессов технического обслуживания и ремонта машин.

В решении проблемы улучшения ремонтно-обслуживающей базы, приведение ее в соответствие с потребностями динамично развивающегося машинного парка важное место занимают вопросы совершенствования организации технического обслуживания и ремонта машин в главном объекте РОБ хозяйства – центральной ремонтной мастерской.

### *Обоснование и выбор метода ремонта машин*

В центральной ремонтной мастерской применяется планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин. Это означает, что операции контроля и некоторые исполнительные будут носить плановый, регламентированный характер. Другие операции будут выполняться предупредительно, после достижения машиной определенного технического состояния. Хотя система технического обслуживания ориентирована на выполнение предупредительного ремонта, она не исключает необходимость устранения неисправностей, предупредить которые не удастся.

От правильного выбора метода ремонта зависит организационная форма производственного процесса ремонта машин. В ремонтной мастерской можно осуществить следующие виды ремонта:

- по времени проведения – круглогодовой;
- по степени обезличивания – индивидуальный.

От своевременного и качественного проведения технического обслуживания во многом зависит коэффициент технической готовности машин, что обеспечивается содержанием здания и оборудования мастерской в надлежащем состоянии.

Для этого один раз в год все сооружения тщательно обследуют и составляют план мероприятий по подготовке мастерской к предстоящему осенне-зимнему сезону ремонтных работ.

План предусматривает следующие мероприятия:

- текущий или капитальный ремонт зданий, систем отопления и водоснабжения, электропроводки, подъездных путей;
- проверка пропускной способности мастерской по наиболее загруженному месяцу;
- расчет на каждый месяц загрузки мастерской в соответствии с планом ремонта;
- проверка обеспеченности мастерской необходимой оснасткой, оборудованием, приспособлениями, инструментом и при необходимости пополнения их состава и обновления;
- расчет потребного количества рабочих мест в ремонтной мастерской в соответствии с принятой схемой технологического процесса ремонта и необходимого количества ремонтных рабочих;
- определение потребности в запасных частях, ремонтных материалах, топливо-смазочных материалах, оформление заявок на их приобретение в следующем году;

– разработка и осуществление мероприятий по охране труда, технике безопасности и противопожарной охране.

*Режим работы центральной ремонтной мастерской и фонды времени*

Режим работы ЦРМ характеризуется количеством рабочих дней в году, числом смен работы, длительностью рабочей смены в часах и равномерностью загрузки в течение года.

Для мастерской хозяйств рекомендуется односменная работа. Как правило, принимается шестидневная 40-часовая неделя с продолжительностью смены 7 часов, в предвыходные дни (суббота) – 5 часов, в предпраздничные дни – 6 часов.

Количество рабочих дней в году  $N_p$  определяется

$$N_p = 365 - (N_{вд} + N_{пд}), \quad (15.1)$$

где  $N_{вд}$  и  $N_{пд}$  – соответственно количество выходных и праздничных дней.

Учитывая назначение мастерской хозяйства, принимаем режим работы по шестидневной рабочей неделе, тогда

$$N_{вд} = 52 \text{ дня}, N_{пд} = 9 \text{ дней},$$

$$N_p = 365 - (52 + 9) = 304 \text{ дня}.$$

Годовые фонды времени рабочего при шестидневной рабочей неделе и односменной работе в часах находим по формулам:

$$\Phi_{нр} = (365 - N_{вд} - N_{пд}) t_{см} - (t_{ск} N_{пв} + t'_{ск} N_{пп}), \quad (15.2)$$

$$\Phi_{др} = [(365 - N_{вд} - N_{пд} - d_o) t_{см} - (t_{ск} N_{пв} + t'_{ск} N_{пп})] \gamma. \quad (15.3)$$

Годовой фонд времени рабочего места  $\Phi_{рм}$  определяется по формуле

$$\Phi_{рм} = \Phi_{нр} \cdot n_p \cdot c, \quad (15.4)$$

Для всех производственных участков, за исключением ремонтно-монтажного отделения, для которого  $n_p$  принимается 1,5–2 человека, количество работающих принимается равным 1.



Номинальный  $\Phi_{\text{но}}$ , действительный  $\Phi_{\text{до}}$  годовые фонды времени оборудования находятся по формулам:

$$\Phi_{\text{но}} = \Phi_{\text{нр}} \cdot c, \quad (15.5)$$

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{нр}} \cdot c \cdot \eta. \quad (15.6)$$

*Научная организация труда в центральной ремонтной мастерской*

Научная организация труда представляет собой планируемый и постоянно осуществляемый комплекс мероприятий по научно обоснованным изменениям в существующей организации труда на основе достижений науки, техники, передового опыта.

В ЦРМ хозяйства научная организация труда охватывает все стороны производственной деятельности и условий работы, а также вопросы повышения квалификации работающего персонала.

Мероприятия по внедрению научной организации труда разрабатываются группой специалистов во главе с заведующим мастерской.

При разработке мероприятий по НОТ охватываются вопросы по размещению и планировке производственных участков и рабочих мест, оснащению технологическим оборудованием, приспособлениями и инструментом, обслуживанию рабочих мест, освещение и элементы производственной эстетики. Предусматриваются также мероприятия по совершенствованию организации ремонта машин с учетом разделения труда и кооперации, а также совершенствование технологических процессов путем внедрения рациональных приемов.

Особое внимание уделяется оплате труда, созданию наиболее благоприятных условий труда.

*Расчет численности работающих. Штатная ведомость*

Численность работающих в ЦРМ определяется по группам работающих: производственные и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники, счетно-конторский персонал, младший обслуживающий персонал.

Количество производственных рабочих рассчитывается по участкам мастерской:

– явочное количество производственных рабочих

$$n_{\text{р.я}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{нр}}, \quad (15.7)$$

– списочное количество производственных рабочих

$$n_{\text{р.с}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{др}}. \quad (15.8)$$

Исходными данными для проведения расчетов служат принятое распределение трудоемкости по видам работ и ведомость номинальных и действительных фондов времени рабочих.

Количество станочников, кузнецов, сварщиков можно принять по числу рабочих мест с учетом сменности работы и возможности обслуживания одним рабочим несколько единиц оборудования. При отсутствии полной загрузки рекомендуется совмещение профессий по специальностям.

Комплектуя штат рабочих, надо иметь в виду возможность использования операторов (трактористов, водителей, комбайнеров), закрепленных за поступающими в ремонт машинами.

Результаты расчетов производственных рабочих приводятся в табл. 15.1, штатная ведомость в табл. 15.2.

Таблица 15.1

Сводная ведомость по определению численности производственных рабочих ЦРМ по участкам

Наименование производственных участков, отделений	Трудоемкость работ, ч	Номинальный фонд времени, ч	Действительный фонд времени, ч	Количество работающих			
				явочное		списочное	
				расч.	пприн.	ррасч.	пприн.
Ремонтно-монтажное отделение							
Ремонт агрегатов							
Ремонт двигателей и т. д.							
Итого производственных рабочих:							

Таблица 15.2

Штатная ведомость работающих в ЦРМ

Наименование производственных участков, отделений	Специальность	Разряд	Количество работающих, чел.
Ремонтно-монтажное отделение			
Ремонт агрегатов и т. д.			

Наименование производственных участков, отделений	Специальность	Разряд	Количество работающих, чел.
Итого производственных рабочих:	—	—	
Вспомогательные рабочие (кладовщик)	—	—	
ИТР (заведующий мастерской)	—	—	
Младший обслуживающий персонал (уборщик)	—	—	
Всего работающих:	—	—	—

*Расчет количества рабочих мест*

Специализацию рабочих мест разрабатывают в соответствии с принятым в мастерской технологическим процессом технического обслуживания и ремонта машин. Расчет количества рабочих мест производится по производственным участкам:

$$n_{рм} = T_{гi} / \Phi_{рм}, \quad (15.9)$$

Результаты расчета рабочих мест по участкам мастерской приводятся в табл. 15.3.

Таблица 15.3

Расчет количества рабочих мест по участкам мастерской

Наименование участка, отделения	Трудоемкость работ, ч	Фонд времени рабочего места, ч	Количество рабочих мест	
			расч.	прин.
Ремонтно-монтажное отделение				
Ремонт агрегатов и т. д.				

*Расчет и подбор технологического оборудования по участкам*

Номенклатуру и типы основного технологического оборудования подбирают в соответствии с технологическим процессом технического обслуживания и ремонта машин в ЦРМ, отдавая предпочтение новым и перспективным моделям.

При этом используют таблицы технологического оборудования, приспособлений и инструмента ремонтных мастерских.

Количество единиц одноименного оборудования, исходя из величины годового объема  $i$ -го вида выполняемых работ, определяется по формуле

$$n_{об} = \frac{T_{Гi}}{\Phi_{од} \cdot \eta_{И}}, \quad (15.10)$$

В ходе выполнения технологического процесса в мастерской обслуживаемые и ремонтируемые машины и их составные части должны перемещаться и поступать на требуемое рабочее место.

Во многих случаях подъем и опускание агрегатов машин является составной частью технологической операции разборки и сборки.

В качестве подъемно-транспортных средств в мастерских применяется кран подвесной электрический однобалочный 3,2-11,0-9,8-6-380 в ремонтно-монтажном отделении, а также подвесной электрический однобалочный кран 1,0-5,1-4,5-6-380 на участке ТО и диагностики.

#### *Расчет площадей участков и служб ЦРМ*

Площади ЦРМ по назначению подразделяют на производственные, вспомогательные, складские, бытовые и административно-конторские. При проектировании мастерской рассчитывают площади производственных участков и отделений, а площади остальных помещений принимают в процентном отношении к общей производственной площади или по удельным показателям.

Расчет производственной площади ремонтно-монтажного отделения, участков технического обслуживания и диагностики, ремонта с.-х. машин производится по формуле

$$S = \left( \sum_{i=1}^n S_{Mi} + \sum_{j=1}^m S_{обj} \right) \cdot K_S. \quad (15.11)$$

Площади, занимаемые машинами, и значения переходного коэффициента для производственных участков приводятся в табл. 15.4.

Площади остальных производственных участков рассчитываются по площади, занимаемой оборудованием, с учетом рабочих зон и проходов по формуле

$$S = \sum_{j=1}^m S_{обj} \cdot K_S. \quad (15.12)$$

Площади вспомогательных помещений рассчитываются в соответствии с нормами технологического проектирования ремонтных предприятий.

Для центральных ремонтных мастерских хозяйств они обычно составляют: инструментально-раздаточная кладовая – 10...15 м<sup>2</sup>, венткамеры – 40...50 м<sup>2</sup>, электрощитовая – 15...20 м<sup>2</sup>, тепловой пункт – 5...7 м<sup>2</sup>.

Площадь комнаты ИТР и кабинета заведующего мастерской принимают из расчета 5 м<sup>2</sup> на одного человека, площадь гардеробов – 0,75...0,8 м<sup>2</sup> на одного рабочего, туалетов 3 м<sup>2</sup> на 15 человек, душевых – 2,0...2,5 м<sup>2</sup> на 5 человек.

Предусматривается комната для приема пищи и учебный класс площадью соответственно 10...15 м<sup>2</sup> и 30...40 м<sup>2</sup>.

Для ЦРМ распределение площадей может быть принято следующим: производственная 80 %–85 %, вспомогательная 8 %–10 %, административно-канторская – 1,4 %–1,7 %, складская – 6 %–8 %.

Результаты расчетов и выбора площадей приводят в табл. 15.4.

Таблица 15.4

Ведомость площадей ЦРМ хозяйства

Наименование отделения, участка	Площадь, занятая ма- шинами, м <sup>2</sup>	Площадь под обо- рудова- нием, м <sup>2</sup>	K <sub>с</sub>	Площадь, м <sup>2</sup>	
				рас- чет- ная	при- ня- тая
Наружной мойки Ремонтно- монтажное отделе- ние			3,5...4,0 3,5...4,5		
Ремонт агрегатов	–		3,0...4,0		
Ремонт двигателей	–		3,0...4,0		
Кузнечно- сварочный	–		3,5...4,5		
Ремонт ТА и гид- росистем	–		3,5...4,0		
Разборочно- моечный	–		3,0...3,5		
Шиноремонтный	–		4,0...4,5		

Наименование отделения, участка	Площадь, занятая ма- шинами, м <sup>2</sup>	Площадь под обо- рудова- нием, м <sup>2</sup>	K <sub>s</sub>	Площадь, м <sup>2</sup>	
				рас- чет- ная	при- ня- тая
Слесарно- механический	—		3,0...3,5		
Ремонт силового и автотракторного электрооборудования	—		3,5...4,0		
Зарядки и хране- ния аккумулятор- ных батарей	—		3,5...4,0		
Ремонта с.-х. ма- шин и ОЖФ			3,0...4,5		
ТО и диагностики			4,0...5,0		
Итого производ- ственная площадь:	—	—			
Всего:	—	—	—		

Далее сравниваются расчетная производственная площадь мастерской с принятой. Разница между ними не должна превышать 15 %.

*Уточнение компоновочного плана и технологическая планировка ЦРМ*

Компоновочный план центральных ремонтных мастерских – это план размещения всех производственных отделений, участков и вспомогательных служб в здании.

Уточнение компоновки участков производят с соблюдением общетехнологических и планировочных требований:

- движение деталей и сборочных единиц должно быть организовано по кратчайшим маршрутам, без петель и возвратов, с учетом их массы и габаритов;

- участки тепловых работ (сварочный, кузнечный и т. д.), моечные, полимерные, аккумуляторные, испытательные станции должны быть расположены у наружных стен в изолированных помещениях;

- не рекомендуется выделять помещения с площадью пола менее 10 м<sup>2</sup>;

– в помещениях выгороженных стенами или глухими перегородками на каждого работающего должно приходиться не менее  $4,5 \text{ м}^2$  площади пола.

На компоновочном плане наносят: стены зданий с оконными проемами; колонны; транспортные и грузоподъемные устройства; расположение производственных участков, вспомогательных и бытовых помещений, а также основных проездов. Компоновочный план ЦРМ выполняется в масштабе 1:200; 1:100; 1:75 или 1:50.

Допускается корректировать расчетную площадь отделений и участков в пределах  $\pm 15 \%$ .

Планировкой отделения или участка называют план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, рабочих мест, санитарно-технических сетей, проездов, проходов и т. д.

Оборудование на планировке размещают в соответствии с технологическими требованиями, правилами охраны труда. Наряду с оборудованием в зоне рабочих мест наносят также площадки накопления агрегатов и других сборочных единиц.

При расстановке оборудования, рабочих мест и коммуникаций необходимо учитывать следующие требования:

– оборудование следует располагать в порядке последовательности технологических операций: разборки, мойки, дефектации, последующей комплектации;

– проходы, проезды и расположение оборудования должны позволять проводить монтаж, демонтаж и ремонт оборудования, обеспечить удобство подачи ремонтируемого объекта, инструмента, уборки отходов и безопасность труда;

– выбранные подъемно-транспортные средства должны быть увязаны с технологическим процессом и расположением оборудования так, чтобы были достигнуты кратчайшие пути перемещения грузов без перекрещивания грузопотоков и не создавались помехи на проходах, проездах и путях движения людей;

– расположение оборудования должно предусматривать возможность изменения планировки при использовании более прогрессивных технологических процессов.

Все виды оборудования нумеруют сквозной порядковой нумерацией, обычно слева направо и сверху вниз.

Технологическое оборудование на планах изображают упрощенными контурами с учетом крайних положений перемещающихся частей, открывающихся дверей, откидных кожухов, а также с учетом крайних положений, устанавливаемых на них объектов ремонта.

Расстановку оборудования выполняют с учетом существующих требований, норм расстояний между оборудованием и элементами зданий, норм ширины проездов и норм расстояний между оборудованием.

Технологическая планировка мастерской выполняется в масштабе 1:100 на отдельном листе формата А1.

Здание центральной ремонтной мастерской, основного объекта ремонтно-обслуживающей базы хозяйства, представляет собой, как правило, трехпролетное строение с шириной пролетов 6 м, 12 (или 18) м и 6 м, шаг колонн – 6 м.

*Расчет потребности в энергоресурсах*

Для расчета среднегодового расхода силовой электроэнергии, необходимой для мастерской, по ведомостям установленного оборудования определяется мощность электроприемников. Затем с учетом коэффициента спроса рассчитывается суммарная активная мощность энергопотребителей.

$$P_a = \Sigma P_{уст} \cdot \eta_c \quad (15.13)$$

Результаты расчета активной мощности энергопотребителей приводятся в табл. 15.5.

Таблица 15.5

Расчет активной мощности энергопотребителей

Наименование оборудования	Суммарная установленная мощность электропотребителей $\Sigma P_{уст}$ , кВт	Коэффициент спроса $\eta_c$	Суммарная активная мощность энергопотребителей $P_a$ , кВт
Разборочно-сборочное, контрольно-испытательное оборудование и механизированный инструмент		0,35...0,40	
Моечное оборудование		0,60...0,70	
Металлорежущее оборудование, молоты, прессы		0,16...0,20	
Электросварочное оборудование		0,35...0,45	



Наименование оборудования	Суммарная установленная мощность электропотребителей $\Sigma P_{уст}$ , кВт	Коэффициент спроса $\eta_c$	Суммарная активная мощность энергопотребителей $P_a$ , кВт
Выпрямители		0,55...0,70	
Термическое оборудование, окрасочные камеры, компрессоры, вентиляторы		0,50...0,60	
Подъемно-транспортное оборудование		0,15...0,18	
Итого		—	

Годовой расход силовой электроэнергии для мастерской определяется по формуле

$$W_{гс} = \Sigma P_a \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_3. \quad (15.14)$$

Среднегодовой объем осветительной энергии по каждому участку рассчитывается по формуле

$$W_{г.ос} = T_{ос} \cdot F_{уч} \cdot S_o / 1000. \quad (15.15)$$

Общий расход электроэнергии ЦРМ составляет

$$W_r = W_{гс} + W_{г.ос}$$

Годовой расход пара на отопление определяется

$$Q_{гп} = \frac{g_r \cdot T_{от} \cdot V_{зд}}{1000 \cdot i}. \quad (15.16)$$

Годовой расход пара на производственное пароснабжение рассчитывается

$$Q_p = \Sigma 0,001 \cdot g_i \cdot \Phi_{до} \cdot K_c. \quad (15.17)$$

Общий расход пара будет равен

$$Q_{об} = Q_{гп} + Q_p.$$

Среднегодовой расход воды определяется по формулам:

$$Q=Q_{\text{ХН}}+Q_{\text{ПН}}, \quad (15.18)$$

$$Q_{\text{ХН}}=g_{\text{ХН}} \cdot n_{\text{р}} \cdot N_{\text{р}}, \quad (15.19)$$

$$Q_{\text{ПН}}=g_{\text{ПН}} \cdot N_{\text{ур}} \cdot N_{\text{р}}. \quad (15.20)$$

Приведенная методика и нормативные материалы позволяют:

- выполнить технологический расчет центральной ремонтной мастерской хозяйства;
- определить производственную структуру мастерской, потребность в работающих, рабочих местах, площадях и энергоресурсах;
- разработать технологическую планировку ЦРМ, рассчитать и подобрать в соответствии с технологическим процессом современное оборудование для технического обслуживания и текущего ремонта машин, необходимое для технического перевооружения центральной ремонтной мастерской.

### **Отчет о работе**

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Методику технологического расчета ЦРМ.
3. Результаты расчета количества рабочих, оборудования, рабочих мест и площадей производственных подразделений ЦРМ.
4. Компонировочный план ремонтной мастерской.
5. Результаты расчета потребности ремонтной мастерской в энергетических ресурсах.
6. Выводы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Чем характеризуется режим работы предприятия?
2. Как определяются номинальный и действительный годовые фонды времени производственных рабочих?
3. Как определяются номинальный и действительный годовые фонды времени оборудования?
4. Как определяется годовой фонд времени рабочего места?
5. Как рассчитывается количество производственных рабочих?
6. Как производится расчет количества рабочих мест?

7. Как рассчитывается и подбирается технологическое оборудование?

8. Приведите методики расчета производственных площадей участков ремонтной мастерской.

9. Дайте определение понятию «компоновочный план».

10. Дайте определение понятию «технологическая планировка».

11. Что включает в себя расчет потребности в энергоресурсах?

12. Как рассчитать потребность в силовой электроэнергии?

13. Как рассчитать потребность в осветительной электроэнергии?

14. Как рассчитать потребность в паре на отопление и вентиляцию?

## Практическая работа № 16

### НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЦРМ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические по нормам технологического проектирования производственных подразделений ремонтной мастерской.

**Студент должен знать:** нормы технологического проектирования производственных подразделений ремонтной мастерской.

**Студент должен уметь:** применять нормы технологического проектирования при разработке технологических планировок производственных подразделений ремонтных мастерских хозяйств.

#### Задание на выполнение работы

Изучить нормы технологического проектирования производственных подразделений ремонтной мастерской.

1. Наименование и цель работы.
  2. Технологическую планировку одного из участков ремонтной мастерской.
  3. Расчет потребности в паре на отопление и вентиляцию, а также в топливе для поддержания параметров микроклимата в помещении ремонтной мастерской.
  4. Расчет потребности в электроэнергии для комбинированного освещения рабочих мест.
  5. Выводы.
- Оформить отчет по практической работе.

#### Общие сведения

Нормы технологического проектирования центральных ремонтных мастерских (ЦРМ) предназначены для разработки технологической части проектов на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение ЦРМ.

При разработке норм технологического проектирования производственных и вспомогательных участков ЦРМ использованы и учтены научно-исследовательские работы, технологические разработки в области организации ремонта и технического обслуживания машинно-тракторного парка, решения по утвержденным типовым и индивидуальным проектам ремонтно-обслуживающих предприятий и заводов-изготовителей машин.

### *Общая номенклатура норм*

Для производственных и вспомогательных участков общей номенклатурой норм являются: режим работы участков; фонды времени работы оборудования; нормы площади на единицу оборудования; нормы расстановки оборудования; нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха в рабочей зоне участков и уровня шума, нормы освещенности производственных и вспомогательных участков; требования к пожарной безопасности и противопожарные мероприятия.

### *Режим работы, фонды времени ЦРМ*

Режим работы центральной ремонтной мастерской включает число рабочих дней в году и рабочих смен в сутки, длительность смены в часах.

Все ЦРМ относятся к прерывному производству. Число рабочих дней в году будет равно числу календарных дней без выходных и праздничных дней, не совпадающих с выходными (табл. 16.1).

*Таблица 16.1*

Режим работы ЦРМ

Наименование показателей	Производства с нормальными условиями труда, шестидневная неделя	Производства с вредными условиями труда, шестидневная неделя
1. Продолжительность рабочей недели, ч	40 7	35 6
2. Продолжительность смены, ч		
3. Количество праздничных дней в году, не совпадающих с выходными	9 52 304	9 52 304
4. Количество выходных дней		
5. Количество рабочих дней в году	61 1	61 1
6. Количество сокращенных рабочих дней	2	1
7. Продолжительность сокращения рабочего дня, ч: – перед праздничным днем – перед выходным днем		

Число рабочих смен зависит от производственной программы, загрузки оборудования и других факторов. Для ЦРМ хозяйств в отдельные напряженные периоды предусматривают работу участков диагностики и технического обслуживания, проверки и регулировки топливной аппаратуры, электрооборудования, шиноремонтного и некоторых других в 1,5–2 смены. Поэтому при проектировании мастерских принимают число смен 1,2.

Продолжительность рабочей смены зависит от продолжительности рабочей недели, условий работы и числа рабочих дней в неделю.

Годовые фонды рабочего времени устанавливают для оборудования и рабочих. Различают номинальный и действительный годовые фонды времени работы. Номинальный годовой фонд времени оборудования ( $\Phi_n$ ) – это количество рабочих часов в соответствии с режимом работы, без учета возможных потерь:

$$\Phi_n = (K_p t_{с.м} - K_{п.п} t_{с.п} - K_{в.в} t_{с.в}) n, \quad (16.1)$$

где  $K_p$  – число рабочих дней в году;

$t_{с.м}$  – продолжительность смены, ч;

$K_{п.п}$  – число предпраздничных дней;

$t_{с.п}$ ,  $t_{с.в}$  – время сокращения смены соответственно в предпраздничные и предвыходные дни, ч;

$K_{в.в}$  – число предвыходных дней (при пятидневной рабочей неделе  $K_{в.в} = 0$ );

$n$  – число смен (при определении годового фонда времени рабочих  $n = 1$ ).

Действительный годовой фонд времени работы выражает фактически отработанное время оборудованием с учетом потерь

$$\Phi_{д.о} = \Phi_n \eta_o, \quad (16.2)$$

где  $\eta_o$  – коэффициент использования оборудования с учетом числа смен (табл. 16.2), учитывающий потери рабочего времени на проведение его ремонта и технического обслуживания.

Таблица 16.2

Коэффициенты использования оборудования

Группы оборудования	Одна смена	Две смены
Моечно-очистные	0,97	0,96
Металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки	0,98	0,97

Таблица 16.2

Группы оборудования	Одна смена	Две смены
Разборочно-сборочное и контрольно-испытательное	0,98	0,97
Кузнечно-прессовое для участков единичного, мелкосерийного и серийного производств	0,98	0,96
То же, для крупносерийного и массового про- изводств	–	0,94
Высокочастотные установки	–	0,90
Печи, сушильные камерные	0,97	0,96
Оборудование для нанесения защитных покрытий (неавтоматизированное)	0,98	0,97
Сварочное	0,97	0,96

### Нормы площади

Нормируемой величиной при определении площади производственных и вспомогательных участков (за исключением инструментально-раздаточных кладовых) является коэффициент рабочих зон  $k_f$ .

Площадь участка определяют по формуле

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} k_f,$$

где  $F_{\text{об}}$  – площадь пола, занимаемая оборудованием и организационной организационной оснасткой, м<sup>2</sup>;

$k_f$  – коэффициент, учитывающий рабочую зону для обслуживания оборудования, проходы и проезды (табл. 16.3).

Таблица 16.3

Коэффициент рабочей зоны производственных участков

Производственный участок	$K_f$
наружной очистки и мойки	3,0...4,0
разборочно-моечный	3,5...4,0
дефектации деталей	3,5...4,5
сборки машин	4,5...5,0
ремонта сельскохозяйственных машин	4,0...4,5
ремонта агрегатов (двигателей)	4,0...4,5
ремонта и монтажа шин	4,0...4,5

Производственный участок	$K_f$
диагностики и технического обслуживания машин слесарно-механический	4,5...5,0 3,5...4,5
проверки и регулировки топливной аппаратуры и гидросистем, проверки электрооборудования кузнечно-сварочный, медницко-жестяницкий, обкатки и испытания двигателей, полимерный	3,5...4,5 4,5...5,5
обойных работ	3,5...4,5
деревообрабатывающий	5,5...6,0
окраски и сушки машин (агрегатов)	3,5...4,0

Площади участков, на которых установлены ремонтируемые (обслуживаемые) машины, определяют по формуле

$$F_{\text{уч}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}})k_f, \quad (16.4)$$

где  $F_{\text{м}}$  – площадь пола, занимаемая машинами,  $\text{м}^2$ .

#### *Нормы расстановки оборудования в подразделениях ЦРМ*

Разработка планировочных решений – наиболее ответственный этап проектирования мастерских, так как при этом необходимо учитывать взаимосвязь частичных технологических процессов, составляющих производственный процесс. Планировкой отделения или участка называют план расположения оборудования, организационной оснастки, проходов и проездов и т. п.

При расстановке оборудования и организационной оснастки на рабочих местах участков необходимо соблюдать:

- последовательность выполнения технологических операций процесса;
- прямолинейность расположения оборудования и рабочих мест в ряду;
- нормы расстояний между оборудованием и строительными конструкциями, между боковыми и тыльными сторонами оборудования, между оборудованием при расположении «в затылок»;
- нормы расстояний между рядами оборудования для свободно-го и безопасного проезда напольного и подвесного транспорта.



Проходы, проезды и расположение оборудования должны позволить свободно проводить монтаж, демонтаж и ремонт оборудования, доставку ремфонда и материалов, удаления отходов, обеспечивать безопасность работы.

Нормы расстояний для оборудования и организационной оснастки приведены в **приложении 1**, схемы размещения оборудования показаны на рис. **n.1–n.12**. Верстаки, стеллажи, инструментальные шкафы и тумбочки можно устанавливать вплотную к стенам, если отсутствуют трубопроводы и радиаторы системы отопления.

Нормы ширины проездов между оборудованием зависят от ширины транспортных средств и размеров транспортируемых ремонтируемых объектов.

### *Требования пожарной безопасности*

Степени огнестойкости зданий. Проектирование зданий ведут с учетом действующих норм противопожарных требований. По пределу огнестойкости строительных конструкций здания подразделяется на пять степеней. Предел огнестойкости – время в часах, в течение которого строительные конструкции теряют несущую способность или в них появляются отверстия (трещины), сквозь которые могут проникнуть продукты горения и пламя.

У зданий I и II степени огнестойкости все строительные конструкции негоряемые, предел огнестойкости стен, колонн и стен лестничных клеток 2,5...2,0 ч.

В зданиях III степени огнестойкости плиты, настилы межэтажных перекрытий, не несущие перегородки могут быть трудносгораемыми, а остальные части здания – негоряемые с пределом огнестойкости – 2 ч.

В зданиях IV степени огнестойкости все строительные конструкции, кроме брендмауэров (противопожарных негоряемых стен), трудносгораемые, совмещенные покрытия сгораемые, предел огнестойкости – 0,5 ч.

В зданиях V степени огнестойкости все части здания, кроме брендмауэров, сгораемые.

Категории производств по взрывопожарной и пожарной опасности. Все производства по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяют на пять категорий в зависимости от характеристики веществ, образующихся в производствах.

Категория производства обозначается буквой А, Б, В, Г и Д. Каждая степень огнестойкости здания обусловлена категорией производства.

Применительно к ремонтно-обслуживающему производству к этим категориям относятся помещения следующих производственных и вспомогательных подразделений и процессов.

Категория А – участки ремонта топливной аппаратуры карбюраторных двигателей при применении для испытания аппаратуры топлива с температурой вспышки ниже 28 °С, окрасочный, пропиточный электроремонтного цеха и склад лакокрасочных материалов при применении органических растворителей с температурой вспышки 28 °С и ниже, ацетиленовая газогенераторная, открытая зарядка аккумуляторных батарей, склады хранения карбида кальция и ацетиленовых баллонов.

Категория Б – участки испытания и ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей, полимерный, окрасочный, склад лакокрасочных материалов и горючих жидкостей с температурой вспышки паров от 28 °С до 61 °С.

Категория В – участки шиноремонтный, вулканизационный, деревообрабатывающий, обойный, диагностики и технического обслуживания машин, ремонтно-монтажный, ремонта агрегатов, заправки машин, проверки и регулировки агрегатов гидравлических систем, полимерный (при применении органических растворителей и отвердителей с температурой вспышки выше 61 °С), кислотная (при аккумуляторном участке), склад масел, инструментально-раздаточная кладовая ЦРМ.

Категория Г – участки сварочно-наплавочные, кузнечный, термический, медницко-радиаторный и медницко-жестяницкий, испытательная станция для двигателей, обкатки тракторов и автомобилей, ремонта кабин (кузовов) и оперения, ремонта рам.

Категория Д – участки наружной мойки и очистки, мойки деталей и агрегатов, разборочно-моечный (без использования органических растворителей), дефектовочный и комплектовочный, слесарно-механический, сборки агрегатов и машин, гальванический, ремонта электрооборудования, аккумуляторов, компрессорная, склады агрегатов и запасных частей (при хранении в несгораемой таре). Склады деталей, ожидающих восстановления, инструмента и металла.

Производства категорий А и Б размещают в зданиях I и II степени огнестойкости. Производства категорий В, Г и Д могут размещаться в зданиях I и II степени огнестойкости без ограничений этажности и площади пола между противопожарными стенами здания, а также в зданиях III, IV и V степени огнестойкости, но с ограничениями.

Наиболее опасные в пожарном отношении участки располагают у наружных стен здания. Подразделения с производствами категорий А, Б и В, размещаемые в отдельных помещениях зданий I и II огнестойкости, отделяют от других помещений несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости 0,75 ч, а двери в этих перегородках должны иметь предел огнестойкости не ниже 0,6 ч.

Участки и рабочие места со взрыво- и пожароопасными зонами запрещается располагать под вспомогательными и административно-бытовыми помещениями. Производственные участки и рабочие места не выгораживают перегородками, а располагают в общем технологическом потоке (помещении), если взрыво- и пожароопасные вещества применяются в малом количестве, т. е. когда расчетный объем взрывоопасной смеси не превышает 5 % свободного объема помещения или время ее образования более 1 ч, производство не относится к взрывоопасным. Такие рабочие места могут быть на участках ремонта автотракторного и силового электрооборудования, шиноремонтных, ремонта агрегатов гидросистем и др.

Разрешается при необходимости устанавливать в общем потоке окрасочное оборудование, не выгораживая его перегородками (стенами). В этом случае взрыво- и пожароопасной зоной считают зону в радиусе 5 м от места применения опасных смесей и жидкостей.

#### *Нормы проектирования санитарно-бытовых помещений*

При проектировании центральных ремонтных мастерских хозяйств предусматривают гардеробные, душевые, умывальные, уборные, комнаты приема пищи, а в некоторых случаях и другие санитарно-бытовые помещения.

Гардеробные предназначаются для хранения уличной, домашней и специальной одежды. Для хранения одежды должны предусматриваться шкафы с размерами отделений: глубина – 50 см, высота – 165 см, ширина – 35. Количество отделений в шкафах должно приниматься с учетом списочного числа работающих.

В гардеробных должны предусматриваться скамьи шириной 25 см, расположенные по всей длине их рядов. Расстояние между лицевыми поверхностями шкафов: 2 м – при расположении скамей по обеим сторонам прохода; 1,4 м – при расположении скамей по одной из сторон прохода. Расстояние между лицевыми поверхностями шкафов и стеной (перегородкой) в гардеробных со скамьями – 1,2 м.

Гардеробное оборудование для одежды

Классификационная группа производственных процессов	Вид одежды	Ширина отделений шкафа
Ia, Ib	Уличная, домашняя и специальная	25 см
Iв, IIa	То же	33 см

Душевые должны размещаться смежно с гардеробными. При душевых следует предусматривать преддушевые. При числе душевых сеток 4 и менее преддушевые предусматривать необязательно. Душевые и преддушевые не должны примыкать к наружным стенам.

Душевые должны быть оборудованы отдельными открытыми кабинами 0,9×0,9 м, огражденными с трех сторон.

Ширину прохода между рядами кабин следует принимать: 2 м – при числе кабин в одном ряду более 6; 1,5 м – при числе кабин в ряду 6 и менее. Ширина прохода между рядом кабин и стеной (перегородкой): 1,5 м – при числе кабин в ряду более 6; 1,0 м – при числе кабин менее 6.

Число душевых сеток следует принимать по числу работающих в наиболее многочисленной смене, исходя из расчетного числа человек на одну сетку.

Умывальные размещают смежно с гардеробными спецодежды и общими гардеробными. В зависимости от характера производства до 40 % умывальников допускается размещать в производственных помещениях вблизи рабочих мест, а также в тамбурах при уборных.

Ширина прохода между рядами умывальников: 2 м – при числе умывальников в ряду 5 и более; 1,8 м – при числе умывальников менее 5. Ширина прохода между рядом умывальников и стеной: 1,5 м – при числе умывальников в ряду 5 и более; 1,35 – при их числе в ряду менее 5.

Ширина прохода между рядом умывальников и лицевой поверхностью шкафов: 2 м – при расположении умывальников параллельно ряду шкафов; 1,5 м – при расположении вдоль торцов рядов шкафов.

Число кранов в умывальных следует принимать по числу работающих в наиболее многочисленной смене (среднее число человек на один кран – 10).

Расстояние между осями кранов умывальников в ряду принимают не менее 0,65 м, а между осью крана крайнего умывальника стеной не менее 0,45 м.

Уборные должны быть оборудованы напольными чашами или унитазами специальных видов без сидений, размещаемыми в отдельных кабинках с дверями, открывающимися наружу. Размер кабинки в плане – 1,2×0,8 м, высота перегородки – 1,8 м. В мужских уборных предусматривают также писсуары. Расстояние между осями настенных или напольных писсуаров должно приниматься 0,7 м.

Число санитарных приборов – напольных чаш (унитазов) и писсуаров в уборных принимают в зависимости от числа пользующихся уборной в наиболее многочисленной смене, из расчета 15 человек на один санитарный прибор. При числе мужчин 15 и менее в уборной писсуары не предусматривают.

Вход в уборную должен устраиваться через тамбур, в котором предусматривают один умывальник на каждые четыре напольные чаши и на каждые четыре писсуара.

Комната приема пищи – не менее 12 м<sup>2</sup>, принимается из расчета 1 м<sup>2</sup> на каждого посетителя.

#### *Нормы микроклимата в помещениях ЦРМ и уровни шума в рабочей зоне*

К параметрам микроклимата относятся температура, влажность и скорость движения воздуха. Для создания нормальных условий труда необходимо, чтобы параметры микроклимата в рабочей зоне соответствовали нормам, установленным с учетом характеристики производственного помещения по количеству выделяемого в нем тепла, времени года и категории выполняемой работы по тяжести (табл. 16.5).

*Таблица 16.5*

Оптимальные значения параметров микроклимата помещений

Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Допускаемая температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С
<b>Холодный переходный период года</b>				
Легкая	20...22	60...30	Не более 0,2	15...22 (22)

Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Допускаемая температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С
Средней тяжести	17...19	60...30	Не более 0,3	13...20 (24)
Тяжелая	16...18	60...30	То же	12...18 (19)
Теплый период года				
Легкая	20...25	60...30	0,2...0,5	Не более чем на 3 °С (5 °С) выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч дня
Средней тяжести	20...23	60...30	0,2...0,5	
Тяжелая	18...21	60...30	0,3...0,7	

*Примечания:* 1. Теплый период года – температура наружного воздуха выше +10°.

2. В скобках приведена допустимая температура воздуха для помещений со значительным избытком явного тепла (более 23,2 Вт/м<sup>3</sup>).

По тяжести работы разделяются санитарными нормами на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. К легким относятся работы, производимые стоя, сидя или связанные с ходьбой, но не требующие постоянного физического напряжения (дефектовочные, контрольные работы и другие).

К категории работ средней тяжести относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, переноской тяжестей до 10 кг и выполняемые стоя (слесарно-механические, сварочные, кузнечные, разборочно-сборочные, столярные и др.).

К тяжелым работам относятся работы, требующие постоянного физического напряжения, передвижения и переноски тяжестей свыше 10 кг (кузнечные ручной ковки и др.).

При проектировании мастерских для хозяйств и организаций мелиоративного строительства на участках мойки деталей и агрегатов, ремонтно-монтажном, шиноремонтном, наружной мойки, диагностики и ТО машин в холодный период предусматривают дежурное отопление, рассчитанное на поддержание температуры +5 °С. В рабочее время расчетные температуры воздуха поддерживаются отопительно-вентиляционными агрегатами.

Для расчета системы отопления всех остальных производственных помещений температура внутреннего воздуха принимается 16 °С. В бытовых и вспомогательных помещениях отопление рассчитывают на поддержание температуры в следующих пределах: гардеробные при полном переодевании (включая белье) – 23 °С, при неполном – 18 °С; душевые – 25 °С; преддушевые – 23 °С; умывальные, уборные, коридоры – 16 °С, административные помещения – 18 °С.

При проектировании центральных ремонтных мастерских предусматривают мероприятия, обеспечивающие уровни шума на рабочих местах на производственных участках в пределах, допускаемых санитарными нормами (табл. 16.6.).

Для борьбы с шумом наиболее эффективным является комплексный подход, при котором сочетается уменьшение шума, создаваемого источником, изменение направления излучения шума, противозумная обработка помещения. Если не удастся снизить шум до нормы на рабочем месте, используют индивидуальные средства защиты – наушники ВЦНИИОТ-2, ВЦНИИОТ-3, специальные тампоны «беруши» или ватные тампоны.

Таблица 16.6

Допустимые уровни звукового давления шума на рабочих местах и зонах

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Уровень звука, дБ (А)
31,5	107
63	95
125	87
250	82
500	78
1000	75
2000	73
4000	71
8000	69

### *Нормы освещенности помещений ЦРМ*

При проектировании всех производственных и вспомогательных помещений предусматривается естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение может проникать сквозь боковые и верхние устройства.

Боковые устройства выполняют в наружных стенах зданий в виде оконных проемов или делают отдельные части стен прозрачными из пустотелых стеклянных блоков.

Для верхнего естественного освещения в кровлях зданий предусматривают световые фонари или светопрозрачные проемы в кровле в виде плафонов из стеклопакетов и стекложелезобетонных панелей.

Нормируемой величиной естественной освещенности является коэффициент естественной освещенности, который характеризует отношение освещенности в данной точке помещения к одновременной освещенности точки, находящейся на горизонтальной плоскости вне помещения и освещаемой рассеянным светом небосвода.

Для помещений, освещаемых только боковым односторонним светом, нормируется минимально допустимое значение коэффициента естественной освещенности; верхним и комбинированным естественным светом – среднее значение коэффициента естественной освещенности (табл. 16.7).

Таблица 16.7

Коэффициенты естественной освещенности, %

Производственный участок (помещение)	Значение коэффициента при освещении	
	комбинированном	боковом
Слесарный, механический, сборочный, ремонта топливной аппаратуры, гидросистем, электрооборудования, ремонта двигателей, медницкий, дефектовочный	3	1,0
Разборочный, моечный, ремонта сельхозмашин, шиноремонтный, кузнечный, сварочный, столярный, зарядки аккумуляторов, испытательная станция, ИРК	2	0,5



Производственный участок (помещение)	Значение коэффициента при освещении	
	комбинированном	боковом
Гараж, помещения для хранения, сельхозмашин, инвентаря, склад металла	1	0,2
Вестибюль, гардеробная для верхней одежды	0,7	0,2
Коридор, лестничная клетка	0,5	0,1
Умывальная, уборная	—	0,2
Душевая, преддушевая, гардеробная для спецодежды	—	0,1
Административные помещения	—	1,5

Искусственное освещение может быть общим и комбинированным. Общее освещение предназначено для освещения помещения в целом. При комбинированном используют общее освещение и местное для непосредственного освещения рабочего места. Применение одного общего освещения допускается в случаях, когда устройство местного освещения является технически невозможным или нецелесообразным.

При проектировании и расчете искусственного освещения используют установленные нормы освещенности помещений в зависимости от характера выполняемой работы (табл. 16.8).

Таблица 16.8

## Нормы освещенности помещений

Помещение (участок)	Минимальная освещенность, лк		Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup>
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах	
разборочный и моечный кузнечный, сварочный, медницкий, столярный, испытательная станция, инструментальный	40	80	12...14
	50	100	14...16

Помещение (участок)	Минимальная освещенность, лк		Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup>
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах	
сборочный, комплекточный, слесарно-механический	75	150	18...20
ремонта топливной аппаратуры, гидросистем,	100	150	12...14
электрооборудования	150	300	13...20
дефектовочный	75	200	15...22
административные помещения	—	—	8...10
склады кладовые			

### Отчет о работе

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Технологическую планировку одного из участков ремонтной мастерской.
3. Расчет потребности в паре на отопление и вентиляцию, а также в топливе для поддержания параметров микроклимата в помещениях ремонтной мастерской.
4. Расчет потребности в электроэнергии для комбинированного освещения рабочих мест.
5. Выводы.

### Контрольные вопросы и задания

1. Что понимается под технологическим проектированием ЦРМ?
2. Что такое режим работы ЦРМ и от чего он зависит?
3. Как определяются фонды времени рабочих, оборудования и рабочих мест?
4. Как рассчитать площадь производственного участка?
5. Что учитывают при расстановке технологического оборудования и организационной оснастки на производственном участке?
6. На какие категории по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяют производства (производственные участки) предприятия (мастерской)?

7. Приведите методику расчета оборудования санитарно-бытовых помещений ремонтной мастерской.

8. Назовите основные параметры микроклимата производственного помещения. Какой период года считается теплым при определении значений параметров микроклимата?

9. Что является нормируемой величиной естественной освещенности помещения?

10. Какие виды искусственного освещения предусматриваются при проектировании предприятий, и в каких случаях они применяются?

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Нормы расстановки оборудования на участках ЦРМ

Расстояние (слесарно-механический участок)	Обозначение	Нормы расстояния для оборудования с габаритами (длина × ширина), мм		
		до 1000×800	до 3000×1500	более 3000×1500
От стены с выступающими конструкциями до: тыльной стороны станка боковой стороны станка фронта станка	а	500	700	800
	б	500	600	800
	в	1200	1200	1500
Между станками по фронту	г	500	800	1200
Между продольными сторонами станков	д	2500	2500	2500
То же, при расположении «в затылок»	е	1500	1500	1500
Между станком и верстаком	ж	1500	1500	1500

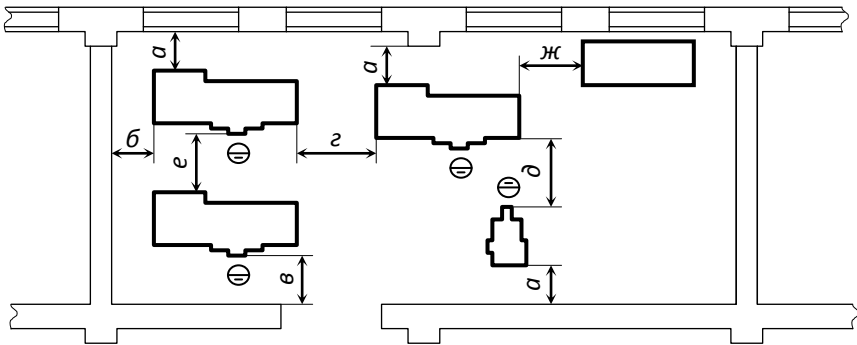


Рис. 1. Нормы расстановки оборудования на слесарно-механическом участке

Нормы расстановки оборудования на участках ЦРМ

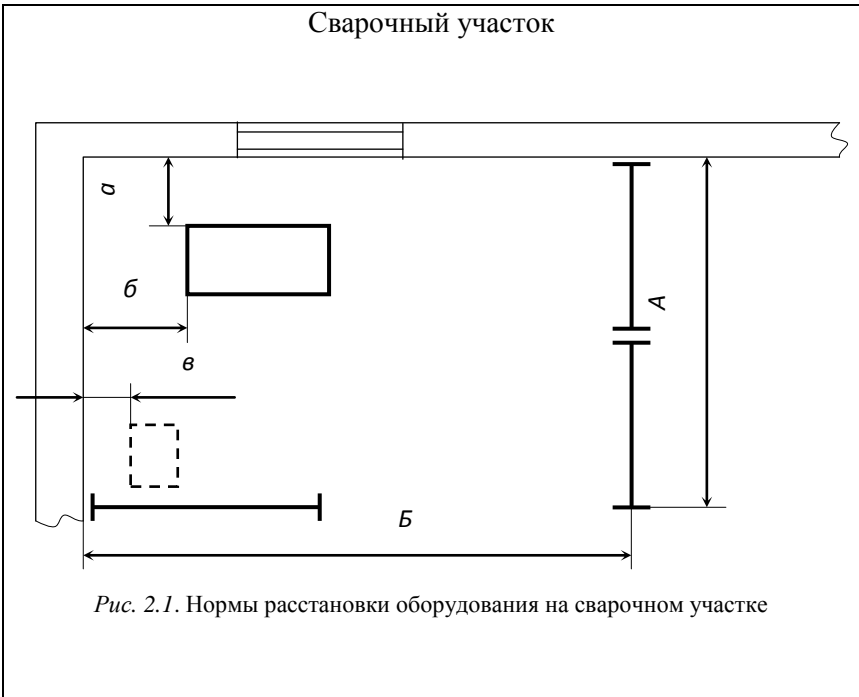
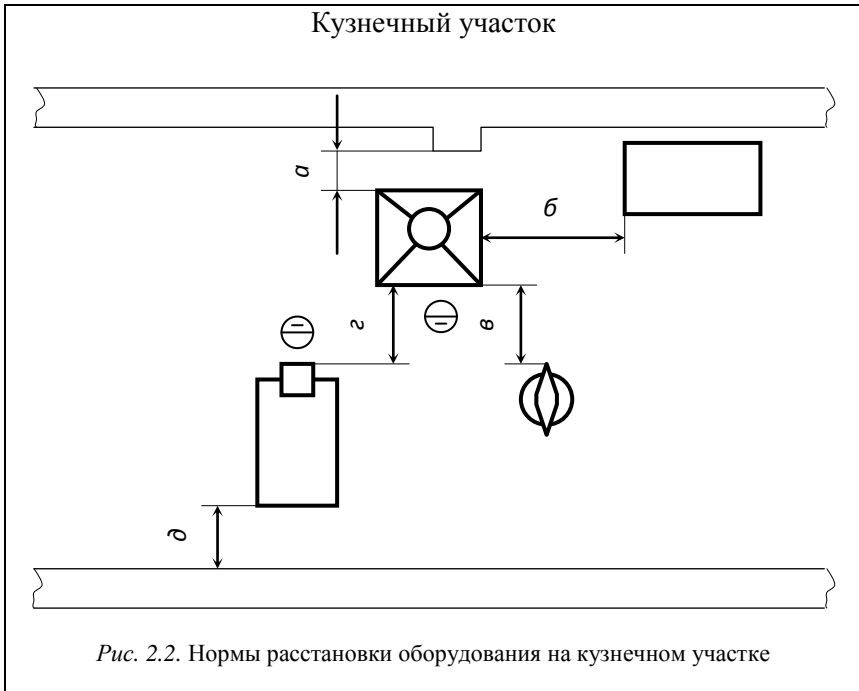
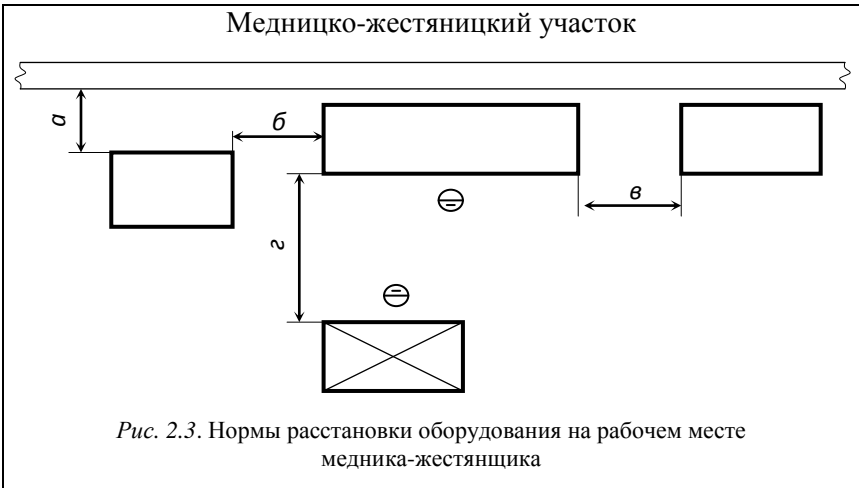


Рис. 2.1. Нормы расстановки оборудования на сварочном участке

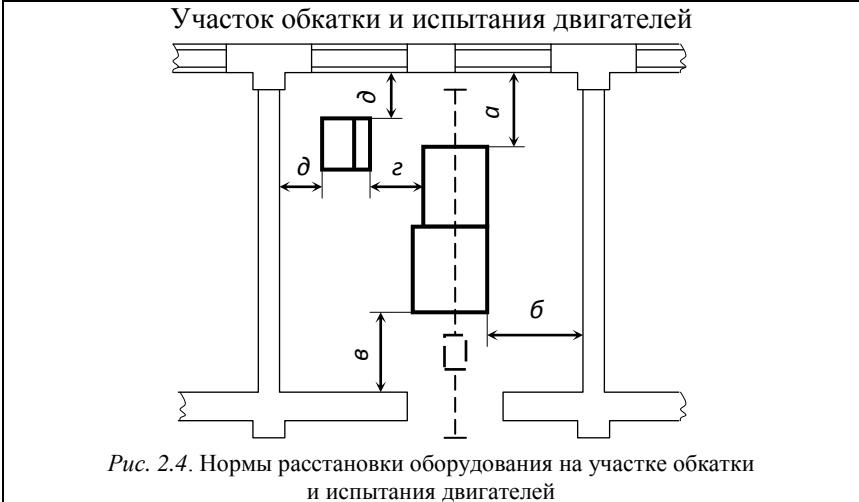
Расстояние	Обозначение	Норма расстояния, мм
Размеры сварочной кабины для ручной сварки деталей с габаритами: 0,5×0,5 м 0,5×1,0 м От строительных конструкций до: продольной стороны сварочного стола торцевой стороны стола сварочного трансформатора	A×Б	3000×3000
	A×Б	3000×4000
	а	800
	б	1000
	в	300



1	2	3
От строительных конструкций до кузнечного горна (меньший размер принимают при наличии защитного экрана, предотвращающего тепловое воздействие на строительные конструкции)	а	200...800
От кузнечного горна до ванны для закалки деталей	б	1000
то же, до наковальни	в	1500
то же, до ковочного молота	г	800
От ковочного молота до строительных конструкций:	д	2500
перегородок		
несущих стен		



От строительных конструкций до нагревательного оборудования	а	500
Между нагревательным оборудованием и верстаком для пайки	б	800
Между верстаком для пайки и ванной для проверки радиаторов	в	600
То же и шкафом для пропаривания топливных баков	г	2000





Продолжение приложения 16-2

От строительных конструкций до торцевой стороны стенда	а	1000
От продольной стороны стенда до перегородки	б	1500...2000
От торцевой стороны стенда до входного проема	в	1500...2000
От стенда до реостата	г	800
От строительных конструкций до реостата	д	400

Участок ремонта двигателей

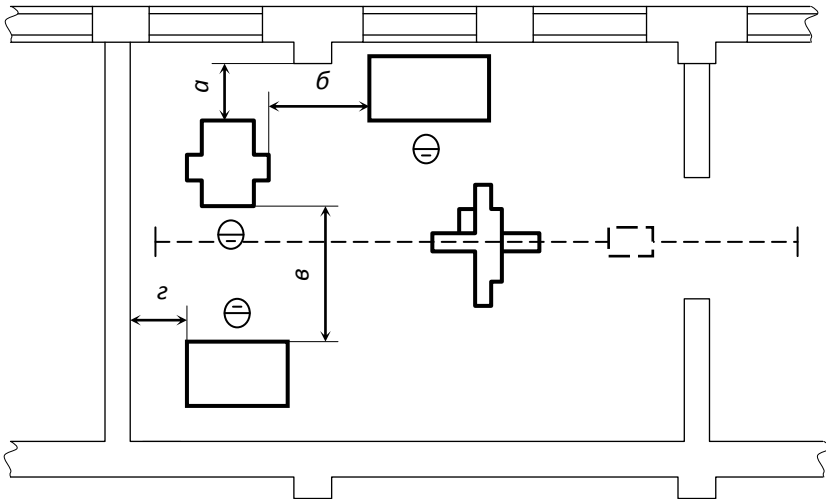
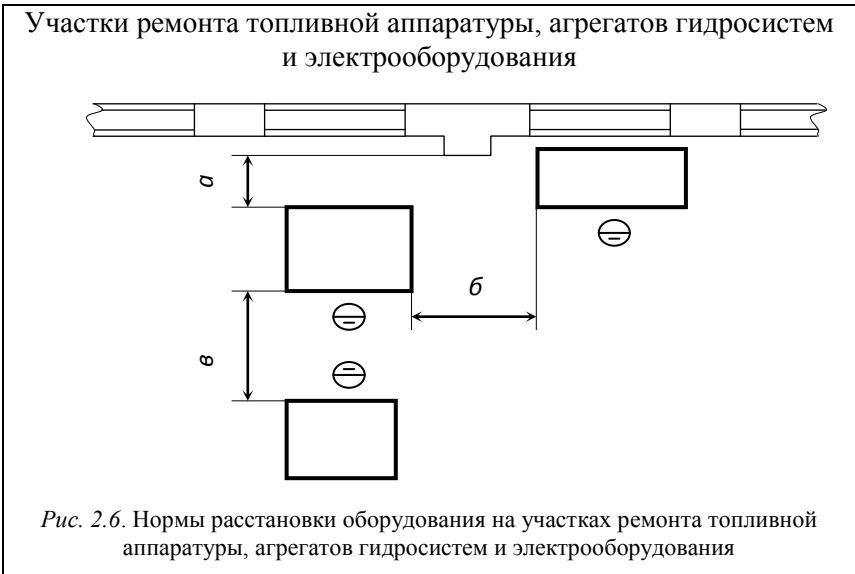


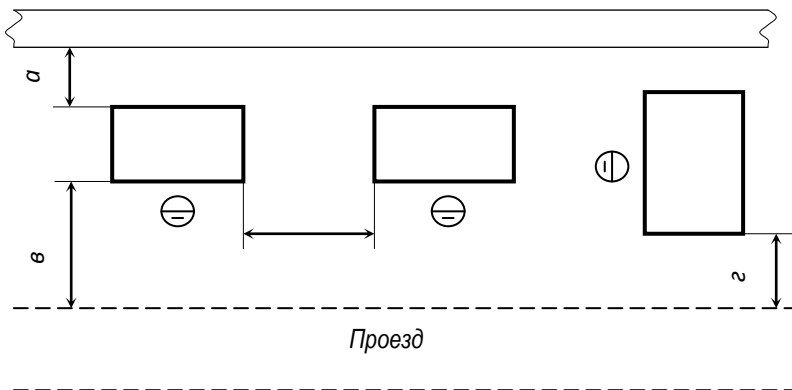
Рис. 2.5. Нормы расстановки оборудования на участке ремонта двигателей

От строительных конструкций до стендов	а	1000
От стендов до смежного оборудования	б	800
Между продольными сторонами оборудования при обслуживании:		
– одним рабочим	в	1500
– двумя рабочими	в	2500
От строительных конструкций до тыльной стороны стенда	г	1000



От строительных конструкций до стенда	а	600
От стенда до смежного оборудования	б	700
Между продольными сторонами оборудования	в	2000

Шиноремонтный участок



Продолжение приложения 16-2

1	2	3
От строительных конструкций до оборудования	а	600
Между торцевыми сторонами оборудования	б	700
От продольной стороны оборудования до проезда	в	1200
От торцевой стороны оборудования до проезда	г	500

Разборочно-моечный участок

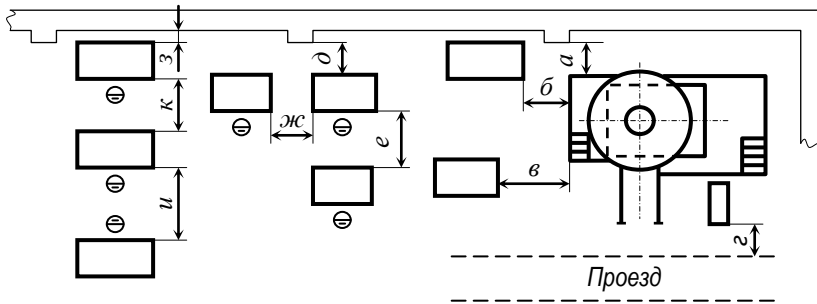
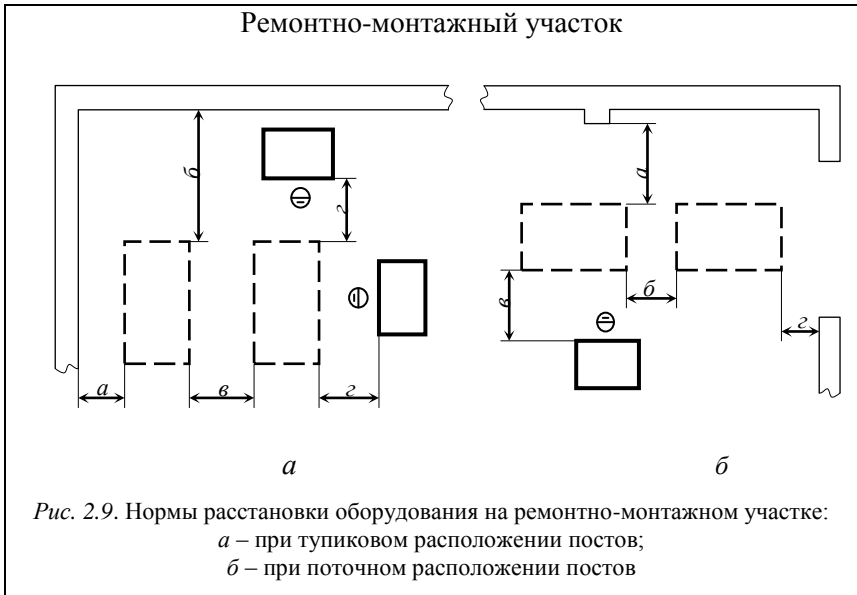


Рис. 2.8. Нормы расстановки оборудования на разборочно-моечном участке

1	2	3
От строительных конструкций до машины для мойки деталей (агрегатов)		
Между смежным оборудованием	а	1000
От моечной машины до рабочего места разборки агрегатов, дефектации деталей	б	1000
То же, до проезда	в	2000
От строительных конструкций до разборочного стенда	г	1200
	д	700
Между продольными сторонами стендов, расположенными «в затылок»	е	1300
Между торцевыми сторонами стендов	ж	700
От строительных конструкций до верстака (при отсутствии у стен отопительных приборов верстаки устанавливают вплотную)	з	300...400
Между продольными сторонами верстаков	и	2000
То же при расположении «в затылок»	к	1000



1	2	3
<p>а) тупиковое расположение постов:  от строительных конструкций до продольной стороны ремонтируемой машины  то же, до торцевой стороны машины  между продольными сторонами ремонтируемых машин  от машины до стационарного рабочего места</p>	<p>a  б  в  г</p>	<p>2000  2500  2500  1200</p>
<p>б) поточное расположение постов:  от строительных конструкций до ремонтируемых машин  между машинами по линии сборки  от машины до стационарного рабочего места  от ремонтируемой машины до ворот</p>	<p>a  б  в  г</p>	<p>2000  2000  2500  2500</p>



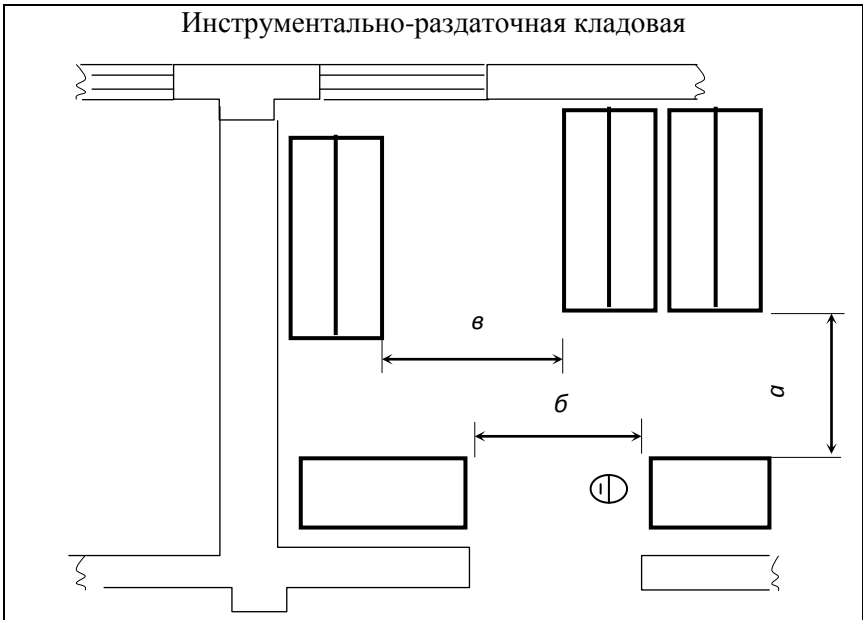


Рис. 2.11. Нормы расстояний в инструментально-раздаточной кладовой

1	2	3
От строительных конструкций до стеллажей	—	вплотную
От стеллажей до столов и шкафов	а	1000
Между столами и шкафами	б	800
Между стеллажами	в	1000

**Регулировочные параметры топливных насосов высокого давления НЗТА при проверке на стенде**

Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-242	Д-243	Д-244
Обозначение топливного насоса	4УТНИ-1111007-410	4УТНИ-1111007-420	4УТНИ-1111007-430
Геометрическое начало подачи по мениску до верхней мертвой точки толкателя, град.	57±1	57±1	57±1
Номинальная частота вращения кулачкового вала насоса, мин <sup>-1</sup>	900±5	1100±5	850±5
Цикловая подача топлива при номинальной частоте вращения, мм <sup>3</sup> /цикл	74±1,4	77±1,4	72±1,4
Частота вращения кулачкового вала при начале действия регулятора, мин <sup>-1</sup>	915 <sup>+15</sup>	1115 <sup>+15</sup>	865 <sup>+15</sup>
Неравномерность подачи топлива между секциями при номинальной частоте, не более, %	3		
Частота вращения, соответствующая максимальному холостому ходу, мин <sup>-1</sup>	950 <sup>+25</sup> <sub>-15</sub>	1160 <sup>+25</sup> <sub>-15</sub>	900 <sup>+25</sup> <sub>-15</sub>
Цикловая подача при максимальной частоте вращения холостого хода, не более, %	22,5		

Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-242	Д-243	Д-244
Частота вращения, соответствующая полному автоматическому выключению подачи топлива через форсунки, не более, мин <sup>-1</sup>	1050	1250	990
Цикловая подача топлива на пуске при частоте вала насоса 100 мин <sup>-1</sup> , не менее, мм <sup>3</sup> /цикл	145	145	145
Давление в головке топливного насоса при номинальной частоте вращения вала, МПа	0,07–0,12	0,07–0,12	0,07–0,12
Частота вращения, соответствующая максимальному корректированию топливоподачи, мин <sup>-1</sup>	700–750	800–850	700–750
Коэффициент максимального корректирования топливоподачи	1,12–1,16	1,14–1,18	1,12–1,16

**Регулировочные параметры топливных насосов высокого давления МОТОРПАЛ при проверке на стенде**

Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-243S	Д-260.1S	Д-260.2S
Обозначение топливного насоса	PP4M10P1f-3478	PP4M10P1f-3491	PP4M10P1f-3492
Геометрическое начало подачи – по ходу	4,0±0,05	3,5±0,05	



плунжера, мм						
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям					
	Д-243S		Д-260.1S		Д-260.2S	
Номинальная частота вращения кулачкового вала насоса, мин <sup>-1</sup>	1100±5		1050±5			
Цикловая подача топлива при частоте вращения, мм <sup>3</sup> /цикл	110 0 700 500	69±1, 5 77±2, 0 60±3, 0	105 0 800 500	90±2, 0 92±2, 5 76±3, 6	105 0 800 500	80±2, 0 83±2, 5 70±3, 6
Частота вращения кулачкового вала при начале действия регулятора, мин <sup>-1</sup>	1115 <sup>+15</sup>		1080...1090		1065...1085	
Неравномерность подачи топлива между секциями при номинал. частоте, не более, %	6					
Частота вращения, соответствующая минимальному холостому ходу, мин <sup>-1</sup>	390		490			
Цикловая подача при максимальной частоте вращения холостого хода, не более, %	20...22					
Частота вращения, соответствующая полному выключению подачи топлива через	1190...1200		1160...1170		1140...1150	

форсунки, не более, мин <sup>-1</sup>			
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-243S	Д-260.1S	Д-260.2S
Цикловая подача топлива на пуске при частоте вала насоса 100 мин <sup>-1</sup> , не менее, мм <sup>3</sup> /цикл	160±6		
Давление в головке топливного насоса при номинальной частоте вращения вала, МПа	0,07–0,12	0,10–0,15	
Выключение пусковой подачи, мин <sup>-1</sup>	350...380	420...450	
Увеличение цикловой подачи пневмокорректора на 500 мин <sup>-1</sup> (при давлении наддува, кгс/см <sup>2</sup> ), мм <sup>3</sup> /цикл	-	6±2 (0,25...0,3)	

Проверку регулировочных параметров ТНВД МОТОРПАЛ производить при давлении воздуха в пневмокорректоре (0,07...0,1) МПа с комплектом стендовых форсунок, соответствующих требованиям завода-изготовителя топливных насосов.

### **Регулировочные параметры топливных насосов высокого давления ЯЗДА при проверке на стенде**

Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-245.43S2	Д-245S2	Д-245.2S2

Обозначение топливного насоса	773-40.02	773-01T	773-07T
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-245.43S2	Д-245S2	Д-245.2S2
Геометрическое начало подачи – по ходу плунжера, мм	4,1±0,1	5,45±0,1	
Номинальная частота вращения кулачкового вала насоса, мин <sup>-1</sup>	900	1100	
Цикловая подача топлива при номинальной частоте вращения, мм <sup>3</sup> /цикл	101±2,0	109±2,0	122±2,5
Частота вращения кулачкового вала при начале действия регулятора, мин <sup>-1</sup>	915...935	1115...1135	1115...1135
Неравномерность подачи топлива между секциями при номинал. частоте, не более, %	6		
Частота вращения, соответствующая минимальному холостому ходу, мин <sup>-1</sup>	390	490	490
Цикловая подача при максимальной частоте вращения холостого хода, не более, %	20...22		
Частота вращения, соответствующая полному выключе-	≤1040	≤1250	≤1250

нию подачи топлива через форсунки, не более, мин <sup>-1</sup>			
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-245.43S2	Д-245S2	Д-245.2S2
Цикловая подача топлива на пуске при частоте вала насоса 100 мин <sup>-1</sup> , не менее, мм <sup>3</sup> /цикл	160±6		
Давление в головке топливного насоса при номинальной частоте вращения вала, МПа	0,12–0,19		
Выключение пусковой подачи, мин <sup>-1</sup>	350...380	420...450	420...450
Цикловая подача при 500 мин <sup>-1</sup> и отсутствии давления в пневмокорректоре, мм <sup>3</sup> /цикл	86±5		

Проверку регулировочных параметров ТНВД ЯЗДА производить при давлении воздуха в пневмокорректоре (0,08...0,1) МПа с комплектом стендовых форсунок соответствующих требованиям завода-изготовителя топливных насосов

### **Регулировочные параметры топливных насосов высокого давления ЯЗДА при проверке на стенде**

Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-260.1S2	Д-260.2S2	Д-260.4S2
Обозначение топливного насоса	363-40.01Т	363-40.02Т	363-40.04Т

Геометрическое начало подачи – по ходу плунжера, мм	5,45±0,1		
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-260.1S2	Д-260.2S2	Д-260.4S2
Номинальная частота вращения кулачкового вала насоса, мин <sup>-1</sup>	1050		
Цикловая подача топлива при номинальной частоте вращения, мм <sup>3</sup> /цикл	102±2,0	86±2,0	136,5±2,5
Частота вращения кулачкового вала при начале действия регулятора, мин <sup>-1</sup>	1065...1085		
Неравномерность подачи топлива между секциями при номинальной частоте, не более, %	6		
Частота вращения, соответствующая минимальному холостому ходу, мин <sup>-1</sup>	390	490	490
Цикловая подача при частоте вращения 750 мин <sup>-1</sup> , мм <sup>3</sup> /цикл 500 мин <sup>-1</sup> , мм <sup>3</sup> /цикл	112±3,0	95±3,0	162,5±3,5
	103,5±3,5	82,5±3,5	140±4,0
Частота вращения, соответствующая полному выключению	≤1250		

подачи топлива через форсунки, не более, мин <sup>-1</sup>			
Наименование параметров	Значения параметров для топливных насосов к дизелям		
	Д-260.1S2	Д-260.2S2	Д-260.4S2
Цикловая подача топлива на пуске при частоте вала насоса 100 мин <sup>-1</sup> , не менее, мм <sup>3</sup> /цикл	160		
Давление в головке топливного насоса при номинальной частоте вращения вала, МПа	0,12–0,19	0,12–0,19	0,12–0,19
Выключение пусковой подачи, мин <sup>-1</sup>	350...380	420...450	420...450
Цикловая подача при 500 мин <sup>-1</sup> и отсутствии давления в пневмокорректоре, мм <sup>3</sup> /цикл	86±5	86±5	86±5

Проверку регулировочных параметров ТНВД ЯЗДА производить при давлении воздуха в пневмокорректоре (0,08...0,1) МПа с комплектом стендовых форсунок соответствующих требованиям завода-изготовителя топливных насосов

Применяемость топливных насосов приведена в таблице.

Модель дизеля	Обозначение топливного насоса
Д-245	4УТНИ – Т (НЗТА, РФ)
Д-245S	PP4M10P1f – 3480 (МОТОРПАЛ, Чехия)
Д-245S2	773– 01Т (ЯЗДА, РФ)
Д-260.1	363.1111005-40.01(ЯЗДА, РФ)
Д-260.2	363.1111005-40.02(ЯЗДА, РФ)
Д-260.4	363.1111005-40.04(ЯЗДА, РФ)
Д-260.1S	363-40-04 или PP6M10P1f-3491
Д-260.2S	363-40-05 или PP6M10P1f-3492
Д-260.4S	363-40-07 или PP6M10P1f-3493

Д-260.1S2	363-40.01Т(ЯЗДА, РФ)
Д-260.2S2	363-40.02Т(ЯЗДА, РФ)
Д-260.4S2	363-40.04Т(ЯЗДА, РФ)

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе : учебное пособие / В. П. Миклуш, А. С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.
2. Черноиванов, В. И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В. И. Черноиванов, Л. Г. Голубев. – М. : Росинформагротех, 2010. – 374 с.
3. Стребков, С. В. Технология ремонта машин : учебное пособие / С. В. Стребков, А. В. Саханов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 222 с.
4. Проектирование предприятий технического сервиса. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: В. П. Миклуш, Г. И. Анискович, А. С. Сай. – Минск : БГАТУ, 2018. – 216 с.
5. Технологические процессы восстановления деталей : лабораторный практикум / Г. И. Анискович, В. П. Миклуш, В. А. Лойко. – Минск : БГАТУ, 2012. – 248 с.
6. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.]; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – Москва–Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
7. Проектирование предприятий технического сервиса. Практикум : учебно-методическое пособие / В. П. Миклуш и др. – Минск : БГАТУ, 2018. – 248 с.
8. Технология ремонта машин : учебник / Е. А. Пучин [и др.]; под ред. Е. А. Пучина. – М. : КолосС, 2007. – 448 с.
9. Надежность и ремонт машин учебник / В. В. Курчаткин [и др.]; под ред. В. В. Курчаткина. – М. : Колос, 2000. – 776 с.
10. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин. – М. : ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.
11. Миклуш, В. П. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК: учебное пособие / В. П. Миклуш, П. Е. Круглый, А. К. Трубилов ; под ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.
12. Баранов, Л. Ф. Разработка технологических процессов при курсовом и дипломном проектировании по ремонту машин : методическое пособие и справочные материалы / Л. Ф. Баранов, А. К. Трубилов, В. М. Кашко. – Минск : УМЦ Минсельхозпрода, 2002. – 146 с.



13. Миклуш, В. П. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирования предприятий технического сервиса АПК : учебное пособие / В. П. Миклуш, Т. А. Шаровар, Г. М. Уманский ; под ред. В. П. Миклуша. – Минск : Ураджай, 2001. – 662 с.

14. СТБ 928-2004. Автомобили, их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт. Общие технические требования и правила приемки. – Взамен СТБ 928-93; введ. 01.01.05. – Минск : Госстандарт, 2004. – 10 с.

15. СТБ 929-2004. Автомобили, их составные части, выпускаемые из капитального ремонта. Общие технические требования. Переизд. июль 2009 с изм. 1. Взамен СТБ 929-93; введ. 01.01.05. – Минск : Госстандарт, 2009. – 23 с.

16. СТБ 930-2004. Автомобили и их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выпускаемые из капитального ремонта. Комплектность. – Введ. 28.06.2004.

17. ГОСТ 18524-85. Тракторы сельскохозяйственные. Сдача тракторов в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические требования. Введ. в действие 01.01.87. Взамен ГОСТ 18524-80.

18. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования : учебное пособие / И. Н. Кравченко [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 346 с.

19. Технология ремонта машин : учебник / В. М. Корнеев [и др.] ; под ред. В. М. Корнеева. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 314 с.

20. Новиков, В. С. Технология ремонта машин : учебное пособие для вузов / В. С. Новиков. – М. : КолосС, 2011. – 488 с.

21. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.]; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – Москва-Челябинск : ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.

22. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в АПК : монография / В. П. Миклуш. – Минск : БГАТУ, 2004 – 209 с.

23. Миклуш, В. П. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК : учебное пособие / В. П. Миклуш, Т. А. Шаровар, Г. М. Уманский. – Минск : Ураджай, 2001. – 662 с.

24. Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин (с нормативными материалами). – М.: ГОСНИТИ, 1993.

25. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК : учебное пособие / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2003 – 276 с.

26. Ремонт машин. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2004 – 290 с.

27. Концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь. – Минск : Ураджай, 1996. – 96 с.

28. Миклуш, В. П. Методические указания к практическим занятиям на тему «Научные основы распределения ремонтно-обслуживающих работ между уровнями базы АПК» / В. П. Миклуш, Г. Ф. Бетень, П. Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2004. – 19 с.

29. Бетень, Г. Ф. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий АПК : метод. пособие / Г. Ф. Бетень [и др.]. – Минск : БАТУ, 1998. – 142 с.

30. Серый, И. С. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И. С. Серый, А. П. Смелов, В. Е. Черник. – М. : Агропромиздат, 1991. – 184 с.

31. Ремонт машин : учебное пособие / Н. Ф. Тельнов [и др.] ; под ред. Н. Ф. Тельнова. – М. : Агропромиздат, 1992. – 560 с.

32. Табель оборудования и оснастки ремонтных мастерских колхозов и совхозов. – М. : ГОСНИТИ, 1991. – 29 с.

33. Технологические рекомендации по техническому перевооружению и реконструкции центральных ремонтных мастерских хозяйств. – М. : ГОСНИТИ, 1988. – 88 с.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

*Учебное издание*

**ОСНОВЫ РЕМОНТА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.  
ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Тарасенко** Виктор Евгеньевич,  
**Анискович** Геннадий Иосифович,  
**Сай** Александр Сергеевич и др.

Ответственный за выпуск *В. Е. Тарасенко*

Редактор *Г. В. Анисимова*

Корректор *Г. В. Анисимова*

Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*

Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 11.07.2022. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 20,23. Уч.-изд. л. 15,81. Тираж 99 экз. Заказ 6.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 1106.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220023, Минск.