

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**НАДЕЖНОСТЬ И РЕМОНТ  
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 01 «Техническое обеспечение  
процессов сельскохозяйственного производства»*

Минск  
БГАТУ  
2023

УДК 631.3-192(07)  
ББК 40.72я7  
Н17

Составители:

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой *В. Е. Тарасенко*,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры *Г. И. Анискович*,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры *П. Е. Круглый*,  
старший преподаватель *В. М. Кашко*,  
ассистент *М. А. Шевчук*

Рецензенты:

кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»  
Белорусского национального технического университета  
(кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой *А. С. Гурский*);  
кандидат технических наук, доцент,  
заведующий отделом стратегических исследований  
транспортной деятельности  
БелНИИТ «Транстехника» *В. С. Миленький*

**Надежность** и ремонт сельскохозяйственной техники. Практикум :  
Н17 учебно-методическое пособие / сост.: В. Е. Тарасенко [и др.]. –  
Минск : БГАТУ, 2023. – 392 с.  
ISBN 978-985-25-0242-9.

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 специальностям 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства», 6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции».

УДК 631.3-192(07)  
ББК 40.72я7

ISBN 978-985-25-0242-9

© БГАТУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ</b>	
№ 1. Оценка надежности технических систем количественными показателями .....	6
№ 2. Оценка показателей надежности ремонтируемых объектов .....	24
№ 3. Календарное планирование ремонтно-обслуживающих работ .....	31
№ 4. Техническое нормирование ремонтных работ .....	37
№ 5. Обоснование годового объема ремонтно-обслуживающих работ .....	93
№ 6. Технологический расчет ремонтной мастерской .....	111
№ 7. Разработка компоновочного плана ремонтно-обслуживающего предприятия .....	124
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ</b>	
№ 1. Наружная очистка сельскохозяйственной техники и очистка деталей и сборочных единиц .....	136
№ 2. Восстановление изношенных соединений способом установки дополнительных ремонтных деталей.....	162
№ 3. Восстановление гильз цилиндров методом ремонтных размеров .....	173
№ 4. Восстановление коленчатых валов методом ремонтных размеров .....	196
№ 5. Применение сварки и наплавки в среде углекислого газа при восстановлении деталей .....	209
№ 6. Применение сварки при восстановлении деталей из чугуна.....	232
№ 7. Применение полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники.....	244
№ 8. Ремонт автотракторных двигателей .....	287
№ 9. Оценка технического состояния, ремонт, регулирование и испытание топливных насосов высокого давления и форсунок.....	300
№ 10. Проверка технического состояния, ремонт и регулировка агрегатов гидросистем .....	341
№ 11. Диагностирование и ремонт автотракторного электрооборудования.....	364
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	389

## ВВЕДЕНИЕ

В международной практике машиноиспользования технический сервис рассматривается как комплексная услуга потребителю в приобретении, использовании, обслуживании и ремонте средств механизации в агропромышленном комплексе. Гармоничное развитие всех составляющих технического сервиса обеспечивает выгодные условия производственной деятельности всем его участникам: изготовителям машин, их потребителям и посредникам.

Применение ремонтных воздействий в системе современного машиноиспользования – явление объективное. Оно не зависит от желания или нежелания отдельных лиц применять или не применять ремонт и объясняется недостаточным уровнем показателей безотказности и ресурса составных частей машин за срок службы, несовершенством организации работ по их надлежащему техническому обслуживанию.

Вследствие недостаточной долговечности многих элементов и различного ресурса составных частей современных сложных машин они чувствительны к нарушению правил технической эксплуатации. Вследствие этого в последнее время в практике машиноиспользования предусматривается применение тактики усиления контрольных и профилактических мероприятий по уходу за машинами.

В реализации задач, поставленных перед сельскохозяйственным производством, большое значение приобретают вопросы повышения готовности сельскохозяйственной техники, эффективности ее использования, сохранности, сокращения затрат труда, финансовых и материальных ресурсов на обеспечение ее работоспособного и исправного состояния. Это обуславливает повышенные требования к непрерывному и планомерному развитию и совершенствованию материально-технической базы сервисного сопровождения сельскохозяйственной техники на всех ее уровнях, в особенности на районном и на уровне хозяйств, использующих сельскохозяйственную технику.

На долю предприятий этих уровней приходится свыше 95 % от общего объема работ по ремонту и техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники.

Рациональное распределение объемов работ между предприятиями технического сервиса, надлежащая их техническая оснащенность и правильная организация технологического процесса ремонта и технического обслуживания во многом обуславливают эффективность их функционирования и в итоге оказывают существенное влияние на обеспечение требуемой эксплуатационной надежности растущего в количественном и качественном отношении машинного парка.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### № 1. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

**Цель работы:** приобрести знания и практические навыки по определению количественных показателей надежности; научиться определять единичные и комплексные показатели с помощью аналитических зависимостей по данным статистической информации и оценивать результаты расчетов.

#### Показатели надежности

*Показатель надежности* – количественная характеристика одного или нескольких свойств (безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости), составляющих надежность объекта. В соответствии с ГОСТ 27.002–2015 показатели надежности подразделяют на единичные и комплексные, на расчетные, экспериментальные, эксплуатационные и экстраполированные.

*Единичный* показатель надежности – показатель, характеризующий одно из свойств, составляющих надежность объекта.

*Комплексный* показатель надежности – показатель, характеризующий одновременно несколько свойств (два и более), составляющих надежность объекта.

Для сельскохозяйственной техники важны все свойства надежности (безотказность, долговечность, ремонтнопригодность, сохраняемость), которые оценивают по отдельности единичными и в совокупности комплексными показателями надежности.

Для такого объекта, как подшипник качения, важен показатель долговечности (единичный показатель), а показатели ремонтнопригодности не имеют значения. По этой причине его надежность оценивается только единичным показателем.

*Расчетный* показатель надежности – показатель, значения которого определяются расчетным методом. Обычно используется на стадии проектирования объекта.

*Экспериментальный* показатель надежности – показатель, точечную и интервальную оценку которого определяют по данным испытаний.

*Эксплуатационный* показатель надежности – показатель, точечную или интервальную оценку которого определяют по данным эксплуатации.

*Экстраполированный* показатель надежности – показатель, точечную или интервальную оценку которого определяют на основании результатов расчетов, испытаний и (или) эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность и другие условия эксплуатации.

Номенклатура показателей надежности, рекомендованная ГОСТ 27.002–2015, представлена в табл. 1.1.1, где в качестве независимой переменной  $t$  принята наработка.

Таблица 1.1.1

Номенклатура показателей надежности

Свойство	Наименование	Обозначение
Единичные		
Безотказность	Вероятность безотказной работы	$P(t)$
	Интенсивность отказов	$\lambda(t)$
	Параметр потока отказов	$\omega(t)$
	Средняя наработка до отказа	$\bar{T}_{01}$
	Средняя наработка на отказ	$\bar{T}_o$
	Гамма-процентная наработка до отказа	$\bar{T}_\gamma$
Долговечность	Средний ресурс	$\bar{T}_p$
	Средний срок службы	$\bar{T}_{сл}$
	Гамма-процентный ресурс	$\bar{T}_{p\gamma}$
	Гамма-процентный срок службы	$\bar{T}_{сл\gamma}$

Свойство	Наименование	Обозначение
Ремонто-пригодность	Среднее время восстановления	$\bar{T}_в$
	Гамма-процентное время восстановления	$\bar{T}_{в\gamma}$
	Вероятность восстановления	$P_в(t)$
	Интенсивность восстановления	$J_в$
	Средняя трудоемкость восстановления	$\bar{S}_в$
Сохраняемость	Средний срок сохраняемости	$\bar{T}_с$
	Гамма-процентный срок сохраняемости	$\bar{T}_{с\gamma}$
Комплексные		
Комбинация свойств	Коэффициент готовности	$K_г$
	Коэффициент оперативной готовности	$K_{ог}$
	Коэффициент технического использования	$K_{ти}$

Применительно к объектам сельскохозяйственного производства с учетом их разделения на восстанавливаемые и невосстанавливаемые рекомендуется номенклатура показателей надежности, представленная в табл. 1.1.2.

В табл. 1.1.2 приведен используемый в практических расчетах, но не предусмотренный стандартом показатель – вероятность отказа  $F(t)$ . Так как безотказная работа и отказ – взаимно противоположные события, то вероятность отказа определяют по зависимости  $F(t) = 1 - P(t)$ .

Таблица 1.1.2

Рекомендуемая номенклатура показателей надежности

Тип объекта	Свойство объекта			
	Безотказность	Долговечность	Ремонто-пригодность	Сохраняемость
Невосстанавливаемый	$\lambda(t); P(t); \bar{T}_0; F(t)$	$\bar{T}_{р\gamma}$	–	$\bar{T}_с$
Восстанавливаемый	$\omega(t); P(t); F(t); \bar{T}_0; K_г; K_{ти}$	$\bar{T}_{р\gamma}; \bar{T}_р; \bar{T}_{сл}$	$\bar{T}_в; K_г; K_{ти}; \bar{S}_в$	$\bar{T}_с$



## ***Единичные показатели надежности***

### ***1. Показатели безотказности***

*Вероятность безотказной работы* – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = 1 - \frac{n(t)}{N_0}, \quad (1.1.1)$$

где  $N_0$  – число объектов в начале испытаний;

$n(t)$  – число объектов, отказавших за наработку (время)  $t$ .

*Интенсивность отказов* – условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая с учетом того, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникнет:

$$\lambda(t) = \frac{\sum_{i=1}^N n_i(H_2) - \sum_{i=1}^N n_i(H_1)}{N_n(H_1)(H_2 - H_1)}, \quad (1.1.2)$$

где  $\sum_{i=1}^N n_i(H_2)$ ,  $\sum_{i=1}^N n_i(H_1)$  – число отказов объектов  $N$  от начала наблюдений до наработки  $H_2$ ,  $H_1$ ;

$N_n(H_1)$  – число исправных объектов при наработке  $H_1$ ;

$(H_2 - H_1)$  – заданный интервал наработки.

*Параметр потока отказов* – отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за достаточно малую наработку к значению этой наработки:

$$\omega(t) = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{H_i}, \quad (1.1.3)$$

где  $n_i$  – число отказов  $i$ -го объекта;

$H_i$  – наработка  $i$ -го объекта за время наблюдений;

$N$  – число объектов испытаний.

*Средняя наработка на отказ* – отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение наработки, или среднее значение наработки восстанавливаемых объектов между отказами:

$$\bar{T}_o = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N \frac{H_i}{n_i}, \quad (1.1.4)$$

где  $H_i$  – наработка  $i$ -го объекта за время наблюдений;  
 $n_i$  – число отказов  $i$ -го объекта на наработку  $H_i$ .

Между средней наработкой на отказ и параметром потока отказов существует зависимость

$$\bar{T}_o = \frac{1}{\omega(t)}. \quad (1.1.5)$$

## 2. Показатели долговечности

Долговечность объекта оценивают ресурсом и величиной срока службы.

*Ресурс* – наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

*Срок службы* – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

*Средний ресурс* – математическое ожидание ресурса:

$$\bar{T}_p = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{pi}, \quad (1.1.6)$$

где  $t_{pi}$  – ресурс  $i$ -го объекта.

*Средний срок службы* – математическое ожидание срока службы:

$$\bar{T}_{сл} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{сли}, \quad (1.1.7)$$

где  $t_{сли}$  – срок службы  $i$ -го объекта.

*Гамма-процентный ресурс* – суммарная наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

*Гамма-процентный срок службы* – календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

Для тракторов и автомобилей принято нормативное значение  $\gamma$ , равное 0,8. Аналитически гамма-процентный ресурс и срок службы определяют в зависимости от вида теоретического закона распределения, которому подчиняется распределение этих показателей.

Для закона нормального распределения

$$T_{py} = \bar{T}_p - H_{k(\gamma)}\sigma; \quad (1.1.8)$$

$$T_{сл\gamma} = \bar{T}_{сл} - H_{k(\gamma)}\sigma, \quad (1.1.9)$$

где  $H_{k(\gamma)}$  – квантиль нормального распределения,  $H_{k(\gamma)} = 0,842$  для  $\gamma = 0,8$ ;

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

Для закона распределения Вейбулла

$$T_{py} = H_k^B (1 - \gamma)a + C; \quad (1.1.10)$$

$$T_{сл\gamma} = H_k^B (1 - \gamma)a + C, \quad (1.1.11)$$

где  $H_k^B$  – квантиль закона распределения Вейбулла (табличное значение);

$a$  – параметр закона распределения Вейбулла;

$C$  – смещение зоны рассеяния ресурса или срока службы.

### 3. Показатели ремонтпригодности

*Среднее время восстановления* – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа:

$$\bar{T}_в = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{вi}, \quad (1.1.12)$$

где  $m$  – число обнаруженных и устраненных отказов;

$t_{B_i}$  – время устранения  $i$ -го отказа.

*Вероятность восстановления* – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданное значение:

$$P_B(t) = P(\bar{T}_B < t), \quad (1.1.13)$$

где  $\bar{T}_B$  – среднее время восстановления;

$t$  – заданное время устранения отказа.

Для большинства объектов машиностроения вероятность восстановления подчиняется экспоненциальному закону распределения и определяется по формуле

$$P_B(t) = e^{-\lambda t}, \quad (1.1.14)$$

где  $\lambda$  – интенсивность отказов.

*Средняя трудоемкость восстановления* – математическое ожидание трудоемкости восстановления после отказа:

$$\bar{S}_B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_{B_i}, \quad (1.1.15)$$

где  $S_{B_i}$  – трудоемкость восстановления  $i$ -го объекта за некоторый период эксплуатации;

$N$  – количество восстановленных объектов.

При расчете показателей ремонтпригодности учитывают лишь оперативное время обнаружения и устранения отказа.

#### 4. Показатели сохраняемости

Сохраняемость оценивают сроком сохраняемости. Срок сохраняемости – календарная продолжительность хранения и (или) транс-

портировки объекта, в течение и после которой сохраняются значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в установленных пределах.

Номенклатура показателей сохраняемости включает два показателя: средний срок сохраняемости и гамма-процентный срок сохраняемости.

*Средний срок сохраняемости* – математическое ожидание срока сохраняемости объекта:

$$\bar{T}_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{c_i}, \quad (1.1.16)$$

где  $t_{c_i}$  – срок сохраняемости  $i$ -го объекта.

*Гамма-процентный срок сохраняемости* – срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

Определяют аналогично гамма-процентному сроку службы по аналитическим уравнениям в зависимости от закона распределения:

– для нормального распределения

$$T_{c\gamma} = \bar{T}_c - H_{k(\gamma)} \sigma; \quad (1.1.17)$$

– для распределения Вейбулла

$$T_{c\gamma} = H_k^B (1 - \gamma) a + C. \quad (1.1.18)$$

### ***Комплексные показатели***

*Коэффициент готовности* – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается:

$$K_r = \frac{\bar{T}_o}{\bar{T}_o + \bar{T}_B}, \quad (1.1.19)$$

где  $\bar{T}_o$  – средняя наработка на отказ;  
 $\bar{T}_в$  – среднее время восстановления.

Коэффициент готовности характеризует готовность объекта к функционированию, т. е. применению по назначению. Под планируемыми периодами, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, подразумевают простой объекта на плановых технических обслуживаниях, ремонтах и хранении.

*Коэффициент оперативной готовности* – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, не предусматривающих применение объекта по назначению, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени:

$$K_{ог} = K_r P(t_0 t_1), \quad (1.1.20)$$

где  $P(t_0 t_1)$  – вероятность безотказной работы объекта в интервале  $t_0 t_1$ ;

$t_0$  – момент времени, с которого возникает необходимость применения объекта по назначению, ч;

$t_1$  – момент времени, когда применение объекта по назначению прекращается, ч.

Иногда коэффициент оперативной готовности определяют по зависимости

$$K_r = \frac{\bar{T}_o}{\bar{T}_o + \bar{T}_в + \bar{T}_{орг}}, \quad (1.1.21)$$

где  $\bar{T}_{орг}$  – среднее время простоев по организационным причинам, ч.

*Коэффициент технического использования* – отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания

объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за этот же период:

$$K_{\text{ти}} = \frac{\bar{T}_{\text{сум}}}{\bar{T}_{\text{сум}} + \bar{T}_{\text{ТО}} + \bar{T}_{\text{рем}}}, \quad (1.1.22)$$

где  $\bar{T}_{\text{сум}}$  – математическое ожидание суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации;

$\bar{T}_{\text{ТО}}$  – математическое ожидание суммарного времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием за этот же период эксплуатации;

$\bar{T}_{\text{рем}}$  – математическое ожидание суммарного времени простоев, обусловленных ремонтом за этот же период эксплуатации.

Коэффициент технического использования характеризует вероятность того, что в любой произвольный момент объект используется по назначению, а не простаивает в ремонте или на обслуживании.

Расчет его составляющих:

$$\bar{T}_{\text{сум}} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{раб } i}, \quad (1.1.23)$$

где  $t_{\text{раб } i}$  – время пребывания  $i$ -го объекта в работоспособном состоянии;

$$\bar{T}_{\text{рем}} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{рем } i}, \quad (1.1.24)$$

где  $t_{\text{рем } i}$  – время простаивания  $i$ -го объекта в ремонте;

$$\bar{T}_{\text{ТО}} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{ТО } i}, \quad (1.1.25)$$

где  $t_{TOi}$  – время простаивания  $i$ -го объекта на техническом обслуживании.

### Пример определения показателей надежности

*Исходные данные* (табл. 1.1.3, 1.1.4)

Общее число объектов в начале испытаний:  $N_0 = 10$ .

Число объектов, отказавших за наработку ( $t = 500$  ч):  $n(t) = 2$ .

Число обнаруженных и устраненных отказов:  $m = 25$ .

Число объектов, отказавших за наработку в интервале 1000–2000 ч:  $\Delta n(t_0 t_1) = 5$ .

Таблица 1.1.3

Исходные данные для примера расчета показателей безотказности и ремонтпригодности

Показатель	Номер $i$ -го объекта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наработка $H_i$ $i$ -го объекта за время наблюдений, тыс. ч	5,3	4,5	6,3	4,8	6,1	5,6	5,1	5,2	5,4	4,9
Число отказов $n_i$ $i$ -го объекта за наработку $H_i$	1	2	3	2	4	2	3	3	2	2
Время пребывания $i$ -го объекта в работоспособном состоянии $t_{\text{раб } i}$ , тыс. ч	5,3	4,5	6,3	4,8	6,1	5,6	5,1	5,2	5,4	4,9
Время пребывания $i$ -го объекта в простое из-за ремонта $t_{\text{рем } i}$ , ч	15	20	8	19	25	13	21	25	8	28



Показатель	Номер $i$ -го объекта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время пребывания $i$ -го объекта в простое, связанном с ТО, $t_{TOi}$ , ч	200	200	250	250	200	200	250	200	250	200
Ресурс трансмиссии $i$ -го трактора $t_{pi}$ , ч	3200	3210	3210	3260	3300	3300	3300	3420	3420	3460

Таблица 1.1.4

Исходные данные времени восстановления  $i$ -го отказа для примера расчета

Номер $i$ -го отказа	1	2	3	4	5	6	7	8
Время восстановления $i$ -го отказа $t_{Bi}$ , ч	2	4	7	5	10	5	6	8

Продолжение таблицы 1.1.4

Номер $i$ -го отказа	9	10	11	12	13	14	15	16
Время восстановления $i$ -го отказа $t_{Bi}$ , ч	5	6	5	6	8	5	10	2

Окончание таблицы 1.1.4

Номер $i$ -го отказа	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Время восстановления $i$ -го отказа $t_{Bi}$ , ч	4	7	5	10	12	7	8	7	6

### **Показатели безотказности**

Вероятность безотказной работы за наработку 500 ч определяется по формуле (1.1.1):

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = \frac{10 - 2}{10} = 0,8.$$

Параметр потока отказов за интервал наработки 1000–2000 ч определяется по формуле (1.1.3):

$$\omega(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\Delta n_i}{H_i} = \frac{1}{10} \cdot \frac{5}{1000} = 0,0005 \text{ ч.}$$

Средняя наработка на отказ определяется по формуле (1.1.4):

$$\begin{aligned} \bar{T}_o &= \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N \frac{H_i}{n_i} = \\ &= \frac{1}{10} \left( \frac{5,3}{1} + \frac{4,5}{2} + \frac{6,3}{3} + \frac{4,8}{2} + \frac{6,1}{4} + \frac{5,6}{2} + \frac{5,1}{3} + \frac{5,2}{3} + \frac{5,4}{2} + \frac{4,9}{2} \right) = \\ &= \frac{1}{10} (5,3 + 2,25 + 2,1 + 2,4 + 1,52 + 2,8 + 1,7 + 1,73 + \\ &\quad + 2,7 + 2,45) = 2,495 \text{ тыс. ч.} \end{aligned}$$

### **Показатель ремонтпригодности**

Среднее время восстановления определяется по формуле (1.1.12):

$$\begin{aligned} \bar{T}_в &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{в_i} = \\ &= \frac{1}{25} (2 + 4 + 7 + 5 + 10 + 5 + 6 + 8 + 5 + 6 + 5 + 6 + 8 + \\ &\quad + 5 + 10 + 2 + 4 + 7 + 5 + 10 + 12 + 7 + 8 + 7 + 6) = 6,4 \text{ ч.} \end{aligned}$$

### **Показатели долговечности**

Средний ресурс определяется по формуле (1.1.6):

$$\begin{aligned}\bar{T}_p &= \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{p_i} = \\ &= \frac{1}{10} (3200 + 3210 + 3210 + 3260 + 3300 + \\ &+ 3300 + 3300 + 3420 + 3420 + 3460) = 3328 \text{ ч.}\end{aligned}$$

Гамма-процентный ресурс определяется по формулам (1.1.18) или (1.1.19). Для тракторов, автомобилей и сельскохозяйственной техники принято нормативное значение  $\gamma = 0,8$ . Расчет гамма-процентного ресурса производится в зависимости от вида теоретического закона распределения ресурса. Для практических расчетов закон распределения выбирают по коэффициенту вариации. При коэффициенте вариации  $v < 0,3$  следует принимать закон нормального распределения, при  $v > 0,5$  – закон распределения Вейбулла.

Среднеквадратическое отклонение значений ресурса определяется по формуле

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(t_{p_i} - \bar{T}_p)^2}{N_0 - 1}} = \\ &= \sqrt{\frac{(3200 - 3328)^2 + (3210 - 3328)^2 + \\ &+ (3210 - 3328)^2 + (3260 - 3328)^2 + \\ &+ (3300 - 3328)^2 + (3300 - 3328)^2 + \\ &+ (3300 - 3328)^2 + (3420 - 3328)^2 + \\ &+ (3420 - 3328)^2 + (3460 - 3328)^2}{10 - 1}} = 134,31.\end{aligned}$$

Коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{T_p} \frac{134,31}{3328} = 0,04.$$

При такой величине коэффициента вариации выбирается закон нормального распределения и для расчета гамма-процентного ресурса используется формула (1.1.18):

$$T_{p\gamma} = \bar{T}_p - H_{k(\gamma)}\sigma = 3328 - 0,842 \cdot 134,31 = 3214,91 \text{ ч.}$$

Величина квантиля нормального распределения  $H_{k(\gamma)}$  для значения  $\gamma = 0,8$ ,  $H_{k(\gamma)} = 0,842$ .

### ***Комплексные показатели надежности***

*Коэффициент готовности* определяется по формуле (1.1.19) с учетом найденных значений:

$$K_r = \frac{\bar{T}_o}{\bar{T}_o + \bar{T}_в} = \frac{2495}{2495 + 6,4} = 0,997.$$

*Коэффициент оперативной готовности* определяется с учетом вероятности безотказной работы в интервале времени  $t_0t_1$

$$P(t_0t_1) = 1 - \frac{\Delta n}{N_0} = 1 - \frac{5}{10} = 0,5$$

по формуле (1.1.20):

$$K_{op} = K_r P(t_0t_1) = 0,997 \cdot 0,5 = 0,498.$$

*Коэффициент технического использования* определяется по формуле (1.1.22):

$$K_{ти} = \frac{\bar{T}_{сум}}{\bar{T}_{сум} + \bar{T}_{то} + \bar{T}_{рем}} = \frac{5320}{5320 + 220 + 18,2} = 0,957.$$

Математическое ожидание суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации определяется по формуле (1.1.23):

$$\begin{aligned} \bar{T}_{\text{сум}} &= \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{раб } i} = \\ &= \frac{1}{10} (5,3 + 4,5 + 6,3 + 4,8 + 6,1 + 5,6 + 5,1 + 5,2 + 4,9) = 5,32 \text{ тыс. ч.} \end{aligned}$$

Математическое ожидание суммарного времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием за этот же период эксплуатации, определяется по формуле (1.1.25):

$$\begin{aligned} \bar{T}_{\text{ТО}} &= \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{ТО } i} = \\ &= \frac{1}{10} (200 + 200 + 250 + 250 + 200 + 200 + 250 + 200 + 250 + 200) = 220 \text{ ч.} \end{aligned}$$

Математическое ожидание суммарного времени простоев, обусловленных ремонтом за этот же период эксплуатации, определяется по формуле (1.1.24):

$$\begin{aligned} \bar{T}_{\text{рем}} &= \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^N t_{\text{рем } i} = \\ &= \frac{1}{10} (15 + 20 + 8 + 19 + 25 + 13 + 21 + 25 + 8 + 28) = 18,2 \text{ ч.} \end{aligned}$$

## Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Исходные данные по варианту индивидуального задания.
3. Расчет показателей надежности по варианту индивидуального задания (табл. 1.1.5, 1.1.6).

Таблица 1.1.5

Исходные данные для расчета показателей безотказности и ремонтпригодности

Наименование показателя	Вариант индивидуального задания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$N_0$	9	10	11	12	13	14	15	9	10	11	12	13	14	15	9
$n(t)$	2	3	4	2	3	4	4	2	3	4	2	3	4	4	2
$m$	18	20	22	24	26	28	30	18	20	22	24	26	28	30	18
$\Delta n(t_0 t_1)$	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Наработка $i$ -го объекта за время наблюдений $H_i$ , тыс. ч	4,9	5,6	5,1	5,2	6,1	5,3	4,5	6,3	4,8	4,9	5,6	5,1	5,2	5,4	4,9
Число отказов $n_i$ $i$ -го объекта за наработку $H_i$	1	2	3	2	4	3	2	3	2	2	2	4	3	3	1
Время пребывания $i$ -го объекта в работоспособном состоянии $t_{\text{раб } i}$ , тыс. ч	4,9	5,6	5,1	5,2	6,1	5,3	4,5	6,3	4,8	4,9	5,6	5,1	5,2	5,4	4,9
Время пребывания $i$ -го объекта в простое из-за ремонта $t_{\text{рем } i}$ , ч	8	28	15	20	8	13	21	25	8	28	15	20	8	19	25
Время пребывания $i$ -го объекта в простое, связанном с ТО, $t_{\text{ТО } i}$ , ч	200	200	250	250	200	200	250	200	250	200	180	190	220	240	210
Ресурс трансмиссии $i$ -го трактора $t_{\text{р } i}$ , ч	4680	3140	1840	3360	4450	3060	2200	3480	2630	2930	2430	3610	3920	2270	3790

Таблица 1.1.6

Исходные данные времени восстановления  $i$ -го отказа

Номер $i$ -го отказа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Время восстановления $i$ -го отказа $t_{в,i}$ , ч	8	10	9	11	15	20	6	2	1	14	11	15	20	6	8

Окончание таблицы 1.1.6

Номер $i$ -го отказа	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Время восстановления $i$ -го отказа $t_{в,i}$ , ч	10	9	11	15	9	20	6	2	1	14	20	6	8	10	9

### Контрольные задания

1. Назовите единичные показатели безотказности и дайте их определения.
2. Назовите единичные показатели долговечности и дайте их определения.
3. Назовите единичные показатели ремонтпригодности и дайте их определения.
4. Назовите единичные показатели сохраняемости и дайте их определения.
5. Назовите комплексные показатели надежности и дайте их определения.

## № 2. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РЕМОНТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

**Цель работы:** определить показатели надежности ремонтируемых объектов.

### Методика расчета показателей надежности ремонтируемых объектов

Объекты считаются *ремонтируемыми* (восстанавливаемыми), если после возникновения отказов ремонтируются и продолжают эксплуатироваться.

Время работы до первого отказа и между последующими отказами таких объектов, а также время их восстановления являются случайными величинами.

Для оценки надежности сельскохозяйственной техники широкое применение нашли следующие показатели надежности:

- средняя наработка на отказ  $\bar{T}_o$  ;
- среднее время восстановления  $\bar{T}_в$  ;
- коэффициент готовности  $K_r$  ;
- вероятность безотказной работы  $P(T)$  .

По результатам наблюдений известно количество отказов  $n_i$  подшипников, возникающих в интервале времени  $(T_i^n - T_i^k)$ . Требуется определить среднюю наработку на отказ трактора  $\bar{T}_o$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ , коэффициент вариации  $v$ , а также проверить, согласуется ли эмпирическое распределение отказов с теоретическим экспоненциальным законом распределения по критерию Колмогорова. Приняв суммарное время  $\bar{T}_{\Sigma в}$ , затраченное на устранение всех возникших на тракторе отказов, и учтя, что время восстановления подчиняется экспоненциальному закону, определить среднее время восстановления  $\bar{T}_в$  и коэффициент готовности трактора  $K_r$ .

#### *Исходные данные*

Суммарное время восстановления  $\bar{T}_{\Sigma в} = 80$  ч. Протяженность интервала  $(T_i^n - T_i^k)$  составляет (0–18), количество отказов по резуль-



татам наблюдений  $n_i$  приведено в табл. 1.2.1. По известной протяженности интервала заполняется нижняя строка табл. 1.2.1.

Таблица 1.2.1

Результаты наблюдений

Параметры	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество отказов $n_i$	27	20	14	9	8	5	3	2
Границы интервалов	0–18	18–36	36–54	54–72	72–90	90–108	108–126	126–144

*Указания по выполнению работы*

1. Определить для  $i$ -го интервала опытную вероятность (частоту), эмпирическую функцию плотности распределения вероятности отказов подшипников.

Опытная вероятность для  $i$ -го интервала определяется по формуле

$$P_{\text{они}} = \frac{n_i}{N_0}, \quad (1.2.1)$$

где  $N_0$  – суммарное число отказавших подшипников, попавших в  $k$  интервалов ( $k=8$ );

$$N_0 = 27 + 20 + 14 + 9 + 8 + 5 + 3 + 2 = 88 \text{ шт.};$$

$$P_{\text{он1}} = \frac{27}{88} = 0,3068;$$

$$P_{\text{он2}} = \frac{20}{88} = 0,2273;$$

...

$$P_{\text{он8}} = \frac{2}{88} = 0,0227.$$

Накопленная вероятность отказа рассчитывается по формуле

$$P_{\text{он}i_{\Sigma}} = \sum_{i=1}^k P_{\text{он}i}; \quad (1.2.2)$$

$$\sum P_{\text{он}1_{\Sigma}} = 0,3068;$$

$$\sum P_{\text{он}2_{\Sigma}} = 0,3068 + 0,2273 = 0,5341;$$

$$\sum P_{\text{он}3_{\Sigma}} = 0,5341 + 0,1591 = 0,6932 \text{ и т. д.}$$

2. Рассчитать статистические характеристики эмпирических данных.  
Серединный интервал:

$$T_{c1} = \frac{0+18}{2} = 9;$$

$$T_{c2} = \frac{18+36}{2} = 27;$$

$$T_{c8} = \frac{126+144}{2} = 135.$$

Средняя наработка на отказ

$$\bar{T}_o = \sum_{i=1}^n T_{ci} P_{\text{он}i}; \quad (1.2.3)$$

$$\bar{T}_o = 9 \cdot 0,3068 + 27 \cdot 0,2273 + 45 \cdot 0,159 + 63 \cdot 0,1023 + 81 \cdot 0,0909 + \\ + 99 \cdot 0,0568 + 117 \cdot 0,0341 + 135 \cdot 0,0227 = 42,543.$$

Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_{ci} - \bar{T}_o)^2 P_{\text{он}i}}; \quad (1.2.4)$$

$$\sigma = \sqrt{(9-42,543)^2 \cdot 0,3068 + (27-42,543)^2 \cdot \dots \cdot (135-42,543)^2 \cdot 0,0227} = 33,8 \text{ ч.}$$

Несмещенный коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{T_0} = \frac{33,8}{42,543} = 0,79.$$

3. Определить эмпирическую интенсивность распределения по формуле

$$\Phi_{\text{оп}i} = \frac{P_{\text{оп}i}}{A}, \quad (1.2.5)$$

где  $A = T_i^k - T_i^h$  – шаг интервала:

$$A = 18 - 0 = 18;$$

$$\Phi_{\text{оп}1} = \frac{0,3068}{18} = 17,044 \cdot 10^{-3};$$

...

$$\Phi_{\text{оп}8} = \frac{0,0227}{18} = 1,261 \cdot 10^{-3}.$$

4. Найти теоретическую функцию экспоненциального закона распределения по формуле

$$F(T_i) = 1 - e^{-\frac{T_i^k}{T_h}}, \quad (1.2.6)$$

где  $e$  – основание натурального логарифма;

$T_i^k$  – верхнее значение интервала;

$$F(T_1) = 1 - 2,72^{-\frac{18}{42,543}} = 0,3452;$$

...

$$F(T_8) = 1 - 2,72^{-\frac{144}{42,543}} = 0,9662.$$

Вероятность безотказной работы определить по формуле

$$P(T_i) = 1 - F(T_i); \quad (1.2.7)$$

$$P(T_1) = 1 - 0,3452 = 0,6548;$$

...

$$P(T_8) = 1 - 0,9662 = 0,0338.$$

5. Определить среднее время восстановления по формуле

$$\bar{T}_B = \frac{1}{N} \bar{T}_{\Sigma B} = \frac{1}{88} \cdot 80 = 0,9091.$$

6. Определить коэффициент готовности по формуле

$$K_r = \frac{\bar{T}_o}{\bar{T}_o + \bar{T}_{\Sigma B}} = \frac{42,543}{42,543 + 0,9091} = 0,9791.$$

Результаты расчетов занести в табл. 1.2.2.

Таблица 1.2.2

Результаты расчетов

$T_i^u - T_i^k$	$n_i$	$T_{ci}$	$P_{они}$	$P_{они \Sigma}$	$\Phi_{они}^2 \cdot 10^{-3}$	$P(T_i)$	$F(T_i)$	$ \Sigma P_{они} - F(T_i) $
0–18	27	9	0,3068	0,3068	17,044	0,6548	0,3452	0,0384
18–36	20	27	0,2273	0,5341	12,628	0,4288	0,5712	0,0371
36–54	14	45	0,1591	0,6932	8,839	0,2808	0,7192	0,0260
54–72	9	63	0,1023	0,7955	5,683	0,1839	0,8161	0,0206
72–90	8	81	0,0909	0,8864	5,050	0,1204	0,8796	0,0068
90–108	5	99	0,0568	0,9432	3,156	0,0788	0,9212	0,0220
108–126	3	117	0,0341	0,9773	1,894	0,0516	0,9484	0,0289
126–144	2	135	0,0227	1,0000	1,261	0,0338	0,9662	0,0338

Примечание:  $N = 88$ ;  $\sigma = 33,8$  ч;  $v = 0,79$ ;  $\bar{T}_{др} = 42,543$  ч.

7. По полученным данным (см. табл. 1.2.2) построить графики оценки показателей надежности ремонтируемых объектов (рис.):

$$\lambda = D_{max} \sqrt{N}, \quad (1.2.8)$$

$$\lambda = 0,0384 \sqrt{88} = 0,36 < 1.$$

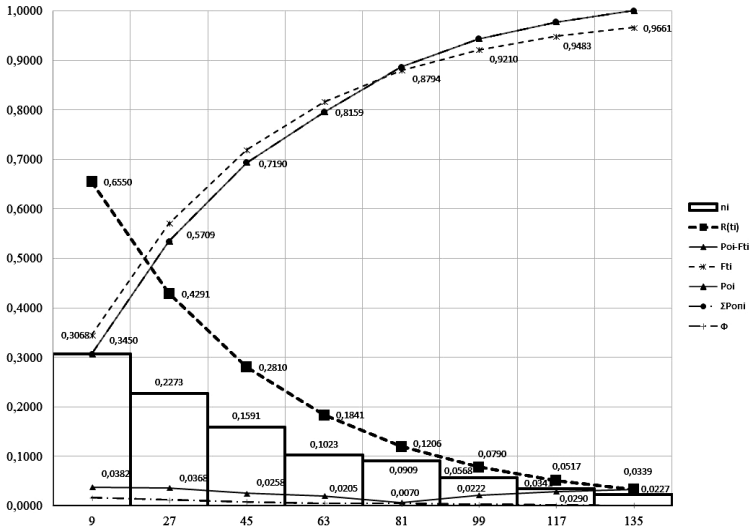


Рис. Графики оценки показателей надежности ремонтируемых объектов

### Задание

Выполнить расчет показателей надежности ремонтируемых объектов и построить их графики. Исходные данные приведены в табл. 1.2.3.

Таблица 1.2.3

Исходные данные

Вариант	Суммарное время восстановления, ч	Протяженность интервала	Результаты наблюдений (количество отказов)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	80	18	27,0	20,0	14,0	9,0	8,0	5,0	3,0	2,0
2	82	15	29,7	22,0	15,4	9,9	8,8	5,5	3,3	2,2
3	84	14	25,7	19,0	13,3	8,6	7,6	4,8	2,9	1,9
4	85	12	28,2	20,9	14,6	9,4	8,4	5,2	3,1	2,1
5	88	11	24,4	18,1	12,6	8,1	7,2	4,5	2,7	1,8

Вариант	Суммарное время восстановления, ч	Протяженность интервала	Результаты наблюдений (количество отказов)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
6	75	12	26,8	19,9	13,9	8,9	7,9	5,0	3,0	2,0
7	89	14	23,1	17,1	12,0	7,7	6,9	4,3	2,6	1,7
8	74	16	25,5	18,9	13,2	8,5	7,5	4,7	2,8	1,9
9	72	18	22,0	16,3	11,4	7,3	6,5	4,1	2,4	1,6
10	70	20	24,2	17,9	12,5	8,1	7,2	4,5	2,7	1,8
11	85	19	25,5	18,9	13,2	8,5	7,5	4,7	2,8	1,9

### Содержание отчета

1. Тема, цель, задание, исходные данные.
2. Последовательность расчета с указанием выполняемых действий, используемых формул, результатов расчета с таблицами и графиками (рис.).
3. Вывод.

### Контрольные вопросы

1. В каком случае объекты считаются ремонтируемыми (восстанавливаемыми)?
2. Какие показатели применяются с целью проведения оценки надежности сельскохозяйственной техники?
3. По какой формуле определяется опытная вероятность для  $i$ -го интервала?
4. По какой формуле определяется несмещенный коэффициент вариации?

### № 3. КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке годовых планов технического обслуживания и ремонта машин.

#### 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 по следующей методике.

На планируемый период (год) число капитальных ремонтов для машины (трактора), не прошедшей капитальный ремонт до начала планируемого периода, определяется по формуле

$$N_{крi} = \frac{W_{нэi} + W_{Гi}}{W_{gki}}, \quad (1.3.1)$$

где  $W_{нэi}$  – 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 формуле

$$N_{\text{КР}i} = \frac{W_{\text{ФК}i} + W_{\Gamma i}}{W_{\text{К}i}}, \quad (1.3.2)$$

где  $W_{\text{ФК}i}$  – фактическая наработка от последнего капитального ремонта до начала планируемого периода;

$W_{\text{К}i}$  – средняя нормативная наработка между капитальными ремонтами.

Число плановых текущих ремонтов

$$N_{\text{ТР}(n)i} = \frac{W_{\text{ФТР}(n)i} + W_{\Gamma i}}{W_{\text{ТР}(n)i}} - N_{\text{КР}i}, \quad (1.3.3)$$

где  $W_{\text{ФТР}(n)i}$  – фактическая наработка от последнего планового текущего ремонта до начала планируемого периода;

$W_{\text{ТР}(n)i}$  – периодичность планового текущего ремонта.

Количество технических обслуживаний:

$$N_{\text{ТО-3}i} = \frac{W_{\text{ФТО-3}i} + W_{\Gamma i}}{W_{\text{ТО-3}i}} - (N_{\text{КР}i} + N_{\text{ТР}(n)i}); \quad (1.3.4)$$

$$N_{\text{ТО-2}i} = \frac{W_{\text{ФТО-2}i} + W_{\Gamma i}}{W_{\text{ТО-2}i}} - (N_{\text{КР}i} + N_{\text{ТР}(n)i} + N_{\text{ТО-3}i}); \quad (1.3.5)$$

$$N_{\text{ТО-1}i} = \frac{W_{\text{ФТО-1}i} + W_{\Gamma i}}{W_{\text{ТО-1}i}} - (N_{\text{КР}i} + N_{\text{ТР}(n)i} + N_{\text{ТО-3}i} + N_{\text{ТО-2}i}); \quad (1.3.6)$$

$$N_{\text{ТО-С}i} = 2,$$

где  $W_{\text{ФТО-3}i}$ ,  $W_{\text{ФТО-2}i}$ ,  $W_{\text{ФТО-1}i}$  – фактическая наработка от последнего технического обслуживания до начала планируемого периода соответственно;

$W_{\text{ТО-3}i}$ ,  $W_{\text{ТО-2}i}$ ,  $W_{\text{ТО-1}i}$  – периодичность соответствующего технического обслуживания.



При расчете количества ремонтов и технических обслуживаний полученные результаты округляют до целых чисел. 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 и 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 и меньше года: квартал или месяц. Тогда календарное планирование осуществляется по декадам или неделям.

Календарный план проведения ремонтно-обслуживающих работ оформляется в виде таблицы.

### **Исходные данные и пример решения задачи**

При календарном планировании ремонтно-обслуживающих работ структура ремонтно-обслуживающих воздействий, а также нормативы периодичности технических обслуживаний, нормативы доремонтной и межремонтной наработки определяются по Технической эксплуатации сельскохозяйственных машин.

В таблице приведен пример разработки календарного плана проведения ремонтно-обслуживающих работ для трактора «Беларус-310», планируемая на год наработка – 238 усл. эт. га.

Таблица

Пример разработки календарного плана проведения ремонтно-обслуживающих работ для трактора «Беларус-310»

Марка машины	Хозяйственный номер	Вид последнего ремонта	Наработка		Планируемая наработка по месяцам (или декадам) и потребность в ТО и ремонте											
					Январь			Февраль			Март			Апрель		
			От начала эксплуатации (НЭ) или КР	Планируемая на год	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

Продолжение таблицы

Марка машины	Планируемая наработка по месяцам (или декадам) и потребность в ТО и ремонте														
	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Наработка		Вид ТО или Р	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	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Беларус-310	157	20	1	177	20	1	196	19	2	221	25	1	240	19	1

Окончание таблицы

Марка машины	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						
<i>1</i>	<i>33</i>	<i>34</i>	<i>35</i>	<i>36</i>	<i>37</i>	<i>38</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>41</i>	<i>42</i>	<i>43</i>	<i>44</i>	<i>45</i>	<i>46</i>
Беларус-310	257	17	1	277	20	2	294	17	—	—	—	—	3	7

## **Контрольные вопросы**

1. Какие исходные данные используются для разработки календарного плана ТО и ремонта машин?
2. Каков порядок разработки календарного плана ТО и ремонта машин?
3. По каким формулам рассчитывают потребность машины в капитальном ремонте?
4. По какой формуле рассчитывают потребности машины в плановом текущем ремонте?
5. По каким формулам рассчитывают потребность машины в плановых ТО?
6. Каковы возможные периоды календарного планирования ремонтно-обслуживающих работ?

## № 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

**Цель работы:** изучить методику разработки норм времени и определить штучное и подготовительно-заключительное время на выполнение технологической операции (вариант задания указывает преподаватель).

### Методы разработки норм времени

*Техническое нормирование труда* имеет основополагающее значение для улучшения системы материального стимулирования, дает возможность усилить материальную заинтересованность работников в улучшении результатов работы предприятия, способствует развитию научной организации труда и созданию основы для планирования затрат труда.

На ремонтно-обслуживающих предприятиях должны внедряться технически обоснованные нормы времени, которые устанавливаются с учетом достигнутого уровня техники, научной организации труда и передового опыта рабочих. Эти нормы подлежат замене новыми по мере внедрения в производство технических и организационных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда. Техническое нормирование труда основывается на изучении производственного процесса, возможностей оборудования и рабочего места. Оно позволяет обосновать затраты труда на различных работах, создает условия для роста производительности труда путем использования всех организационно-технических возможностей рабочего места и снижения на этой основе трудоемкости работ. Установленные в результате нормирования технически обоснованные нормы служат основанием для определения состава, количества и загрузки оборудования, численности и состава рабочих и расчета основных показателей деятельности предприятия.

При разработке норм затрат труда следует исходить из нормальных производственных условий и рационального расположения рабочих мест. Отклонения учитываться не должны. В процессе нормирования определяют затраты времени на выполнение операций, предусмотренных технологическим процессом, т. е. *основным объектом* технического нормирования является операция (основная

единица разделения труда). Операции подразделяют на переходы (вспомогательные и технологические), проходы, приемы и т. д.

Основные технически обоснованные методы, применяемые при нормировании труда, – расчетно-аналитический и аналитически-исследовательский.

*Расчетно-аналитический метод* основан на расчете затрат времени с учетом принятых технологических режимов выполнения операции. Этот метод дает возможность установить технически обоснованные нормы времени на работы, выполняемые на металло-режущих станках, газосварочном и электросварочном оборудовании, при механизированных способах наплавки изношенных поверхностей деталей и гальванических операций. Нормируемую операцию расчлениают на составные элементы (переходы), определяют их рациональное содержание и последовательность выполнения. Используя рекомендации, назначают наиболее выгодные режимы выполнения операции и работы оборудования с учетом его технической характеристики. Затем основное (машинное) время рассчитывают по формулам, затраты вспомогательного, дополнительного и подготовительно-заключительного времени устанавливают по нормативным таблицам, приведенным в соответствующих справочниках, и рассчитывают норму времени на операцию.

*Аналитически-исследовательский метод* основан на измерении затрат времени путем проведения фотографии рабочего дня, хронометража, моментных наблюдений, осциллографирования с последующей обработкой результатов исследований. Этот метод применяют в тех случаях, когда норма времени не может быть установлена расчетным путем (слесарные, разборочно-сборочные, дефектовочные, кузнечные и другие работы). Метод будет надежным только в случае достаточно большого числа наблюдений.

В отдельных случаях в ремонтных мастерских применяют опытно-статистический метод и метод сравнения.

*Опытно-статистический метод* предусматривает установление норм времени на основе опыта нормировщика или с учетом статистических данных о затратах времени в прошлые периоды на выполнение аналогичных работ. Однако даже при обработке большого статистического материала опытно-статистические нормы в своей основе не являются прогрессивными, т. к. исходят из уже достигнутого в прошлом уровня производительности труда при

использовании старой техники, технологии производства и методов организации труда. Следовательно, этим методом не могут быть установлены технические обоснованные нормы времени на операции, выполняемые на более производительном оборудовании и технологической оснастке. Опытно-статистический метод нормирования не может удовлетворять производство, постоянно совершенствующее технологию и организацию труда.

*Метод сравнения*, или метод установления норм времени по аналогии, заключается в установлении норм для новых операций путем их сравнения (сопоставления) с затратами времени на операции, на которые нормы времени известны. Рассматривая аналогичные операции, устанавливают их различия по трудоемкости, сложности выполнения и другим показателям, с учетом чего разрабатывают новую норму времени. При этом возможны ошибки, возникающие в связи с неполным учетом изменившихся условий производства, возможной неточностью нормы, с которой сравнивают аналогичную. Степень правильности устанавливаемой нормы зависит от опыта нормировщика и его умения оценить степень аналогии и трудоемкости сравниваемых операций процесса. При всех недостатках метода он все же более совершенен, чем опытнo-статистический, поэтому часто применяется в единичном производстве.

Таким образом, нормы времени, установленные опытнo-статистическим методом и методом сравнения на основе производственного опыта нормировщика, не являются научно обоснованными. Они не учитывают прогрессивные изменения в технике, технологии и организации производства и не в полной мере отвечают требованиям повышения производительности труда.

Применение того или иного метода нормирования зависит от типа производства. Массовое и серийное производство дает широкие возможности для механизации и автоматизации технологического процесса. Поэтому нормы времени в этих условиях чаще устанавливают расчетно-аналитическим методом. При единичном и мелкосерийном производстве обычно используют аналитический исследовательский метод.

В практике работы ремонтно-обслуживающих предприятий действует также метод нормирования по разработанным нормативными организациями справочникам типовых норм времени на разборку, сборку и ремонт машин.

## Состав технически обоснованной нормы времени

*Технически обоснованной нормой времени* называют время, необходимое для выполнения операции (работы) в определенных организационно-технических условиях с учетом рационального использования средств технического оснащения и опыта передовых рабочих.

Норма времени  $T_n$  определяется в минутах и состоит из отдельных элементов затрат времени:

$$T_n = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (1.4.1)$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_d$  – дополнительное время, мин;

$T_{п.з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт.

*Основное (технологическое) время* затрачивается на непосредственное осуществление технологической операции. В течение этого времени изменяются форма и размеры детали, качество поверхности. Так, при электродуговой сварке в течение основного времени плавится электрод, при токарной обработке – снимается стружка, и т. д.

*Вспомогательным* называют время, затрачиваемое на вспомогательные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. К вспомогательному относится время на установку, крепление и снятие обрабатываемой детали; очистку шва от шлака, повороты детали при сварке; закрепление деталей на навесках, загрузку их в ванну и выгрузку при гальванических операциях; настройку оборудования на определенные технологические режимы и управление им; перестановку инструмента (смену электрода) и др.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет *оперативное время* ( $T_{оп}$ ):

$$T_{оп} = T_o + T_v. \quad (1.4.2)$$



*Дополнительное время* ( $T_d$ ) складывается из времени организационно-технологического обслуживания рабочего места (смена затупившегося инструмента и его заточка, регулировка и наладка оборудования, правка шлифовального круга, смазка станка, очистка оборудования, раскладка и уборка инструментов, установка ограждения и смена баллонов при сварке и т. п.) и времени перерывов на отдых на тяжелых и вредных работах.

Дополнительное время рассчитывают пропорционально затратам оперативного (в процентном отношении от оперативного времени):

$$T_d = \frac{T_{оп} K_d}{100}, \quad (1.4.3)$$

где  $K_d$  – процентное отношение  $T_d$  к  $T_{оп}$ .

Сумма основного, вспомогательного и дополнительного времени составляет *штучное время* ( $T_{шт}$ ):

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_d. \quad (1.4.4)$$

*Подготовительно-заключительное время* затрачивается рабочим на подготовку к выполнению работы и выполнение действий, связанных с ее окончанием. Это время затрачивается на получение задания, наряда, инструмента; ознакомление с работой, чертежами, технологическим процессом; инструктаж, получение приспособлений, материала; наладку оборудования и приспособлений для выполнения заданной работы; сдачу готовых изделий и инструмента и пр.

Подготовительно-заключительное время затрачивается только в начале и конце изготовления (восстановления или ремонта) заданной партии изделий (деталей). Длительность этого времени не зависит от количества деталей в партии, поэтому при включении его в норму времени на одну деталь следует разделить его на количество деталей в партии.

Для правильной оценки затрат труда на выполнение операции технологического процесса необходимо установить ее состав (содержание). В состав операции кроме основных технологических переходов входят и вспомогательные, т. е. действия рабочего (оборудования), направленные на выполнение основной работы (установка, повороты и снятие детали, установление режима и т. п.).

## Нормирование ручной электродуговой и газовой сварки и наплавки

### *Ручная электродуговая сварка и наплавка*

Перед расчетом нормы времени устанавливают (принимают) условия выполнения сварочной операции, учитывая положение сварщика во время работы (удобное, неудобное, напряженное), возможности его перемещения (свободное, затрудненное). Если сварка (наплавка) детали производится на столе для сварочных работ, то сварщик будет выполнять нижний шов. Такое положение шва в пространстве не будет вызывать неудобств в работе. Перемещения сварщика при работе можно считать свободными.

Затем определяют содержание операций. Кроме технологических переходов предусматривают вспомогательные в зависимости от конструктивных особенностей детали, места расположения дефекта и т. п.

#### *Пример состава операции:*

1. Поднести деталь к столу и уложить ее на него.
2. Заварить трещину с одной стороны.
3. Повернуть деталь на 180°.
4. Заварить трещину с другой стороны.
5. Снять и отнести деталь.

В зависимости от материала детали и характера нагрузки принимают *тип электрода* (табл. 1.4.1).

*Таблица 1.4.1*

Электроды для сварки и наплавки

Марка электрода	Тип электрода	Применение	Диаметр, мм	Сила тока, А	Коэффициент наплавки, г/(А·ч)
ОНА-2 ОЗП-1	Э-42	Малоуглеродистая сталь	2	25–45	10,0
			3	50–80	
			4	120–140	
АНО-1 АНО-5	Э-42	Малоуглеродистая и низколегированная сталь	4	180–220	10,0
			5	200–250	
ОЗС-2 УОНИ-13/45	Э-42А	Углеродистая и низколегированная сталь, повышенные нагрузки	2	40–50	8,5
			3	80–100	
			4	100–160	
			5	140–200	

Окончание таблицы 1.4.1

Марка электрода	Тип электрода	Применение	Диаметр, мм	Сила тока, А	Коэффициент наплавки, г/(А·ч)
ОЗС-3 ОЗС-4	Э-46	Малоуглеродистая сталь до Ст. 4	3 4	100–130 160–190	8,5
УОНИ-13/55	Э-46А Э-50А	Ответственные детали из углеродистой и низколегированной стали	3	80–100	9,5
			4	120–160	
			5	170–200	
УОНИ-13/55А	Э-55А	Ответственные детали из углеродистой и среднелегированной стали	3	80–100	9,5
			4	130–160	
			5	160–210	
ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У	Э-11Г3 Э-12Г4 Э-15Г5	Наплавка деталей, изношенных от трения по металлу (НВ 300–400)	3	170–200	8,6
			4	180–210	
			5	200–240	
T-590	Э-320 Х25С2ГР	Наплавка деталей, подвергающихся абразивному износу (HRC <sub>3</sub> , 55–63)	3	170–210	8,6
T-630			Э-320 Х23С2ГТР	4	
	5			220–250	
ОЗЧ-1 ОЗЧ-2	–	Заварка дефектов в чугунных деталях	3	90–100	13,7
			4	120–140	
			5	160–190	
МНЧ-1 МНЧ-2	–	Заварка дефектов в чугунных деталях	3	90–100	11,5
			4	120–140	
			5	160–190	
ОЗА-2	–	Заварка дефектов в деталях из алюминиевых сплавов АМЦ и АЛ-9	3	110–120	6,35
			4	120–150	
			5	150–170	

После выбора типа электрода подбирают *режим сварки (наплавки)*.

Для определения силы тока при сварке в нижнем положении шва используют формулу

$$I = (60 + 2d_3) d_3, \quad (1.4.5)$$

где  $d_3$  – диаметр электрода, мм.

*Диаметр электрода* принимают в зависимости от толщины свариваемого материала или толщины наплавляемой детали:

Толщина свариваемого материала, мм	2	3	4	5	6
Диаметр электрода, мм, при сварке:					
– стали;	2,0–2,5	3	3–4	3–4	3–4
– чугуна;	–	–	3	3	3–4
– алюминия	3	3–4	4	4	5
Толщина наплавляемой детали, мм	3	4	6	10	24
Диаметр электрода, мм	2–3	3	3–4	4–5	5–7

*Основное время сварки (наплавки)* определяют по формуле

$$T_0 = \frac{60G}{\alpha I} Am, \quad (1.4.6)$$

где  $G$  – масса наплавленного металла, г;

$\alpha$  – коэффициент наплавки, г/(А·ч);

$I$  – сила тока, А;

$A$  – коэффициент, учитывающий длину шва;

$m$  – коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве.

Масса наплавленного металла

$$G = LF\gamma, \quad (1.4.7)$$

где  $L$  – длина шва (наплавленной поверхности), см;

$F$  – площадь поперечного сечения шва (слоя), см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>.

Для удобства расчетов в табл. 1.4.2 приведены значения площадей сечений швов основных типов сварных соединений.

Таблица 1.4.2

Площади сечений швов, см<sup>2</sup>

Толщина свариваемого материала, не более, мм	Обозначения сварных швов			
	C2	C4	C15	У4
1	0,07	–	–	–
2	0,11	–	–	–
3	0,15	0,24	–	–
4	0,22	0,34	–	0,12
5	–	0,40	–	0,17
6	–	0,52	0,28	0,24
8	–	0,56	0,45	0,40
10	–	–	0,67	0,64
12	–	–	0,93	0,90

*Примечание:* C2 – стыковой односторонний шов без скоса кромок; C4 – стыковой двусторонний шов без скоса кромок; C15 – V-образный шов со скосом кромок; У4 – угловой шов без скоса кромок.

Плотность наплавленного металла при сварке (наплавке) стальными электродами принимают 7,8 г/см<sup>3</sup>; чугунами – 7,1 г/см<sup>3</sup>; биметаллическими – 8,3 г/см<sup>3</sup>.

Значение коэффициента  $A$  принимают в зависимости от длины шва:

Длина шва, не более, мм	50	100	200	500
Значение коэффициента $A$	1,4	1,3	1,2	1,1

При наплавке поверхностей и заварке отверстий коэффициент  $A$  не учитывают.

Значение коэффициента  $m$  принимают в зависимости от положения шва в пространстве: нижний шов – 1,0; вертикальный – 1,25; горизонтальный на вертикальной плоскости – 1,3; потолочный – 1,6.

*Вспомогательное время* при выполнении сварочных работ

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в1}} + T_{\text{в2}} + T_{\text{в3}}, \quad (1.4.8)$$

где  $T_{\text{в1}}$  – вспомогательное время, связанное со швом (очистка кромок трещины перед сваркой, возбуждение дуги, смена электрода, очистка шва от шлака и осмотр), табл. 1.4.3;

$T_{в2}$  – вспомогательное время, связанное с перемещением изделия (подноска и установка на стол, повороты, снятие и отнеска), табл. 1.4.4;

$T_{в3}$  – вспомогательное время на перемещения сварщика и подтягивание проводов. При свободном перемещении принимают 0,6 мин, при затрудненном – 0,9 мин.

Таблица 1.4.3

Вспомогательное время, связанное со швом, мин

Толщина материала, мм	Длина, мм							
	шва С2		шва С4		шва С15		шва У4	
	100	300	100	300	100	300	100	300
3	0,8	1,3	1,0	2,0	–	–	0,9	1,5
4	0,9	1,5	1,2	2,1	–	–	1,0	1,6
5	–	–	1,3	2,2	–	–	1,1	1,8
6	–	–	1,4	2,3	0,8	1,1	1,2	2,0
8	–	–	1,5	2,4	0,8	1,9	1,3	2,3
10	–	–	–	–	0,9	2,1	1,6	3,0
12	–	–	–	–	1,3	2,8	1,8	3,2

Таблица 1.4.4

Вспомогательное время, связанное с изделием, мин

Переходы	Масса детали, не более, кг				
	5	10	15	20	30
Поднести, уложить, снять и отнести деталь	0,40	0,60	0,70	1,00	1,40
Повернуть на 90°	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20
Повернуть на 180°	0,12	0,14	0,17	0,20	0,25

*Дополнительное время* определяют по формуле (1.4.3). Процентное отношение  $K_d$  дополнительного времени к оперативному принимают в зависимости от положения сварщика во время работы. При удобном положении – 13 %; неудобном – 15 %; напряженном – 18 %.

*Подготовительно-заключительное время* для условий мастерских хозяйств устанавливают в процентном отношении от оперативного времени в зависимости от сложности работы: простая работа – 2 %, средней сложности – 4 %, сложная – 5 %.

Простая работа не требует ознакомления с технологией и чертежами, подготовки приспособлений. Работа средней сложности пред-

полагает получение задания, инструктаж и подготовку оснастки, а сложная – знакомство рабочего с технологической документацией, подготовку приспособлений для предотвращения деформаций и т. п.

### *Газовая сварка деталей*

Как и при нормировании ручной электродуговой сварки, сначала определяют условия выполнения работы и содержание операции.

Производительность сварки зависит от расхода ацетилена в единицу времени, который, в свою очередь, будет определяться номером наконечника горелки. Последний принимают в зависимости от толщины свариваемого материала (табл. 1.4.5).

Таблица 1.4.5

Техническая характеристика инжекторных горелок

Толщина свариваемого материала (стали), мм	Номер наконечника	Расход, л/ч	
		ацетилена	кислорода
0,2–0,5	0	40–50	45–55
0,5–1,0	1	65–90	70–100
1,0–2,0	2	130–180	140–200
2,0–4,0	3	250–350	270–380

Основное время при сварке

$$T_0 = \frac{60G}{\beta} A m_1 m_2, \quad (1.4.9)$$

где  $G$  – масса наплавленного металла (определяется по формуле (1.4.7) и табл. 1.4.2), г;

$\beta$  – расход ацетилена (см. табл. 1.4.5), л/ч;

$A$  – поправочный коэффициент, учитывающий длину шва;

$m_1, m_2$  – поправочные коэффициенты, учитывающие материал детали и пространственное расположение шва соответственно.

При расчетах поправочный коэффициент  $A$  принимают в зависимости от длины шва:

Длина шва, мм	200	500
Коэффициент $A$	1,17	1,07

Поправочный коэффициент  $m_1$  в зависимости от свариваемого материала:

Сварка стали с содержанием углерода:	
– до 0,4 %;	1,0
– более 0,4 %	1,2
Сварка чугуна	0,8

Поправочный коэффициент  $m_2$ , учитывающий расположение шва в пространстве:

Нижнее положение шва	1,00
Вертикальный шов	1,20
Горизонтальный шов	1,25
Потолочное расположение шва	1,60

*Вспомогательное время* определяют по формуле (1.4.8). Время, связанное со швом, устанавливают по табл. 1.4.6, а слагаемые  $T_{в2}$  и  $T_{в3}$  принимают с учетом тех же условий, что и при нормировании электросварочных работ.

Таблица 1.4.6

Вспомогательное время, связанное со швом, мин

Толщина материала, менее, мм	Длина шва, менее, мм			
	100	150	200	300
2	0,5	0,5	0,5	0,7
4	0,6	0,6	0,6	0,8
10	0,9	0,9	1,0	1,3

Процентное отношение  $K_d$  дополнительного времени к оперативному принимают из табл. 1.4.7.

Таблица 1.4.7

Коэффициенты дополнительного времени

Условия выполнения сварки	$K_d$ , %
Удобное положение:	
– без подогрева детали;	8
– с подогревом детали	12
Неудобное положение:	
– без подогрева детали;	10
– с подогревом детали	14



Подготовительно-заключительное время определяют по табл. 1.4.8.

Таблица 1.4.8

Подготовительно-заключительное время, мин

Элементы затрат	Время при работе		
	простой	средней сложности	сложной
Получение задания (наряда)	2	2	2
Инструктаж	3	5	10
Ознакомление с работой	3	5	8
Подготовка рабочего места, регулировка газа и пламени, уборка горелки и приспособлений	2	2	6
Сдача работы	2	3	4

### Нормирование механизированных способов наплавки деталей

#### Наплавка деталей в среде углекислого газа

После выбора технологической базы принимают способ установки детали на станке (установке) и составляют карту эскизов, поясняющую выполнение операции (рис. 1.4.1).

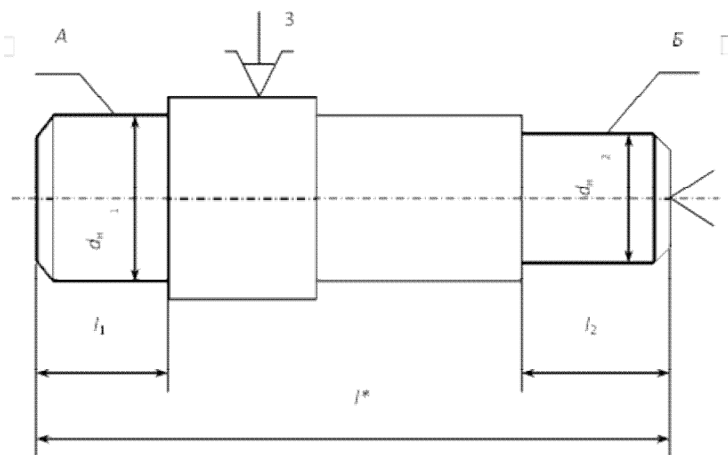


Рис. 1.4.1. Схема установки детали перед наплавкой

С учетом принятого способа установки определяют *содержание наплавочной операции*. Например, согласно рис. 1.4.1 операция будет состоять из следующих переходов:

1. Установить деталь и закрепить (в 3-кулачковом патроне с поджатием задним центром).
  2. Наплавить поверхность Б.
  3. Переустановить деталь.
  4. Наплавить поверхность А.
  5. Снять деталь.
- Затем назначают режим наплавки (табл. 1.4.9).

Таблица 1.4.9

Режимы наплавки деталей в среде углекислого газа

Толщина наплавляемого слоя, не более, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Шаг наплавки, мм	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи проволоки, м/мин
1,0	1,0	75	1,5	1,2	2,0
1,5	1,2	90	1,8	0,9	1,8
2,0	1,6	160	2,5	0,9	2,1
3,0	2,0	180	3,2	0,5	1,5

Толщину наплавляемого слоя  $t$  определяют по формуле

$$t = \frac{d - d_n}{2} + z, \quad (1.4.10)$$

где  $d$  – номинальный диаметр детали, мм;

$d_n$  – диаметр изношенной детали, мм;

$z$  – односторонний припуск на механическую обработку, мм (табл. 1.4.10).

Таблица 1.4.10

Минимальный припуск на механическую обработку

Способ восстановления	Минимальный односторонний припуск, мм
Ручная электродуговая наплавка	1,40–1,70
Наплавка в среде углекислого газа	0,60–0,80
Вибродуговая наплавка	0,60–0,80
Наплавка под слоем флюса	0,80–1,10

Способ восстановления	Минимальный односторонний припуск, мм
Газотермическое напыление	0,20–0,60
Электроконтактная приварка ленты	0,20–0,50
Плазменная наплавка	0,40–0,60
Железнение	0,10–0,20
Хромирование	0,05–0,10

Диаметр изношенной детали определяется измерением. В задании на практических занятиях и при курсовом проектировании значение  $d_n$  задается преподавателем или принимается студентом.

Основное время рассчитывают по формуле

$$T_o = \frac{Li}{nS}, \quad (1.4.11)$$

где  $L$  – длина направляемой поверхности, мм;

$i$  – число проходов;

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

$S$  – шаг наплавки, мм/об.

Частоту вращения детали определяют по формуле

$$n = \frac{1000v_n}{\pi d} = 318 \frac{v_n}{d}, \quad (1.4.12)$$

где  $v_n$  – скорость наплавки, м/мин (см. табл. 1.4.9);

$d$  – номинальный диаметр наплавляемого участка детали, мм.

Вспомогательное время при механизированной наплавке состоит из времени  $T_{в1}$  на установку, переустановку и снятие детали (табл. 1.4.11) и времени  $T_{в2}$ , связанного с наплавкой:

$$T_{в} = T_{в1} + T_{в2}. \quad (1.4.13)$$

Вспомогательное время, связанное с наплавкой, принимают 0,9 мин на один проход (технологический переход). Это время затрачивается на включение источника тока, подвод мундштука, пуск станка, включение наплавочной головки и подачи проволоки, очистку детали от ржавчины и другие последующие действия, в т. ч. выключение наплавочной установки.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки	Масса детали, не более, кг			
	5	10	20	30
В трехкулачковом патроне	0,70	1,00	1,50	2,00
В трехкулачковом патроне с поджатием задним центром	1,30	1,65	2,30	3,00
В центрах без хомутика	0,60	0,80	1,10	1,40
В центрах на оправке	1,60	1,80	2,10	2,40
На планшайбе с центрирующим приспособлением	2,30	2,55	3,20	–
В четырехкулачковом патроне	1,05	1,32	1,60	1,92

*Дополнительное время* определяют по формуле (1.4.3).

Коэффициент  $K_d = 0,15$ .

*Подготовительно-заключительное время* при механизированной наплавке затрачивается на получение наряда, задания и инструмента; переналадку установки; проверку стабильности процесса наплавки и корректировку режимов; сдачу работы.

Режим наплавки проверяют на образце соответствующего диаметра.

Подготовительно-заключительное время принимается в зависимости от высоты центров станка (установки). При высоте центров до 200 мм значение  $T_{п.з} = 16$  мин; при 300 мм значение  $T_{п.з} = 20$  мин.

### ***Нормирование работ на металлорежущих станках***

При восстановлении деталей могут применяться различные способы механической обработки (точение, растачивание, фрезерование, строгание, сверление, шлифование и др.). Способ обработки принимают с учетом следующих факторов: требуемая точность обработки (кавалитет) и шероховатость поверхности (табл. 1.4.12), форма обрабатываемой поверхности, величина припуска и твердость поверхности, вид металлопокрытия и его свойства, производительность и др.

После выбора способа обработки и технологических баз составляют карту эскизов для пояснения выполнения операции и определяют ее содержание.

***Обтачивание цилиндрических поверхностей.*** В состав операции кроме технологических переходов (точение цилиндрических поверхностей, фасок, канавок, нарезание резьбы и др.) включают

вспомогательные переходы (установка, закрепление, переустановка, снятие детали). После установления состава операции принимают режимы обработки.

Цилиндрические поверхности обрабатывают часто в два и более проходов в зависимости от припуска на обработку и требуемой шероховатости поверхности.

Таблица 1.4.12

Квалитеты и шероховатость поверхности  
в зависимости от способа обработки деталей

Способы обработки	Квалитеты по ЕСДП	Шероховатость поверхности
Наружное точение: – черновое;	15–17	Rz 110–Rz 80
– получистовое;	12–14	Rz 40–Rz 10
– чистовое;	9–11	2,50–0,63
– тонкое (алмазное);	6	0,63–0,16
– скоростное	11	1,25–0,32
Растачивание: – получистовое;	12–14	Rz 40–Rz 20
– чистовое;	8–9	2,50–0,63
– тонкое (алмазное);	7	0,63–0,16
– скоростное	8	1,25–0,16
Сверление (чистовое)	12–13	Rz 40–Rz 10
Развертывание: – получистовое;	8–10	Rz 40–Rz 10
– чистовое;	7–8	2,50–0,63
– тонкое	7	0,63–0,16
Фрезерование: – чистовое;	11–13	Rz 20–Rz 10
– тонкое	8	1,25–0,32
Шлифование: – получистовое;	8–11	Rz 20–Rz 10
– чистовое;	6–9	1,25–0,32
– тонкое	5–6	0,32–0,08

Припуск на обработку при продольном точении определяют по формуле

$$h = \frac{D_H - d}{2}, \quad (1.4.14)$$

где  $D_n$  – диаметр наплавленной детали (заготовки) или окончательный диаметр растачиваемого отверстия, мм;

$d$  – требуемый диаметр вала или первоначальный диаметр растачиваемого отверстия, мм.

Число проходов, необходимое для снятия припуска,  $i = h/t$ , где  $t$  – глубина резания.

Припуск на получистовое и чистовое обтачивание после чернового обтачивания поверхностей длиной до 100 мм принимают 0,4–0,5 мм на сторону.

Глубину резания устанавливают в зависимости от величины припуска и требуемой шероховатости.

Подачу выбирают по принятой глубине резания, учитывая требуемую шероховатость поверхности. Для чернового продольного точения значение подачи показано в табл. 1.4.13.

Таблица 1.4.13

Значение подачи при черновом точении, мм/об

Диаметр детали, не более, мм	Глубина резания, не более, мм		
	3	5	6
Сталь			
20	0,3–0,4	0,2–0,3	–
40	0,4–0,5	0,3–0,4	0,2–0,3
60	0,5–0,7	0,4–0,6	0,3–0,5
100	0,6–0,9	0,5–0,7	0,5–0,6
400	0,8–1,2	0,7–1,0	0,6–0,8
Чугун и медные сплавы			
20	0,3–0,4	–	–
40	0,4–0,5	0,5–0,6	0,3–0,4
60	0,6–0,8	0,6–0,8	0,4–0,6
100	0,8–1,2	0,7–1,0	0,6–0,6
400	1,0–1,4	1,0–1,2	0,8–1,0

При обработке наплавленных поверхностей и при работе режущего инструмента с ударными нагрузками табличное значение подачи уменьшают на 25 %–15 %.

Значение подачи при чистовом точении приведено в табл. 1.4.14.

Таблица 1.4.14

Значение подачи при чистовом точении стали, мм/об

Диаметр детали, не более, мм	Глубина резания, не более, мм		Диаметр детали, не более, мм	Глубина резания, не более, мм	
	1,0	2,0		1,0	2,0
10	До 0,08	До 0,12	120	0,25–0,35	0,30–0,40
30	0,08–0,12	0,15–0,20	180	0,25–0,40	0,35–0,50
50	0,10–0,20	0,15–0,25	260	0,30–0,45	0,45–0,60
80	0,15–0,25	0,25–0,60	360	0,35–0,50	0,50–0,70

Скорость резания выбирают в зависимости от принятых значений его глубины и подачи (табл. 1.4.15).

Таблица 1.4.15

Скорость резания при обтачивании стали

Подача, не более, мм/об	Глубина резания, не более, мм						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
<b>Резец из стали P18</b>							
0,15	102	92	85	–	–	–	–
0,20	88	80	74	–	–	–	–
0,25	79	71	66	–	–	–	–
0,30	70	63	58	56	52	47	–
0,50	–	52	48	40	38	34	31
0,60	–	–	37	36	33	30	28
0,80	–	–	–	30	28	25	23
1,00	–	–	–	26	24	21	20
1,20	–	–	–	–	21	19	18
1,50	–	–	–	–	–	16	15
<b>Резец из титановольфрамового сплава T15K6</b>							
0,15	203	180	–	–	–	–	–
0,20	190	179	173	162	–	–	–
0,30	175	164	159	198	190	178	–
0,50	158	149	143	166	160	150	144
0,60	147	138	133	157	150	141	131

Подача, не более, мм/об	Глубина резания, не более, мм						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
0,80	131	122	118	140	134	126	121
1,00	–	–	–	127	122	113	110
1,20	–	–	–	–	117	112	105
1,50	–	–	–	–	–	98	94

В табл. 1.4.15 приведена скорость резания при точении углеродистой конструкционной стали с пределом прочности  $\sigma_b = 65 \text{ кгс/мм}^2$  (650 МПа). Принятая по таблицам скорость резания должна быть скорректирована с учетом условий обработки

$$v_d = v_t k_m k_x k_p k_o, \quad (1.4.15)$$

где  $v_d$  – скорректированное (действительное) значение скорости резания, м/мин;

$v_t$  – табличное значение скорости резания, м/мин;

$k_m$  – коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала;

$k_x$  – коэффициент, учитывающий характер заготовки и состояние ее поверхности;

$k_p$  – коэффициент, учитывающий марку резца;

$k_o$  – коэффициент, учитывающий применение охлаждения (при точении без охлаждения  $k_o = 1,0$ , с охлаждением  $k_o = 1,25$ ).

Значения поправочных коэффициентов приведены в табл. 1.4.16–1.4.19. Механические свойства некоторых металлов и сплавов приведены в табл. 1.4.20.

При растачивании размер поперечного сечения резца значительно меньше диаметра отверстия, а вылет резца из резцодержателя несколько больше глубины растачиваемого отверстия. Поэтому при растачивании отверстия значительной глубины возможны изгиб резца и вибрация, что необходимо учитывать при выборе режимов резания. Скорость резания устанавливают на 10 %–20 % меньше, чем при наружном продольном точении, глубина резания при черновом растачивании должна быть не более 5 мм, при чистовом – до 1 мм.



Таблица 1.4.16

Коэффициенты, учитывающие материал обрабатываемой стальной детали

Материал реза	Обрабатываемая сталь	Временное сопротивление, не более, МПа						
		550	600	650	750	900	1000	1100
P18	Углеродистая конструкционная	1,70	1,31	1,00	0,77	0,63	–	–
P18	Хромистая, никелевая, хромоникелевая	1,55	1,16	0,88	0,74	0,54	0,51	0,44
T15K6	Углеродистая, легированная, стальное литье	1,44	1,18	1,00	0,87	0,77	0,69	0,62

Таблица 1.4.17

Поправочные коэффициенты к скорости резания при обработке чугуна и бронзы

Обрабатываемый материал	Резцы из стали P18		Резцы из сплава T15K6	
	Твердость НВ	Коэффициент $k_m$	Твердость НВ	Коэффициент $k_m$
Серый чугун	140–160	0,7	140–160	1,20
	161–180	0,6	161–180	1,05
	181–200	0,5	181–200	0,90
	201–220	0,4	201–220	0,80
	221–240	0,3	221–240	0,70
Бронза	60–70	6,20	60–70	5,70
	71–90	2,60	71–90	2,40
	100–150	1,60	100–150	1,40
	151–200	1,10	151–200	1,10
	–	–	–	–

Таблица 1.4.18

Поправочные коэффициенты к скорости резания  
в зависимости от характера заготовки

Характер заготовки и состояние ее поверхности	Материал		
	Сталь	Чугун	Бронза
Загрязненная включениями, со сварочной коркой	0,70	0,50	0,70
Чистые поковки, отливка	0,80	0,85	0,90
Прокат горячекатаный	0,90	–	–

Таблица 1.4.19

Поправочные коэффициенты к скорости резания  
в зависимости от материала резца

Материал резца (табл. 1.4.15 и 1.4.16)	Фактически применяемый материал резца	Поправочный коэффициент
P18	У12	0,50
Т15К6	9ХС	0,60
	Т14К8	0,80
	Т15К6Т	1,15
	ВК2	1,00
	ВК3	0,95
	ВК6	0,90
	ВК8	0,80

Таблица 1.4.20

Механические свойства металлов и сплавов

Марка мате- риала	Временное сопротивление, МПа	Твердость НВ	Марка материала	Временное сопротивление, МПа	Твердость НВ
Ст 3	380–470	112–137	50Х	1100	228
Ст 4	420–520	126–156	12ХН3А	950	217
Ст 5	500–620	149–179	20ХН3А	950	241
10	340	143	30ХН3А	1000	241
20	380	163	СЧ15	–	163–229
30	500	179	СЧ18	–	170–229
35	540	207	СЧ20	–	170–241
40	580	217	СЧ25	–	180–250
45	610	220	СЧ30	–	181–255
50	640	241	СЧ40	–	207–285
55	660	255	Бр ОФ7-02	380–450	85–95
60	690	256	Бр А7	440–500	60–70
20Г	430	196	Бр АМц9-2	400–450	110–130
30Г	550	217	Бр О5С25	140–150	55–65
20Х	800	179	АЛ2	150–160	55
30Х	900	187	АЛ6	145–155	56
40Х	1000	217	АЛ9	160–200	55–70

Подачу при растачивании принимают в зависимости от принятой глубины резания и вылета резца (табл. 1.4.21).

Большее значение подачи рекомендуется принимать при обработке менее прочных материалов, а также при более жесткой системе «станок–инструмент–деталь».

Таблица 1.4.21

Подачи при растачивании отверстий, мм/об

Вылет резца, мм	Глубина резания, не более, мм			
	1	2	3	5
<b>Сталь</b>				
50	0,06	0,08	–	–
60	0,08	0,10	0,08	–
80	0,08–0,16	0,10–0,20	0,10–0,15	0,10
100	0,12–0,20	0,15–0,30	0,15–0,25	0,10–0,12
125	0,16–0,36	0,25–0,50	0,15–0,40	0,12–0,20
150	0,20–0,50	0,40–0,70	0,20–0,50	0,12–0,30
<b>Чугун, медные сплавы</b>				
50	0,08	0,12–0,15	–	–
60	0,10	0,12–0,20	0,12–0,18	–
80	0,12–0,20	0,20–0,30	0,15–0,25	0,10–0,18
100	0,15–0,25	0,30–0,40	0,25–0,35	0,12–0,25
125	0,20–0,40	0,40–0,60	0,30–0,50	0,25–0,35
150	0,30–0,60	0,50–0,80	0,40–0,60	0,25–0,45

**Протачивание канавок и отрезание.** У резцов для протачивания канавок форма режущей кромки должна соответствовать профилю канавки. Для отрезания деталей (заготовок) применяют отрезные резцы. В зависимости от диаметра обрабатываемой детали рекомендуется применять резцы со следующей шириной режущей части:

Диаметр детали, не более, мм	20	40	60	100	150
Ширина режущей части резца, мм	3	4	4–5	5–6	6–8

За глубину резания при протачивании канавок и отрезании деталей принимают ширину резца. Подачу принимают из табл. 1.4.22 в зависимости от диаметра детали. Скорость резания при точении без охлаждения принимают из табл. 1.4.23, 1.4.24, принятое значение

должно быть пересчитано по формуле (1.4.15) с учетом поправочных коэффициентов.

Таблица 1.4.22

Подача при протачивании канавок, мм/об

Материал	Диаметр обрабатываемой детали, не более, мм				
	20	40	60	100	150
Сталь закаленная	0,03–0,07	0,05–0,09	0,07–0,11	0,09–0,13	0,11–0,15
Сталь незакаленная	0,06–0,08	0,10–0,12	0,13–0,16	0,16–0,18	0,18–0,22
Чугун	0,11–0,14	0,16–0,19	0,20–0,24	0,24–0,27	0,30–0,35

Таблица 1.4.23

Скорость резания при точении резцом из стали Р9

Подача, не более, мм/об	0,10	0,13	0,16	0,20	0,25
Скорость резания, м/мин	42	36	31	27	23

Таблица 1.4.24

Скорость резания при точении резцом из твердого сплава Т15К6

Подача, не более, мм/об	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22
Скорость резания, м/мин	172	153	136	120	107	95	85

Для токарной обработки деталей при восстановлении могут применяться резцы со вставками из сверхтвердых синтетических материалов. Режимы обработки принимают из табл. 1.4.25.

Таблица 1.4.25

Режимы резания резцами из сверхтвердых материалов

Обрабатываемый материал	Материал резца	Режим резания		
		скорость, м/мин	подача, мм/об	глубина, мм
Сталь 45, HRC 55–60	Эльбор-Р	100–130	0,04–0,16	0,10–0,50
Сталь 35Л, HRC 45–50	Гексанит-Р	120–160	0,07–0,16	0,10–0,50
Наплавленный металл, HRC 50	Гексанит-Р	110–120	0,05–0,07	0,10–0,30
Чугун СЧ 18	Эльбор-Р	200–300	0,08–0,20	0,05–0,20
Чугун СЧ 25	Композит 02	400–500	0,03–0,04	до 40

Частоту вращения детали  $n$  при точении на токарном станке или шпинделя сверлильного станка рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1000v_d}{\pi d}, \quad (1.4.16)$$

где  $v_d$  – действительная скорость резания, м/мин;  
 $d$  – диаметр детали (сверла при сверлении), мм.

Затем по табл. 4.26 проверяют соответствие частоты вращения данным технической характеристики станка.

При незначительной разнице между рассчитанным и паспортным значениями частоты вращения шпинделя (в пределах  $\pm 10\%$ ) изменять принятые глубину резания и подачу не требуется. Если рассчитанная частота вращения шпинделя не совпадает с паспортными данными станка, принимают близкое значение частоты, скорость резания пересчитывают по формуле (1.4.15), а затем изменяют принятую глубину резания и подачу.

Основное время токарной операции  $T_o$  определяют для каждого технологического перехода отдельно.

Для точения и растачивания цилиндрических поверхностей основное время рассчитывают по формуле

$$T_o = \frac{Li}{Sn}, \quad (1.4.17)$$

где  $L$  – расчетная длина обработки, т. е. путь перемещения режущего инструмента в направлении подачи, мм;

$i$  – число проходов;

$S$  – подача, мм/об.

Таблица 1.4.26

Техническая характеристика токарно-винторезных станков

Основные показатели	Модель станка		
	1А616	1К62	1М63
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм:			
– над станиной;	320	400	600
– над суппортом	120	220	340

Основные показатели	Модель станка		
	1A616	1K62	1M63
Расстояние между центрами, мм	710	710; 1000; 1400	1400; 2800
Диаметр отверстия шпинделя, мм	35	47	70
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	11,2; 18; 28; 46; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 430; 560; 710; 900; 1120; 1400; 1800; 2240	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000	10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250
Продольные подачи суппорта, мм/об	0,08; 0,11; 0,13; 0,15; 0,19; 0,22; 0,26; 0,31; 0,39; 0,45; 0,58; 0,65; 0,78; 0,91; 1,04; 1,24; 1,32; 1,39; 1,46; 1,50; 1,65; 1,81; 2,64	0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,40; 1,56; 1,74; 1,90; 2,08; 2,28; 2,42; 2,80; 3,12; 3,48; 3,80; 4,16	0,10; 0,11; 0,13; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,21; 0,23; 0,26; 0,30; 0,31; 0,33; 0,36; 0,40; 0,43; 0,47; 0,53; 0,60; 0,63; 0,67; 0,73; 0,80; 0,87; 0,94; 1,07; 1,20; 1,27; 1,34; 1,47; 1,60; 1,74; 1,88; 2,14; 2,40; 2,54; 2,68; 2,94; 3,20; 3,48; 3,76; 4,28; 4,80; 5,08
Поперечные подачи суппорта, мм/об		Половину от значений продольных подач	0,04–1,28
Мощность электродвигателя привода, кВт	4,5	10,0	14,0

Расчетная длина обработки

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности (принимается из карты эскизов), мм;

$l_1$  – путь врезания инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм.

Величину врезания и перебега ( $l_1 + l_2$ ) резца при токарной обработке принимают из табл. 1.4.27.

Таблица 1.4.27

Значение величины врезания и перебега резца при точении

Тип резцов	Глубина резания, не более, мм							
	1	2	3	4	5	6	8	10
Проходные, подрезные и расточные	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	13,0
Отрезные и подрезные	От 2 до 5							
Резьбовые:								
– нарезание на проход;	5–6 шагов резьбы							
– нарезание в упор	3–4 шага резьбы							

При нарезании крепежной резьбы (шаг 1,5; 2,0; 2,5) резцом из стали Р9 число проходов принимают 4–5.

При нарезании резьбы метчиком или плашкой

$$T_o = \frac{1,8Li}{Sn}, \quad (1.4.18)$$

где 1,8 – коэффициент, учитывающий разность частоты вращения прямого и обратного хода.

Основное время на проточку фасок под углом  $45^\circ$  и  $30^\circ$  приведено в табл. 1.4.28, т. к. эта работа выполняется с ручной подачей резца.

*Определение вспомогательного времени.* Время на установку и снятие детали  $T_{в1}$  зависит от массы детали, применяемой технологической оснастки, характера выверки и других факторов (табл. 1.4.29).

Таблица 1.4.28

Основное время на проточку фасок, мин

Диаметр обрабатываемой поверхности, не более, мм	Ширина наружной фаски, мм				Ширина внутренней фаски, мм			
	1,0	2,0	3,0	5,0	0,5	1,0	1,5	2,0
20	0,05	0,08	0,12	–	0,06	0,09	0,11	0,13
40	0,08	0,13	0,17	–	0,10	0,14	0,17	0,21
60	0,10	0,16	0,20	0,28	0,12	0,19	0,24	0,32
80	0,12	0,18	0,23	0,30	0,16	0,24	0,30	0,38
100	0,15	0,22	0,30	0,35	0,19	0,28	0,36	0,42
120	0,18	0,24	0,31	0,39	0,22	0,32	0,41	0,48

Таблица 1.4.29

Вспомогательное время на установку, выверку и снятие детали, мин

Способ установки детали	Характер выверки	Масса детали, не более, кг				
		1	3	5	10	30
В самоцентрирующем патроне	Без выверки	0,38	0,35	0,68	0,94	1,70
	По индикатору	1,65	1,90	2,30	2,90	4,40
В самоцентрирующем патроне с задним центром	Без выверки	0,49	0,66	0,80	1,06	1,75
В четырехкулачковом патроне	Без выверки По индикатору	–	0,95	1,65	1,32	1,92
		–	2,10	2,50	3,10	4,50
В четырехкулачковом патроне с поджатием задним центром		–	1,10	1,30	1,65	2,30
		–	2,20	2,80	3,45	5,00
В центрах с хомутиком	Без выверки	0,33	0,55	0,62	0,76	1,62
В центрах с люнетом		0,58	0,68	0,74	0,96	1,32
На планшайбе с центрирующим приспособлением		1,10	1,30	2,30	2,55	3,20

Вспомогательное время, связанное с проходом (установка частоты вращения шпинделя, включение и выключение шпинделя,



подачи, пробные проточки, обмер детали, подвод и отвод резца и др.) зависит в основном от размеров станка (табл. 1.4.30).

Таблица 1.4.30

Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Операция (переход)	Высота центров станка, мм		
	150	200	300
Обточка или расточка по 9 качеству	0,70	0,80	1,00
Обточка или расточка по 11–12 качеству	0,40	0,50	0,70
Обточка или расточка на последующие проходы	0,10	0,20	0,30
Подрезка или отрезка	0,10	0,20	0,20
Снятие фасок, точение галтелей	0,06	0,07	0,08
Нарезание резьбы резцом	0,03	0,04	0,06
Нарезание резьбы метчиком или плашкой	0,20	0,20	0,25
Сверление или центровка	0,50	0,60	0,90

*Определение дополнительного времени.* Отношение  $K_d$  дополнительного времени к оперативному принимают 8 %.

*Подготовительно-заключительное время* в зависимости от способа установки, сложности подготовки к работе и количества применяемых инструментов принимают из табл. 1.4.31.

Таблица 1.4.31

Подготовительно-заключительное время при токарной обработке, мин

Способ установки детали	Подготовка к работе	Количество инструментов при наладке	Высота центров, мм			
			200	300	200	300
			Без замены установочных приспособлений		С заменой установочных приспособлений	
В патроне, в центрах, на оправке	простая	1–2	7	9	10	12
		3–4	9	11	12	14
	средней сложности	3–4	10	12	15	17
		5–6	12	15	17	20
	сложная	4–5	18	20	22	26
		6–8	20	23	25	30

Способ установки детали	Подготовка к работе	Количество инструментов при наладке	Высота центров, мм			
			200	300	200	300
			Без замены установочных приспособлений		С заменой установочных приспособлений	
В специальном приспособлении	простая	1–2	9	11	14	17
		3–4	11	13	16	19
	средней сложности	3–4	12	14	19	22
		5–6	14	17	22	25
	сложная	4–5	20	22	27	30
		6–8	22	26	30	35

*Простая подготовка к работе* – беглое изучение чертежа и технологического процесса; инструктаж не требуется; работа выполняется без частичных переналадок.

*Подготовка к работе средней сложности* требует ознакомления с чертежом и процессом; необходим краткий инструктаж; работа выполняется с одной частичной переналадкой.

*Сложная подготовка к работе* требует обязательного изучения чертежа и процесса; необходимо обдумать план обработки, требуется детальный инструктаж; работу выполняют с двумя и более переналадками.

**Сверление и рассверливание.** Основными элементами режима при сверлении являются глубина, подача и скорость резания. Глубина резания при сверлении в сплошном материале равна половине диаметра сверла. При рассверливании глубину резания определяют по формуле

$$t = \frac{D_{\text{св}} - d_o}{2}, \quad (1.4.19)$$

где  $D_{\text{св}}$  – диаметр сверла, мм;

$d_o$  – диаметр рассверливаемого отверстия, мм.

Величина подачи (перемещение сверла вдоль оси за один оборот) зависит от заданной шероховатости, точности обработки, материала и жесткости системы «станок–инструмент–деталь». Рекомендуемые технически допустимые значения подач для сверления приведены в табл. 1.4.32, для рассверливания – в табл. 1.4.33.

Таблица 1.4.32

Подача при сверлении отверстий, мм/об

Материал	Диаметр сверла, не более, мм									
	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28
Сталь*	0,15	0,18	0,22	0,26	0,22	0,19	0,15	0,14	0,11	0,09
Чугун	0,22	0,22	0,30	0,30	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10

\* Значение  $\sigma_b$  не более 900 МПа.

Таблица 1.4.33

Подача при рассверливании отверстий, мм/об

Материал	Диаметр сверла, не более, мм									
	25		30			40			50	
	Диаметр предварительно просверленного отверстия, не более, мм									
	10	15	10	15	20	15	20	30	20	30
Сталь*	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,30	0,40	0,50	0,20	0,40
Чугун	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,60

\* Значение  $\sigma_b$  не более 900 МПа.

Скорость резания при сверлении и рассверливании (без охлаждения) сверлами из стали Р9 выбирают по принятым значениям подачи и диаметра сверла (табл. 1.4.34, 1.4.35).

Таблица 1.4.34

Скорость резания при сверлении, м/мин

Диаметр сверла, не более, мм	Подача, не более, мм/об						
	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27
10	41	36	31	27	24	20	17
20	46	41	36	31	27	24	20
30	46	46	41	36	31	27	24
Более 30	–	46	46	41	36	31	27

Таблица 1.4.35

Скорость резания при рассверливании, м/мин

Глубина резания, не более, мм	Подача, не более, мм/об						
	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,00
6	32	27	23	20	17	15	13
12	27	23	20	17	15	13	11
25	23	20	17	15	13	11	9

Принятая по табл. 1.4.34, 1.4.35 скорость резания при других условиях обработки должна быть пересчитана. Кроме того, при сверлении отверстий, длина которых превышает три диаметра сверла, вводят поправочный коэффициент, учитывающий ухудшение условий работы сверла (увеличение трения о стенки отверстия, перегрев сверла):

Глубина отверстия в диаметрах сверла	3D	4D	5D	6D	10D
Коэффициент	1,00	0,85	0,75	0,70	0,50

Частоту вращения сверла определяют по формуле (1.4.16), а затем проверяют соответствие значения паспортным данным станка (табл. 1.4.36).

Таблица 1.4.36

Техническая характеристика вертикально-сверлильных станков

Основные показатели	Модель станка	
	2A125	2A135
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	25	35
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	99,5; 135; 190; 267; 380; 540; 668; 950; 1360	42; 60; 87; 122; 173; 250; 338; 482; 696; 975; 1390; 2000
Осевое перемещение шпинделя, мм/об	0,1; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,36; 0,48; 0,62; 0,81	0,115; 0,15; 0,20; 0,25; 0,32; 0,43; 0,57; 0,72; 0,96; 1,22; 1,6
Конус Морзе отверстия шпинделя	3	4
Наибольший ход шпинделя, мм	175	255
Мощность электро-двигателя привода, кВт	2,2	4

После установления режима резания определяют норму времени.

Основное время рассчитывают по формуле (1.4.17), приняв число переходов  $i = 1$ . Величину врезания и выхода инструмента определяют по табл. 1.4.37.

Таблица 1.4.37

Величина врезания и выхода инструмента, мм

Технологический переход	Диаметр сверла, не более, мм						
	3	5	10	15	20	25	30
Сверление на проход	2,0	2,5	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0
Сверление в упор	1,5	2,0	4,0	6,0	7,0	9,0	11,0
Зенкерование	–	–	–	3,0	4,0	5,0	5,0
Развертывание на проход	–	15,0	18,0	22,0	26,0	30,0	33,0

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяют по табл. 1.4.38, вспомогательное время, связанное с проходом, – по табл. 1.4.39.

Таблица 1.4.38

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки	Масса детали, не более, мм					
	3	5	8	12	20	50
В тисках с винтовым зажимом	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	–
На столе без крепления	0,12	0,14	0,15	0,77	0,20	1,30
На столе с креплением планками	0,95	1,00	1,20	1,40	1,60	3,00
В кондукторе	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30	2,20

Затраты времени на установку деталей массой более 20 кг указаны с применением подъемно-транспортных устройств.

Таблица 1.4.39

Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Условия работы	Для станков с наибольшим диаметром сверления, мм					
	на первое отверстие			на каждое последующее отверстие		
	12	25	50	12	25	50
Сверление по разметке	0,12	0,14	0,16	0,05	0,06	0,07
Сверление по кондуктору	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
Расверливание, зенкование	0,08	0,10	0,12	0,03	0,04	0,05
Развертывание	0,10	0,12	0,15	0,04	0,05	0,07

Дополнительное время рассчитывают по формуле (1.4.3). Отношение  $K_d$  дополнительного времени к оперативному принимают 6 %.

Подготовительно-заключительное время в зависимости от сложности подготовки к работе принимают из табл. 1.4.40.

Таблица 1.4.40

Подготовительно-заключительное время  
при выполнении сверлильной операции, мин

Способ установки детали	Диаметр сверла, мм		
	не более 12	не более 50	более 50
На столе без крепления	3	4	5
На столе с креплением болтами и пластинами	4	5	6
В тисках	5	6	7
В кондукторе	8	9	10
Сбоку стола с креплением болтами и планками	–	13	20

**Фрезерные работы.** После определения состава операции назначают режим фрезерования. Основные параметры режима – ширина, глубина резания, подача и скорость.

При восстановлении деталей фрезерованием обрабатывают наплавленные поверхности, устраняют коробление привалочных плоскостей, фрезеруют шпоночные канавки.

Характеристика основных типов фрез, применяемых при восстановлении деталей, приведена в табл. 1.4.41.

При фрезеровании плоскости ширина фрезерования определяется шириной обрабатываемой поверхности. Ширину фрезы принимают несколько больше ширины обрабатываемой поверхности.

Глубину фрезерования определяют с учетом припуска на обработку и требования к шероховатости. При чистовом фрезеровании значение находится в пределах 0,5–1,0 мм.

При фрезеровании различают подачу на один зуб фрезы  $S_z$ , мм/зуб, подачу на один оборот фрезы  $S$ , мм/об, и минутную подачу  $S_m$ , мм/мин:

$$S_m = S n = S_z z n , \quad (1.4.20)$$

где  $z$  – число зубьев фрезы;

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

Таблица 1.4.41

## Основные типы фрез и их характеристика

Тип фрезы, ГОСТ	$D$ , мм	$d$ , мм	$B$ , мм	$z$	Область применения
Цилиндрические цельные с мелким зубом, ГОСТ 3752–75	50	22	50–80	12	Обработка плоских поверхностей
	63	27	50–100	14	
	80	32	63–125	16	
	100	40	80–160	18	
Дисковые цельные, ГОСТ 3964–69	50	16	3; 4; 5; 6	14; 16	Фрезерование пазов, канавок
	63	22	5; 6; 8	14; 16	
	80	27	8; 10; 12	18; 20	
	100	32	10; 12; 14	18; 20	
Шпоночные цельные с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 9140–78	2–9 (через 1 мм) 10–22 (через 2 мм)	2–25	–	2	Фрезерование канавок призматических и клиновых шпонок
Шпоночные хвостовые, ГОСТ 6648–79	10,8; 14,0 17,3; 20,5 23,8; 27,0 32,2; 34,6	6–12	–	14–20	Фрезерование пазов сегментных шпонок
Концевые цельные с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 17023–71	3–20 (через 1 мм)	3–20	–	3; 4; 6; 8	Фрезерование канавок, уступов, пазов

*Примечание:*  $D$  – наружный диаметр фрезы;  $d$  – размер присоединительной части (диаметр посадочного отверстия или хвостовика);  $B$  – ширина фрезы;  $z$  – число зубьев.

При обработке цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали подачу на один зуб фрезы принимают из табл. 1.4.42.

Подачу на зуб при фрезеровании пазов сегментных шпонок принимают по табл. 1.4.43.

Скорость резания при обработке стальных деталей фрезами из быстрорежущей стали принимают из табл. 1.4.44, 1.4.45.

Значения глубины и ширины шпоночного паза принимаются из ремонтного чертежа. Значения подачи на зуб и скорость фрезерования приведены в табл. 1.4.46.

Таблица 1.4.42

Рекомендуемые подачи на зуб  $S_z$  при обработке стали, мм/зуб

Ширина фрезерования, мм	Глубина резания, мм					
	Фреза с крупными зубьями			Фреза с мелкими зубьями		
	до 2	3–5	6–10	до 2	3–5	6–10
До 50	0,25–0,40	0,20–0,30	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,15	0,05–0,10
Свыше 50	0,15–0,25	0,10–0,20	0,10–0,15	0,08–0,12	0,05–0,10	0,05–0,08

Таблица 1.4.43

Рекомендуемые подачи на зуб  $S_z$  при фрезеровании пазов сегментных шпонок, мм/зуб

Материал режущей части фрезы	Твердость обрабатываемой стали НВ		
	до 229	229–287	свыше 287
Быстрорежущая сталь	0,07–0,12	0,05–0,10	0,03–0,08
Твердый сплав	0,07–0,10	0,06–0,08	0,05–0,07

Таблица 1.4.44

Скорость резания при фрезеровании цилиндрическими фрезами, м/мин

Ширина фрезерования, мм	Подача $S_z$ , мм/зуб							
	0,04	0,06	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
40	50	47	42	38	34	28	24	21
60	48	45	40	36	33	26	23	20
100	46	43	38	34	30	25	21	19

Таблица 1.4.45

Скорость резания при фрезеровании пазов сегментных шпонок, м/мин

Материал инструмента	Глубина резания, мм	Значения подачи $S_z$ , мм/зуб				
		до 0,02	0,04	0,06	0,10	0,15
Быстрорежущая сталь	до 3	80	70	65	55	48
	5	67	60	55	46	40
	10	56	50	46	40	34
Твердый сплав	до 3	530	490	460	380	330
	5	460	430	400	330	290
	10	370	340	320	270	230



Таблица 1.4.46

Подача на зуб и скорость резания при фрезеровании шпоночными фрезами

Глубина резания, мм	Подача на зуб, мм/зуб, для фрезы диаметром, мм		Скорость резания, м/мин, при подаче на зуб, мм/зуб	
	до 6	до 16	до 0,02	0,04
До 5	0,005–0,010	0,010–0,025	26	24
10	0,003–0,006	0,008–0,015	24	23

Примечание: у шпоночных фрез два зуба.

Принятое значение скорости резания  $v_d$  необходимо откорректировать:

$$v_d = v_T k_1 k_2 k_3, \quad (1.4.21)$$

где  $v_T$  – табличное значение скорости резания, м/мин;

$k_1, k_2, k_3$  – коэффициенты, зависящие от размеров обрабатываемой поверхности, материала детали и периода стойкости инструмента соответственно.

Если отношение диаметра цилиндрической фрезы к глубине фрезерования больше 10, то  $k_1 = 1$ . При фрезеровании шпоночных пазов, ширина которых не превышает 15 мм,  $k_1 = 1$ . Значение коэффициента  $k_2$  принимают из табл. 1.4.47.

Таблица 1.4.47

Коэффициент  $k_2$  для определения скорости резания при обработке стали

Марка стали	Твердость HB	Значение $k_2$ при материале инструмента P9, P18
10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	до 156	1,35
	156–207	1,00
	170–229	0,90
	207–262	0,70
	269–302	0,55
	285–321	0,50
15X, 20X, 30X, 35X, 38XA, 40X	137–179	1,00
	156–207	0,85
	170–217	0,80

Марка стали	Твердость НВ	Значение $k_2$ при материале инструмента Р9, Р18
	207–255	0,65
	255–285	0,55
	286–332	0,40
45Г2, 50Г	229–269	0,55
	269–285	0,50

Период стойкости цилиндрических фрез из быстрорежущей стали принимают 120–180 мин (меньшее значение стойкости соответствует фрезам меньшего диаметра). Шпоночные фрезы диаметром до 20 мм имеют период стойкости 60 мин.

Значение  $k_3$  принимают в зависимости от периода стойкости этих фрез:

Период стойкости, мин	60	100	150
Коэффициент $k_3$	1,2	1,0	0,85

*Основное время фрезерования*

$$T_0 = \frac{Li}{S_z zn}, \quad (1.4.22)$$

где  $L$  – расчетная длина обработки, мм;

$i$  – число проходов;

$S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$z$  – число зубьев;

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

Расчетная длина обработки

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (1.4.23)$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – путь врезания режущего инструмента, мм;

$l_2$  – величина перебега режущего инструмента, мм ( $l_2 = 3,8$  мм).

При фрезеровании дисковыми, цилиндрическими и концевыми фрезами

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)}, \quad (1.4.24)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$D$  – диаметр фрезы, мм.

Частоту вращения фрезы определяют по формуле (1.4.16). По данным табл. 1.4.48 проверяют соответствие частоты вращения и минутной подачи  $S_M$  паспортным данным станка.

Таблица 1.4.48

Техническая характеристика фрезерных станков

Основные показатели	Модель станка		
	6Н80	6Н12	6Н82Г
Рабочая поверхность стола, мм	800×200	320×1250	320×1250
Наибольшее перемещение стола, мм:			
– продольное;	500	700	700
– поперечное;	160	260	260
– вертикальное	300	370	320
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	50; 71; 100; 146; 200; 280; 400; 560; 800; 1120; 1600; 2240	30; 38; 48; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500	
Скорость подачи стола, мм/мин:			
– продольной;	25,5; 35; 50; 71; 100; 141; 200; 282; 398; 561; 790; 1120	23,5; 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 475; 600; 750; 950; 1180	
– поперечной;	18–800	То же	
– вертикальной	9–400	8–390	
Мощность электродвигателя, кВт:			
– главного привода;	3,0	7,0	
– привода подач	0,6	2,2	

При фрезеровании пазов сегментных шпонок

$$T_o = \frac{l_1 + t_{к.с.}}{S_z z n}, \quad (1.4.25)$$

где  $l_1$  – путь врезания режущего инструмента, мм ( $l_1 = 0,5-1,0$  мм);  
 $t_{к.с}$  – глубина шпоночной канавки, мм.

При фрезеровании пазов призматических шпонок шпоночной фрезой

$$T_o = \frac{l_1 + t_{к.п} + (l - D)}{S_z z n}, \quad (1.4.26)$$

где  $t_{к.п}$  – глубина шпоночного паза, мм;  
 $l$  – длина шпоночного паза, мм;  
 $D$  – диаметр фрезы, мм.

*Вспомогательное время на установку и снятие детали* в зависимости от ее массы и способа установки приведено в табл. 1.4.49, вспомогательное время, связанное с проходом, – в табл. 1.4.50.

Таблица 1.4.49

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки детали на станке	Масса детали, не более, кг				
	1	3	5	10	20
В центрах	0,2	0,5	0,6	0,7	1,0
В трехкулачковом патроне	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
В тисках:					
– с простой выверкой;	0,3	0,6	0,7	0,8	1,0
– с выверкой средней сложности	0,4	0,9	1,2	1,5	2,0
На столе:					
– с простой выверкой;	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8
– с выверкой средней сложности	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2
На призмах	0,6	1,0	1,3	1,6	2,1

Таблица 1.4.50

Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Проход	Время на один проход
Первый с двумя пробными стружками при обработке плоскостей	1,4

Проход	Время на один проход
Первый с одной пробной стружкой:	
– при обработке плоскостей;	1,0
– при обработке пазов	1,0
Последующие:	
– при обработке плоскостей;	0,3
– при обработке пазов	0,4

*Дополнительное время* определяют по формуле (1.4.3). Значение коэффициента  $K_d$  принимают в размере 7 %.

Подготовительно-заключительное время принимают по табл. 1.4.51.

Таблица 1.4.51

Подготовительно-заключительное время при фрезеровании, мин

Установка детали	Время
На столе с креплением болтами	24
В тисках	22
В центрах с делительной головкой	19
В центрах	28
В специальном приспособлении	27
Установка среды	2

**Наружное круглое шлифование.** При шлифовании деталь устанавливают в неподвижных центрах.

Режим шлифования включает следующие параметры: поперечную (глубина резания) и продольную подачу, окружную скорость резания (скорость вращения детали).

Назначение режима шлифования начинают с определения припуска на обработку.

Вид шлифования в зависимости от требуемой точности и шероховатости можно принять по табл. 1.4.12, а припуск на обработку деталей с длиной обрабатываемой поверхности до 100 мм – по табл. 1.4.52.

Общий припуск распределяют на предварительное (черновое) 80 %–60 % и на окончательное шлифование 40 %–20 %.

Таблица 1.4.52

Припуски (на сторону) на шлифование валов, мм

Обрабатываемый материал	Диаметр вала, мм					
	до 10	10–18	18–30	30–50	50–120	120 и более
Незакаленная сталь	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25
Закаленная сталь	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30

*Глубина резания при шлифовании (поперечная подача)* – слой металла, снимаемый периферией шлифовального круга за каждый двойной ход стола или за каждый оборот детали при врезном шлифовании.

Для черновой (предварительной) обработки поперечную подачу принимают по табл. 1.4.53.

Таблица 1.4.53

Глубина резания при шлифовании, мм

Обрабатываемый материал	Длина обрабатываемой поверхности, выраженная в диаметрах	Диаметр детали, не более, мм					
		20	40	60	80	100	150
Незакаленная сталь	3	0,020	0,028	0,034	0,039	0,043	0,052
	7	0,017	0,023	0,028	0,032	0,035	0,042
Закаленная сталь	3	0,015	0,023	0,030	0,035	0,040	0,045
	7	0,012	0,018	0,023	0,027	0,030	0,035

*Продольная подача* – перемещение детали в направлении ее оси при круглом шлифовании за время одного оборота. При шлифовании деталей могут применяться круги различных размеров, поэтому продольная подача принимается в долях высоты круга (табл. 1.4.54).

Величину продольной подачи определяют по формуле

$$S_{\text{пр}} = B_{\text{к}} K_s, \quad (1.4.27)$$

где  $B_{\text{к}}$  – высота шлифовального круга, мм;

$K_s$  – коэффициент продольной подачи (табл. 1.4.54).

Таблица 1.4.54

Коэффициент продольной подачи  $K_x$  при черновом шлифовании  
(в долях высоты круга)

Обрабатываемый материал	Поперечная подача, не более, мм					
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09
Незакаленная сталь	0,60	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20
Закаленная сталь	0,50	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15

На круглошлифовальных станках при обработке восстанавливаемых деталей применяются круги диаметром 300–600 мм, высота которых согласно ГОСТ 2424–83 «Круги шлифовальные. Технические условия» может быть 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 мм и более.

Поперечная и продольная подача при чистовом (окончательном) шлифовании принимается из табл. 1.4.55.

Таблица 1.4.55

Поперечная и продольная подача при чистовом шлифовании

Диаметр детали, не более, мм	Поперечная подача, мм	Продольная подача в долях высоты круга	Окружная скорость детали, м/мин
60	0,005–0,010	0,2–0,3	15–25
120	0,005–0,010	0,2–0,3	20–35
200	0,005–0,015	0,2–0,3	25–45

Значение скорости вращения детали при шлифовании принимают из табл. 1.4.56 и 1.4.57 в зависимости от принятых поперечной и продольной (в долях высоты круга) подач.

Таблица 1.4.56

Скорость вращения детали (незакаленная сталь) при шлифовании, м/мин

Продольная подача, не более, мм	Поперечная подача, не более, мм	Диаметр детали не более, мм				
		20	40	60	80	100
0,3	0,01	51	63	70	76	81
	0,02	25	31	35	38	42
	0,03	17	21	24	25	28
	0,05	10	12	14	16	17

Продольная подача, не более, мм	Поперечная подача, не более, мм	Диаметр детали не более, мм				
		20	40	60	80	100
0,4	0,01	38	46	54	58	62
	0,02	20	24	27	30	31
	0,03	13	16	18	20	21
	0,05	6	8	9	10	10
0,5	0,01	31	38	43	45	49
	0,02	16	20	21	23	25
	0,03	10	12	14	16	17
	0,05	6	8	9	10	10

Таблица 1.4.57

Скорость вращения детали (закаленная сталь) при шлифовании, м/мин

Продольная подача, не более, мм	Поперечная подача, не более, мм	Диаметр детали, не более, мм				
		20	40	60	80	100
0,3	0,01	56	70	79	84	90
	0,02	28	35	39	42	46
	0,04	14	17	20	22	23
0,4	0,01	42	52	59	65	69
	0,02	21	26	29	32	35
	0,04	11	13	15	16	17
0,5	0,01	35	42	48	51	55
	0,02	17	21	24	25	28
	0,04	9	11	12	13	14

Частоту вращения детали при шлифовании определяют по формуле (1.4.12) и проверяют соответствие ее значения паспортным данным станка (табл. 1.4.58).

После установления режима рассчитывают норму времени.

*Основное время* при шлифовании методом продольной подачи определяют по формуле

$$T_0 = \frac{Lh}{nS_{\text{шп}}S_t} k_3, \quad (1.4.28)$$

где  $L$  – длина продольного хода стола, равная длине обрабатываемой поверхности с учетом врезания и перебега шлифовального круга ( $L = l + l_1 + l_2$ ), мм;



$h$  – припуск на обработку, мм;

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

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача, мм/об;

$S_t$  – поперечная подача круга на каждый двойной ход стола (если подача осуществляется на каждый ход стола, знаменатель формулы необходимо умножить на 2), мм;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий время на создание начального натяга в системе «станок–приспособление–инструмент–деталь» и шлифование без поперечной подачи (выхаживание). Для предварительного шлифования  $k_3 = 1,1-1,3$ , для окончательного  $k_3 = 1,3-1,7$ .

При шлифовании с выходом круга в обе стороны  $l_1 + l_2 = B_k$  ( $B_k$  – высота шлифовального круга, мм), при выходе круга только в одну сторону  $l_1 + l_2 = 0,5B_k$ .

Для круглого шлифования методом поперечной подачи (врезания)

$$T_o = \frac{h}{nS_t} k_3. \quad (1.4.29)$$

Таблица 1.4.58

Техническая характеристика круглошлифовальных станков

Основные показатели	Модель станка	
	312М	3А151, 3Б151
Наибольшие размеры устанавливаемой детали, мм: – диаметр; – длина	150 550	200 700
Наибольшие размеры шлифования, мм: – диаметр; – длина	130 500	180 630
Наибольший угол поворота стола, град.	$\pm 6$	+3, –6
Скорость перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,2–6,0	0,1–6,0
Частота вращения заготовки, $\text{мин}^{-1}$	150; 250; 300; 400; 500; 800	63–400 (бесступенчатое)

Основные показатели	Модель станка	
	312М	3А151, 3Б151
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	300×40×127	600×63×305
Частота вращения круга, мин <sup>-1</sup>	2500	1112 и 1272
Пределы поперечной подачи круга, мм	0,0025–0,0250	0,0025–0,0200

Для плоского шлифования периферией круга

$$T_o = \frac{bh}{n_x S_x q S_t} k_3, \quad (1.4.30)$$

где  $b$  – расчетная ширина шлифуемой поверхности с учетом ширины поверхности, пути врезания и перебега круга ( $b = b_1 + b_2$ ), мм;

$n_x$  – число двойных ходов стола в минуту;

$S_x$  – подача круга на ход стола, мм;

$q$  – число одновременно шлифуемых заготовок.

Путь врезания и перебега круга при свободном его выходе в обе стороны  $b_1 + b_2 = B_{\text{к}}$ . Для предварительного шлифования  $k_3 = 1,15–1,35$ , для окончательного  $k_3 = 1,25–1,50$ .

*Вспомогательное время* на установку и снятие детали принимают по табл. 1.4.59, вспомогательное время, связанное с проходом, – по табл. 1.4.60.

*Дополнительное время* определяют по формуле (1.4.3), приняв значение коэффициента  $K_d = 9\%$ .

#### *Техническая характеристика плоскошлифовального станка 3Б722*

Наибольшие размеры шлифуемой поверхности, мм:

– длина;	1000
– ширина;	320
– высота	400
Скорость продольного перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	2–40

Поперечная подача на ход стола (бесступенчатое регулирование), мм	0,5–30,0
Вертикальная подача шлифовальной бабки на один ход, мм	0,005–0,100
Высота шлифовального круга, мм	63
Частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup>	1400

Таблица 1.4.59

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки и крепления детали	Масса детали, не более, кг					
	1	3	5	10	18	30
В центрах	0,20	0,40	0,50	0,60	1,00	2,20
В центрах с люнетом	0,50	0,70	0,80	0,90	1,20	2,40
В центрах на оправке	1,40	1,50	2,00	3,00	–	–
В центрах на оправке с люнетом	0,50	0,70	0,80	0,90	1,20	1,40
В самоцентрирующем патроне	0,40	0,60	0,80	1,00	1,50	2,50
На магнитном столе	0,20	0,21	0,22	0,25	0,39	–
В тисках без выверки	0,27	0,29	0,32	0,41	0,56	2,20
В тисках с выверкой	0,47	0,50	0,55	0,65	0,85	2,80

Таблица 1.4.60

Вспомогательное время (на один проход), мин

Проходы	Высота центров станка, не более, мм		Плоское шлифование (длина стола до 1000 мм)
	200	300	
Первый проход при шлифовании первой поверхности	1,00	1,20	–
Шлифование последующих поверхностей на одной детали	0,55	0,70	–
На каждый последующий проход	0,04	0,05	–
На каждый проход: – при предварительном шлифовании;	–	–	0,25
– при окончательном	–	–	0,60

Подготовительно-заключительное время принимают из табл. 1.4.61.

Таблица 1.4.61

Подготовительно-заключительное время при шлифовании, мин

Способ установки детали	Круглое шлифование с высотой центров станка, не более, мм		Плоское шлифование (длина стола до 1000 мм)
	150	300	
В центрах	7	10	—
В самоцентрирующем патроне	10	11	—
В центрах и люнете	9	13	—
На магнитной плите	—	—	3
В тисках	—	—	4,5
Смена круга	8	9	9
Замена одного кулачка	2	3	—

### **Нормирование слесарных работ**

При ремонте сельскохозяйственной техники слесарные работы могут быть *самостоятельными* (сверление, развертывание, клепка и др.), *подготовительными* (разделка трещины под сварку, придание заготовке требуемой формы и размеров) и *подгоночными*.

В норму времени на выполнение слесарных работ включают основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Она рассчитывается по формуле (1.4.1).

*Основное время* – это время, в течение которого изменяется форма или размеры детали (заготовки) в результате опиловки, сверления, нарезки резьбы и т. д.

*Вспомогательное время* затрачивают на установку детали в тиски, на верстак, стенд и снятие с них, наладку оборудования, замер и транспортировку детали в пределах рабочего места (до 5 м). Перемещение детали или сборочной единицы за пределы рабочего места необходимо рассматривать как подсобную работу, не включаемую в норму времени.

*Дополнительное время* затрачивают на организационно-техническое обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и др.

*Подготовительно-заключительное время* включает затраты времени на получение наряда (задания), инструмента, ознакомление с работой, подготовку рабочего места и сдачу работы.

Нормы времени на выполнение слесарных работ определяют, как правило, по заранее разработанным нормативам. Часто в таблицах приводят штучное время (см. формулу (1.4.4)). В этом случае норму времени определяют по формуле

$$T_n = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (1.4.31)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время;

$T_{п.з}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – количество деталей в партии.

При слесарных работах деталь можно устанавливать в тиски или на верстак, стэнд или плиту, а можно вести обработку на месте сборки, т. е. не снимая с машины. Поэтому некоторые нормативные таблицы составляют по неполному штучному времени. В них не включено вспомогательное время на установку (снятие) деталей или изделий. При использовании таблиц, в которых приведено неполное штучное время, норму времени определяют по формуле

$$T_n = T_{н.ш} + T_{в} \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (1.4.32)$$

где  $T_{н.ш}$  – неполное штучное время;

$T_{в}$  – вспомогательное время на установку детали в тиски, на верстак, плиту и снятие с них (табл. 1.4.62). При обработке без установки  $T_{в} = 0$ .

Таблица 1.4.62

Вспомогательное время на установку детали при выполнении слесарных работ, мин

Масса детали, не более, кг	Установка в тиски и снятие			Установка детали на верстак, плиту, стэнд и снятие с них
	без накладок	с накладками		
		медными	свинцовыми	
2	0,2	0,3	0,4	0,2
5	0,6	0,6	0,7	0,2
10	0,6	0,8	0,9	0,5
15	0,7	0,9	1,0	0,6
30	–	–	–	0,7

Подготовительно-заключительное время в зависимости от сложности работы принимают из табл. 1.4.63.

Таблица 1.4.63

Подготовительно-заключительное время при слесарных работах, мин

Работа	Место выполнения работы	
	Верстак	Место разборки (сборки)
Простая	3	4
Средней сложности	4	5
Сложная	5	6

К простой работе относится нарезка резьбы, вырубка зубилом детали по контуру, ее опилование напильником и т. п. Работа средней сложности – сверление отверстий, опилование напильником под размер с применением измерительного инструмента, развертывание. Сложная работа – шабрение, притирка, устранение дефектов головки цилиндров, блока двигателя и других ответственных деталей.

**Резка металла.** При разрезании металла (стали) ручной ножовкой неполное штучное время принимают из табл. 1.4.64.

Таблица 1.4.64

Неполное штучное время на резку металла, мин

Круглое сечение		Полосовая сталь		Труба	
Диаметр, не более, мм	Время на один рез, мин	Сечение, не более, мм	Время на один рез, мин	Диаметр, дюймов	Время на один рез, мин
6	0,5	4×4	0,4	1/4	0,8
10	1,1	6×6	0,9	1/2	2,0
15	2,2	16×10	1,9	1 1/4	5,5
20	3,8	36×20	5,6	—	—

При резке чугуна или бронзы табличное значение времени необходимо умножить на коэффициент 0,7.

**Сверление и развертывание.** Отверстие сверлят вручную или электрической дрелью. Неполное штучное время на сверление одного отверстия приведено в табл. 1.4.65.

При сверлении в положении, не удобном для выполнения работы, табличное значение времени увеличивают в 1,4 раза, при сверлении глухих отверстий – в 1,3 раза, а при сверлении в одной детали 5–6 отверстий значение времени умножают на 0,8.

Таблица 1.4.65

Неполное штучное время на сверление отверстий, мин

Диаметр сверла, не более, мм	Длина отверстия, не более, мм	Электродрель		Ручная дрель	
		Сталь	Чугун, бронза	Сталь	Чугун, бронза
5	5	0,4	0,3	0,8	0,6
	10	0,6	0,4	1,3	1,0
	15	0,8	0,5	1,9	1,5
	20	1,0	0,6	2,3	1,9
10	10	1,1	0,6	2,4	2,0
	15	1,4	0,9	3,5	3,1
	20	1,7	1,0	4,2	3,5
15	10	1,9	0,9	4,5	3,8
	15	2,4	1,2	6,5	5,7
	20	2,9	1,6	7,8	6,8

Основное требование к развертыванию – получение точного и чистого отверстия. При выполнении этой работы большое значение имеет размер припуска на обработку, число проходов, правильное и аккуратное выполнение работы. Все эти условия учтены штучным временем при работе вручную (табл. 1.4.66).

Таблица 1.4.66

Штучное время на развертывание отверстий, мин

Длина отверстия, не более, мм	Диаметр отверстия, не более, мм							
	для стали				для чугуна, бронзы			
	5	15	30	60	5	15	30	60
10	0,66	0,85	–	–	0,53	0,68	–	–
20	1,04	1,15	1,28	–	0,84	0,92	1,03	–
30	–	1,53	2,05	–	–	1,22	1,64	–
50	–	–	2,37	3,00	–	–	1,90	2,50
60	–	–	–	3,30	–	–	–	2,70
70	–	–	–	5,00	–	–	–	4,00

Припуск на развертывание должен составлять не более 0,1 мм. При развертывании глухих отверстий табличное значение времени умножают на 1,3.

**Нарезание резьбы.** Неполное штучное время нарезания резьбы вручную метчиком в сквозных отверстиях деталей из стали приведено в табл. 1.4.67, плашкой на стержнях из стали – в табл. 1.4.68.

Таблица 1.4.67

Неполное штучное время нарезания резьбы в отверстиях, мин

Диаметр резьбы, не более, мм	Шаг резьбы, не более, мм	Длина нарезанной части, не более, мм			
		5	10	20	30
10	1,5	1,40	1,41	2,48	3,16
20	2,5	–	2,00	2,64	3,50
30	3,5	–	–	3,57	4,11

Таблица 1.4.68

Неполное штучное время нарезания резьбы на стержнях, мин

Диаметр резьбы, не более, мм	Шаг резьбы, не более, мм	Длина нарезанной части, не более, мм			
		5	10	20	30
10	1,5	0,68	0,75	0,80	0,90
20	2,5	–	1,00	1,30	1,80
30	3,5	–	–	1,90	2,20

При нарезании резьбы в глухих отверстиях табличное значение времени умножают на 1,3.

При положении детали, не удобном для выполнения работы, значение времени, указанное в таблицах, увеличивают в 1,5 раза.

**Подготовка детали под заварку трещины.** Возникающие при эксплуатации машин трещины в корпусных и некоторых других деталях при их восстановлении часто заделывают сваркой. Перед началом сварки производят разделку трещины, при которой накернивают и засверливают ее концы, вырубая зубилом фаски под углом 70°–90° и зачищают кромки фасок.

Неполное штучное время на такую подготовительную работу приведено в табл. 1.4.69.

Таблица 1.4.69

Неполное штучное время на разделку трещины перед сваркой

Толщина стенок детали, не более, мм	Длина трещины, не более, мм			
	50	100	200	300
4	6	8	12	15
6	7	9	14	17
8	8	10	17	20
10	9	12	19	24
12	10	13	22	27
16	11	15	24	30
20	13	18	29	35



При работе в неудобном положении табличное значение времени увеличивают в 1,5 раза.

**Работы с полимерными материалами.** Заделка трещин и пробоин на корпусных и некоторых других деталях может производиться с применением полимерных материалов (эпоксидных композиций). При расчете нормы времени штучное время выполнения отдельных работ принимают из табл. 1.4.70.

Таблица 1.4.70

Штучное время выполнения работ  
при использовании полимеров для заделки трещин

Тип поверхности	Ширина поверхности, не более, мм	Длина поверхности, не более, мм				
		100	200	300	500	900
<b>Обезжиривание поверхности</b>						
Плоская	50	0,16	0,20	0,23	0,30	0,37
	100	0,21	0,25	0,30	0,38	0,47
Цилиндрическая	50	0,23	0,30	0,36	0,44	0,60
	100	0,30	0,39	0,46	0,55	0,65
<b>Насечка зубилом по зачищенной поверхности</b>						
Длина трещины, мм	–	25	40	65	100	160
Время, мин		8	10	15	20	30
<b>Приготовление состава на основе эпоксидной смолы</b>						
Масса приготовленного состава, г	–	–	50	100	250	350
Время, мин			6,5	6,9	9,1	10,9
<b>Нанесение состава на поверхность трещины</b>						
Длина трещины, мм	–	–	25	100	150	250
Время, мин			0,3	0,6	0,7	0,9
<b>Наложение накладок из стеклоткани</b>						
Площадь накладки, см <sup>2</sup>	–	–	125	220	320	410
Время, мин			0,6	0,7	1,0	1,3
<b>Нанесение слоя при склеивании деталей</b>						
Площадь склеивания, см <sup>2</sup>	–	50	100	150	200	300
Время, мин		0,3	0,5	0,6	0,8	0,9
<b>Фиксация резьбового соединения</b>						
Диаметр резьбы, мм	–	–	8	12	16	20
Время, мин			1,4	1,8	1,9	2,1

Принимают следующее *подготовительно-заключительное* время: для простых работ – 4 мин (вырезка накладок из стеклоткани, зачистка напильником, насечка зубилом, обезжиривание), для работ средней сложности – 5 мин (сверление отверстий, наклейка накладок, опилование в размер), для сложных работ – 6 мин (постановка металлических накладок, приготовление эпоксидного состава).

### Задание

*Вариант 1.* Заварить ручной электродуговой сваркой трещину длиной 100 мм на необработанной поверхности стальной детали. Материал детали – сталь 10, толщина свариваемого материала – 6 мм, масса детали – 10 кг. Подготовка детали к сварке (сверление отверстий по краям трещины, V-образная разделка кромок) производится вспомогательным рабочим. Условия сварки удобные.

*Вариант 2.* То же, что и в варианте 1. Материал детали – чугун СЧ 20, масса – 15 кг, толщина свариваемого материала – 8 мм.

*Вариант 3.* То же, что и в варианте 1. Материал детали – алюминиевый сплав АЛ-9, масса – 10 кг, толщина свариваемого материала – 4 мм.

*Вариант 4.* Заварить четыре отверстия с изношенной резьбой в шестерне привода топливного насоса. Материал детали – сталь 30Х, диаметр отверстий – 8 мм, глубина – 10 мм, масса детали – до 5 кг. Подготовка детали осуществляется вспомогательным рабочим. Условия выполнения работы удобные.

*Вариант 5.* Наплавить ручным электродуговым способом плоскую поверхность детали. Ширина наплавляемого участка – 20 мм, длина – 70, толщина слоя – 2 мм. Материал детали – сталь 40, твердость поверхности – НВ 300–320, масса детали – 8 кг. Электрод – ОЗН-300У. Условия работы удобные.

*Вариант 6.* Заварить трещину стыковым односторонним швом газовой сваркой на верхнем листе капота трактора МТЗ-80. Материал детали – сталь 08, толщина материала – 2 мм, длина трещины – 150 мм, масса детали – до 5 кг. Сварочная проволока – 2,0 Св-08. Сварка ведется в удобном положении.

*Вариант 7.* Заделать трещину на необработанной поверхности блока цилиндров двигателя СМД-14 с помощью эпоксидного состава на основе смолы ЭД-16. Материал блока – серый чугун СЧ 25, толщина материала – 6 мм, длина трещины – 110 мм.

**Вариант 8.** Наплавить деталь в среде углекислого газа проволокой Св-18ХГСА (см. рис. 1.4.1, табл. 1.4.71).

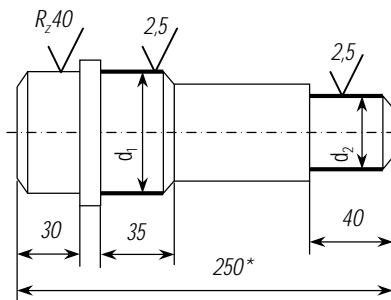


Рис. 1.4.1. Деталь 1

Таблица 1.4.71

Исходные данные для варианта 8

Вариант	$d_1$	$d_2$	$d_{н1}$	$d_{н2}$	Масса, кг
1	20	15	19,5	14,6	0,8
2	30	20	29,2	19,1	1,2
3	40	35	38,2	34,6	1,4
4	50	40	48,3	38,2	2,6
5	35	25	33,8	23,2	2,0

*Примечание:*  $d$  – номинальный диаметр детали, мм;  $d_{н}$  – диаметр изношенной детали, мм.

**Вариант 9.** Токарная обработка на станке 1К62 поверхностей детали из стали 45, наплавленной в среде углекислого газа (рис. 1.4.2, табл. 1.4.72).

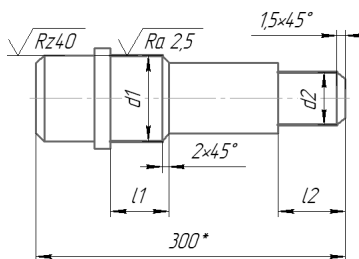


Рис. 1.4.2. Деталь 2

Исходные данные для варианта 9

Вариант	$d_1$	$d_2$	$l_1$	$l_2$	Масса, кг
1	20	15	15	15	1,2
2	30	20	20	30	1,5
3	40	20	25	20	2,0
4	30	15	45	25	2,0
5	40	30	30	20	2,2

*Вариант 10.* Обработка стальной детали после закалки шлифованием на станке 3А151. Припуск на обработку (на сторону) – 0,2 мм. Длина обрабатываемой поверхности – 40 мм, диаметр – 50 мм, высота шлифовального круга – 32 мм. Масса детали – 8 кг.

*Вариант 11.* Фрезерование шпоночного паза 8×4 мм длиной 75 мм на детали из стали 45 фрезой из стали Р18. Деталь устанавливается в тисках с простой выверкой. Масса детали – 5 кг.

*Вариант 12.* Просверлить 10 отверстий электрической дрелью и нарезать метчиком резьбу М8-7Н вручную для крепления винтами накладки, не снимая деталь с машины. Материал детали – чугун СЧ-20, толщина материала – 8 мм, диаметр сверла – 6,6 мм.

### Контрольные вопросы

1. Какие методы применяются при разработке норм времени? Какие из них позволяют установить технически обоснованные нормы?
2. Из каких элементов состоит норма времени?
3. Чем отличается штучное время от неполного штучного?
4. Что такое фотография рабочего дня и хронометраж? Когда их применяют для установления нормы времени?
5. Как определить основное время при нормировании ручной электродуговой сварки?
6. Какие факторы влияют на величину вспомогательного времени при дуговой сварке, механизированной наплавке и механической обработке?
7. Как определить необходимую толщину наплавляемого слоя при механизированной наплавке детали?
8. Как выбрать режимы сварки и механизированной наплавки?
9. Какова особенность нормирования гальванических операций?
10. Какие факторы влияют на скорость резания при механической обработке наплавленных поверхностей?
11. Каковы особенности нормирования слесарных работ, выполняемых на месте сборки (без снятия детали с машины)?

## **№ 5. ОБОСНОВАНИЕ ГОДОВОГО ОБЪЕМА РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ**

*Цель работы:* освоить методику обоснования годового объема ремонтно-обслуживающих работ ремонтной мастерской хозяйства.

### **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 сельскохозяйственных 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. 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 сельскохозяйственных машин, 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

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{Госн}} + T_{\text{Гожф}} + T_{\text{Гдоп}}, \quad (1.5.1)$$

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 сельскохозяйственных машин.

Расчет производится для каждой группы машин:

1) тракторы:

$$T_{\text{Гтр}} = \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТРi}} K_{ц. ТРi} + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТОi}} K_{ц. ТОi} \right) K_p; \quad (1.5.2)$$

2) автомобили:

$$T_{\text{Гавт}} = \left[ \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТРi}} K_1 K_2 K_3 K_4 K_{ц. ТРi} + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТОi}} K_1 K_2 K_3 K_{ц. ТОi} \right) 1,3 \right] K_p; \quad (1.5.3)$$

3) прицепы автомобильные:

$$T_{\text{Гпр. авт}} = \left( \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТРi}} K_1 K_2 K_3 K_{ц. ТРi} + \sum_{i=1}^n 10^{-3} n_{mi} W_{gi} t_{\text{уд. ТОi}} K_1 K_2 K_3 K_{ц. ТОi} \right) K_p; \quad (1.5.4)$$

4) прицепы тракторные:

$$T_{\Gamma_{\text{пр. тр}}} = \left( \sum_{i=1}^n n_{mi} t_{\Gamma_{\text{ТР}i}} K_{\text{ц. ТР}i} + \sum_{i=1}^n n_{mi} t_{\Gamma_{\text{ТО}i}} K_{\text{ц. ТО}i} \right) K_p; \quad (1.5.5)$$

5) комбайны:

$$T_{\Gamma_{\text{к}}} = \left( \sum_{i=1}^n 0,7 n_{mi} t_{\Gamma_{\text{ТР}i}} K_{\text{ц. ТР}i} + \sum_{i=1}^n 10^{-2} n_{mi} W_{\Gamma_i} t_{\text{уд. ТО}i} \right) K_p; \quad (1.5.6)$$

6) сельскохозяйственные машины:

$$T_{\Gamma_{\text{схм}}} = \left( \sum_{i=1}^n n_{mi} t_{\Gamma_{\text{ТР}i}} K_{\text{ц. ТР}i} + \sum_{i=1}^n n_{mi} t_{\Gamma_{\text{ТО}i}} K_{\text{ц. ТО}i} \right) K_p; \quad (1.5.7)$$

7) прочие сельскохозяйственные машины:

$$T_{\Gamma_{\text{пр. схм}}} = 0,12 T_{\Gamma_{\text{схм}}}; \quad (1.5.8)$$

8) оборудование животноводческих ферм:

$$T_{\Gamma_{\text{ожф}}} = 10^{-3} \Pi_{\text{с. уд. ТР}} K_{\text{ц. ТР}} + 10^{-3} \Pi_{\text{с. уд. ТО}} K_{\text{ц. ТО}}, \quad (1.5.9)$$

где  $n_{mi}$  – количество машин  $i$ -й марки в парке, шт.;

$W_{\Gamma_i}$  – среднегодовая наработка машины  $i$ -й марки в тыс. единиц наработки;

$T_{\text{уд. ТР}i}$ ,  $t_{\text{уд. ТО}i}$  – удельная трудоемкость текущего ремонта и технического обслуживания машины  $i$ -й марки;

$K_{\text{ц. ТР}i}$ ,  $K_{\text{ц. ТО}i}$  – коэффициенты централизации к выполнению в ЦРМ текущего ремонта и технического обслуживания машин  $i$ -й марки;

$t_{\Gamma_{\text{ТР}i}}$ ,  $t_{\Gamma_{\text{ТО}i}}$  – годовая трудоемкость текущего ремонта и технического обслуживания машин  $i$ -й марки;

$K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  – поправочные коэффициенты к нормативам трудоемкости, учитывающие категорию дорожных условий эксплуатации, состав автопоезда и природно-климатические условия соответственно;

$K_4$  – 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:

$$T_{Гоб} = 0,08T_{Госн}; \quad T_{Грид} = 0,06T_{Госн}; \quad T_{Гпр} = 0,1T_{Госн}. \quad (1.5.10)$$

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 [11]. 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, являются расстояние от хозяйства до базы районного уровня, размеры хозяйства (площадь пашни) и производственные возможности базы хозяйства. Они оцениваются частными коэффициентами централизации  $K'_1, K'_2, K'_3$  соответственно.

Предельный объем централизуемых работ

$$T_{Гпр} = K_{ц} T_{общ}, \quad (1.5.11)$$



где  $K_{ц}$  – коэффициент централизации;

$T_{общ}$  – общий объем работ по ТО и ремонту машинного парка.

Коэффициент централизации определяется по зависимости

$$K_{ц} = K'_1 b_1 + K'_2 b_2 + K'_3 b_3, \quad (1.5.12)$$

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 значимость частных коэффициентов  $K'_1$ ,  $K'_2$ ,  $K'_3$  соответственно.

Для определения значения частных коэффициентов  $K'_1$ ,  $K'_2$ ,  $K'_3$  установлены функциональные зависимости [31]. Значимость факторов, определяемых этими коэффициентами, выяснена 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 приоритет выполнения работ, приведенный в учебном пособии [6].

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 методикой производится расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ для машинного парка хозяйства. Результаты расчетов заносятся в табл. 1.5.1.

Производственная программа основного объекта РОБ – центральной ремонтной мастерской – приводится в табл. 1.5.2.

Распределение годового объема работ по объектам РОБ хозяйства приводится в табл. 1.5.3.

Таблица 1.5.1

Расчет годового объема ремонтно-обслуживающих работ в хозяйстве

Наименование и марка машины	Количество 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									

Таблица 1.5.2

Производственная программа ЦРМ хозяйств

Наименование машин, оборудования, виды работ	Всего, ч	В том числе		
		ТО	ТР	Дополнительные работы
Тракторы				
Автомобили				
Комбайны				
Сельскохозяйственные машины				
Ремонт ОЖФ				
Ремонт технологического оборудования, изготовление оснастки и инструмента				
Ремонт и изготовление деталей				
Прочие работы				
Всего				

Таблица 1.5.3

## 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	
	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	ч	
Тракторы:												
– ТО;	4,7		90,0		–		–		5,3			
– ТР	2,4		93,5		–		–		4,1			
Автомобили:												
– ТО;	–		–		10,0		–		–			
– ТР	1,75		37,2		61,1		–		–			
Комбайны:												
– ТО;	2,5		47,5		–		0,0		0,0			
– ТР	3,8		81,2		–		0,0		5,0			
Сельскохозяйственные машины:												
– ТО;	–		–		–		10,0		–			
– ТР	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, передаются 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 рисунке.

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 проводится оценка технического состояния машины путем диагностирования. Для машины, требующей планового текущего ремонта, осуществляется полное (ресурсное) диагностирование, а для выявления возникающих неисправностей только по тем составным частям, где обнаружены отказы, – заявочное. По результатам диагностирования принимается решение об объемах, месте и сроках проведения ремонтно-обслуживающих работ.

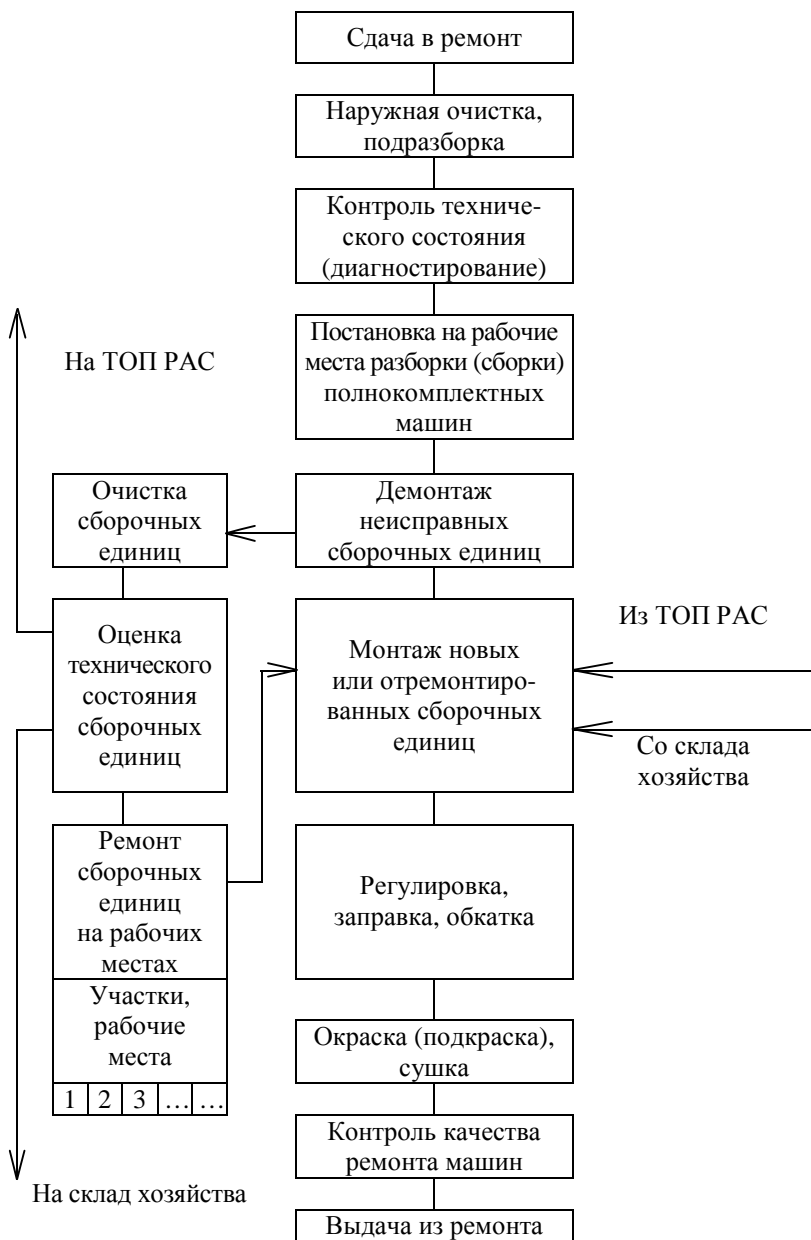


Рис. Схема технологического процесса ремонта машин в ЦРМ хозяйства

При текущем ремонте составные части машин, достигшие предельного состояния, подвергают капитальному ремонту, а не достигшие – текущему. Неисправные составные части могут быть заменены новыми или отремонтированными.

Текущий ремонт энергонасыщенных тракторов должен, как правило, выполняться на производственной базе райагросервиса.

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 в соответствии с рекомендациями и табл. 1.5.4.

Таблица 1.5.4

## Распределение трудоемкости ТО и ТР машинного парка по видам работ

Виды воздействия	Всего	Трудоемкость, ч, в т. ч. по видам работ					
		наружная очистка	разборочные	дефектовочные	ремонт агрегатов	ремонт двигателя	кузнечные
ТО тракторов	100	5,0	–	–	–	–	–
ТР тракторов	100	1,5	17,5	3,0	16,0	1,5	3,0
ТО автомобилей	100	5,0	–	–	–	–	–
ТР автомобилей	100	3,0	15,0	3,0	11,5	2,0	3,0
ТО комбайнов	100	5,0	–	–	–	–	–
ТР комбайнов	100	3,0	13,0	3,0	12,0	0,5	2,0
ТО и ТР сельскохозяйственных машин	100	3,0	10,0	1,0	8,0	–	8,0
ТО и ТР ОЖД	100	3,0	14,0	1,5	55,5	–	3,0
Дополнительные работы	100	–	–	–	–	–	8,0

Продолжение таблицы 1.5.4

Виды воздействия	Трудоёмкость, ч, в т. ч. по видам работ					
	сварочные	медницко-жестяницкие	ремонт топливной аппаратуры	ремонт гидроаппаратуры	ремонт автотракторного электрооборудования	аккумуляторные
ТО тракторов	–	–	–	–	1,5	1,0
ТР тракторов	2,0	1,0	1,6	1,4	1,0	1,0
ТО автомобилей	–	–	–	–	10,0	2,0
ТР автомобилей	6,0	4,0	1,5	0,5	3,5	2,0
ТО комбайнов	–	–	–	–	1,5	1,0
ТР комбайнов	5,0	4,0	2,0	4,5	2,0	1,0
ТО и ТР сельскохозяйственных машин	6,0	2,5	–	–	–	–
ТО и ТР ОЖД	8,0	6,0	–	–	–	–
Дополнительные работы	16,0	11,0	–	–	–	–



Виды воздействия	Трудоемкость, ч, в т. ч. по видам работ					
	ремонтно-монтажные	шиномонтажные	слесарные	станочные	окрасочные	ТО и диагностика
ТО тракторов	–	1,5	–	–	–	91,0
ТР тракторов	39,0	1,5	3,5	3,5	1,0	1,0
ТО автомобилей	–	14,0	–	–	–	69,0
ТР автомобилей	31,5	2,0	3,0	4,0	1,5	3,0
ТО комбайнов	1,5	–	–	–	–	91,0
ТР комбайнов	33,5	1,0	3,0	8,0	1,5	1,0
ТО и ТР сельскохозяйственных машин	42,5	1,5	7,0	10,0	1,0	–
ТО и ТР ОЖД	–	4,0	4,0	1,0	–	–
Дополнительные работы	–	–	21,0	39,0	5,0	–

## Обоснование производственной структуры ЦРМ

Центральная ремонтная мастерская 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 сельскохозяйственных машин, корпус механизированной мойки с оборотным водоснабжением. Также предусматривается наличие служебно-бытовых помещений, в частности оборудованная комната отдыха, гардероб для рабочей и чистой одежды и 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, а также возможного кооперирования с действующими ремонтными предприятиями.

Таким образом, центральная ремонтная мастерская хозяйства может иметь производственные участки, приведенные в табл. 1.5.5.

Таблица 1.5.5

Состав производственных участков ЦРМ

Наименование участка	Выполняемые работы
Ремонтно-монтажное отделение	Разборка, сборка автомобилей, тракторов, сложной сельскохозяйственной техники. Работы выполняются на тупиковых постах. Отделение оборудовано подвесным однобалочным электрическим краном

Наименование участка	Выполняемые работы
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
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
Шиноремонтный	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 металло-режущее оборудование

Наименование участка	Выполняемые работы
Ремонт силового и автотракторного 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
Ремонта сельскохозяйственных машин и ОЖФ	Проводятся работы, требующие 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

Обоснование годового объема работ центральных ремонтных мастерских хозяйств по приведенной методике является исходным материалом для дальнейшего технологического расчета ЦРМ (табл. 1.5.6–1.5.7).

Таблица 1.5.6

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 1.5.7

## Номенклатура рабочих мест центральных ремонтных мастерских хозяйств

Рабочее место	Количество рабочих мест ЦРМ хозяйств с парком тракторов			
	25	50	75	100
Наружной очистки машин*	1	1	1	1
Слесаря по разборке, сборке полнокомплектных машин	3	5	8	10
Слесаря по ремонту шасси тракторов	1	1	1	2
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**	–	–	–	1
Слесаря по ремонту электрооборудования***	1	1	1	1
Слесаря-полимерщика****	–	–	–	–
Жестянщика	–	–	1	1
Кузнеца	1	1	1	1
Газосварщика	1	1	1	1
Электросварщика	1	1	1	1
Аккумуляторщика*****	1	1	1	1
Токаря	1	1	1	2
Фрезеровщика*****	–	–	–	–
Столяра	–	–	–	–
Маляра*****	1	1	1	1
Вулканизаторщика	1	1	1	1

\* В ЦРМ на 25 и 50 тракторов возможны совмещения с рабочим местом маляра.

\*\* Возможны совмещения с рабочим местом слесаря по ремонту топливной аппаратуры.

\*\*\* Возможны совмещения с рабочим местом аккумуляторщика.

\*\*\*\* Рабочее место размещается в двух изолированных друг от друга местах: а) приготовление составов; б) восстановление деталей составами.

\*\*\*\*\* Возможны совмещения профессий при отсутствии загрузки рабочих мест.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Методика расчета годового объема работ ЦРМ.
3. Результаты расчета годового объема работ ЦРМ хозяйства с машинно-тракторным парком по заданию преподавателя.
4. Распределение годового объема работ по технологическим видам.
5. Вывод.

## 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? Как ее определяют?
5. Какие работы включают 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?

## № 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

*Цель работы:* закрепить теоретические знания и получить практические навыки по технологическому расчету центральной ремонтной мастерской хозяйства.

### Общие сведения

Повышение производительности, эффективности использования машинного парка напрямую 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, приведения 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 операции 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 необходимости 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 необходимого количества рабочих мест в ремонтной мастерской в соответствии с принятой схемой технологического процесса ремонта и 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 ч, в предвыходные дни (суббота) – 5 ч, в предпраздничные дни – 6 ч.



Количество рабочих дней в году

$$N_p = 365 - (N_{\text{вд}} + N_{\text{пд}}), \quad (1.6.1)$$

где  $N_{\text{вд}}$ ,  $N_{\text{пд}}$  – количество выходных и праздничных дней соответственно.

Учитывая назначение мастерской хозяйства, принимается режим работы по шестидневной рабочей неделе, тогда

$$N_{\text{вд}} = 52 \text{ дня}; \quad N_{\text{пд}} = 9 \text{ дней};$$

$$N_p = 365 - (52 + 9) = 304 \text{ дня}.$$

Номинальный  $\Phi_{\text{нр}}$  и действительный  $\Phi_{\text{др}}$  годовые фонды времени рабочего при шестидневной рабочей неделе и односменной работе, ч, находят по формулам:

$$\Phi_{\text{нр}} = (365 - N_{\text{вд}} - N_{\text{пд}})t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}}N_{\text{пв}} + t'_{\text{ск}}N_{\text{пп}}); \quad (1.6.2)$$

$$\Phi_{\text{др}} = [(365 - N_{\text{вд}} - N_{\text{пд}} - d_o)t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}}N_{\text{пв}} + t'_{\text{ск}}N_{\text{пп}})]\gamma. \quad (1.6.3)$$

Годовой фонд времени рабочего места

$$\Phi_{\text{рм}} = \Phi_{\text{нр}}n_p c, \quad (1.6.4)$$

Для всех производственных участков количество работающих  $n_p$  принимается равным 1, за исключением ремонтно-монтажного отделения, для которого  $n_p = 1,5-2$  человека.

Номинальный  $\Phi_{\text{но}}$  и действительный  $\Phi_{\text{до}}$  годовые фонды времени оборудования находятся по формулам:

$$\Phi_{\text{но}} = \Phi_{\text{нр}} c; \quad (1.6.5)$$

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{нр}} c \eta. \quad (1.6.6)$$

*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, освещению и элементам 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

$$n_{\text{р. я}} = \frac{T_{\Gamma i}}{\Phi_{\text{нр}}}, \quad (1.6.7)$$

где  $T_{\Gamma i}$  – годовой объем  $i$ -го вида выполняемых работ, ч;

– списочное количество производственных рабочих

$$n_{\text{р. с}} = \frac{T_{\Gamma i}}{\Phi_{\text{др}}}. \quad (1.6.8)$$

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 нескольких единиц оборудования.

При отсутствии полной загрузки рекомендуется совмещение профессий по специальностям.

Комплектуя штат рабочих, следует иметь в виду возможность использования операторов (трактористов, водителей, комбайнеров), закрепленных за поступающими в ремонт машинами. Результаты расчетов производственных рабочих приводятся в табл. 1.6.1, штатная ведомость – в табл. 1.6.2.

Таблица 1.6.1

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	
				расчетное	принятое	расчетное	принятое
Ремонтно-монтажное отделение							
Ремонт агрегатов							
Ремонт двигателей и т. д.							
Итого производственных рабочих	–	–	–				

Таблица 1.6.2

Штатная ведомость работающих в ЦРМ

Наименование производственных участков, отделений	Специальность	Разряд	Количество работающих, чел.
Ремонтно-монтажное отделение			
Ремонт агрегатов и т. д.			
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. Количество рабочих мест рассчитывается по производственным участкам:

$$n_{\text{рм}} = \frac{T_{\Gamma i}}{\Phi_{\text{рм}}}, \quad (1.6.9)$$

Результаты расчета рабочих мест по участкам мастерской заносятся в табл. 1.6.3.

*Таблица 1.6.3*

Расчет количества рабочих мест по участкам мастерской

Наименование участка, отделения	Трудоемкость работ, ч	Фонд времени рабочего места, ч	Количество рабочих мест	
			расчетное	принятое
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

$$n_{\text{об}} = \frac{T_{\Gamma i}}{\Phi_{\text{од}} \eta_{\text{и}}}. \quad (1.6.10)$$

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 сельскохозяйственных машин производится по формуле

$$S = \left( \sum_{i=1}^n S_{mi} + \sum_{j=1}^m S_{objj} \right) K_s. \quad (1.6.11)$$

Площади, занимаемые машинами, и значения переходного коэффициента для производственных участков приводятся в табл. 1.6.4.

Площади остальных производственных участков рассчитываются по площади, занимаемой оборудованием, с учетом рабочих зон и проходов по формуле

$$S = \sum_{j=1}^m S_{objj} K_s. \quad (1.6.12)$$

Площади вспомогательных помещений рассчитываются в соответствии с нормами технологического проектирования ремонтных предприятий.

Для центральных ремонтных мастерских хозяйств площади 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 – 0,75–0,80 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-конторская – 1,4 %–1,7 %, складская – 6 %–8 %.

Результаты расчетов и выбора площадей приводят в табл. 1.6.4.

Далее расчетная производственная площадь мастерской сравнивается с принятой. Разница между ними не должна превышать 15 %.

Таблица 1.6.4

Ведомость площадей ЦРМ хозяйства

Наименование отделения, участка	Площадь, занятая машинами, м <sup>2</sup>	Площадь под обору- дованием, м <sup>2</sup>	K <sub>s</sub>	Площадь, м <sup>2</sup>	
				расчет- ная	приня- тая
Наружной мойки			3,5–4,0		
Ремонтно-монтажное отделение			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 гидросистем	–		3,5–4,0		
Разборочно-моечный	–		3,0–3,5		
Шиноремонтный	–		4,0–4,5		
Слесарно- механический	–		3,0–3,5		
Ремонт силового и автотракторного электрооборудования	–		3,5–4,0		
Зарядки и хранения аккумуляторных батарей	–		3,5–4,0		
Ремонта сельско- хозяйственных машин и ОЖФ			3,0–4,5		
ТО и диагностики			4,0–5,0		
Итого производст- венная площадь	–	–			
Всего	–	–	–		

*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 м<sup>2</sup> площади пола.

На компоновочный план 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,

обеспечивать 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 по формуле

$$P_a = \Sigma P_{\text{уст}} \cdot \eta_c. \quad (1.6.13)$$

Результаты расчета активной мощности энергопотребителей приводятся в табл. 1.6.5.



Таблица 1.6.5

## Расчет активной мощности энергопотребителей

Наименование оборудования	Суммарная установленная мощность электропотребителей $\Sigma P_{\text{уст}}$ , 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	
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

$$W_{\text{гс}} = \Sigma P_a \Phi_{\text{до}} \eta_3. \quad (1.6.14)$$

Среднегодовой объем осветительной энергии по каждому участку рассчитывается по формуле

$$W_{\text{г.ос}} = \frac{T_{\text{от}} F_{\text{уч}} S_0}{1000}. \quad (1.6.15)$$

Общий расход электроэнергии ЦРМ

$$W_{\text{г}} = W_{\text{гс}} + W_{\text{г.ос}}$$

Годовой расход пара на отопление

$$Q_{\text{от}} = \frac{g_{\text{т}} T_{\text{от}} V_{\text{зд}}}{1000i}. \quad (1.6.16)$$

Годовой расход пара на производственное пароснабжение

$$Q_{\text{п}} = \sum 0,001 g_i \Phi_{\text{до}} K_{\text{с}}. \quad (1.6.17)$$

Общий расход пара

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{п}}. \quad (1.6.18)$$

Среднегодовой расход воды

$$Q = Q_{\text{хн}} + Q_{\text{пн}}; \quad (1.6.19)$$

$$Q_{\text{хн}} = g_{\text{хн}} n_{\text{р}} \cdot \text{я} N_{\text{р}}; \quad (1.6.20)$$

$$Q_{\text{пн}} = g_{\text{пн}} N_{\text{ур}} N_{\text{р}}, \quad (1.6.21)$$

где  $Q_{\text{хн}}$  – расход воды на хозяйственные нужды;

$Q_{\text{пн}}$  – расход воды на производственные нужды;

$g_{\text{хн}}$  – удельный расход на 1 работающего;

$g_{\text{пн}}$  – удельный расход на 1 условный ремонт;

$N_{\text{р}}$  – количество рабочих дней;

$N_{\text{ур}}$  – количество условных ремонтов.

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.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Методика технологического расчета ЦРМ.
3. Результаты расчета количества рабочих, оборудования, рабочих мест и площадей производственных подразделений ЦРМ.
4. Компоновочный план ремонтной мастерской.
5. Результаты расчета потребности ремонтной мастерской в энергетических ресурсах.

## Контрольные вопросы

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 рассчитывается количество рабочих мест?
7. Как рассчитывается и подбирается технологическое оборудование?
8. Каковы методики расчета производственных площадей участков ремонтной мастерской?
9. Что представляет собой компоновочный план?
10. Что представляет собой 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?

## **№ 7. РАЗРАБОТКА КОМПОНОВОЧНОГО ПЛАНА РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Цель работы:* освоить методику разработки компоновочного плана предприятия технического сервиса.

### **Методические указания и порядок разработки**

Рациональное размещение производственных и вспомогательных участков в здании ремонтно-обслуживающего предприятия определяется компоновочным планом. Общая компоновка производственного корпуса проводится на основании расчетов площадей участков и с учетом общей длины поточной линии. Компоновочный план разрабатывают для рационального размещения в здании ремонтно-обслуживающего предприятия производственных и вспомогательных участков исходя из принятого технологического процесса. Основными требованиями, которые необходимо учитывать при разработке плана, являются обеспечение наилучшей производственной взаимосвязи между участками при коротких грузопотоках с минимальным количеством их пересечений и соблюдение норм строительного, санитарного и противопожарного проектирования [26].

Приступая к компоновке производственного корпуса, необходимо выбрать схему производственного потока. В зависимости от пути перемещения основного конструктивного элемента ремонтируемого объекта (рамы машины, базовой детали сборочной единицы), на который монтируются все остальные агрегаты и детали, схема производственного потока может быть прямой, Г-образной или П-образной [14].

Прямая схема наиболее приемлема для мастерских хозяйств и агросервисов районного назначения. При Г-образной схеме линию сборки располагают перпендикулярно линии разборки, а участки по ремонту сборочных единиц – параллельно разборочному и сборочному. П-образная схема наиболее приемлема на специализированных предприятиях при большом объеме производства, когда оправдывают себя удлиненные линии разборки и сборки. Участки по ремонту сборочных единиц располагают между линиями разборки и сборки.

Разборку компоновочного плана ведут в следующей последовательности.

1. Определяют расчетную площадь производственного корпуса как сумму площадей производственных и вспомогательных участков, складских и бытовых помещений, размещение которых намечается в проектируемом корпусе. Увеличивают суммарную площадь на 10 %–15 %, чтобы учесть площади, занимаемые проходами и проездами.

2. Учитывая производственную программу, конструктивные особенности ремонтируемых объектов, особенности принятого технологического процесса, намечают форму производственного потока.

3. Исходя из общей площади корпуса и выбранной сетки колонн наносят контур производственного здания, оконные проемы, главные проезды и проходы. Один или два проезда должны быть сквозными и примыкать к воротам здания. Наряду со сквозными продольными проездами предусматривают проезды в поперечном направлении.

4. В пролетах корпуса размещают производственные и вспомогательные участки, бытовые и другие помещения. Габариты производственного корпуса выбирают исходя из его площади, конфигурации и размеров участка под строительство, длины поточной линии и применяемых унифицированных габаритов зданий (ширины пролета, шага и размера сетки колонн, высоты помещений). Здание предприятия включает несколько пролетов. Пролет здания – пространство между опорами несущих конструкций. Пролеты характеризуются длиной, шириной и высотой. Длину пролета определяют произведением величины шага колонн на количество шагов (шаг колонн – расстояние между поперечными разбивочными осями здания). Ширину пролета измеряют расстоянием между осями колонн (опор) несущей конструкции, при наличии крана – расстоянием между осями колонн для кранов. Прямоугольник, образуемый четырьмя колоннами параллельных рядов, называется сеткой колонн. Размеры сетки колонн унифицированы. Для мастерских сетка колонн наиболее часто принимается равной 9×6, 12×6, 18×6, в некоторых случаях 6×6 м. Укрупненная сетка колонн позволяет экономичнее использовать производственную площадь. Высоту помещений одноэтажных бескрановых зданий до 4,8 м принимают кратной 0,6 м, при большей высоте – кратной 1,2 м. Высота крановых зданий кратна 1,2 м до размера 10,8 м, при большей высоте соблюдают кратность 1,8 м. По санитарным нормам высота произ-

водственных помещений от пола до потолка должна составлять не менее 3,2 м. Габаритные размеры пролетов зданий, предусмотренные нормами технологического проектирования ремонтно-обслуживающих предприятий с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью 0,5–5,0 т, приведены в табл. 1.7.1.

Таблица 1.7.1

Габаритные размеры пролетов производственных зданий

Ширина пролета, м	Высота пролета, м	Шаг колонн, м		Назначение предприятия технического сервиса
		наружных	внутренних	
8 24	8,4 9,6 10,8	6	12	Станции технического обслуживания, ремонт тракторов тягового класса 3,0 и более, экскаваторов, зерноуборочных комбайнов, ТО и ремонт автомобилей КамАЗ, МАЗ, КраЗ
18	7,2 8,4 9,6 10,8	6	12	Станции технического обслуживания автомобилей ЗИЛ и ГАЗ, ремонт тракторов тягового класса 1,4, прицепов, экскаваторов ЭО-2621
18	6,0 7,2 8,4 9,6	6	12	СТОЖ, ремонт автотракторных двигателей и других агрегатов, ремонт металлорежущих станков, ТОП, пристройки различного назначения
12	4,8 6,0 7,2	6	12	Цехи по ремонту агрегатов гидросистем, топливной аппаратуры, электрооборудования, восстановления деталей
6 9	8,4 3,6 4,2 4,8 6,0	6	6	Пристройки к производственным зданиям, боковые пролеты мастерских хозяйств

Ширину здания  $B$  принимают стандартной, т. е. равной 12, 18, 24, 36, 54, 72 м, а длину  $L_3$  находят из соотношения  $L_3 = F_3 / B$ , где

$F3$  – площадь здания. Отношение длины здания к его ширине не должно быть более трех. Если  $L3 / B > 3$ , необходимо увеличить ширину здания.

Длину здания принимают кратной 6 м и увязывают с длиной линии разборочно-сборочных работ. Если полученная длина здания меньше длины линии, то целесообразно принять Г- или П-образную схему потока. В этом случае ранее принятые габариты здания могут быть изменены с таким расчетом, чтобы приблизить его форму к квадрату.

Затем приступают к составлению компоновочного плана. Производственные и некоторые вспомогательные помещения (кладовые, склады комплекточные, компрессорная, помещения отдела главного механика, ОТК, заводская лаборатория, вентиляционные камеры и др.) по возможности размещают в одном здании.

Строительство общего корпуса удешевляет стоимость предприятия и одновременно сокращает грузовые потоки, а следовательно, облегчает производственные взаимосвязи между отдельными подразделениями.

Расположение административных и бытовых помещений также может быть предусмотрено в общем производственном корпусе или в отдельном административно-бытовом здании.

Для размещения этих помещений в производственном корпусе может быть использован второй этаж фронтальной части здания. В ряде случаев административные и бытовые помещения располагают во встроеном втором этаже производственного корпуса.

На первом этапе разработки анализируют различные варианты компоновки, добиваясь наиболее удобных производственных взаимосвязей между участками.

При размещении участков в производственном здании необходимо учитывать следующие требования:

- ремонтируемые агрегаты и громоздкие детали должны перемещаться по кратчайшему пути;

- участки по ремонту сборочных единиц располагают таким образом, чтобы взаимосвязь их с участками разборки и сборки соответствовала ходу технологического процесса и направлению основного грузопотока;

- тепловые участки (кузнечно-сварочный, медницко-радиаторный, термический, полимерный, аккумуляторный, обкатки и испытания

двигателей) рекомендуется располагать у наружных стен и изолировать от других огнестойкими перегородками;

- моторремонтный участок целесообразно располагать рядом с участком обкатки и испытания двигателей;

- участки с легковоспламеняющимися материалами (обойный, окрасочный, ремонта топливной аппаратуры и др.) не допускается размещать вблизи тепловых участков;

- необходимо изолировать участки с вредными выделениями и шумами (гальванические, полимерные, аккумуляторные, испытательные) согласно санитарно-гигиеническим требованиям.

Одновременно с компоновочным планом разрабатывают схему грузопотоков, на ней в выбранном масштабе показывают направления и величину основных грузовых потоков на предприятии или в цехе.

Схему грузопотоков строят для проверки правильности компоновки участков на плане производственного корпуса, т. е. для контроля соблюдения основного принципа компоновки – выбора кратчайшего пути движения объекта ремонта, материалов и запасных частей. При построении схемы выявляют встречные и пересекающиеся грузопотоки.

Для разработки схемы выбирают марку машины, по которой объем ремонтных работ в наиболее загруженном месяце максимальный. Линии (полосы) потоков показывают движение грузов, а их ширина – массу в принятом масштабе (100–200 кг/мм).

Ширину полос по участкам принимают в процентном отношении от ширины полосы полной массы машины (сборочной единицы).

Полосы соединяют между собой в соответствии с принятой схемой производственного процесса ремонта объекта.

На схеме целесообразно указывать стрелками направления перемещения грузов и их массу или процент от общей массы ремонтируемого объекта. Лучший вариант компоновки выявляют при анализе нескольких вариантов грузопотоков.

Для построения и анализа схем грузопотоков предварительно составляют таблицу, в которой показывают распределение грузовых потоков по участкам (табл. 1.7.2).

В пояснительной записке кратко излагают построение схемы, результаты анализа вариантов грузопотоков и дают заключение о правильности компоновки участков предприятия.



Ведомость распределения грузовых потоков

Участок – отправитель груза	Участок – получатель груза	Масса груза, кг	Расстояние перемещения, м	Грузовая работа, т·м	Процент от общего грузооборота

На рис. 1.7.1 показан вариант схемы П-образного производственного грузопотока авторемонтного предприятия.

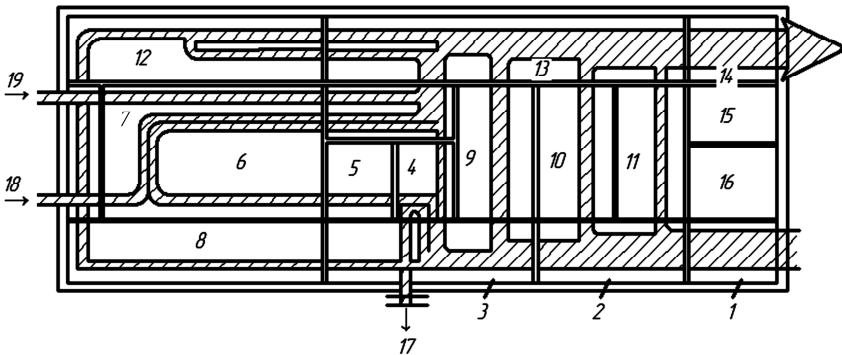


Рис. 1.7.1. Схема грузопотоков в производственном корпусе авторемонтного предприятия с обозначением следующих участков:  
 1 – наружной мойки; 2 – разборки на агрегаты; 3 – разборки агрегатов на детали;  
 4 – дефектации; 5 – склад деталей, ожидающих ремонта; 6 – восстановления и изготовления деталей; 7 – комплекточный; 8 – ремонта рамы; 9 – ремонта двигателя; 10 – ремонта кабины и оперения; 11 – ремонта электрооборудования;  
 12 – сборки агрегатов; 13 – сборки автомобиля; 14 – окраски и испытания;  
 15 – инструментальный участок; 16 – отдел главного механика;  
 17 – изолятор брака; 18 – склад металла; 19 – склад запасных частей

Составленная схема грузопотока позволяет не только правильно скомпоновать все подразделения производственного корпуса, но и выбрать необходимые грузоподъемные и транспортные средства.

Схема грузовых потоков должна увязываться с шириной проездов, направлением и величиной людских потоков. Ширину цеховых (участковых) проездов принимают в зависимости от максимальной грузоподъемности принятых транспортных средств и размеров транспортируемых грузов [13]. На рис. 1.7.2 приведен пример компоновочного плана производственного корпуса, в котором расположены

участки для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.

Здания ремонтных мастерских для хозяйств проектируют одноэтажными, чаще всего со встроеным вторым этажом, где размещаются административные и бытовые помещения, венткамеры и электрощитовые. В некоторых типовых проектах к одноэтажному двухпролетному производственному корпусу пристраивают двухэтажный административно-бытовой корпус.

Ремонтные мастерские хозяйств, построенные в 60–70-х гг., со временем вступают в противоречие с потребностями технического прогресса. Здания мастерских по мощности в большинстве случаев не соответствуют существующей потребности, поэтому нуждаются в расширении, реконструкции или техническом перевооружении. Ремонтные мастерские, как правило, создавались в виде моноблочных конструкций, что затрудняет их реконструкцию и расширение.

Недостатки существующих мастерских послужили основанием для разработки типовых проектов на основе так называемого модульного проектирования. Расширение таких мастерских возможно за счет строительства дополнительных блок-модулей [14].

Специализированный модуль является не только технологическим объектом, но и строительным. Он имеет определенные строительные габариты, стандартизирован, что позволяет организовать промышленное изготовление типовых строительных конструкций.

При строительстве новых и реконструкции существующих мастерских возможно последовательное строительство модулей в определенном архитектурном сочетании (рис. 1.7.3). Каждый построенный модуль может быть сразу введен в действие.

Обоснованы два варианта строительных модулей:  $18 \times 18 \times 7,2$  м и  $18 \times 18 \times 4,2$  м. Первый предназначен для производственных участков ТО и ремонта тракторов, комбайнов, других машин и тепловых участков, второй – для специализированных участков (слесарно-механического, ремонта топливной аппаратуры, электрооборудования, гидросистем, зарядки аккумуляторных батарей), административных, бытовых и вспомогательных помещений.

На принципе модульного проектирования разработан компоновочный план ЦРМ для хозяйств с парком 50 тракторов (рис. 1.7.4).

В курсовых и дипломных проектах по расширению мастерской в соответствии с рекомендациями ЦНИИМЭСХ необходимо пре-

дусмотреть пристройку из целого числа модулей. Например, при расширении здания мастерской, построенной по типовому проекту ТП 816-50 для хозяйства с парком 25 тракторов, необходимо пристроить два блок-модуля: тепловой и технического обслуживания и ремонта машин (рис. 1.7.5).

Существующее здание ЦРМ при его расширении целесообразно использовать под блок специализированных участков и вспомогательных помещений.

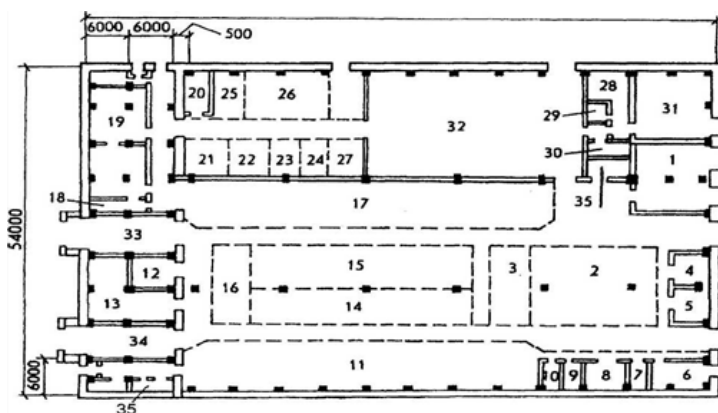
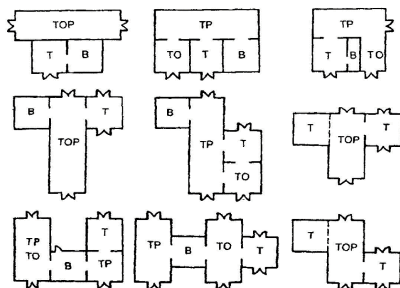
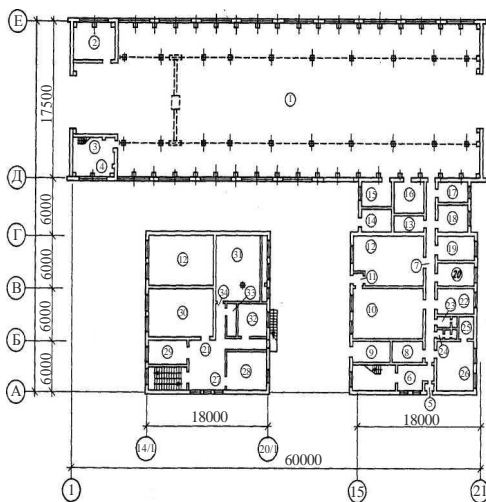


Рис. 1.7.2. Компоновочный план производственного корпуса с обозначением следующих участков:

- 1 – диагностики тракторов; 2 – разборки и мойки агрегатов; 3 – дефектации комплектующих; 4 – вулканизационных работ; 5 – медницких работ; 6 – кузнечно-термический; 7 – сварочный; 8 – проверки и регулировки гидросистем;
- 9 – проверки и регулировки топливной аппаратуры; 10 – проверки и регулировки электрооборудования; 11 – текущего ремонта комбайнов; 12 – инструментально-раздаточной кладовая (ИРК); 13 – слесарно-механический; 14 – ремонта узлов и агрегатов комбайнов; 15 – ремонта узлов и агрегатов тракторов; 16 – ремонта кабин и оперения; 17 – технического обслуживания и ремонта тракторов;
- 18 – обменный фонд доильных аппаратов; 19 – ремонта доильных аппаратов; 20 – вакуум-насосная; 21 – технического обслуживания пускозащитной аппаратуры; 22 – технического обслуживания электрооборудования; 23 – технического обслуживания холодильных машин; 24 – текущего ремонта автопоилок и водозапорной арматуры; 25 – обкатки агрегатов; 26 – текущего ремонта вакуумных насосов и компрессоров; 27 – изготовления трубных заготовок; 28 – технического обслуживания аккумуляторов; 29 – электролитная; 30 – агрегатная; 31 – ремонта аккумуляторов; 32 – технический обменный пункт; 33 – пост контрольного осмотра тракторов; 34 – пост контрольного осмотра комбайнов; 35 – санузел



*Рис. 1.7.3.* Компановочные решения взаимного сочетания блок-модулей: Т – тепловой блок-модуль (участки кузнечно-сварочный, медницко-жестяницкий, шиноремонтный); ТО – блок-модуль технического обслуживания; ТР – блок-модуль текущего ремонта; ТОР – блок-модуль технического обслуживания и ремонта; В – блок-модуль специализированных участков и вспомогательных помещений



*Рис. 1.7.4.* Компановочный план ЦРМ

для хозяйств с парком 50 тракторов, ТП 916-1-202.13.912:

- 1 – участок текущего ремонта и технического обслуживания тракторов; 2 – помещение мастера-наладчика; 3 – участок обкатки двигателей; 4, 31 – венткамеры; 5, 11 – тамбуры; 6 – вестибюль; 7, 21, 34 – коридоры; 8 – тепловой пункт; 9 – заготовительный участок; 10 – слесарно-механический участок; 12 – кузнечно-жестяницкий участок; 13 – электро-щитовая; 14 – компрессорная; 15 – вулканизационный участок; 16 – ИРК; 17 – кислотная; 18 – участок ремонта и зарядки аккумуляторов; 19 – участок регулировки топливной аппаратуры; 20 – участок ремонта гидросистем; 22 – участок ремонта автотракторного электрооборудования; 23 – женская уборная; 24 – мужская уборная; 25 – душевая; 26 – мужской гардероб; 27 – вестибюль; 28 – диспетчерская; 29 – комната приема пищи; 30 – кабинет охраны труда; 32 – кабинет нормировщика; 33 – кладовая инвентаря

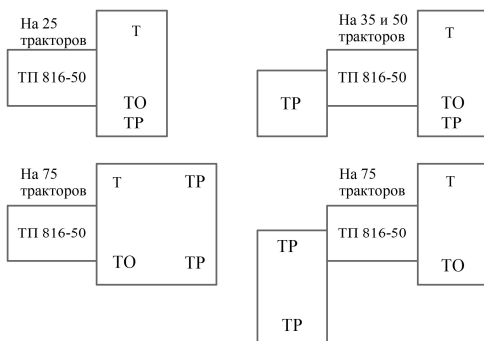


Рис. 1.7.5. Схемы расширения мастерской ТП 816-50 для хозяйств с парком 25, 35, 50 и 75 тракторов на основе блок-модулей

При проектировании ЦРМ в виде моноблочной конструкции разработка компоновочного плана начинается с определения габаритных размеров здания. Сначала принимают его ширину на основании унифицированных объемно-планировочных решений. Здание чаще всего проектируют двухпролетным высотой до низа несущих конструкций 4,2 и 7,2 м и шириной центрального пролета 12, 15 или 18 м, а бокового – 6 м. Затем по общей площади, исключив площади помещений, располагаемых во встроенном этаже или административно-бытовом блоке, определяют длину здания. Если отношение длины здания к его ширине больше трех, необходимо увеличить ширину. Шаг наружных колонн принимают 6 м, а внутренних – 12 или 6 м. Поэтому длина здания должна быть кратной 6 м. Для соблюдения этого условия расчетную длину здания при необходимости корректируют в сторону увеличения.

В центральном пролете производственного корпуса ЦРМ располагают следующие участки: наружной мойки (в изолированном помещении), ремонтно-монтажный, разборки агрегатов и мойки деталей, ремонта агрегатов, шиноремонтный, ремонта сельскохозяйственных машин, помещение для компрессора. Участки кузнечно-сварочный, медницко-жестяницкий (часто совмещают с кузнечно-сварочным), обкатки и регулировки двигателей, ремонта топливной аппаратуры, гидросистем, электрооборудования, слесарно-механический, диагностики и ТО машин, ИРК размещают в боковом пролете. Участок ремонта автотракторных двигателей может быть совмещен с агрегаторемонтным или расположен в боковом пролете рядом с участком обкатки.

Пример компоновочного плана мастерской приведен на рис. 1.7.6. При компоновке трудно обеспечить совпадение расчетных площадей с принятыми, поэтому допускается их расхождение в пределах  $\pm 15\%$ .

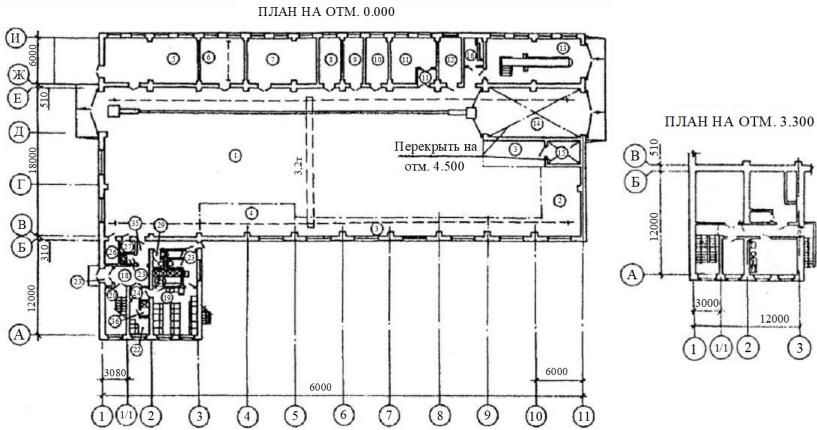


Рис. 1.7.6. Компоновочный план ЦРМ

для хозяйств с парком 75 тракторов ТП 816-1-176.89:

- 1 – ремонтно-монтажный участок; 2 – участок мойки деталей и агрегатов;
- 3 – участок ремонта агрегатов; 4 – участок шиноремонтный;
- 5 – участок кузнечно-сварочный; 6 – участок обкатки и регулировки двигателей;
- 7 – слесарно-механический участок; 8 – обойный участок; 9 – участок проверки и регулировки автотракторного электрооборудования; 10 – участок ремонта и зарядки аккумуляторов; 11 – участок ремонта топливной аппаратуры и гидросистем; 12 – ИРК; 13 – участок диагностики и ТО машин;
- 14 – участок наружной мойки; 15 – компрессорная; 16, 31 – венткамеры;
- 17, 29 – тамбуры; 18 – вестибюль; 19 – мужской гардероб; 20 – лестничная клетка;
- 21, 36 – душевые; 22 – женский гардероб; 23, 24 – уборные; 25 – кладовая инвентаря;
- 26 – тепловой пункт; 27 – электрощитовая; 28, 34, 35 – коридоры; 30 – учебный класс;
- 32 – кабинет заведующего мастерской и мастера; 33 – комната приема пищи

Компоновочный план здания в курсовых и дипломных проектах представляют на листе формата А1 в соответствующем масштабе. При вычерчивании компоновочного плана сначала наносят разбивочные оси здания, которые определяют расположение колонн и стен. Расстояния между продольными осями должны соответствовать принятым значениям ширины пролетов, между поперечными – шагу колонн. Все оси маркируют (обозначают). Продольные оси маркируют снизу вверх буквами русского алфавита, поперечные –

слева направо арабскими цифрами. Цифры и буквы, обозначающие оси, пишут в кружках диаметром 7–9 мм. Затем вычерчивают разрез производственного корпуса мастерской на высоте окон. Все элементы конструкции здания (колонны, стены, перегородки, проемы для окон, дверей и ворот) изображают в масштабе с учетом принятых условных обозначений.

На чертеже показывают расположение подъемно-транспортных устройств, границы участков, не отделенных перегородками, тоннели и люки, рельсовые пути для внутрицехового транспорта, размеры (длину и ширину здания, шаг колонн, ширину пролетов).

### **Задание**

1. Составить компоновочный план производственного корпуса: выбрать сетку колонн, определить длину и ширину здания, разместить производственные участки, вспомогательные и бытовые помещения. Обосновать применение подъемно-транспортных устройств.

2. Исходные данные:

- площади производственных участков, складских, вспомогательных и бытовых помещений;
- типовые проекты;
- сетки колонн промышленных зданий;
- технологические взаимосвязи участков;
- нормы размещения участков и помещений;
- строительные конструкции промышленных зданий.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое сетка колонн?
2. Каково допускаемое отклонение принятой на плане площади помещения от расчетной?
3. Как определить размеры оконных, дверных проемов и размеры ворот?
4. На каких участках предусматриваются грузоподъемные устройства?
5. Каковы правила размещения бытовых помещений?
6. Каковы правила размещения складских помещений?
7. Что такое естественное и искусственное освещение?

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

### № 1. НАРУЖНАЯ ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по очистке сельскохозяйственной техники и 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

1. Изучить технику 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 раствора моющего средства 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, т. к. 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 (ФС 42-442-72), ЙЭР-1 (ФС 42-501-72),

«Айро» (ТУ 6-15-635–71), 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 0,3–1,0 с<sup>-1</sup>; с вращением в разные стороны;

в) с гребным винтом и вращающимися подвесами (ванна № 3) с частотой вращения 1,5 мин<sup>-1</sup>.

Принципиальные схемы работы установок показаны на плакатах.

3. Ванны с холодной и горячей водой.

4. Технические средства:

а) в виде порошков: ЕС-очиститель, ЕС-тракшампунь 129, 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 (70×35×2 мм) и диски (диаметром 35 мм, шириной 12 мм) из ст. 3, шероховатость Ra 1,25 мкм.

6. Емкости с модельными загрязнителями, моделирующие:

а) асфальто-смолистые отложения (отработанное моторное масло М10Г2 – 36 %, кварцевая пыль (ГОСТ 8.002–74) – 56 %, остальное составляет битум БНД 90/130 (ГОСТ 22245–76) – ЗМА. Наносятся на поверхность при 453 К (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 °С–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 диаметром 6–10 мм.
26. Ветошь.
27. Индивидуальные средства защиты (прорезиненный фартук, резиновые перчатки, очки).

### **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, вызывают 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, виброабразивный 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**

### ***Изучение видов загрязнений деталей сельскохозяйственной техники, их свойств, способов и режимов очистки***

Загрязнения деталей сельскохозяйственной техники подразделяются на эксплуатационные и технологические (рис. 2.1.1).

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.



Рис. 2.1.1. Классификация загрязнений

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 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 по-

верхностями 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 углеводов при термическом разложении масел и топлива.

Карбены растворимы в сероуглероде и пиридине, а карбоиды не растворимы ни в каких растворителях. С повышением температуры и возрастанием времени окисления масел наблюдается количественный рост оксикислот, асфальтенов, карбенов и карбоидов в загрязнениях с увеличением доли веществ, содержащихся в конце приведенного ряда.

В зависимости от соотношения составляющих веществ углеродные загрязнения подразделяются на масляные, асфальто-смолистые, лаковые и нагар. Масла на ранней стадии окисления и загрязнения присутствуют на большинстве поверхностей деталей. Удаление таких загрязнений затруднено, т. к. в процессе эксплуатации машины они окисляются и разлагаются, в результате чего их связь с металлической поверхностью детали значительно возрастает. Асфальто-смолистые 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 – оксикислоты, 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  $70\text{ }^\circ\text{C}$ – $80\text{ }^\circ\text{C}$  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. 2.1.2). Необходимая степень очистки достигается различными способами: механическим, физико-химическим (струйная, погружная, ультразвуковая, комбинированная) и химико-термическим (щелочной расплав) (табл. 2.1.1) и режимами очистки.

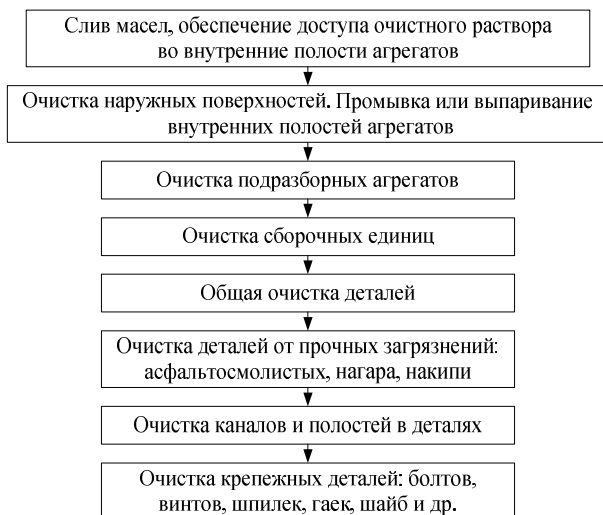


Рис. 2.1.2. Последовательность операций очистки поверхностей детали от эксплуатационных загрязнений

Таблица 2.1.1

## Способы удаления загрязнений

Способы удаления загрязнений	Виды загрязнений							
	Дорожно-почвенные отложения (дорожная грязь, маслянисто-грязевые и растительные остатки)	Остатки агрохимикатов (минеральные и органические удобрения, ядохимикаты и т. д.)	Остатки горюче-смазочных материалов	Асфальто-смолистые отложения	Нагар	Накипь	Продукты коррозии	Старые лакокрасочные покрытия
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Механический способ</b>								
Ручной с использованием механизированного инструмента	-	-	-	++	+	+	+1	+1
Механизированный (аппараты пескоструйного типа, голтовка, очистка стеклосферой, косточковой, мраморной, полиэтиленовой крошкой и т. д.)	-	-	-	-	++	++	++	+
Виброабразивный	-	-	-	++4	++4	++	++	++
<b>Струйный способ</b>								
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



1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Погружной способ</b>								
Раствором синтетического моющего средства	++	++5	++	+++	–	–	–	++6
Кислотным раствором	–	–	–	–	–	++	++	–
Растворяюще-эмульгирующим средством	++	–	–	+++	+	–	–	+
Щелочным раствором в расплаве солей	–	–	–	–	+	+	–	++
Ультразвуковой	–	–	+	+	+	–	+	–
<b>Циркуляционный способ</b>								
Кислотный раствор	–	–	–	–	–	+	+	–

*Обозначения:*

- +++ 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 мониторной мойки;
- 3 – для удаления асфальто-смолистых отложений в условиях хозяйств рекомендуется мониторная 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.

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, асфальто-смолистые 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 энергоемкости процесса очистки, рациональной технологии и необходимого качества очистки с соблюдением требований экологической безопасности выполняемых работ.

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 %.

### ***Изучение физико-химических основ 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, 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* – 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 (*дисперги-*

рованию). Чем выше адсорбционная способность моющего состава, тем выше его моющие качества, 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 эффективность очистки значительно повышается. 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 частицы масла повторно не осаждались 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, расплавами 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.

### ***Ознакомление 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. 2.1.2).

Щелочные составы характеризуются физической и химической стабильностью, относительно невысокой стоимостью. Даже при высокой концентрации они не обладают достаточной химической активностью по отношению к асфальто-смолистым отложениям и горюче-смазочным материалам (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 синтетических моющих средствах (СМС) лишена многих из указанных недостатков. СМС выпускаются промышленностью в виде порошков, хорошо растворяются в теплой (50 °С–60 °С) воде, малотоксичны, не вызывают ожогов кожи.

Для струйных машин рекомендуются следующие 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 асфальто-смолистых отложений методом погружения в ванну с активизацией раствора концентрацией 20–30 г/л. Все растворы СМС требуют нагрева (72 °С–90 °С). Концентрация моющих средств более 30 г/л нецелесообразна, поскольку это не только не повышает качества очистки поверхности, но и затрудняет очистку загрязненных растворов.

## Классификация технических моющих средств (ТМС)

149

Класс очищающих средств	Составы моющих средств	Типичные представители	Рабочая температура, °С
Щелочные моющие средства	Щелочи, щелочные соли	Каустическая сода, кальцинированная сода	80–100
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, ДВЛ-1, «Лабомид-315» («Ритм»), «Лабомид-312», «Лабомид-311»
Универсальные биоразлагаемые моющие средства	Концентрированные водорастворимые жидкости, разлагаемые анионоактивные, катионоактивные и неионогенные ПАВ	ЕС-очиститель, ЕС-тракшампунь 250, УМОС, «Автолик-11», ЕС-Дескалер 2, ЕС-Дескалер М	10–80

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 качество очистки деталей по ГОСТ 18206–78 от тяжелых асфальто-смолистых отложений (их более 50 % у тракторов и автомобилей), имеют относительно невысокую скорость очистки и тем самым ограничивают пропускную способность моющего 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 (кислота 70 %–76 %, ализариновое масло 20 %–28 %, оксигетилированные спирты (ПАВ) – остальное) используется для очистки деталей от асфальто-смолистых отложений. Процесс очистки предусматривает две последовательные операции: погружение деталей в 100%-й раствор АМ-15 с выдержкой в течение 30–60 мин и последующую доочистку водой или 1%-м раствором 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 деталей в препарат и выдержку в нем в течение 2–3 ч при нормальной температуре;
- ополаскивание очищенных деталей водным раствором СМС типа МС, «Темп» концентрацией 15–20 г/л.

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

Большую перспективу имеет применение универсальных биоразлагаемых 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. 2.1.3), применяются для очистки деталей, сборочных единиц и машин в виде водного раствора концентрацией 3 %–5 % при температуре 10 °С–100 °С в основном в мониторинговых 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.

Таблица 2.1.3

Универсальные биоразлагаемые ТМС

Наименование	Марка	Рекомендации по применению и основные особенности
Автошампунь	ЕС-Грепт-А-шампунь	Очистка наружных частей машин от почвенных и маслянистых загрязнений. Высокая моющая способность, сильное обезжиривающее действие. Не вызывает коррозии
	ЕС-Трак-шампунь 129	Очистка автотракторной техники от пылегрязевых 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

Наименование	Марка	Рекомендации по применению и основные особенности
Жидкий очиститель	ЕС-Десклер-2	Удаление накипи, известковых отложений с керамики, хромированных изделий, нержавеющей стали и других кислотоустойчивых поверхностей
Средство моющее	УМОС	Мойка техники от маслянистых загрязнений, удаление нагаров, лакокрасочных покрытий
	УниДар	Очистка МТП от тяжелых маслянистых загрязнений, ионов тяжелых металлов и других радиоактивных загрязнений
Концентрированный жидкий очиститель	ЕС-Люксол-К ЕС-Люксол-К2 ЕС-Люксол-К50	Очень активные. Удаление белков, животных и растительных масел и других загрязнителей со всех типов поверхностей
Специальный жидкий очиститель	ЕС-Алюклин 2 ЕС-Алюклин Экстра	Очистка очень сильно загрязненных поверхностей из алюминия и других мягких металлов. Очистка контейнеров, фасадов зданий, транспорта, оборудования, пластика, окрашенных поверхностей и других покрытий

Щелочность моющих растворов является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность очистки – способность растворов нейтрализовывать 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 pH. Теоретически он определяется как логарифм обратной величины концентрации ионов водорода, а практически – по индикаторной бумаге и по плотности раствора.



Детали с прочными загрязнениями, например асфальто-смолистыми отложениями, необходимо очищать при  $\text{pH} = 11,8\text{--}13,8$ . Для непрочных загрязнений (масляных) очистку можно вести при  $\text{pH} = 10,0\text{--}11,5$ . При снижении  $\text{pH}$  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  $\text{NaOH}$ , азотнокислого натрия  $\text{NaNO}_3$  и хлористого натрия  $\text{NaCl}$ , 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.

### ***Изучение способов 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, поэтому через 2–3 дня моющая способность этого раствора, сильно разбавленного, резко снижается. В связи с этим важное значение приобретает контроль концентрации моющего раствора.

Концентрация моющего средства определяется косвенными методами измерением параметров плотности и электропроводности (табл. 2.1.4, 2.1.5).

Таблица 2.1.4

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
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 2.1.5

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 с помощью индикаторной бумаги и по плотности раствора. Плотность раствора замеряется ареометром (ГОСТ 1300–74), содержание ТМС определяется по табл. 2.1.5.

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 в 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 мин 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 л раствора. Зная объем раствора в ванне, можно подсчитать необходимую добавку. Время определения щелочности составляет 3–5 мин.

### ***Изучение оборудования для очистки деталей и сборочных единиц***

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

Струйные изготавливают в трех исполнениях: СМ – струйные мониторные, СТ – струйные тупиковые, СП – струйные проходные. Погружные предусматривают 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, 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 мощных 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, 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 очищаемых сред, включая РЭС и ТМС, меньшая энергоемкость процесса очистки, меньшие теплопотери, малая активация очищающей среды, многообразие способов интенсификации процессов очистки.

Погружные машины являются основным оборудованием для очистки деталей от асфальто-смолистых 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 (большая скорость очистки).

С целью интенсификации процесса очистки созданы машины с вертикальным возвратно-поступательным перемещением объекта мойки (ОМ-5287), с 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.

### ***Изучение способов 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 способами.

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 более  $0,01 \text{ мг/см}^2$  водяная пленка разрывается мгновенно, при  $0,005 \text{ мг/см}^2$  разрыв наступает через 4–7 с. Для смачивания применяют холодную дистиллированную воду, в которую погружают деталь. Способ применяют для детали с шероховатостью поверхностью  $R_z < 3,2 \text{ мкм}$ .

При использовании *весового способа* загрязнения снимают путем растворения или соскабливания, взвешивают их и находят отношение к площади поверхности.

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

Остаточная загрязненность  $K$  определяется по формуле

$$K = \frac{m_1 - m_2}{A},$$

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

$m_2$  – масса образца после очистки, мг;

$A$  – площадь загрязненной поверхности,  $\text{см}^2$ .

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.

### ***Ознакомление с назначением, характеристикой и устройством моечной машины ОРГ-4990Б, обучение ее использованию***

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

а) заполнить емкости водой;

б) подогреть воду до температуры  $(80 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ ;

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):

а) отшлифовать образцы 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 одноименных образцов в три этапа – в течение 50 с (этап 1), 5 мин (этап 2) и 15 мин (этап 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 графика 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 внести в отчет разработанную на их основе схему технологического процесса.

Убрать рабочее место и сдать отчет о работе преподавателю.

### ***Мойка и очистка сборочных единиц и деталей сельскохозяйственной техники***

Очистка – одна из важнейших подготовительных операций при восстановлении деталей. Основные требования к качеству очистки – полное удаление всех загрязнений, что позволяет определить дей-

ствительное 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, вызывают 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, виброабразивный 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);

- состава 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.

### **Содержание отчета**

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 режимы 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. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие существуют виды загрязнений поверхностей деталей и сборочных единиц? Каковы их свойства?
2. Каковы наиболее простые способы удаления загрязнений с поверхностей деталей и сборочных единиц двигателей внутреннего сгорания?
3. Для каких деталей наиболее целесообразно применять механические способы удаления загрязнений? Почему?
4. В чем заключаются физико-химические основы моющего действия?
5. Какова классификация технических моющих средств, применяемых для очистки деталей и сборочных единиц?
6. Какова роль поверхностно-активных веществ при очистке?
7. Какова классификация типов моечных машин, применяемых для очистки деталей и сборочных единиц?
8. Какие существуют типы струйных моечных машин? Каковы их параметры управления процессом очистки?
9. Какие существуют типы погружных моечных машин? Каковы их параметры управления процессом очистки?



10. Какие способы используют для очистки моющих растворов в моечных машинах?

11. Какие существуют способы контроля и корректировки моющих растворов?

12. Какие существуют способы контроля качества очистки деталей и сборочных единиц?

13. Как влияют продолжительность очистки и способ активации очищающей среды на качество очистки изделий?

## **№ 2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПОСОБОМ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по восстановлению деталей машин способом дополнительной ремонтной детали (ДРД).

**Студент должен знать:** технику безопасности при применении способа ДРД, технические условия на приемку деталей в ремонт; сущность и технологический процесс устранения различных дефектов деталей способом ДРД, применяемое оборудование, приспособления и инструмент.

**Студент должен уметь:** обосновывать наиболее перспективный метод применения ДРД для различных дефектов и классов деталей, составлять технологические маршруты восстановления деталей, рассчитывать параметры ДРД, разрабатывать технические требования и технологические режимы для выполняемых операций.

### **Задание**

1. Изучить технику безопасности при выполнении работы.
2. Изучить методы и особенности устранения различных дефектов деталей с применением ДРД.
3. Выбрать и обосновать способ восстановления детали с применением ДРД.
4. Разработать технологический маршрут восстановления детали с применением ДРД.
5. Обосновать технические требования, технологические режимы, состав оборудования, приспособлений и инструмента для выполнения операций.
6. Оформить и защитить отчет.

### **Оснащение рабочего места**

1. Радиально-сверлильный станок 2Е52.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место.
3. Зенковка коническая.

4. Комплект инструмента ОР-5526-ГОСНИТИ для ремонта резьбовых соединений.
5. Резьбовые спиральные вставки.
6. Набор сверл диаметром 3,0–32,0 мм.
7. Электрическая шлифовальная машина ИЭ-2009.
8. Кондуктор специальный для сверления отверстий под фигурный паз.
9. Фигурные вставки (стягивающие и уплотняющие).
10. Пробойник.
11. Пистолет для обдува сжатым воздухом ГАРО-199.
12. Анаэробные герметики УН-8 (УН-9, АК-17 или др.).
13. Емкость с ацетоном.

### **Техника безопасности**

Работы должны выполняться только в присутствии мастера производственного обучения и по его указанию.

Применяемый слесарный инструмент должен быть исправным, не иметь трещин, заусенцев, сколов.

При проведении сверлильных операций детали должны быть прочно закреплены.

При использовании ацетона и полимерных материалов необходимо хранить их в герметичных упаковках и соблюдать требования пожарной безопасности.

### **Общие сведения**

Сущность способа дополнительных ремонтных деталей (ДРД) состоит в замене поврежденной части детали или установке дополнительных элементов (компенсаторов износа) при устранении дефектов с восстановлением первоначальной формы и размеров детали при необходимости. Рабочая поверхность ДРД по своим свойствам должна соответствовать восстанавливаемой поверхности детали.

Способ ДРД находит свое применение:

- при восстановлении внутренних и наружных цилиндрических, конических и гладких поверхностей пластинированием;
- восстановлении рабочих органов машин обрезкой и приваркой быстроизнашивающихся элементов;

- восстановлении резьбовых соединений спиральными вставками;
- заделке трещин и восстановлении герметичности фигурными вставками;
- устранении торцевого износа подвижных зубчатых передач методом осевой коррекции;
- восстановлении деталей бандажированием;
- устранении трещин, пробоин накладками и заплатами.

Соединение ДРД с основой обычно производится за счет посадок с натягом, клея, сварки, раскатки, штифтов и стопорных винтов.

Преимуществами способа ДРД являются относительная простота реализации, достаточно широкий спектр применения, возможность повышения ресурса детали. Однако применение способа ДРД не всегда экономически оправдано. В ряде случаев снижаются механическая прочность, жесткость, повышается теплонапряженность, что ускоряет изнашивание деталей в процессе эксплуатации. Необходимо также изготавливать и хранить дополнительные запасные части.

### ***Ремонт резьбовых отверстий резьбовыми спиральными вставками***

Установка спиральных вставок – относительно новый способ ремонта резьбовых отверстий в чугунных, стальных и алюминиевых деталях.

Спиральные вставки (рис. 2.2.1) изготавливают из нержавеющей проволоки ромбического сечения в виде пружинящей спирали с жесткими производственными допусками. Установленная в резьбовое отверстие детали спиральная вставка образует высококачественную гаечную резьбу с предусмотренным по нормам исходным номинальным диаметром, соответствующим ГОСТ 9150–59.

Другие преимущества постановки спиральных вставок:

- возможность получения резьбы номинального размера;
- повышение прочности резьбовых соединений, особенно в чугунных и алюминиевых корпусах;
- возможность восстановления отверстий в тонкостенных корпусных деталях;
- отсутствие термического влияния;
- снижение концентрации напряжений и улучшение восприятия динамических нагрузок;
- простота, доступность и высокое качество ремонта.

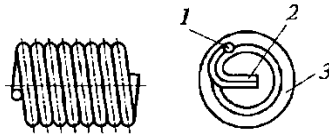


Рис. 2.2.1. Спиральная резьбовая вставка:  
1 – прорезь; 2 – поводок; 3 – спираль

**Оснастка и инструмент.** Для ремонта резьбовых отверстий применяют комплект инструмента и оснастки ОР-5526-ГОСНИТИ. Для удобства работы этот комплект размещен в двух металлических коробках. В одной коробке размещен комплект № 1 для ремонта резьбовых отверстий от М8 до М14, в другой – комплект № 2 для ремонта резьбовых отверстий от М16 до М20. Каждый комплект состоит из сверл для рассверливания изношенных резьбовых отверстий, метчиков для нарезания резьбы в рассверленных отверстиях под спиральные вставки, ключей для ввертывания спиральных вставок, бородков для удаления технологического поводка в спиральных вставках, трехгранных ключей для вывертывания бракованных вставок, набора специальных (резьбовых) вставок.

**Технологические указания.** Процесс ремонта неисправных резьбовых отверстий спиральными вставками состоит из дефектации резьбовых отверстий; рассверливания изношенной резьбы в детали до определенного размера; нарезания новой резьбы с тем же шагом под спиральную вставку; установки спиральной вставки; удаления технологического поводка; контроля отремонтированного резьбового соединения.

Дефектацию резьбового отверстия производят осмотром или проходным и непроходным резьбовыми калибрами требуемых размеров. Если при внешнем осмотре обнаружено более двух ниток сорванной или смятой резьбы либо при проверке резьбовыми калибрами-пробками непроходной калибр ввертывается в проверяемое резьбовое отверстие полностью, то оно подлежит ремонту. Подлежащие ремонту отверстия рассверливают до определенного размера, руководствуясь данными табл. 2.2.1.

В рассверленном отверстии соответствующим стандартным метчиком нарезают необходимую резьбу, например для резьбы М12×1,75 – резьбу М14×1,75 (табл. 2.2.1). Резьбу в отверстиях нарезают на ту же глубину, что была до рассверливания.

Таблица 2.2.1

Размеры отверстий под нарезание резьбы для спиральных вставок

Нормальная резьба дефектного отверстия	Диаметр сверла	Диаметр рассверленного отверстия	Размер метчика
M6	7,0	6,96–7,12	M8×1
M8	8,7	8,70–8,86	M10×1,25
M10	10,5	10,5–10,62	M12×1,5
M12	12,2	12,18–12,36	M14×1,75
M12×1,25	12,7	12,70–12,86	M14×1,25
M14	14,0	13,90–14,13	M16×2
M14×1,5	14,5	14,45–14,62	M16×1,5
M16	16,2	16,20–16,40	M18×2
M16×1,5	16,5	16,45–16,62	M18×1,5
M18	18,0	18,10–18,40	M20×2,5
M18×1,5	18,0	18,90–19,13	M20×1,25
M20	20,0	20,10–20,40	M22×2,5
M22	22,0	22,10–22,40	M24×2,5
M24	24,1	24,14–24,46	M27×3
M27	27,0	27,14–27,46	M30×3
M30	29,6	29,55–29,88	M33×3,5

Спиральную вставку надевают на головку ключа так, чтобы технологический поводок вставки вошел в паз на головке ключа. Затем ключ устанавливают перпендикулярно поверхности подготовленного резьбового отверстия и, вращая за рукоятку, ввертывают вставку в резьбовое отверстие до тех пор, пока верхний виток вставки не будет утопать на 1,0–1,5 витка от поверхности детали. После ввертывания ключ, перемещая за рукоятку, снимают с технологического поводка спиральной вставки. Технологический поводок удаляют с помощью борodka соответствующего размера ударом молотка.

Для удаления поврежденной вставки используют трехгранный ключ. Его устанавливают перпендикулярно поверхности детали, где находится отверстие с резьбовой вставкой, которую необходимо удалить, и резким ударом молотка вгоняют ключ во вставку до середины диаметра первого витка, затем, вращая ключ против часовой стрелки, удаляют вставку.

Отремонтированное спиральной вставкой резьбовое отверстие контролируют резьбовыми калибр-пробками или новым болтом соответствующего размера, которые должны ввертываться вручную на всю глубину спиральной вставки без заедания.

Фиксирующие и герметизирующие свойства посадки спиральных вставок в резьбовых отверстиях можно значительно повысить использованием при ввинчивании вставок анаэробных герметиков типа УГ-7, УГ-9 и др. Показатели эффективности применения резьбовой спиральной вставки приведены в табл. 2.2.2.

Таблица 2.2.2

Показатели технико-экономической эффективности способов восстановления резьбовых отверстий

Способ восстановления	Относительная стоимость	Коэффициент долговечности
Способ ремонтных размеров	1,00	0,95
Применение сварки	1,13	0,85
Установка резьбового свертыша	1,46	1,00
Установка резьбовой спиральной вставки	0,47	1,50

### ***Ремонт деталей с помощью фигурных вставок***

С помощью фигурных вставок можно ремонтировать трещины в головках и блоках цилиндров двигателей, корпусах коробок передач, задних мостах и других деталях. Этот метод позволяет избежать изменения структуры металла, возникновения остаточных напряжений и искажений геометрии восстанавливаемых корпусных деталей, обеспечивает гарантированную прочность соединения. Нецелесообразно применять его для трещин, проходящих через масляную магистраль, резьбовые отверстия, опоры коренных подшипников блоков цилиндров, посадочные места под подшипники, а также для трещин, расположенных в труднодоступных местах.

Фигурные вставки изготавливают из малоуглеродистой стали в виде цилиндров, соединенных между собой перемычками. Паз имеет форму вставки и представляет собой ряд цилиндрических отверстий, соединенных пропилом, по ширине равным перемычке вставки. Устраняют трещины в корпусных деталях двумя видами фигурных вставок – уплотняющими и стягивающими.

Уплотняющие вставки применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей. Их целесообразно применять для деталей с трещинами длиной не более 400 мм, шириной не более 1,5 мм, а толщина стенки детали не должна составлять менее 5 мм для тонкостенных деталей и 9 мм для толстостенных. Для обеспечения герметичности применяют эпоксидные составы или анаэробные герметики.

Стягивающие фигурные вставки применяют для стягивания трещин на плоских и внутренних цилиндрических поверхностях за счет разности шагов (0,1–0,3 мм) вставки и отверстий, просверленных по кондуктору в детали (рис. 2.2.2). Трещины с шириной раскрытия до 0,3 мм стягивают фигурными вставками, а с шириной раскрытия больше 0,3 мм предварительно стягивают струбцинами. При стягивании трещин длиной до 40 мм устанавливают посередине одну вставку. При стягивании трещин длиной свыше 40 мм вставки устанавливают на расстоянии 25–40 мм друг от друга.

В ремонт принимают детали с трещинами шириной до 0,3 мм, расположенными на плоскостях размером не менее 50×50 мм и на расстоянии не менее 25 мм от края.

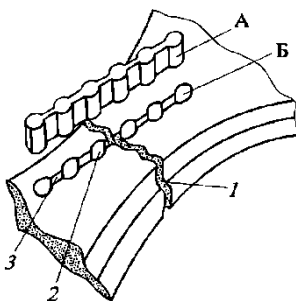


Рис. 2.2.2. Схема устранения трещин стягивающими фигурными вставками:  
А – фигурная вставка; Б – фигурный паз;  
1 – трещина; 2 – отверстие; 3 – канавка между отверстиями

Технологический процесс ремонта деталей состоит из следующих операций: дефектация; подготовка фигурного паза; запрессовка в него фигурной вставки; зачистка отремонтированного участка; проверка качества ремонта.



Дефектуют детали с помощью лупы пятикратного увеличения. Зону трещины очищают от ржавчины и определяют ее границы. При подготовке фигурного паз сверлят по кондуктору перпендикулярно трещине шесть отверстий (по три с каждой стороны) диаметром 3,5 мм, шагом 4,2 мм, глубиной 10 мм; удаляют перемычки между просверленными отверстиями специальным пробойником шириной 1,8 мм; подготовленный паз обдувают сжатым воздухом. Затем в паз запрессовывают фигурную вставку до упора и зачищают отремонтированный участок заподлицо с основным металлом.

Качество ремонта проверяют визуально, а в случае необходимости – и на гидравлическом стенде.

### ***Применение способа ДРД при ремонте зубчатых переключаемых передач осевой коррекцией***

Рассматриваемый способ ремонта переключаемых передач без восстановления первоначальной формы зубьев проводится посредством сдвига изношенных шестерен вдоль оси вала на определенную величину, чем достигаются улучшение параметров зацепления и требуемая работоспособность передач.

В ремонт принимают парные шестерни зубчатых передач, выбракованные по торцевому износу зубьев и имеющие остаточную длину зубьев не менее 0,7 первоначальной при измерении по середине головки зубьев.

Ремонт зубчатых переключаемых передач осуществляют смещением фиксированной шестерни с применением компенсаторов износа (рис. 2.2.3, а) или увеличением глубины включения (рис. 2.2.3, б).

При ремонте агрегатов, имеющих несколько зубчатых переключаемых передач, допускается комбинирование этих двух способов ремонта (табл. 2.2.3 и рис. 2.2.3).

*Таблица 2.2.3*

Зубчатые переключаемые передачи КПП тракторов МТЗ-80/82, рекомендуемые для ремонта осевой коррекцией зацепления

Передача	Обозначение шестерен	Остаточная длина зубьев, мм	Рекомендуемый сдвиг, мм	Ремонт
I	50-1701212-А 50-1701216	19–22 15–17	4	Совместно с ремонтом IV передачи

Передача	Обозначение шестерен	Остаточная длина зубьев, мм	Рекомендуемый сдвиг, мм	Ремонт
III	70-1701045 50-1701214	31–35	6	Увеличением глубины включения (только совместно с ремонтом IV передачи)
IV	50-1701048-A 50-1701216	16–18 15–17	4	Смещением фиксированной шестерни
V	50-1701048-A	15–18 15–17	4	Смещением фиксированной шестерни
Задний ход	50-1701212-A 50-1701082-1	19–22	4	Смещением фиксированной шестерни

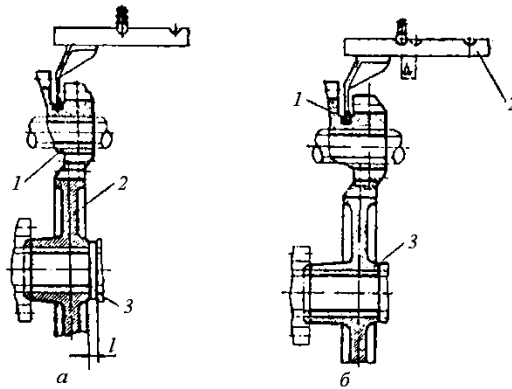


Рис. 2.2.3. Ремонт осевой коррекцией (сдвигом):

*a* – смещением фиксированной шестерни:

*1* – скользящая шестерня; *2* – фиксированная шестерня с подрезанной ступицей; *3* – компенсатор; *l* – величина сдвига;

*б* – увеличением глубины включения:

*1* – скользящая шестерня; *2* – вилка с перенесенным пазом под фиксатор; *3* – фиксированная шестерня

### **Способ замены части детали**

Изношенная часть отделяется, на ее место присоединяется (как правило, сваркой) заготовка, затем осуществляется механическая

обработка. Восстановление деталей рассматриваемым способом является общедоступным и надежным. Этот способ отличается простотой технологического процесса, позволяет повысить ресурс деталей. Однако применение ДРД не всегда экономически оправдано. В ряде случаев снижаются механическая прочность, жесткость, повышается теплонапряженность, что ускоряет изнашивание деталей в процессе эксплуатации.

### **Порядок выполнения работы**

#### *1. Восстановление резьбового отверстия спиральной вставкой:*

- продефектовать резьбовое отверстие и составить технологический маршрут на его восстановление;
- обосновать технические требования и технологические режимы выполнения операций;
- выбрать необходимое оборудование, приспособления и инструмент;
- восстановить резьбовое отверстие и проверить качество ремонта.

#### *2. Заделка трещины фигурными вставками:*

- продефектовать деталь, выявить границы и размеры трещины;
- выбрать и обосновать способ заделки трещины и тип фигурной вставки;
- составить технологический маршрут заделки трещины фигурной вставкой;
- обосновать технические требования к выполняемым операциям и состав оборудования, приспособлений и инструмента;
- произвести заделку трещины и проконтролировать качество ремонта детали.

#### *3. Восстановление посадочных отверстий в корпусной детали или зеркала гильзы цилиндров способом ДРД:*

- произвести дефектацию детали;
- выбрать и обосновать оптимальный способ восстановления детали;
- составить технологический маршрут восстановления детали для выбранного способа;
- обосновать параметры ДРД, технические требования к выполняемым операциям, технологические режимы и необходимую оснастку;
- определить способы контроля качества ремонта детали.

## **Содержание отчета**

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Выбор и обоснование способа восстановления детали с применением ДРД.
3. Расчет параметров ДРД.
4. Технологический маршрут восстановления детали.
5. Технические требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций.
6. Выводы.

## **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключаются преимущества и недостатки способа ДРД?
2. Как восстановить резьбовое отверстие спиральной вставкой и обеспечить герметичность соединения?
3. В чем заключаются технические требования к применению фигурных уплотняющих и стягивающих вставок?
4. Дайте краткий сравнительный анализ способов восстановления посадочных отверстий в картере КПП трактора МТЗ-80 с применением ДРД.
5. Приведите примеры использования способа ДРД при восстановлении рабочих органов машин. В чем заключаются их преимущества и недостатки?
6. Что такое бандажирование? Приведите примеры его использования.
7. В чем заключаются преимущества и недостатки ремонта зубчатых колес методом осевой коррекции?

### **№ 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по растачиванию и хонингованию гильз 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:**

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

#### **3.1. Растачивание 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 для строгого их соблюдения.

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, т. к. 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 незастегнутой одежде, с незастегнутыми 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 их износа 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. Его сущность 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 шесть 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 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. Эксцентricность 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 диаметром 48 мм служит для расточки отверстий диаметром от 50 до 82 мм; 78 мм – от 82 до 125 мм; 120 мм – от 125 до 200 мм. Резец крепится в резцовой головке шпинделя. Резьбовое отверстие резца служит для его подачи 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 ей) 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:

$$D_{p1} = D_{\max} + 2z + u; \quad (2.3.1)$$

$$D_{p1} = D_i + 2(u_{\max} + z); \quad (2.3.2)$$

$$D_{p1} = D_i + 2(ku_{\Sigma} + z); \quad (2.3.3)$$

$$D_{\max} = D_i + u_{\max} + u_{\min}, \quad (2.3.4)$$

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;

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

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

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

Суммарный припуск на обработку (на сторону)

$$z = z' + z'', \quad (2.3.5)$$

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

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

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

Величина каждого последующего ремонтного размера рассчитывается исходя из величины предыдущего:

$$D_{p_{n-1}} = D_{p_n} + 2(ku_{\Sigma} + z). \quad (2.3.6)$$

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

Диаметр расточки

$$D_{\text{раст}} = D_p + 2z. \quad (2.3.7)$$

### **Установка гильзы**

Установить гильзу цилиндров в приспособление (кондуктор), которое крепится непосредственно 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. 2.3.1), 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.

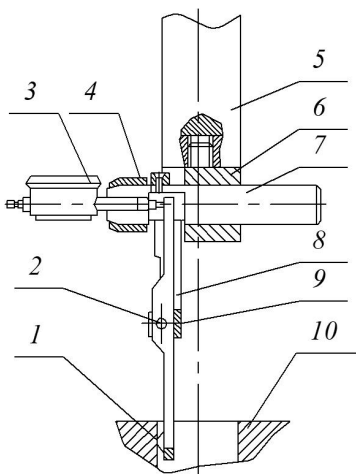


Рис. 2.3.1. Приспособление для центрирования:  
1 – упор; 2 – ось стойки; 3 – индикаторная головка;  
4 – гайка; 5 – шпиндель; 6 – колодка; 7 – державка;  
8 – рычаг; 9 – ограничитель; 10 – гильза

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.

### **Установка инструмента**

Установить в резцовую головку резец (рис. 2.3.2) и настроить его вылет  $H_p$ , рассчитанный по формуле

$$H_p = \frac{D_{\text{рем}} + d_{\text{пр}} - b}{2}, \quad (2.3.8)$$

где  $d_{\text{пр}}$  – диаметр шпинделя (диаметр резцовой головки) (для станка 2А78–78,0 мм);

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

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

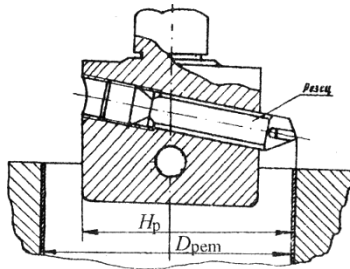


Рис. 2.3.2. Расчетная схема определения вылета и установки резца

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 существенно не снижает качества обработки поверхности, 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

$$t_{\max} = \frac{D_{\text{раст}} - D_{\min}}{2}, \quad (2.3.9)$$

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

Увеличение или уменьшение величины подачи  $s$  влияет на качество обработанной поверхности и производительность процесса 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. 2.3.2).

Таблица 2.3.2

Рекомендуемые режимы резания при расточке гильз цилиндров

Параметр расточки	Единица измерения	Материал резца			
		ВК-2, ВК-3		«Эльбор»	
		Твёрдость гильзы			
		закаленной НВ 360–440	незакаленной НВ 160–260	закаленной НВ 360–440	незакаленной 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	400–1000

Скорость резания  $V_p$  также оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности и определяется по эмпирическим зависимостям или по табл. 2.3.2.

Необходимая частота вращения шпинделя станка определяется по формуле

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V_{\text{р}}}{\pi D_{\text{раст}}}. \quad (2.3.10)$$

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

Машинное время расточки  $T$  определяется по выражению

$$T = \frac{L + l}{S n_{\text{ш}}}, \quad (2.3.11)$$

где  $L$  – длина растачиваемого цилиндра, мм;

$l$  – величина холостого хода резца ( $l = 3\text{--}5$  мм), 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.

Установка упора, ограничивающего перемещение шпиндельной бабки вверх, производится 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.

По разрешению преподавателя или учебного мастера включить основной электродвигатель нажатием на кнопку «Пуск» на панели.

По окончании расточки 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 записать результаты 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, не более: Ra 1,6 мкм.

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

Номинальный диаметр гильзы цилиндра:

– 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: 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:

– 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; 1,5 мм.

Высота гильзы: 270 мм.

Высота бурта: 9,6 мм.

Диаметр верхнего посадочного пояса: 153 мм.

Диаметр нижнего посадочного пояса: 151 мм.

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

#### ***Оснащение рабочего места***

1. Станок вертикально-хонинговальный ЗГ833.
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 МК 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.

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 совершает одновременно вращательное и возвратно-поступательное движения. При этом достигается шероховатость поверхности  $Ra < 0,32$  мкм, точность размеров 6–8 качества 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 поверх-



ность в зоне наименьшего диаметра вызывает более сильное режущее действие, а следовательно, и больший съем 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. 2.3.3 показана схема установки хона в процессе хонингования.

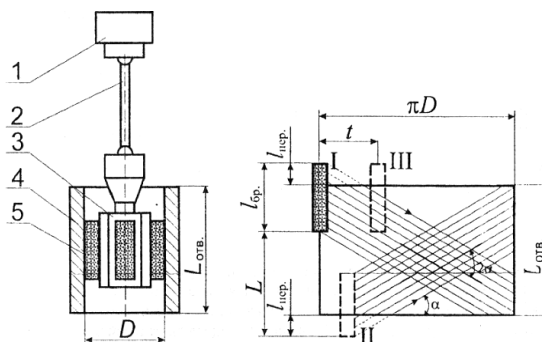


Рис. 2.3.3. Схема установки хона в процессе хонингования:

- 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: 80 %–90 % – керосин, 10 %–20 % – индустриальное масло 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 в 50–100 раз стойкость инструмента;
- 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 прямолинейной, 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, т. к. 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  $\frac{1}{3}$  их длины.

Чрезмерное увеличение величины выхода брусков вызывает появление «корсетности», т. е. 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. Расстояние между верхним краем бруска в нижнем положении головки и нижним краем бруска и верхним положением головки должно составлять не менее 5 мм. При несоблюдении этих требований происходит повышенный съем металла в средней части цилиндра и образование бочкообразной его формы.

Наряду с хонингованием абразивными и алмазными брусками для окончательной механической обработки гильз цилиндров 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

$$V_{\text{вр}} = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.3.12)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

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

Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки

$$V_{\text{ВП}} = \frac{2L n_{\text{ДВХ}}}{1000}, \quad (2.3.13)$$

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:

$$L = L_{\text{отв}} + 2l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}, \quad (2.3.14)$$

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

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

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

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

Окружная  $V_{\text{вр}}$  и возвратно-поступательная  $V_{\text{ВП}}$  скорости при хонинговании определяются в зависимости от материала и твердости обрабатываемых деталей, а также хонинговальных брусков (табл. 2.3.3).

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.

Таблица 2.3.3

Рекомендуемые режимы хонингования гильз цилиндров  
двигателей внутреннего сгорания

Параметры хонингования	Материал брусков			
	Карбокорунд зеленый		Синтетические алмазы	
	Чугун серый			
	закаленный НВ 360–440	незакаленный НВ 160–260	закаленный НВ 360–440	незакаленный НВ 160–260
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Окружная скорость, м/мин	40–60	60–70	60–80	60–80
Скорость возвратно- поступательного движения, м/мин	7,5–15,0	7,5–15,0	7,5–15,0	7,5–15,0
Припуск на диаметр при хонинговании, мм: – предварительном; – окончательном	0,04–0,08 0,005–0,010			
Радиальная подача при хонинговании, мм/об: – предварительном (черновом); – окончательном (чистовом)	0,001–0,002 0,0005–0,0010			
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	100 % – керосин или смесь: 80 %–90 % – керосин, 10 %–20 % – масло И21А		Керосин или смесь: 50 % – керосин, 50 % – масло И21А	
Материал (марка) брусков при хонин- говании:				

1	2	3	4	5
– предварительном (черновом);	КЗ 10СТ1-К		АСР зернистостью	АСР зернистостью
– окончательном (чистовом)			80, 100 мкм	40, 50 мкм
	КЗ М20СМ1-К		АСМ зернистостью	АСМ зернистостью
			20, 28 мкм	14, 20 мкм

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

### ***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  $\frac{2}{3}$  длины бруска (длина бруска – 150 мм). Затем, выставив кулачок, расположенный на лимбе (коробка подач), ограничивающий движение ползуна вверх, с помощью ручного ввода установить хонинговальную головку так, чтобы она выходила внизу из обрабатываемого отверстия на  $\frac{1}{3}$  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 на кнопку «Шпиндель пуск» и открытием крана охлаждения начинают процесс хонингования.

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

Для повторного ввода хонинговальной головки бруску необходимо ввести 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 подач.

### **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 по форме табл. 2.3.4.

Таблица 2.3.4

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
<b>Перед хонингованием</b>							
I-I							
II-II							
III-III							
<b>После хонингования</b>							
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 по формуле

$$2z' = D'_p - D_{\min}, \quad (2.3.15)$$

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

$D_{\min}$  – минимальный диаметр расточенного цилиндра, мм, определяется по журналу измерений (см. табл. 2.3.4).

### **Расчет режимов обработки**

Выбрать по рекомендациям табл. 2.3.3 значения скорости вращательного и возвратно-поступательного движений хонинговальной головки. Рассчитать частоту вращения шпинделя по формуле

$$n_x = \frac{V_{\text{вп}} \cdot 1000}{\pi D_p} \quad (2.3.16)$$

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

Определить величину перебега брусков по формуле

$$l_{\text{пер}} = \frac{1}{3} l_{\text{бр}}. \quad (2.3.17)$$

Рассчитать величину хода хонинговальной головки по формуле (2.3.14).

Определить число двойных ходов хона в 1 мин:

$$n_2 = \frac{V_{\text{вп}}^c \cdot 1000}{2L}. \quad (2.3.18)$$

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

$$n_1 = \frac{z'}{t_1}, \quad (2.3.19)$$

где  $z'$  – припуск на сторону, мм;

$t_1$  – слой металла, снимаемый за один двойной ход хона ( $t_1 = 0,0004\text{--}0,0020$  мм для чугуна,  $t_1 = 0,0010\text{--}0,0016$  мм для закаленной стали), мм.

Определить основное машинное время:

– при предварительном (черновом) хонинговании:

$$T_{\text{оп}} = kz'_{\text{п}} = 0,126z'_{\text{п}}; \quad (2.3.20)$$

– при окончательном (чистовом) хонинговании:

$$T_{\text{оо}} = kz'_{\text{о}} = 0,121z'_{\text{о}}, \quad (2.3.21)$$

где  $z'_{\text{п}}$ ,  $z'_{\text{о}}$  – припуск на сторону при предварительном и окончательном хонинговании соответственно, мм.



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

$$T_i = \frac{n_1}{n_2}. \quad (2.3.22)$$

### 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:

- 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 на кнопку «Общий стоп»);

- поставить переключатель режимов в положение «Ввод хона»;

- нажать на кнопку «Подача-пуск» для включения электродвигателя подач (при самопроизвольном опускании ползуна нажать на 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 на 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 находиться в положении «Вверх», а торец второго кулачка – соприкаться с поводком конечного переключателя реверса);

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

Произвести обработку гильзы:

– маховиком механизма разжима разжать бруски на требуемое усилие;

– открыть кран подачи охлаждающей жидкости;

– нажать на кнопку «Шпиндель-пуск» и произвести хонингование гильзы цилиндра в течение рассчитанного  $T_0$ .

### Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Краткое описание последовательности выполнения работы и необходимые расчеты, эскизы, схемы.
3. Результаты обмера цилиндра двигателя до и после расточки.
4. Краткое описание и схема процесса хонингования.
5. Выбор и расчет режимов хонингования.
6. Операционное описание технологического процесса хонингования.

### 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. Абразивные бруски какой зернистости и твердости рекомендуются для чернового и чистового хонингования? Назовите рекомендуемые бруски для алмазного хонингования. Каковы 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 способы обработки гильз цилиндров кроме расточки и хонингования на ближайший ремонтный размер. В чем их преимущества и недостатки?

11. В чем заключается сущность способа восстановления гильз цилиндров методом ремонтных размеров?

12. Какие модели расточных станков используются в ремонтном производстве для расточки гильз цилиндров двигателя?

13. Изложите методику обоснования ближайшего ремонтного размера гильзы цилиндра.

14. Изложите технологию расточки гильз цилиндров.

15. Как рассчитывается вылет резца при расточке гильзы цилиндра?

## № 4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

**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.

**Студент должен уметь:** проектировать технологический процесс восстановления коленчатых валов автотракторных двигателей.

### Задание

1. Изучить технологию и оборудование для восстановления коленчатых валов.
2. Произвести дефектацию коленчатого вала.
3. Разработать технологический процесс восстановления коленчатого вала.
4. Получить практические навыки по восстановлению коленчатого вала методом ремонтных размеров.
5. Оформить отчет о 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 подписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. Запрещается вносить и хранить легковоспламеняющиеся вещества, курить. 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 осуществлять действия, непосредственно не связанные с выполнением практической работы, включать станок.

Опасными факторами являются незакрепленная деталь, вращающиеся детали и шлифовальный круг.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправности немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

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 повернуть коленчатый вал от руки и убедиться, что вал не задевает абразивного круга.

Перед работой на станке необходимо: застегнуть рукава; убрать концы галстука, косынки; убрать волосы под головной убор.

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 подводить к детали плавно. 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 и подручными средствами ликвидировать очаг огня, при необходимости вызвать пожарную команду по телефону 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, при необходимости вызвать скорую помощь по телефону 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 HRC 52–62, чугунных до HRC 40–65. 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;
- торцевое 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, 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 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 восстановления показана на рисунке. 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 одноконтантного 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.

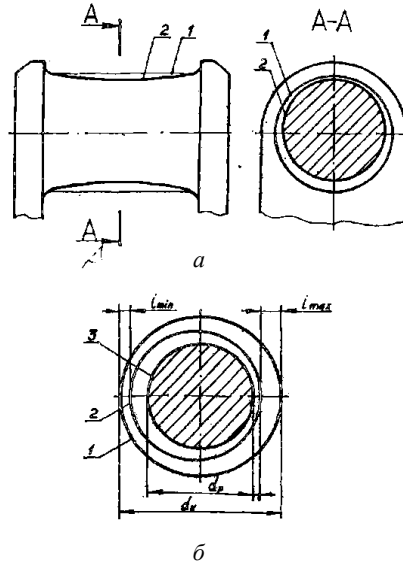


Рис. Схема износа (а) и расчетная схема определения ремонтного размера шейки вала (б):  
 1 – профиль новой шейки; 2 – профиль изношенной шейки;  
 3 – профиль шейки, обработанной под ремонтный размер

Ближайший ремонтный размер шеек вала можно определить по одной из следующих формул:

$$d_{p1} = d_n - 2(ki + b); \quad (2.4.1)$$

$$d_{pn} = d_{p(n-1)} - 2(ki + b), \quad (2.4.2)$$

где  $d_{p1}$  – ремонтный размер, мм;

$d_{pn}$  – последний ремонтный размер шейки, мм;

$d_n$  – номинальный размер шейки, мм;

$i$  – величина износа шейки, мм;

$b = 0,03-0,05$  – припуск на механическую обработку шейки на сторону;

$k$  – 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;
- концентричность других цилиндрических поверхностей к цилиндрическим поверхностям коренных шеек, расположенных на одной геометрической оси с ними;
- перпендикулярность торца фланца геометрической оси коренных шеек вала;
- постоянство радиуса кривошипа;
- соосность парных шатунных шеек;
- 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.

При восстановлении деталей рекомендуют использовать те же установочные базы, что и при изготовлении, однако, учитывая специфику технологии изготовления коленчатых валов, это условие не всегда удается выполнить. Так, 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, затем крайние), т. к. после их механической обработки из-за перераспределения внутренних напряжений нарушается соосность коренных шеек. После обработки шатунных шеек шлифуют коренные. Все одноименные шейки коленчатого вала после шлифования должны иметь ремонтный размер одной категории.

Рекомендуется выполнять черновое и чистовое шлифование шеек, соблюдая следующие 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, при чистовом 0,2–0,3.

Шлифование шеек должно вестись при обильном охлаждении эмульсией. В качестве эмульсии 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 количество случаев брака 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 0,63–1,25 мкм.

#### *Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-243*

Материал детали: сталь 45.

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек: HRC 50–62.

Термообработка шатунных и коренных шеек: высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя: 2,5–3,0 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования: Ra 0,63–1,25 мкм.

Шероховатость обработанной поверхности после полирования: Ra 0,16–0,32 мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки, не более: 0,010 мм.

Радиус кривошипа вала:  $(62,5 \pm 0,04)$  мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек:  $4,0_{-0,5}^{+0,2}$ .

*Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-260*

Материал детали: сталь 40Х2АФЕ (ТУ14-1-2710–79).

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек: HRC 53–63.

Термообработка шатунных и коренных шеек: высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя, не менее: 2 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования: Ra 1,25–0,63 мкм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после полирования: Ra 0,16–0,32 мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки, не более: 0,005 мм.

Радиус кривошипа вала:  $(62,5 \pm 0,04)$  мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек:  $4,0_{-0,5}^{+0,2}$ .

Номинальные размеры шеек:

– коренных 1Н:  $85,25_{-0,104}^{-0,095}$ ;

– 2Н:  $85,00_{-0,104}^{-0,095}$ ;

– шатунных 1Н:  $73,00_{-0,119}^{-0,100}$ ;

– 2Н:  $72,75_{-0,119}^{-0,100}$ .

## **Нормирование технологического процесса восстановления**

Техническая норма времени на выполнение операции рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (2.4.3)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$T_o$  – основное время, мин;

$T_{\text{в}}$  – вспомогательное время, мин;  
 $T_{\text{д}}$  – дополнительное время, мин;  
 $T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время, мин;  
 $n$  – число обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время на шлифование врезанием шеек коленчатого вала определяется по формуле

$$T_o = \frac{tk}{nS_n}, \quad (2.4.4)$$

где  $t$  – припуск на обработку, мм;  
 $k = 1,8-2,0$  – коэффициент, учитывающий выглаживание;  
 $S_n$  – поперечная подача шлифовального круга, мм/об;  
 $n$  – частота вращения детали, мин.

Основное время при шлифовании на проход

$$T_o = \frac{Li}{nS_{\text{пр}}}, \quad (2.4.5)$$

где  $L$  – ширина шейки, мм;

$$i = \frac{t}{S_n} \text{ – количество проходов;}$$

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали.

### **Порядок выполнения работы**

Изучить технику 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 (2.4.1) или (2.4.2).

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 центросместители 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 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, прижав одной рукой основание приспособления к верхней и боковой поверхностям верхнего стола, а другой рукой подняв рукояткой штангу с призмой до упора снизу со шлифуемой шейкой. Поворачивая коленчатый вал в патронах, добиться, чтобы губки призмы прилегали 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 параллельна 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: 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, путем сравнения показаний индикатора при обоих положениях вала определить величину смещения шейки относительно оси вращения и, если необходимо, произвести регулировку (допускается отклонение не более  $0,05\text{--}0,06$  мм);

– произвести статическую балансировку планшайб и патронов совместно с установленным коленчатым валом при отсоединенном от звездочки шпинделе (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 он не задевает шлифовальный круг;

– включить электродвигатели передней бабки и шлифовального круга. Подвести шлифовальный круг до соприкосновения с шейкой вала и подать одной из галтелей 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  $0,03\text{--}0,05$  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 ( $0,03\text{--}0,05$  мм) до получения ремонтного размера у одной галтели шейки и продольным перемещением стола прошлифовать всю шейку, а затем обратным ходом стола 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, ввернув 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 осуществить контроль шероховатости обработанной поверхности детали.

Снять коленчатый вал со станка.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

## **Содержание отчета**

1. Наименование и цель практической работы.
2. Анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали: наименование детали; материал; масса; твердость; условия работы; дефекты; эскиз детали с указанием габаритных размеров и местонахождения дефектов.
3. Технологический процесс восстановления шеек коленчатого вала и технологические режимы выполнения операций.
4. Выводы.

## **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 коренных шеек.



## **№ 5. ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ И НАПЛАВКИ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления деталей машин сваркой и наплавкой в среде  $\text{CO}_2$  и смесях 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  $\text{CO}_2$  или в смесях защитных газов.

### **Задание**

1. Изучить технологию и оборудование поста сварки в среде  $\text{CO}_2$  и в смесях защитных газов.
2. Разработать технологический процесс восстановления деталей сваркой в среде  $\text{CO}_2$  или в смесях защитных газов.
3. Приобрести практические навыки по восстановлению деталей сваркой в среде  $\text{CO}_2$  или в смесях защитных газов.
4. Оформить технологический процесс восстановления детали.

### **Оснащение рабочего места**

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Установка для сварки в среде  $\text{CO}_2$  и в смесях защитных газов «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, соблюдать правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

В помещении, где производится работа, должны иметься 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: не касаясь пострадавшего, разомкнуть электрическую цепь путем выключения рубильника и, если пострадавший не подает признаков жизни, 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 сварки (наплавки) заключается 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 расплавленного металла зоны сварки (наплавки) изолируются от кислорода, водорода, азота, воздуха (рис. 2.5.1).

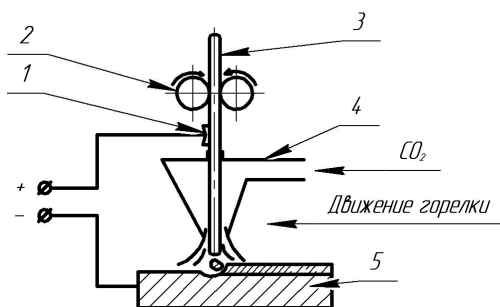


Рис. 2.5.1. Схема сварки (наплавки) в углекислом газе:

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  $\text{CO}_2$  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)  $\text{CO}_2$  или защитных газовых смесей осуществляется по схеме: баллон, подогреватель, осушитель, понижающий редуктор-расходомер, наплавочная головка. Подогрев и осушение  $\text{CO}_2$  необходимы в целях устранения возможной закупорки льдом отверстий в редукторе-расходомере, которая может произойти от расширения газа, а также для предотвращения пористости.

Эти технические газы, традиционно используемые в других целях и относительно недавно открытые для сварки, обеспечивают при смешивании не достижимые 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  $\text{CO}_2$ ) 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 перестал 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 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: производительностью, 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.

Сравнительная оценка технологических характеристик сварочной дуги и механических свойств наплавленного металла наглядно показывает эффективность применения газовых смесей по сравнению с  $\text{CO}_2$ .

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

Учитывая, что смесь газов на основе аргона легче, чем  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{CO}_2$ , даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки и присутствии на поверхности проволоки следов окислов и ржавчины.

Для полуавтоматической сварки в среде  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  или защитных газовых смесей в зону наплавки. Наплавку в среде  $\text{CO}_2$  ведут на постоянном токе при обратной полярности.

Под действием температуры дуги  $\text{CO}_2$  диссоциирует на окись углерода и атомарный кислород:



Окись углерода диссоциирует частично:

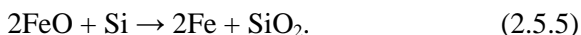
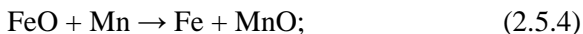


Атомарный кислород высокоактивен и способен окислять все элементы, входящие в состав проволоки и основного металла, в т. ч. железо:



Выделение газообразной окиси приводит к образованию пор. Этим объясняется окислительное действие  $\text{CO}_2$  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; ППЧ×2В8Т и др.

На качество сварки и наплавки в среде  $\text{CO}_2$  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. Значение 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 значение вылета может находиться 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 разбрызгивание металла.

Области применения различных газовых смесей при сварке плавящимся электродом приведены в табл. 2.5.1, режимы сварки – в табл. 2.5.2 и 2.5.3. Данные смеси проверены практикой, что позволяет рекомендовать их для получения качественного сварного соединения (табл. 2.5.4).

Таблица 2.5.1

Рекомендуемые режимы сварки (наплавки) в среде CO<sub>2</sub>

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	100–110	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

Таблица 2.5.2

Рекомендации по применению защитных газовых сварочных (наплавочных) смесей

Состав газовой сварочной смеси	Свариваемые материалы	Область применения
80 %–95 % Ar + + 5 %–20 % CO <sub>2</sub>	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Стабильность дуги. Сварка металлов широкого спектра толщины
92 % Ar + + 6 % CO <sub>2</sub> + + 2 % O <sub>2</sub>		Капельный или струйный перенос электродного металла. Рекомендуется для сварки металлов малой толщины



Состав газовой сварочной смеси	Свариваемые материалы	Область применения
85 % He + + 13,5 % Ar + + 1,5 % CO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>		Низкий уровень армирования металла шва и околшовной зоны. Подходит для сварки металлов широкого спектра толщины
60 % Ar + + 38 % He + + 2 % CO <sub>2</sub>		Капельный или струйный перенос электродного металла. Придает стабильность дуге, что обеспечивает низкий уровень разбрызгивания и снижает появление дефектов шва
70 % Ar + + 30 % He	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 % Ar + + 50 % He		Инертная, наиболее универсальная газовая смесь для сварки материалов любой толщины
30 % Ar + + 70 % He		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

Таблица 2.5.3

## Рекомендуемые режимы сварки в среде защитных газов плавящимся электродом

Материал	Толщина, мм	Рекомендуемая смесь	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость сварки, мм/мин	$I_{св}$ , А	$U_d$ , В	Скорость подачи проволоки $v_{пш}$ , м/мин	Расход газа, л/мин
Углеродистые конструкционные стали	1,0	92 % Ar + 6 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	0,8	350–600	45–65	14–15	3,5–4,0	2
	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	4
	3,0	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,0	280–520	120–160	17–19	4,0–5,2	5
	6,0	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,0	300–450	140–160	17–18	4,0–5,0	5
	6,0	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	420–530	250–270	26–28	6,6–7,3	6
	10,0	92 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	300–450	140–160	17–18	3,2–4,0	5
	10,0	82 % Ar + 18 % CO <sub>2</sub>	1,2	400–480	270–310	26–28	7,0–7,8	6
	>10,0	82 % Ar + 18 % CO <sub>2</sub>	1,2	300–450	140–160	17–18	3,2–4,0	5
>10,0	92 % Ar + 20 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	1,2	370–440	290–330	28–31	3,2–4,0	7	
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	2
	3,0	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,0	400–600	100–125	16–19	5,0–6,0	3
	6,0	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,0	280–520	120–150	16–19	4,0–6,0	4
	6,0	55 % He + 43 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	500–650	220–250	25–29	7,0–9,0	4
	10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	250–450	120–150	16–19	4,0–6,0	4
	10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	450–600	260–280	26–30	8,0–9,5	4
	>10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	220–400	120–150	16–19	4,0–6,0	5
	>10,0	38 % He + 60 % Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	1,2	400–600	270–310	28–31	9,0–10,5	5
1,6	30 % He + 70 % Ar	1,0	450–600	70–100	17–18	4,0–6,0	4	

Материал	Толщина, мм	Рекомендуемая смесь	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость сварки, мм/мин	$I_{св}$ , А	$U_{д}$ , В	Скорость подачи проволоки $v_{п}$ , м/мин	Расход газа, л/мин
Алюминий и его сплав	3,0	30 % He + 70 % Ar	1,2	500–700	105–120	17–20	5,0–7,0	4
	6,0	30 % He + 70 % Ar	1,2	450–600	120–140	20–24	6,5–8,5	4
	6,0	50 % He + 50 % Ar	1,2	550–800	160–200	27–30	8,0–10,0	4
	10,0	50 % He + 50 % Ar	1,2	450–600	120–140	20–24	6,5–8,5	6
	10,0	50 % He + 50 % Ar	1,6	500–700	240–300	29–32	7,0–9,0	6
	>10,0	50 % He + 50 % Ar	1,2–1,6	400–500	130–200	20–26	6,5–8,0	8
	>10,0	70 % He + 30 % Ar	1,2–1,6	450–700	300–500	32–40	9,0–14,0	8

Таблица 2.5.4

Рекомендуемые режимы сварки в смесях газов  $Ar + 12\% - 18\% CO_2$   
(сварочная проволока Св08Г2С ГОСТ 2246-70)

$I_{св}$ , А	$U_d$ , В	$G$ , 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	25	2,0	0,7
400–410	31–32	5,4			0,5
400–410	30–31	5,3			0,8
450–460	32–33	6,5			1,1

*Примечание:*  $I_{св}$  – сварочный ток, А;  $U_d$  – 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, %.

Полуавтоматическую сварку выполняют с наклоном горелки вперед или назад под углом  $5^\circ - 15^\circ$ . 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 %.

Автоматическую наплавку ответственных деталей с твердостью рабочих поверхностей HRC 45–55 необходимо проводить проволокой Нп-30ХГСА 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  $70^\circ - 90^\circ$ .

Обработка сварных швов производится ручной шлифмашинкой ГОСТ 12633–79.

Контроль качества восстановления осуществляется путем визуального осмотра. Не допускаются отслоение, растрескивание, поры, трещины и т. д.

### Оборудование для сварки и наплавки в среде $\text{CO}_2$ и в смесях защитных газов

Для сварки в среде  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ .

Для автоматической наплавки на цилиндрические поверхности оборудование полуавтомата монтируется на токарных станках.

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

На рис. 2.5.2 приведена схема устройства поста для сварки и наплавки в среде  $\text{CO}_2$  и смесей защитных газов.

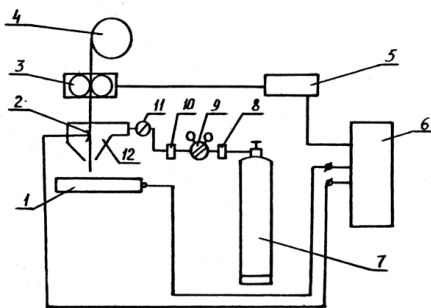


Рис. 2.5.2. Схема устройства поста для сварки (наплавки) в среде углекислого газа и смесей защитных газов:

- 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

В табл. 2.5.5 приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров. Сварка образцов произведена проволокой марки Св-10ГСМТ,  $d = 1,4$  мм.

Таблица 2.5.5

Сравнительные технологические характеристики защитных газовых смесей

Защитный газ	$I_{св}, А$	$U_{дс}, В$	$Q, кг/ч$	$Y, \%$	$a_{нб}, \%$
CO <sub>2</sub>	200–210	22–23	2,3	4,7	1,5
	300–310	30–33	4,3	6,7	2,0
97 % Ar + 3 % O <sub>2</sub>	200–210	21–22	3,0	1,4	0,2
	300–310	29–30	4,7	0,5	–
82 % Ar + 18 % CO <sub>2</sub>	200–210	24–25	3,0	3,8	0,3
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,3
78 % Ar + 20 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	200–210	25–26	3,7	3,2	0,2
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,2
86 % Ar + 12 % CO <sub>2</sub> + 2 % O <sub>2</sub>	200–210	21–22	3,1	1,4	0,2
	300–310	29–30	5,2	0,5	–

*Примечание:*  $Q$  – 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, %.

Выпрямители типа ВС (ВС-300; ВС-500; ВС-300 и др.) 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 – полоогопадающие.

Выпрямители при сварке в CO<sub>2</sub> и в смесях защитных газов используются с поглощающей или жесткой внешней характеристикой.

Выпрямители типа ИПП имеют полоогопадающую 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 (в пределах каждой ступени) регулировку напряжения. Плавное изменение напряжения можно выполнять под нагрузкой, грубое – при отключенной нагрузке.

Выпрямитель типа ВДГ-301 в основном имеет электрическую схему, подобную выпрямителям ИПП.

Выпрямители типов ВСС и ВД имеют падающую внешнюю характеристику. Выпрямительные блоки ВСС-120-4, ВСС-300-3, ВД-102, ВД-302 собраны из селеновых вентилей, а ВД-101, ВД-301, ВД-303 – из кремниевых вентилей.

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 плогопадающих внешних характеристик.

Источники для импульсно-дуговой сварки в  $\text{CO}_2$ , разработанные и выпускаемые в последнее время, имеют вольтамперную характеристику с крутопадающей частью, переходящей в плогопадающую с увеличением тока, и позволяют качественно сваривать тонкий металл с высокой производительностью и небольшим разбрызгиванием.

В табл. 2.5.6 приведена техническая характеристика отдельных источников тока для сварки в  $\text{CO}_2$  и смесях защитных газов.

Таблица 2.5.6

Техническая характеристика выпрямителей для сварки в  $\text{CO}_2$   
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	43,0	30–300	19–38
ВС-500	500	54,5	50–500	20–45
ИПП-300П	300	50,0	60–300	16–28
ИПП-500А	500	63,0	80–500	28–40
ВДГ-301	300	46,0	40–350	17–25
ВДГ-502	500	60,0	60–500	25–50
ВД-301	300	68,0	40–300	16–30

Сварочные горелки предназначены для подвода к месту сварки электродной проволоки, тока и защитного газа. При сварке током до 500 А 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  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{CO}_2$  или смесей защитных газов, при испарении которого получают 12,5 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  или смесей защитных газов.

Для получения углекислого газа или смеси защитных газов необходим подвод тепла для их испарения. При температуре баллона 22 °С–25 °С 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 °С–80 °С, что предотвращает возможную закупорку льдом отверстий редуктора.

Осушители газа обеспечивают поглощение влаги. Осушители бывают высокого и низкого давления, 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 °С–300 °С.

Газовый клапан обеспечивает предварительную или одновременную с зажиганием дуги подачу газа и прекращение подачи  $\text{CO}_2$  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.



С учетом окисления и испарения элементов и получения плотных швов с высокими механическими свойствами для сварки в  $\text{CO}_2$  и его смесях разработано и серийно выпускается значительное количество электродных проволок с повышенным содержанием кремния, марганца и других элементов-раскислителей (ГОСТ 2246–70, ГОСТ 10543–75).

Наибольшее распространение при сварке в  $\text{CO}_2$  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-3ОХГСА и др.

Наличие на сварочной проволоке следов антикоррозийной смазки и других загрязнений снижает стабильность процесса, повышает разбрызгивание, снижает качество шва. Особенно ухудшается процесс сварки при наличии на проволоке ржавчины.

Для удаления ржавчины и других загрязнений рекомендуется травление проволоки или механическая очистка с последующей прокалкой 1,5–2,0 ч 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 %  $\text{NaNO}_2$  и 1 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 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 0,8–1,0 мм. Сварка черных металлов ведется в среде  $\text{CO}_2$  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	500×350×420

### 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 0,5–2,0 мм рекомендуется проволока диаметром 0,8 мм, для деталей толщиной 1,5–4,0 мм – диаметром 1,0 мм.

Подбор режима сварки:

- установить переключатель *SA1* на панели полуавтомата в положение, соответствующее толщине металла: чем толще металл, тем выше напряжение; установить регулятор скорости подачи проволоки *R9* в крайнее левое положение;

- начав сварку, увеличивать скорость подачи проволоки до тех пор, пока процесс сварки не станет непрерывным и стабильным. Перед сваркой тумблер *S2* должен находиться вверх (в положении *ON*).

Для автоматического режима сварки следует переключить тумблер *S3* вверх, задать потенциометром *R10* необходимую длительность сварки, а *R11* – длительность паузы. Переключить тумблер *S2* вверх – на подачу газа. Нажать на курок *S1* пистолета сварочного шланга. Потенциометром *R9* добиться нужной скорости подачи сварочной проволоки.

Сварку и наплавку провести в следующем порядке:

- установить горелку на расстоянии 2–4 см от свариваемого изделия под углом 15°–30°;

- нажать на курок *S1* и начать сварку. Скорость перемещения горелки должна быть такой, чтобы шов не имел пропусков. Процесс сварки следует наблюдать через щиток сварщика. При сварке тонкого металла рекомендуется подкладывать под место сварки медную пластину или вести сварку короткими швами, давая месту сварки остыть во время пауз (табл. 2.5.7).

Технологические параметры установки «Гефест»

Степень сварочного напряжения	Номинальный сварочный ток, $A$	Напряжение холостого хода, $\sim B$	ПВ*, %, цикл 5 мин
1	30	16,0	80
2	55	17,5	70
3	70	19,5	60
4	90	21,5	55
5	100	24,0	50
6	125	27,0	40
7	140	30,0	30
8	160	32,0	20

\* Пауза–возобновление.

### Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций (штучно-калькуляционное время, мин) рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (2.5.6)$$

где  $T_o$  – 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

$$T_o = \frac{60MK_1K_2}{\alpha I}, \quad (2.5.7)$$

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 для процесса наплавки определяется по формуле

$$T_0 = \frac{L + \Delta_1 + \Delta_2}{nS}, \quad (2.5.8)$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (2.5.9)$$

где  $V$  – скорость наплавки, м/ч;

$d$  – диаметр восстанавливаемой детали, мм.

Вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время ( $T_v, T_d, T_{пз}$ ) определяются по нормативам.

Установка для полуавтоматической наплавки (сварки) в среде углекислого газа имеет газовую аппаратуру, механизм подачи проволоки и источник питания. Газовая аппаратура (рис. 2.5.3) 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 – 0,05–0,20 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 составляет 17–22 В при диаметре проволоки 0,5–1,2 мм и 23–28 В при диаметре проволоки 1,2–2,0 мм. Плотность тока – 150–200 А/мм<sup>2</sup>.

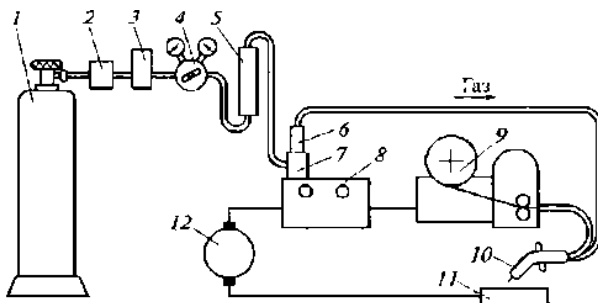


Рис. 2.5.3. Схема установки для полуавтоматической сварки и наплавки в среде углекислого газа:

- 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 – 2,0–3,5 диаметра проволоки за один оборот детали.

Рекомендуемые технологические режимы сварки и наплавки деталей тракторов приведены в табл. 2.5.8, 2.5.9.

В качестве электродного материала при сварке (наплавке) в углекислом газе применяют сплошные и порошковые проволоки.

Под действием высокой температуры углекислый газ  $\text{CO}_2$  при сварке распадается на оксид углерода  $\text{CO}$  и атомарный кислород, окисляющий наплавленный металл. Поэтому при наплавке (сварке) в углекислом газе используют проволоку с повышенным содержанием марганца и кремния, которые являются 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 2.5.8

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

Таблица 2.5.9

Рекомендуемые режимы наплавки в среде углекислого газа

Диаметр детали, мм	Толщина наплаваемого 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 технику безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы сварки (наплавки) в среде  $\text{CO}_2$  или смеси защитных газов.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

Произвести восстановление детали сваркой (наплавкой) в среде  $\text{CO}_2$  или в смеси защитных газов.

Снять деталь и убрать рабочее место.

Произвести визуальный контроль восстановленной детали.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Содержание отчета**

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Принципиальная схема установки для сварки и наплавки в среде углекислого газа.
3. Выбор и обоснование режимов сварки и наплавки.
4. Схема 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**

1. В чем заключается сущность процесса сварки в среде  $\text{CO}_2$  и защитных газовых смесях?
2. Каковы область применения, преимущества и недостатки восстановления деталей в среде  $\text{CO}_2$  и защитных газовых смесях?
3. Почему при восстановлении деталей в среде  $\text{CO}_2$  применяют электродную проволоку, содержащую раскислители?
4. Каково назначение подогревателя и осушителя в установке для восстановления деталей в среде  $\text{CO}_2$ ?
5. Какие марки проволоки применяются при восстановлении деталей в среде  $\text{CO}_2$  и защитных газовых смесях?
6. Какие дефекты поверхности могут возникать при восстановлении деталей в среде  $\text{CO}_2$  (защитных газовых смесях)? Какие меры необходимо предпринимать для их устранения?

## **№ 6. ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ 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**

1. Изучить технологию и оборудование для сварки чугунных деталей.
2. Разработать технологический процесс восстановления чугунных деталей сваркой.
3. Приобрести практические навыки по восстановлению чугунных деталей сваркой.
4. Оформить технологический процесс восстановления детали.
5. 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 14651–78.
13. Очки защитные ГОСТ 12.4.008–71.



14. Присадочная проволока ПАНЧ-11.
15. Электроды для ручной дуговой сварки.
16. Фартук 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 иметься 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 расплавления 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 удовлетворительной обрабатываемостью. В зависимости от условий работы соединения к нему могут предъявляться и другие требования (одноцветность, жаростойкость и др.).

Затруднения в получении качественных сварных соединений обусловлены следующими причинами.

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 ( $7,4\text{--}7,7\text{ г/см}^3$ ), чем серый чугун ( $6,9\text{--}7,3\text{ г/см}^3$ ), 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 возникновению непроваренных участков.

Чугуны неоднородны по своему химическому составу и засорены различными примесями, поэтому результаты сварки чугунных деталей одинаковой марки могут быть различны.

Есть виды чугунных изделий, которые практически не поддаются сварке, например выполненные из так называемого горелого серого чугуна. Горелым он называется потому, что подвергался длительному воздействию высокой температуры (плита на печке), кислот, пара и т. д. Из-за пористости чугуна в подобных случаях окисление проникает на всю толщину металла, обволакивая металлические зерна пленкой окислов и делая металл рыхлым, механически непрочным и не смачиваемым никаким жидким металлом. При попытке сварки дугой в стык от температуры скатываются шарики полуметалла, а стык углубляется на их объем и образует канавку. Плохо свариваются и 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 околшовной 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 этапов: 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 ее дегазации, а также уменьшения температурного градиента, термических напряжений. Для сварки используют плавящиеся электроды со стержнями из чугуна марок А или Б. В состав покрытия, наносимого на литые прутки диаметром 5–20 мм, входят стабилизирующие и легирующие материалы. В качестве последних обычно используют графит, карборунд, ферросилиций, силикокальций, силикомагний и другие графитиза-

торы. Сварку выполняют на больших силах тока  $I_{св} = (60-100)d_3$ , 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 диаметром 8–20 мм и силе тока  $I_{св} = (30-35)d_3$ .

С помощью различных металлургических и технологических средств можно получить сварные соединения чугуна с теми или иными свойствами при сварке с невысоким подогревом или 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. 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, 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 (его выжигания) 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. 2.6.1).

При сварке чугуна низкоуглеродистыми электродами общего назначения наиболее слабое место сварного соединения – околосшовная 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 предъявляются другие требования (например, при ремонте станин, рам, кронштейнов и других несущих элементов толсто-стенных конструкций), применяют стальные шпильки, которые частично разгружают наиболее слабую часть сварного соединения – линию сплавления (рис. 2.6.2).

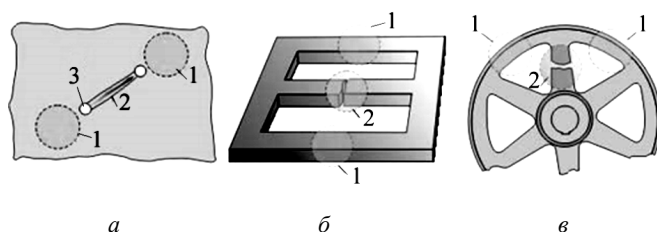


Рис. 2.6.1. Местный подогрев при сварке деталей из чугуна:  
*а* – корпусная деталь; *б* – рама; *в* – шестерня;  
 1 – место подогрева; 2 – место сварки; 3 – отверстия

Шпильки имеют резьбу, их ввертывают в тело свариваемой детали. Размеры шпилек обычно зависят от толщины стенок свариваемых деталей. Практикой установлены следующие рекомендации: диаметр шпилек – 0,15–0,20 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 – 0,75–1,20 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. Electrodes типа ЦЧ-3А изготавливают из никельсодержащей проволоки Св-08Н50. В металле, наплавленном этим электродом, содержится 48 %–50 % никеля.

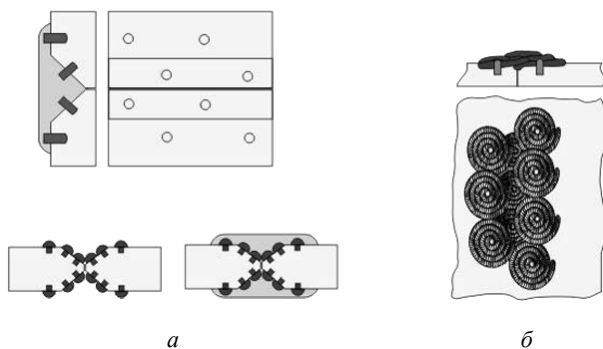


Рис. 2.6.2. Сварка чугуна с постановкой стальных шпилек:  
а – сварка стыка; б – заварка трещины

*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 110–190 А. 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 малой твердости, зона отбеленного чугуна почти отсутствует, зона закаленного чугуна имеет невысокую твердость, которая может быть легко снижена небольшим отпуском. Кроме того, в шве образуется меньше пор и трещин, его легче обрабатывать, но прочность 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. Они выпускаются 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, т. к. 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 элект-

тросварки 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 т. ч. со сталью.

Трещины, пробоины и другие дефекты заваривают в следующей 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 отверстия диаметром 3–4 мм. После зачистки поверхностей разделяют трещины, причем сквозные трещины в тонких стенках – с одной стороны, толстых – с двух сторон (рис. 2.6.3). 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. 2.6.4).

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 – 1,5–2,0 мм.

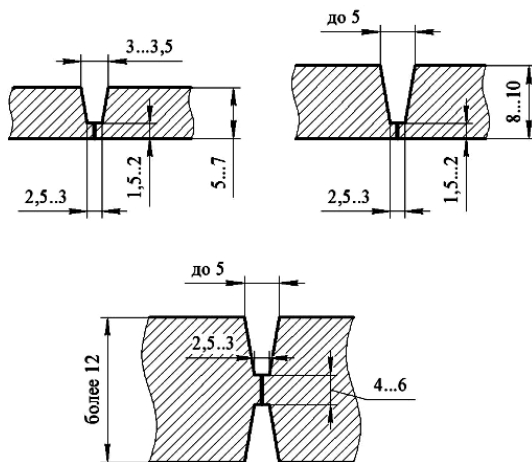


Рис. 2.6.3. Разделка сквозных трещин

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. 2.6.5. 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. 2.6.6. 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: 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.

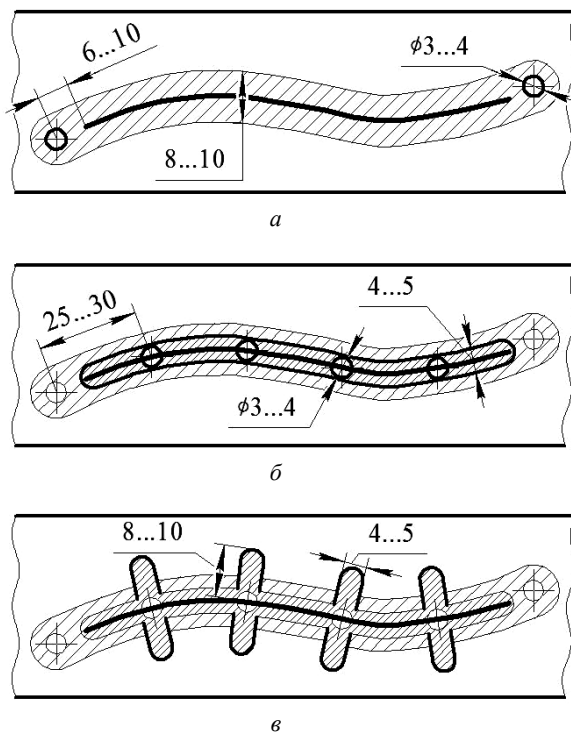


Рис. 2.6.4. Разделка трещин для усиленного шва:  
 а – сверление отверстий на концах трещины;  
 б – сверление отверстий вдоль трещины и продольная разделка;  
 в – поперечная разделка трещины

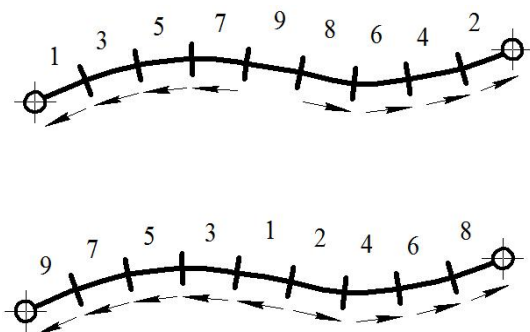


Рис. 2.6.5. Последовательность заварки трещины

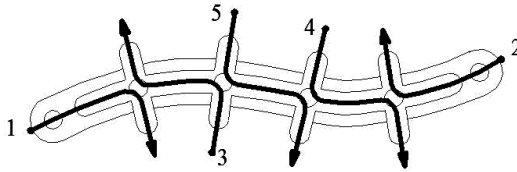


Рис. 2.6.6. Порядок заварки трещины со сложной формой разделки

### **Порядок выполнения работы**

- Изучить технику безопасности.
- Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
- Подготовить детали к восстановлению.
- Определить режимы сварки.
- Произвести восстановление детали сваркой.
- Снять деталь и убрать рабочее место.
- Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
- Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Содержание отчета**

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Обоснование способа сварки детали.
3. Расчет параметров сварки.
4. Технологический маршрут восстановления и технологические режимы выполнения операций.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой отбеливание чугуна?
2. Какие марки электродов используются для сварки чугуна?
3. Что дает обратная полярность при сварке чугуна?
4. Каковы легирующие элементы для сварки чугуна?
5. Какие существуют режимы дуговой сварки чугуна?

## **№ 7. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по использованию составов на основе эпоксидных смол при ремонте сельскохозяйственной техники.

**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 приготавливать необходимые композиции для восстановления конкретных видов повреждений, готовить поверхность к нанесению эпоксидного состава, обрабатывать и представлять результаты исследований.

### **Задание**

1. Изучить технику безопасности при работе с полимерными материалами.
2. Изучить состав, свойства и технологию применения эпоксидных композиций при ремонте изделий.
3. Подготовить необходимую композицию и отремонтировать деталь.
4. Исследовать влияние состава композиции на адгезию.
5. Оформить и защитить отчет о лабораторной работе.

### **Оснащение рабочего места**

1. Верстак ОРГ-1468-01-060А на одно рабочее место.
2. Стол с вытяжным шкафом ОП-2078.
3. Настольный сверлильный станок НС-12А.
4. Сушильный электрический шкаф СНОЛ-3,5,3,5,3.5/3.
5. Гидравлический пресс П-6022.
6. Подставка и наставка.
7. Весы лабораторные разновесы.
8. Дозирующее устройство с подогревателем.
9. Набор синтетических материалов (ТУ 6-09-4090–76).

10. Лабораторная посуда: колбы, стаканы.
11. Инструменты: металлическая щетка, шабер трехгранный, молоток слесарный 200 г, крейцмейсель 5 мм, шпатель, сверло диаметром 3 мм, керн.
12. Образцы для исследования адгезии (металлические кольца и штифты цилиндрические).
13. Материалы: ветошь, ацетон, шкурка шлифовальная.
14. Перчатки резиновые, передник прорезиненный, очки защитные.

### **Техника безопасности**

Работы должны выполняться только в присутствии мастера производственного обучения и по его указанию.

При работе с эпоксидными смолами обязательно использование медицинских резиновых перчаток, защитных очков и спецодежды (нарукавники, фартук, халат).

Взвешивание компонентов эпоксидной композиции следует производить в вытяжном шкафу.

Работу по склеиванию следует выполнять вблизи вентиляционных отсосов, чтобы образующаяся гарь интенсивно удалялась и не попадала в дыхательные органы.

Следует покрыть рабочее место бумагой, а после работы уничтожить ее.

Перед началом работы с эпоксидными составами нужно смазывать руки тонким слоем мыльной пасты.

Не следует прикасаться незащищенными руками к смоле, отвердителям и их смеси.

При попадании на кожу отвердителя, смолы или их смеси нужно вымыть руки теплой водой с мылом и снова натереть мыльной пастой.

Запрещается применять ацетон для отмывания рук от эпоксидных составов.

Клей следует наносить только металлическим или деревянным шпателем.

Посуду сразу после окончания работы нужно отмыть ацетоном от эпоксидных составов.

При использовании стеклоткани необходимо соблюдать осторожность, предохранять кожу рук, глаза и дыхательные пути от случайного попадания стекловолокна.

## Общие сведения

Составы на основе эпоксидных смол при ремонте машин применяются: для восстановления деталей с трещинами и пробоинами; для склеивания поврежденных деталей; как защитные покрытия; для восстановления размеров и геометрической формы изношенных деталей; для обеспечения прочности и герметичности неподвижных сопряжений.

Технологические процессы восстановления деталей эпоксидными композициями отличаются простотой выполнения операций и не требуют сложного оборудования. Возможно соединение неоднородных материалов, что осуществить другими способами сложно. При склеивании детали подвергаются незначительным тепловым и силовым нагрузкам. Отпадает необходимость в изготовлении отверстий, заклепок и других крепежных деталей, что удешевляет и упрощает ремонт.

Эпоксидные композиции хорошо заполняют любую форму, дают небольшую усадку; масса монолитна, в ней не образуются поры, раковины, трещины.

Отвердевшая композиция химически устойчива против воды, нефтепродуктов, слабых растворов солей, щелочей, кислот, большинства растворителей и имеет хорошие диэлектрические свойства. Соединение происходит в результате адгезии (сцепления) между композицией и поверхностью детали.

### **7.1. Характеристика и область применения полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники**

По данным ГОСНИТИ, применение полимерных материалов при ремонте машин по сравнению с другими способами позволяет снизить трудоемкость восстановления деталей на 20 %–30 %, себестоимость ремонта – на 15 %–20 %, расход материалов – на 40 %–50 %.

*Полимеры* – высокомолекулярные органические соединения искусственного или естественного происхождения. Пластическими массами называют материалы, изготовленные на основе высокомолекулярных органических веществ и способные под влиянием повышенных температур и давления принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации. Главная составная

часть – полимер, соединяющий все компоненты. Кроме того, в состав входят наполнители: пластификаторы, отвердители, ускорители, красители и другие добавки (металлический порошок, цемент, графит, смола, ткань и др.). Их концентрация может достигать 70 % и более.

Полимеры делятся на две группы:

– термопластичные (термопласты): полиамиды, полиэтилен, полистирол и др.;

– терморезистивные (реактопласты): пресс-порошки, текстолит, эпоксидные композиции и др.

Термопласты при нагревании способны размягчаться и подвергаться многократной переработке литьем под давлением, прессованием, напылением, нанесением из растворов.

Реактопласты при нагревании вначале размягчаются, затем затвердевают и необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Перерабатываются прессованием и нанесением из растворов.

Преимущества применения полимерных материалов:

– небольшая плотность: полимерные материалы в среднем в 2 раза легче алюминия и в 5–8 раз легче черных и цветных металлов;

– повышенная химическая стойкость к действию агрессивных сред (влага, кислота, щелочи): возможность заменять полимерами нержавеющие стали и цветные металлы, что часто применяется в конструкциях зарубежных машин;

– высокие фрикционные и антифрикционные свойства (малый коэффициент трения, хорошая износостойкость и высокая способность к приработке): широкое применение полимерных материалов в узлах трения;

– хорошие диэлектрические свойства: полимерные композиции – основной электроизоляционный и конструкционный материал в электропромышленности;

– хорошие шумопоглощающие и звукоизолирующие свойства;

– вибростойкость: полимеры обладают способностью гасить динамические колебания при знакопеременных нагрузках, что способствует повышению долговечности деталей и узлов машин;

– достаточно широкие возможности создания композиционных материалов (металлографитовые композиции, металлопластмассовые материалы, самосмазывающиеся композиции с использованием металлических, керамических и металлокерамических порошков), в частности антифрикционных, с широкой гаммой свойств и областей применения;

– возможность склеивать детали из различных материалов.

Недостатки применения полимерных материалов:

– низкие теплостойкость, теплопроводность, твердость и модуль упругости;

– наличие остаточных внутренних напряжений, изменение физико-механических свойств с изменением температуры, времени работы.

При ремонте сельскохозяйственной техники используют различные полимерные составы (табл. 2.7.1).

Таблица 2.7.1

Составы и области применения полимерных материалов

Материал	Область применения
Эпоксидный состав А (без наполнителя): смола ЭД-16 (ЭД-20) (100 частей по массе, далее – мас. ч.) + дибутилфталат (15 мас. ч.) + полиэтиленполиамин (8–9 мас. ч.)	Устранение трещин длиной до 20 м. Склеивание металлических поверхностей. Вклеивание подшипников и других деталей при зазоре менее 0,2 мм
Состав А + стеклоткань или техническая бязь	Устранение трещин и обрывов трубопроводов
Состав Б: смола ЭД-16 (ЭД-20) (100 мас. ч.) + дибутилфталат (15 мас. ч.) + полиэтиленполиамин (10 мас. ч.)	Устранение трещин длиной до 20 мм. Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием, восстановление резьбовых соединений
Состав Б + стальная пластина	Устранение трещин длиной более 150 мм у чугунных и стальных деталей
Состав Б + стеклоткань	Устранение трещин длиной 50–150 мм у чугунных и стальных деталей
Состав В: смола ЭД-16 (ЭД-20) (100 мас. ч.) + олигоамид Л-19 (30 мас. ч.) + железный порошок (120 мас. ч.) + цемент (60 мас. ч.)	Ремонт алюминиевых деталей, устранение трещин длиной до 20 мм. Восстановление посадочных поверхностей, ремонт резьбовых соединений, уплотнение сварных швов
Состав В + стеклоткань. Состав В + стальная пластина	Устранение трещин длиной 50–150 мм только для алюминиевых деталей



Материал	Область применения
Состав Г: смола ЭД-16 (ЭД-20) (100 мас. ч.) + олигоамид Л-19 (30 мас. ч.) + железный порошок (120 мас. ч.) + цемент (60 мас. ч.)	Восстановление неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием
Состав Д: компаунд К-115 (120 мас. ч.) + отвердитель АФ-2 (30 мас. ч.) + графит (70 мас. ч.)	Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием
Состав Е: смола ЭД-16 (ЭД-20) (100 мас. ч.) + дибутилфталат (45 мас. ч.) + полиэтиленполиамин (9 мас. ч.)	Восстановление и стабилизация резьбовых соединений
Герметик «Эластосил-137-83»	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной и масляной средах при зазоре до 0,8 мм
Компаунд КЛТ-75Т	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной, масляной и топливной средах при зазоре до 0,8 мм
Уплотнительная замазка У-20А	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в водной и воздушной средах
Герметик УН-25	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в среде воды, масла и бензина
Уплотняющая жидкая прокладка ГИП-242	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водяной и воздушной средах
Уплотняющая жидкая прокладка ГИПК-244	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водяной, воздушной и маслобензиновой средах
Полиамид, полиэтилен, полипропилен	Восстановление и изготовление деталей литьем и под давлением

### ***Технические условия на приемку в ремонт***

Составами на основе эпоксидных смол целесообразно ремонтировать корпусные детали с трещинами и пробоинами в неответственных местах, восстанавливать посадочные отверстия при малом износе непосредственной установкой подшипника на состав, а при износе более 0,1 мм – установкой на составе колец или свертных втулок.

Детали, поступающие в ремонт, должны быть очищены от масла и грязи. При наличии трещин в ранее заваренных местах необходимо снятие термических напряжений.

Для ремонта не принимаются детали: с трещинами, проходящими через отверстия; с пробоинами, находящимися на обработанных поверхностях и площадью более 600 см<sup>2</sup>; со сквозными пробоинами резьбовых отверстий.

### ***Подготовка деталей к ремонту***

Здесь указаны работы, характерные для любого вида дефектов.

Подлежащий ремонту участок зачищают до металлического блеска с удалением ржавчины и следов окраски до 40 мм от места дефекта, а затем обезжиривают одним из следующих способов:

1. Обезжиривают поверхность щелочным раствором следующего состава: сода кальцинированная – 50 г/л, едкий натр – 10 г/л, тринарийфосфат – 30 г/л.

Компоненты в необходимом количестве засыпают в ванну, приготавливают в ней раствор. Температура раствора для обезжиривания должна составлять 85 °С–90 °С, продолжительность процесса не менее 5 мин (в зависимости от степени загрязнения поверхности детали). После обезжиривания промывают детали горячей водой (85 °С–90 °С), а затем холодной проточной водой. Тщательно протирают ремонтируемый участок детали ацетоном.

2. Детали, имеющие большие габариты и массу, обезжиривают только ацетоном. С помощью приспособления 70-0790-1302 наносят на ремонтируемый участок ацетон, который растворяет и снимает жировые пленки. Процесс обезжиривания проводят дважды с промежутком 5–10 мин.

Критерием достаточности очистки служат растекание капель воды и полное смачивание поверхности.

Обезжиривание производят непосредственно перед нанесением составов.

Детали больших габаритов перед нанесением состава подогревают в электропечи сопротивления или лампой инфракрасного излучения до температуры 60 °С–80 °С.

### ***Приготовление эпоксидных композиций***

Для приготовления эпоксидных композиций применяются следующие материалы.

Эпоксидная смола ЭД-16, ЭД-20 обладает клеящими свойствами и является основой композиции. Наиболее распространена смола ЭД-16. Она представляет собой вязкую жидкость светло-коричневого цвета. Смола ЭД-20 имеет меньшую вязкость и применяется в случаях, когда необходима более жидкая композиция для заделки тонких трещин. Она обладает большей прочностью на изгиб, большей ударной вязкостью, но значительной усадкой, что приводит к снижению прочности ее сцепления с металлом.

Пластификатором является дибутилфталат, который снижает вязкость и придает отвердевшей композиции большую ударную прочность и стойкость к температурным колебаниям.

Наполнители в виде тонко измельченных порошков (чугун, сталь, графит, слюда, асбест, алюминиевая пудра, кварцевая мука, сажа, окислы металлов, портланд-цемент и др.) повышают механическую прочность и теплостойкость композиции, а также снижают усадку и приближают коэффициент термического расширения композиции к коэффициенту термического расширения металла. Роль наполнителя различна. Асбест повышает теплостойкость, карборунд – твердость, порошок олова улучшает антифрикционные свойства, прирабатываемость. Цемент повышает прочность и твердость, кварцевый песок – электроизоляционную способность и твердость, графит снижает коэффициент трения и улучшает антифрикционные свойства, но снижает адгезию к поверхности; необходимы комбинированные покрытия. Стекловолокно повышает прочность, жесткость. Слюда влияет на вязкость, повышая ее. Чем больше зазор, тем более вязкой должна быть композиция. Сажа и алюминиевая (бронзовая) пудра способствуют тиксотронности, т. е. восстановлению, зашпаклевыванию и приработке поверхности.

В качестве отвердителя применяется полиэтиленполиамин.

Составы композиций в весовых частях:

1. При ремонте резьбовых поверхностей или отверстий под штифты и оси применяется состав А: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 10–15, полиэтиленполиамин – 6.

2. При ремонте алюминиевых и дюралюминиевых деталей применяется состав Б: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 15, алюминиевый порошок – 20–25, полиэтиленполиамин – 7.

3. При ремонте стальных или чугуновых деталей применяется состав В: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 15, железный или чугуновый порошок – 160, полиэтиленполиамин – 7.

Перед приготовлением состава производится подготовка компонентов. Железный или чугуновый порошок просушивают при температуре 100 °С–120 °С в течение 2–3 ч, а полиэтиленполиамин выпаривают при температуре 110 °С–115 °С в течение 3 ч.

Далее эпоксидную смолу разогревают в термошкафу или баке с горячей водой до температуры 60 °С–80 °С в течение 15 мин, отбирают необходимое количество в ванночку и охлаждают ее до температуры 30 °С–40 °С. В смолу добавляют небольшими порциями необходимое количество пластификатора в соответствии с рецептурой состава. Во время добавления дибутилфталата смесь тщательно перемешивают в течение 5–8 мин. В полученную смесь небольшими порциями добавляют один из наполнителей. Во время добавления наполнителя смесь также тщательно перемешивают в течение 8–10 мин.

Непосредственно перед применением состава добавляют небольшими порциями отвердитель. При добавлении полиэтиленполиамина смесь тщательно перемешивают в течение 5 мин.

После добавления отвердителя приготовленный состав можно использовать в течение 20–25 мин.

### ***Технология ремонта трещин***

*Трещины длиной до 20 мм.* Определить точные границы трещины капиллярным способом, для чего смочить керосином предполагаемое место дефекта и выдержать в течение 6–10 мин, затем насухо его вытереть. Натереть данную поверхность мелом и легкими ударами молотка обстучать деталь; оставшийся в трещине керосин в виде пятен выступит наружу и укажет границы трещины.

Накернить и просверлить на концах трещины отверстия диаметром 3 мм.

Снять фаску под углом 60°–70° вдоль трещины на глубину:

а) 1,0 мм – при толщине стенок детали 2,5–3,0 мм;

б) 3,0 мм – при толщине стенок детали более 5,0 мм.

При толщине стенок детали менее 1,5 мм снимать фаску не рекомендуется.

После подготовки детали приготовленный эпоксидный состав нанести на поверхность трещины и на зачищенный участок вокруг нее, уплотняя шпателем состав в трещине. Слой должен возвышаться над поверхностью детали на 2–3 мм, ширина шва – 25–30 мм (рис. 2.7.1). Во избежание отека эпоксидной композиции покрываемую поверхность располагать горизонтально.

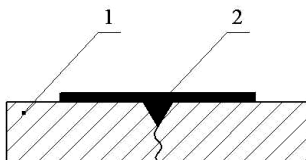


Рис. 2.7.1. Нанесение эпоксидного состава на поверхность детали:  
1 – деталь; 2 – эпоксидный состав

*Трещины длиной 20–150 мм.* В этом случае дополнительно к предыдущему варианту изготавливают две накладки из стеклоткани или технической бязи так, чтобы первая накладка перекрывала трещину на 20–25 мм, а вторая – на 30–40 мм на сторону. Накладки предварительно должны быть обезжирены кипячением в воде в течение 2–3 ч и высушены.

Вид получаемого шва в поперечном сечении представлен на рис. 2.7.2. Накладки должны быть хорошо прикатаны роликком и не отставать от состава.

### **Технология ремонта неподвижных соединений**

*Ослабление посадки при зазоре до 0,1 мм.* Применяют эпоксидный состав А. Нанести на сопрягаемые поверхности отверстия и подшипника слой толщиной не более 0,5 мм и выдерживать в течение 10 мин.

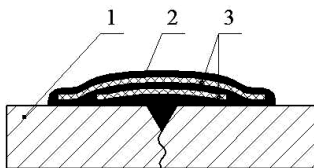


Рис. 2.7.2. Заделка трещин эпоксидным составом:  
1 – деталь; 2 – эпоксидный состав; 3 – накладки

Не позднее чем через 15 мин после нанесения состава запрессовать подшипник в отверстие. Удалить подтеки и излишки состава с помощью тампона, смоченного в ацетоне.

*Износ посадки при зазоре более 0,1 мм.* Расточить посадочное отверстие на глубину 2–6 мм на сторону в зависимости от конструкции детали (Ra 3,2–6,3 мкм). Изготовить ремонтное кольцо для запрессовки в расточенное отверстие.

Установить кольцо на эпоксидный состав А аналогично предыдущему варианту. После отверждения состава расточить кольцо до номинального размера.

### ***Отверждение составов и последующая обработка***

Отверждение составов, где в качестве отвердителя использовался полиэтиленполиамин, можно производить с нагревом детали и без нагрева. Отверждение эпоксидного состава происходит при температуре 20 °С за 72 ч или в соответствии с одним из режимов (табл. 2.7.2).

Таблица 2.7.2

Режим полимеризации эпоксидных композиций на максимальную прочность

Температура, °С	Выдержка, ч
40	48
60	24
80	5
100	3
180	1

Для улучшения структуры желательна выдержка сразу после нанесения слоя при температуре 40 °С–60 °С в течение 2 ч.

Температурный режим должен выдерживаться с точностью до 5 °С.

После отверждения подтеки и наплывы зачищают. Покрытие должно быть равномерным, без трещин, пор и отслаивания состава от поверхности. Контроль производится визуально, в ответственных случаях гидравлическим испытанием, капиллярным способом и выборочными механическими испытаниями.

Обработка слоя нанесенного состава на основе эпоксидной смолы производится на обычном оборудовании. Однако для снижения температуры разогрева инструмента и детали в процессе резания

необходимо увеличить задний угол в режущем инструменте, что приводит к значительному уменьшению трения.

Точение, сверление и фрезерование производят инструментом, режущей частью которого являются пластины твердого сплава ВК-8.

Режим резания при точении: скорость резания – 88 м/мин, подача – 0,1 мм/об.

Угол заточки инструмента:

- при точении  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ - 15^\circ$ ;
- при сверлении  $2\gamma = 70^\circ - 90^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ - 15^\circ$ ;
- при фрезеровании  $\gamma = 20^\circ$ ,  $\alpha = 20^\circ$ .

### ***Влияние состава композиций на адгезию***

Адгезией называется молекулярная связь, возникающая между поверхностями тел, приведенных в контакт. Методы измерения адгезии основаны на определении приложенного внешнего усилия, под действием которого в адгезионном соединении возникают нормальные и тангенциальные напряжения, приводящие к разрушению соединения.

Образцами для определения адгезии служат стальные кольца ( $d_{\text{нар}} = 40$  мм,  $d_{\text{вн}} = 16$  мм) высотой 10 мм и стержни длиной 30 мм.

Принимается следующая рецептура клеевых композиций:

- связующее: смола эпоксидная ЭД-16 – 100 мас. ч. (2 г);
- пластификатор: дибутилфталат – 10 мас. ч.;
- наполнитель: порошок закиси железа;
- переменное число – 0, 10, 30, 75, 120 мас. ч.;
- отвердитель полиэтиленполиамин – 10 мас. ч.

Композиция подготавливается в соответствии с описанным способом.

Путем измерения диаметров отверстий и стержней нужно подобрать кольца и стержни таким образом, чтобы зазор в сопряжении не превышал 0,1 мм.

Подобранные стержни и кольца укладываются в кассету по три пары в одну ячейку. Так как каждый опыт будет проводиться трижды, потребуется 15 пар колец со стержнями. Каждая пара обозначается одинаковыми номерами от 1 до 15.

Пронумерованные кольца и стержни тщательно очищаются от грязи и ржавчины, обезжириваются ацетоном и ставятся в кассету в сушильный шкаф, температура в котором находится в пределах  $40^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$ .

В подготовленную композицию соответствующего состава вводится отвердитель, и вся масса тщательно перемешивается. Композиция шпателем наносится на внутреннюю поверхность кольца и наружную поверхность стержня (на стержне на ширину кольца), и производится соединение кольца со стержнем.

Соединенные всеми клеевыми композициями кольца и стержни устанавливаются на специальную подставку и помещаются в сушильный шкаф для отверждения. Отверждение производится при температуре 180 °С в течение 3 ч. Подготовка отвердевших образцов к испытаниям производится путем удаления излишних наплывов и сортировки по группам по соответствующим обозначениям. Разрушение оклеенных образцов производится на гидравлическом прессе, оборудованном подставкой и наставкой.

Образец устанавливается на подставку, производится сближение головки пресса с образцом, и через наставку из кольца выпрессовывается цилиндрический стержень (рис. 2.7.3).

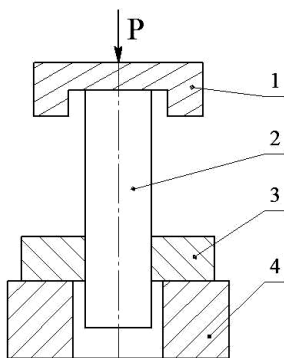


Рис. 2.7.3. Схема определения адгезии методом сдвига:  
1 – наставка; 2 – стержень; 3 – кольцо; 4 – подставка

Усилие выпрессовки определяется по показаниям манометра в момент сдвига по формуле

$$P = pS, \quad (2.7.1)$$

где  $p$  – развиваемое давление, отсчитываемое по манометру, кг/см<sup>2</sup>;  
 $S$  – площадь поршня, см<sup>2</sup>.



Предел прочности при сдвиге определяется по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (2.7.2)$$

где  $F$  – площадь склейки, см<sup>2</sup>.

За результат испытаний принимается среднее арифметическое значение трех измерений. По результатам испытаний следует построить график изменения прочности на сдвиг (ордината) в зависимости от состава композиции (абсцисса).

Производится аналитический расчет разрушающей нагрузки по формуле

$$P = \frac{\pi d_k l t 10^{-2}}{A t^2 + B + C}, \quad (2.7.3)$$

где  $d_k$  – диаметр сопряжения, мм;

$l$  – длина посадочной поверхности сопряжения, мм;

$t$  – величина зазора между склеиваемыми поверхностями, мм;

$A, B, C$  – постоянные величины, зависящие от марки и материала деталей (табл. 2.7.3).

Таблица 2.7.3

Коэффициенты  $A, B, C$

Материал соединяемых деталей	$A$	$B$	$C$
Сталь–сталь	0,00677	0,00461	–0,00006
Сталь–чугун	0,00586	0,00476	–0,000008

Данные расчетов сравниваются с экспериментальными значениями.

### Порядок выполнения работы

Изучить технику безопасности при ремонте деталей и сборочных единиц полимерными материалами.

Ознакомиться с оснащением рабочего места и применяемыми при ремонте полимерными материалами.

Подобрать необходимые марки полимерных материалов или их композиций для ремонта сборочной единицы в соответствии с заданием преподавателя, обосновать технологию ремонта трещин, пробоин и восстановления неподвижных сопряжений.

Продефектовать детали с механическими повреждениями (трещинами) или неподвижные соединения (подшипник–корпус, ось–втулка, втулка–корпус и др.) и обосновать материал или его композицию в зависимости от зазора и условий работы соединения.

Разработать технологический маршрут восстановления неподвижных соединений сборочной единицы и обосновать режимы процесса.

Разработать технологические эскизы.

В соответствии с разработанным технологическим маршрутом произвести восстановление детали.

Проверить качество восстановления.

Исследовать прочность сцепления полимерного материала на образцах по методу сдвига.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Результаты испытаний занести в табл. 2.7.4.

Таблица 2.7.4

Таблица результатов испытаний

Номер опыта	Номер измерения	Давление по манометру, кг/см <sup>2</sup>	Усилие выпрессовки, кгс	Площадь склейки, см <sup>2</sup>	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Среднее значение предела прочности, кгс/см <sup>2</sup>

### ***Применение анаэробных материалов и синтетических клеев при ремонте машин***

В ремонтно-обслуживающем производстве нашли широкое применение полимерные материалы и их производные, что позволило на 20 %–30 % снизить трудоемкость и уменьшить себестоимость ремонта, в ряде случаев сократить расход черных и цветных металлов при увеличении ресурса объектов ремонта. К числу наиболее перспективных следует отнести анаэробные материалы.

*Анаэробные материалы* – это одноупаковочные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при комнатной температуре без доступа воздуха. Для ускорения отверждения анаэробных клеевых материалов при пониженных температурах, а также при их применении на неметаллических поверхностях используются специально выпускаемые активаторы. По области применения анаэробные материалы можно разделить на 4 группы (табл. 2.7.5):

- клеи-герметики;
- герметики – жидкие отверждающие прокладки;
- клеепорошковые композиции;
- антипоры.

*Клеи-герметики.* Основное их назначение – фиксация различных соединений. К ним могут быть отнесены «Унигерм-8», «Унигерм-9», «Унигерм-11» и др.

*Герметики – жидкие прокладки.* Основное назначение – уплотнение различных соединений, а также фиксация легкоразборных соединений («Анатерм-6», «Анатерм-8» и др.).

*Клеепорошковые композиции.* Предназначены для устранения микродефектов литья, механической обработки, а также фиксации неразъемных соединений. Эти композиции чаще всего состоят из клея «Унигерм-9» и металлических порошков из активных металлов.

*Антипоры.* Предназначены для пропитки пористого литья, сварных швов и др. («Анатерм-1У», АК-80 и др.).

Однако деление на группы условно, т. к. все анаэробные материалы благодаря высокой проникающей способности заполняют все микронеровности сопрягаемых поверхностей, обеспечивая герметичное замыкание (100%-й контакт сопрягаемых поверхностей), а также предотвращают коррозию поверхности сопрягаемых металлов, способны длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при отсутствии кислорода воздуха при температуре 15 °С–35 °С, малотоксичны и удобны в применении. Не растворимы в воде, топливе и маслах, кислотах, щелочах, растворителях, хладагентах. Устойчивы к действию механических нагрузок и переменных температур, к ударам и вибрациям.

Время набора полной прочности для анаэробных материалов составляет в зависимости от вязкости и зазора 1–6 ч, максимальное – 24 ч.

Таблица 2.7.5

Анаэробные полимерные материалы (Россия), область их применения и основные характеристики

Марка и технические условия материала	Область применения	Вязкость, МПа·с	Максимальный зазор соединения, мм	Диапазон рабочих температур, °С	Разрушающее напряжение при сдвиге (трении), МПа	Время набора полной прочности при 20 °С, мин
1	2	3	4	5	6	7
Анатерм-1 (АН-1), ТУ 176-01-1213-79	Уплотнение микропор и микротрещин в сварных швах и околосшовной зоне, литье	12,5–21,0	0,07	от –50 до +150	5 (для стали)	24
Анатерм-1У (АН-1У), ТУ 6-01-2-671-83	Уплотнение микропор и микротрещин в сварных швах и околосшовной зоне, литье, уплотнение и герметизация цилиндрических соединений	10–17	0,07	от –60 до +250	5 (для стали)	3–5
Анатерм-17 (АН-17), ТУ 6-01-1215-79	Уплотнение и герметизация соединений, работающих при ударных и вибрационных нагрузках	4000–6000	0,10–0,45	от –60 до +150	0,5–3,0	5
Анатерм-6 (АН-6), ТУ 6-01-1215-79	Уплотнение, герметизация и фиксация фланцевых, резьбовых и гладких неразъемных соединений	15 000–30 000	0,7	от –60 до +150	8,0–15,0	8

1	2	3	4	5	6	7
Анатерм-8 (АН-8), ТУ 6-01- 1215-79	Уплотнение фланцевых, резьбовых и гладких разъемных соединений	15 000–30 000	0,6	от –60 до +150	6,0	8
Анатерм-4 (АН-4), ТУ 6-01- 1217-79		135–190	0,15	от –60 до +150	8	24
Герметик ДН-1	Уплотнение микропор для устранения дефектов сварных и паяных соединений	100–150	0,15	от –60 до +120	3–6 (для латуни)	8
Герметик ДН-2 (ДН-2), ТУ 5-01- 12Т2-79	Уплотнение микропор для устранения дефектов	3000	0,3	от –50 до +120	3–5 (для латуни)	–
Анатерм-117 (АН-117)	Фиксация, уплотнение, герметизация изделий, подвер- гающихся воздействию вибра- ции и ударных нагрузок	–	0,3	от –60 до +300	17	1–6
Унигерм-6 (УН-6), ТУ 6-01- 624-82	Для стопорения и упрочнения резьбовых соединений, дейст- вующих в условиях осевых, вибрационных нагрузок	–	–	от –60 до +150	–	1–6

1	2	3	4	5	6	7
	и имеющих защитные покрытия (фосфатирование, оцинкование). Является тиксотропным материалом					
Унигерм-7 (УН-7), ТУ 6-01-1212-85	Уплотнение, контовка и фиксация неразъемных цилиндрических и резьбовых соединений	100–200	0,15	от –60 до +150	15	3–5
Унигерм-2Н (УН-2Н), ТУ 6-01-1211-79	Пропитка пористого литья, герметизация и фиксация разъемных винтовых соединений	100–200	0,15	от –60 до +150	1,5–4,5	24
Унигерм-8 (УН-8), ТУ 6-01-1326-86	Крепление, стопорение крепежа и сопряженных деталей, имеющих защитные покрытия. Тиксотропная композиция	40 000	0,45	от –60 до +150	15	1–6
Унигерм-9 (УН-9)		4000–6000	0,1–0,3	от –60 до +150	15	1–6
Унигерм-11 (УН-11)	Стопорение и упрочнение цилиндрических поверхностей деталей. Фиксация резьбовых соединений	400–700	0,25	от –60 до +150	0,25	3–5

Использование анаэробных материалов позволяет перейти от применения горячих и прессованных посадок и тугих резьб, требующих механической обработки с узкими допусками соответствующего пресового и монтажного оборудования, к более технологичным скользящим посадкам. Анаэробные материалы используют для восстановления посадочных мест подшипников и восстановления резьбовых соединений, устранения пор и трещин литых и сварных деталей, фиксации дополнительных ремонтных элементов, герметизации трубопроводов и топливopроводов. К тому же они фиксируют взаимное расположение деталей с разпой точностью.

Скорость полимеризации и время достижения максимальной прочности анаэробных материалов зависят в основном от контактируемого материала, температуры, чистоты и шероховатости поверхности, зазора, площади герметизирующей поверхности, технологии сборки и т. п.

По признаку влияния на скорость отверждения анаэробного состава материалы делятся на 3 группы:

- активные – медь и ее сплавы, кобальт, марганец, никель, железо (контакт с ними ускоряет полимеризацию состава);
- нормальные – алюминий и его сплавы, углеродистые стали, золото, серебро, цинк (их поверхность реактивна);
- пассивные – нержавеющие стали, пластмассы, стекло, химические и гальванические покрытия (фосфатированные, азотированные, кадмированные, анодированные, оксидированные, хромированные).

Время отверждения на активных поверхностях исчисляется минутами, на нормальных – часами, на пассивных может достигать нескольких суток. Использование специальных активаторов КС и КВ ускоряет процесс полимеризации уплотняющих покрытий до 3–6 ч.

Постоянно пополняется номенклатура синтетических клеев, расширяются их технологические возможности, а следовательно, и область применения. Они поставляются в готовом виде.

Свойства, технологические режимы применения и назначение синтетических клеев представлены в табл. 2.7.6.

Широкий спектр высокоэффективных герметиков, клеев и других полимерных материалов для решения проблем в области ремонтно-обслуживающего производства выпускается зарубежными фирмами. В табл. 2.7.7 представлены характеристики и примеры использования наиболее перспективных материалов, поставляемых фирмой Loctite.

Таблица 2.7.6

## Свойства, технологические режимы применения и назначение синтетических клеев

Клей	Свойства	Температура и время выдержки после нанесения клея	Температура и время выдержки склеивания	Основное назначение
1	2	3	4	5
БФ-2	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию воды и высокой влажности при повышенной температуре. Условия эксплуатации – температура от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$	30–60 мин при $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 15 мин при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ каждый слой	1–2 ч при $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $150\text{ }^{\circ}\text{C}$	Склеивание металлов, стекла, керамики и т. д. Не рекомендуется для склеивания эластичных материалов
БФ-4	Высокая ударостойкость, большой запас прочности	30–60 мин при $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 15 мин при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ каждый слой	1–2 ч при $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $150\text{ }^{\circ}\text{C}$	То же, склеивание древесины, оргстекла, стекловолокна
ВС-10Т	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию топлива, масел, воды и высокой влажности при повышенной температуре. Условия эксплуатации – температура от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$	60 мин при $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ каждый слой	$180\text{ }^{\circ}\text{C}$ при 1–2 ч	Склеивание стали, дюралюминия, стеклотекстолита, пенопласта, гетинакса со сталью и др. Не рекомендуется для склеивания эластичных материалов и гибких конструкций



1	2	3	4	5
БФТ-52		3 ч при 35 °С	11 мин при 300 °С–340 °С; 15 мин при 240 °С–280 °С	
ВС-300		60 мин при (20 ± 5) °С каждый слой	2 ч при 200 °С	
88Н	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию воды и высокой влажности при повы- шенной температуре. Не устой- чив к действию бензина и масла. Условия эксплуатации – темпе- ратура от –40 °С до +60 °С	8–10 мин при (20 ± 5) °С	24 ч при (20 ± 5) °С	Склеивание любых вулканизированных резин на любой основе

Таблица 2.7.7

Характеристика и область использования герметиков и синтетических клеев, выпускаемых фирмой Loctite

Наименование продукта	Характеристика	Область применения
Visorite 3950 (клей-герметик)	Однокомпонентный клей-герметик с высокой адгезией к стеклу и металлу. Обладает демпфирующими свойствами, не склонен к старению	Для герметизации стекол автомобилей, автобусов, тракторов и другой техники
Ultra Blach	Быстроотверждающаяся масса с возможностью заполнения зазоров до 6 мм. Исключительно стойка к маслам и гликолевым смесям. Стойка при нагреве до 205 °С, кратковременно до 325 °С	Уплотнение систем впуска, водяных и масляных насосов, корпуса термостата, крышек коробок передач, крышек осей привода и других соединений ДВС и агрегатов трансмиссии автомобилей и другой техники
Loctite 401, 406, 454, 480 (моментальные клеи)	Однокомпонентные составы на основе этилцианакрилат. Прочность на растяжение – до 30 Н/мм <sup>2</sup> . Устойчивы к ударным нагрузкам	Склеивание дерева, картона, эластомеров и силиконовых резин, полиэтилена. Предназначены для склеивания уплотнительных колец из резинового шнура с диаметром от 1,6 до 8,4 мм

Новым перспективным способом применения полимерных материалов является метод холодной молекулярной сварки (ХМС). Сварной шов формируется с помощью специально разработанных ремонтно-композиционных материалов: «Универсал», «Керамик», «Реком-Б» и др.

Материалы, применяемые для ХМС, представляют собой металлизированные композиции, состоящие на 70 %–80 % из дорого-

стоящих тонкодисперсных металлов (никель, хром, цинк) и специально подобранных олигомеров, образующих при отверждении трехмерные полимерные сетки повышенной прочности. Они обладают свойствами металлов и легко подвергаются механической обработке, не требуют термического или механического воздействия на восстанавливаемую поверхность. С помощью технологии ХМС можно производить высокопрочное соединение деталей из различных материалов, восстанавливать размеры и форму изношенных деталей (валов, отверстий, опорно-направляющих дорожек, шлицев, шпоночных пазов, посадочных мест под подшипники и т. д.), наносить на рабочие поверхности деталей износостойкие покрытия с эффектом самосмазывания, устранять трещины и сколы. Детали, восстанавливаемые методом ХМС, сохраняют работоспособность при температуре от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+350\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Имеют хорошую адгезию с любыми материалами. Технологию ХМС эффективно используют, например, при восстановлении изношенной резьбы в глухих отверстиях массивных корпусных деталей, изношенных шпоночных пазов, штоков гидроцилиндров, для устранения протечек теплообменников и емкостей для хранения нефтепродуктов без разборки и слива жидкостей. Материал «Реком-Б» является основой для разработки материалов, обладающих специальными свойствами: «Реком-К-И» – адгезией к влажной поверхности; «Реком-Ж» – повышенной термостойкостью; «Реком-К» – износостойкостью; «Реком-О» – для использования при отрицательных температурах в полевых условиях; «Реком-супер» – композит нового поколения с адгезией к стальной поверхности до 35 МПа. Материал «Унигерм» успешно применяется при ремонте радиаторов систем охлаждения двигателей, блоков цилиндров, трубопроводной аппаратуры, а также глушителей.

### ***Анаэробные герметики***

Анаэробный фиксатор для монтажа подшипников плотной посадки – *Permatex® Bearing Mount for Close Fits*. Данный быстросхватывающийся анаэробный клей, имеющий низкую вязкость, повышает плотность прессовой посадки или узлов со скользящей посадкой. Предназначен для монтажа подшипников, втулок и изношенных деталей. Позволяет фиксировать детали при диаметральном зазоре до 0,13 мм. Используется для предотвращения прокручивания и перекоса подшипников в обойме при прессовой и свободной

посадке, при повторной установке сильно изношенных валов и корпусов в посадочные гнезда, ослабленных установочных винтов.

Применение: нанести равномерный слой состава на подготовленную ремонтируемую металлическую поверхность, произвести сборку. Детали можно использовать через 4 ч после сборки.

Фиксатор анаэробный для монтажа подшипников свободной посадки – *Permatex® Bearing Mount for Relaxed Fits*. Высокопрочный анаэробный клей, имеющий среднюю вязкость, используется для узлов со скользящей посадкой. Состав для монтажа подшипников, втулок со свободной посадкой и изношенных деталей. Фиксирует детали при зазоре до 0,38 мм. Применяется для фиксации подшипников промежуточного вала, подшипников колес. Сохраняет прочность до +150 °С.

Применение: очистить детали средством для очистки деталей Permatex®82220. Нанести состав на соединяемые поверхности, произвести сборку. Время застывания – 4 ч, полностью затвердевает через 24 ч. Для лучшего застывания предварительно нанести активатор Permatex®24163.

Фиксатор анаэробный для втулок – *Permatex® High Strength Sleeve Retainer*. Данный высокотемпературный анаэробный клей обеспечивает неподвижность узлов со скользящей посадкой и узлов с прессовой посадкой. Высокопрочный фиксатор для монтажа втулок и направляющих. Восстанавливает посадку в случае износа деталей. Отвердевает без доступа кислорода при контакте с металлом. Фиксирует детали при зазоре до 0,18 мм. Применяется для фиксации гильз цилиндров, направляющих клапанов, подшипников. Сохраняет прочность до +150 °С.

Применение: очистить детали средством для очистки деталей Permatex®82220. Нанести состав на соединяемые поверхности, произвести сборку. Время застывания – 4 ч, полностью затвердевает через 24 ч. Для лучшего застывания предварительно нанести активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор резьбы синий (средняя степень фиксации) – *Permatex® Medium Strength Threadlockers BLUE*. Подходит для крепежных узлов, состоящих из болтов и гаек диаметром от 6 до 25 мм. Улучшенная замена стопорным шайбам. Склеивает металлические поверхности, когда после сборки к ним прекращается доступ кислорода. Одновременно стопорит, герметизирует и защищает резьбу

от коррозии. Широко используется как в промышленности, так и в бытовой сфере.

Применение: нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей следует использовать аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор для замасленных соединений синий – *Permatex® Surface Insensitive Threadlocker BLUE*. Подходит для резьбовых соединений диаметром от 6 до 20 мм. Предназначен для использования на замасленных поверхностях. Улучшенная замена стопорным шайбам. Склеивает металлические поверхности, когда после сборки к ним прекращается доступ кислорода. Одновременно стопорит, герметизирует и защищает резьбу от коррозии. Обладает повышенной адгезией к замасленным поверхностям. Специально разрабатывался для использования при ремонтных работах.

Применение: нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей следует использовать аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор резьбы красный (сильная фиксация) – *Permatex® High Strength Thread locker RED*. Используется в узлах, работающих под высокой нагрузкой. Особенно подходит для шпилек, подлежащих стопорению, и при прессовой посадке деталей. Улучшенная замена стопорным шайбам.

Применение: нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей следует использовать аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

### **Порядок выполнения работы**

Изучить технику безопасности при ремонте деталей и сборочных единиц анаэробными материалами и синтетическими клеями.

Ознакомиться с оснащением рабочего места, применяемым при ремонте сборочных единиц анаэробными материалами.

Подобрать необходимые марки полимерных материалов или их композиций для ремонта сборочной единицы, представленной на рис. 2.7.4. Используя данные табл. 2.7.7 и 2.7.8, обосновать особенности технологии их применения.

Продефектовать детали неподвижных соединений (подшипник–корпус, ось–втулка, втулка–корпус и др.) и обосновать оптимальный анаэробный материал или его композицию в зависимости от зазора и условий работы соединения.

Разработать технологический маршрут восстановления неподвижных соединений сборочной единицы и обосновать режимы процесса.

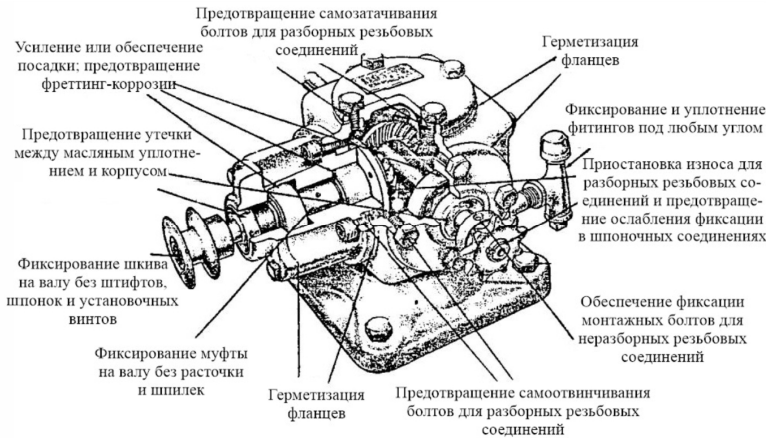


Рис. 2.7.4. Пример использования анаэробных материалов

Разработать эскизы на восстановление неподвижных соединений сборочной единицы.

Произвести восстановление неподвижного соединения.

Проверить качество восстановления.

Подготовить образцы в виде деталей резьбовых соединений и соединений кольца со стержнем. Определить значение зазора в соединениях.

Подготовить для исследований анаэробные материалы и их композиции с различным содержанием наполнителей (бронзовая и алюминиевая пудры, железный порошок ПЖ-4, тальк, портландцемент и др.).

Определить площадь контакта кольца со стержнем.

Обезжирить ацетоном поверхности образцов.

Нанести в зону соединения деталей испытываемые материалы.

Для резьбовых соединений использовать анаэробный материал в состоянии поставки и его композиции с бронзовой и алюминиевой пудрами, железным порошком ПЖ-4.

Выбрать режим и произвести отверждение композиции. При большой длительности процесса отверждения производить измерения на образцах более ранних опытов.

Исследовать скорость отверждения и прочность сцепления методом сравнения с контрольными образцами, где используется анаэробный материал в состоянии поставки.

Прочность сцепления для резьбовых соединений оценивать по крутящему моменту, а для соединений «стержень–кольцо» – по пределу прочности при сдвиге.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Результаты выбора полимерных материалов для ремонта сборочной единицы.
3. Результаты исследований.
4. Схема технологического процесса ремонта сборочной единицы с использованием анаэробных материалов и клеев (табл. 2.7.9–2.7.13).
5. Выводы.

Таблица 2.7.9

Выбор полимерных материалов для ремонта сборочной единицы

Номер соединения	Наименование дефекта детали или неисправности сборочной единицы	Рекомендуемая марка материала или состава композиции

Таблица 2.7.10

Технология восстановления неподвижных соединений в зависимости от зазора и условий работы соединения

Наименование соединения и условия его работы	Зазор, мм	Анаэробный материал (композиция)	Режим процесса	Технологический маршрут восстановления	Способ контроля	Эскиз восстановления соединения

Таблица 2.7.11

Результаты испытаний образцов при исследовании способов повышения скорости отверждения (на примере резьбовых соединений)

Номер измерения	Марка анаэробного материала или состав композиции	Режим процесса отверждения	Момент отворачивания резьбового соединения, Н·м

Таблица 2.7.12

Результаты испытания образцов при исследовании способов повышения несущей способности (на примере соединения «кольцо–стержень»)

Номер измерения	Марка анаэробного материала или состав композиции	Давление по манометру, МПа	Усилие распрессовки, Н	Площадь контакта (склейки), м <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа	Среднее значение предела прочности, МПа

Таблица 2.7.13

Схема ТП ремонта сборочной единицы с использованием клеев

Наименование и содержание операции	Эскиз на ТП	Технические требования	Технологические режимы	Оборудование, приспособление, инструмент	Контроль качества

## 7.2. Применение защитных полимерных покрытий при ремонте машин

Факторы, вызывающие развитие процессов коррозии:

- высокая относительная влажность воздуха;
- содержание агрессивных газов;
- колебания температуры;
- накопление пылевых и технологических отложений;
- действие дезинфицирующих растворов.

Существующие методы по предотвращению развития коррозионных процессов условно подразделяют на методы воздействия на металл и методы воздействия на среду, а также их комбинации. По степени оказываемого антикоррозионного воздействия предпочтение отдают методам воздействия на металл, заключающимся



в нанесении покрытий постоянного действия со специальной электрохимической и химической обработкой поверхности металла. В связи с развитием промышленного производства новых материалов, особенно органического происхождения, повысился интерес именно к полимерным покрытиям. К группе органических покрытий помимо полимерных относятся также лакокрасочные и смазочные антикоррозионные.

Распространенная до настоящего времени технология использования систем покрытий с применением лакокрасочных материалов не всегда оправдывает себя как с экономической стороны, так и с точки зрения срока службы получаемых покрытий. Поэтому упор необходимо делать на полимерные защитные материалы и технологии их переработки как более перспективные и обладающие большими возможностями.

Возможность рекуперации порошка обеспечивает экологическую безопасность технологического процесса и сводит к минимуму (менее 1 %) технологические потери.

Нанесение тонкослойных покрытий, обладающих специальными свойствами, например триботехническими, применимо для поверхностей деталей, испытывающих фрикционное взаимодействие. Предпочтение отдается деталям, работающим в условиях трения скольжения. Скорость и нагрузка в зоне трения при вращательном или поступательном движении контактирующих поверхностей должны быть незначительными (скорость до 0,5 м/с, нагрузка до 6–7 МПа, температура в зоне трения до 120 °С).

Способ переработки пластмасс в конечное изделие зависит от того, термопластичные или терморезистивные полимеры будут использоваться для данных условий эксплуатации. Первые обладают свойством при многократном нагревании и охлаждении сохранять способность размягчаться, плавиться и вновь затвердевать. Вторые же при нагреве необратимо переходят в неплавкое состояние, связанное с образованием т. н. «сшитых» структур.

Напыление в псевдооживленном слое используется для формирования покрытий из однородных материалов. Механизм псевдооживления используется при вихревом, вибрационном и вибровихревом способах формирования покрытий, в отличие от пневматического, центробежного и струйно-центробежного.

При *вихревом* напылении предварительно нагретое изделие окунают во взвихренный газом (в основном воздухом) слой порошка

полимера. Послойно налипая и оплаваясь, частицы порошка образуют покрытия. К недостаткам способа относится сепарация частиц по высоте слоя. Кроме того, ряд полимерных порошков (фторопластовые) потоком газа невозможно перевести в псевдооживленное состояние. Преимущество способа в простоте используемого оборудования. Вихревое напыление рекомендуется при получении покрытий на деталях простой формы.

*Вибрационное* напыление во многом аналогично вихревому, отличается достижением псевдооживленного состояния порошка не путем воздействия потока газа, а за счет вибрации. При виброоживлении также происходит сепарация частиц по размеру и плотности. Вибрационное напыление в основном используется в комбинации с другими способами напыления.

*Вибровихревое* напыление основано на использовании слоя, оживленного одновременным воздействием вибрации и потока газа. Позволяет достичь большого расширения слоя, исключая сепарацию частиц.

При *пневматическом* нанесении покрытия формируются с помощью пневматических распылителей. Практически отсутствуют ограничения на форму изделия.

При *центробежном* напылении порошок наносится на нагретое и вращающееся с высокой скоростью изделие.

Наиболее известен *струйно-центробежный* способ. За счет вращения достигается высокая равномерность толщины покрытия как по диаметру, так и по длине изделия. Способ применяют для нанесения покрытий на внутренние поверхности труб, подшипников, пазов роторов электрических машин.

Способы напыления предварительно заряженных частиц порошка на изделие основаны на использовании закономерностей электростатики и учитывают силы электростатического поля, поэтому позволяют наносить порошковые материалы без предварительного нагрева изделия. Способы электростатического напыления предъявляют ряд специальных требований к диэлектрическим свойствам напыляемых материалов, их плотности и размерам частиц. Поэтому желательно использование порошковых составов, предназначенных специально для электростатического напыления. Толщина покрытия составляет от 70 до 150 мкм.

При *пневмоэлектростатическом* распылении транспортировка заряженных частиц порошка к покрываемой поверхности, как пра-

вило, осуществляется за счет электрических сил поля высокого напряжения и принудительно подаваемого газового потока. Процесс нанесения непрерывный. Он включает операции зарядки частиц, их транспортировки к покрываемой поверхности и осаждения в виде слоя на изделие. Зарядка частиц порошка проводится по ионному механизму и путем контактной электризации (сообщения телу электрического заряда). Средняя скорость движения частиц размерами менее 100 мкм в электрическом поле составляет 3–10 м/с. Осаждение при приближении отрицательно заряженных частиц к положительно заряженному (заземленному) изделию происходит в результате взаимодействия сил электрических, гидродинамических, инерционных, сил тяжести. Метод позволяет создавать покрытия на изделиях любой конфигурации и размеров. По сравнению с вихревым напылением здесь значительно проще решается вопрос нанесения покрытия на отдельные участки изделия. Отрицательная сторона – высокая сложность оборудования.

При напылении *в ионизированном кипящем слое* заземленное ненагретое изделие окунают в кипящий заряженный слой порошка полимера. Способ имеет те же ограничения, что и вихревое напыление, и рекомендуется при нанесении покрытий на детали несложной конфигурации типа лент, а также корпусные детали простой формы.

Также выделяют комбинированные электростатические способы напыления, среди которых наиболее часто используется способ напыления *в облаке заряженных частиц*. Заземленное изделие помещают в облако частиц порошка, предварительно заряженных в ионизированном кипящем слое и распыленных сжатым воздухом. Частицы порошка, не осевшие на изделия, попадают в псевдооживленный ионизированный слой и вновь распыляются. Преимущества такого способа заключаются в увеличении коэффициента использования порошка и в упрощении системы его улавливания и возврата.

На использовании аналогичных принципов основан метод *получения покрытий в вакууме*. Заземленное изделие помещают в камеру с остаточным давлением 2,7 кПа. Затем в камеру подают порошок, а решетку подключают к источнику высокого напряжения. Происходит оседание порошкового материала на основе и формирование полимерного покрытия.

В группу методов, объединяющих напыление расплавленных частиц порошка на поверхность изделия, входят: газопламенное,

плазменное и теплотулучевое напыления, использующие в качестве энергии для расплавления частиц теплоту, возникающую в результате химического взаимодействия (горения), и теплоту высокоэнергетических потоков, включая магнитную, электрическую и лучевую энергии.

Способ напыления порошков *газоплазменным методом* заключается в расплавлении частиц полимерного порошка при пропуски его через пламя газовой горелки и последующем их нанесении в высокопластичном (вязкотекучем) состоянии на подогретую поверхность изделия. Предварительный нагрев изделий проводится в основном пламенем горелки (в случае незначительных размеров напыляемой поверхности) или объемным нагревом в печи (при большой площади и, особенно, большом объеме детали). Скорость движения расплавленных частиц при напылении составляет 20–30 м/с. При ударе о поверхность изделия частицы растекаются под некоторым избыточным давлением, что положительно влияет на качество покрытий. Длительное пребывание частиц в высокотемпературной зоне может привести к деструкции полимера и искажению свойств покрытий.

Для напыления пригодны полимеры, которые при нагревании могут плавиться и переходить в жидкое или вязкотекучее состояние. Кроме того, полимеры должны обладать смачивающей способностью по отношению к обрабатываемой поверхности и в процессе напыления растекаться по ней с образованием сплошных покрытий. Не должны иметь место деструкция и окисление полимера. По гранулометрическому составу порошок из полимерных материалов должен иметь размеры 150–315 мкм. Для напыления применяют термопласты как в чистом виде, так и с различными наполнителями.

*Плазменный* метод заключается в разогревании частиц путем пропускания их через плазму – ионизированный поток газа с температурой 3500 °С–10 000 °С – и нанесении расплавленных частиц на поверхность изделия. Истечение плазменных струй из плазмотронов происходит с высокими скоростями (1000–2000 м/с), что обеспечивает ускоренное движение частиц порошка. Высокие температуры благодаря наличию среды инертного газа и короткому (менее 1 мс) времени пребывания порошка в плазме не вызывают деструкции полимера. При выходе из плазменной струи частицы разгоняются до 100–180 м/с. Тепловое взаимодействие с поверхностью изделия также кратковременно – частицы затвердевают за 1–10 мс.

Для плазменного напыления рекомендуют использовать порошки с размером частиц от 40 до 100 мкм. Толщина получаемых покрытий

составляет 100–250 мкм и зависит от времени напыления и числа ходов. Покрытие отличается высокой степенью равномерности по толщине. В состав установок входят: плазменный распылитель, порошок питатель, трансформатор-выпрямитель постоянного тока и пульт управления.

*Магнитный* способ заключается в нанесении порошка на горячую деталь в зоне действия сильного магнитного поля напряженностью 16–150 кА/м и более. Под действием магнитного поля возникает направленная ориентация частиц и происходят структурные преобразования в пленке. В результате такого комплексного воздействия отмечается улучшение физико-механических свойств покрытий, включая увеличение прочности на 25 %, твердости и износостойкости, снижение внутренних напряжений на 50 %.

При *электроискровом* способе в искровом промежутке между изделием и коронирующим зарядом создается электростатическое поле напряженностью 500–30 000 кВ/м. Под действием низковольтных электрических импульсов и электростатического поля полимерный материал наносится на поверхность с образованием равномерного покрытия. Преимущества – отпадает необходимость применения нагревательных устройств, возможно покрывать крупногабаритные изделия при автоматизации процесса нанесения.

*Теплолучевой* способ заключается в нанесении струйным методом полимерного материала при предварительном подогреве поверхности кварцевыми лампами или ТЭНами, смонтированными на распылителе. Недостатки – поверхность не всегда гладкая, требуется высокая квалификация рабочего.

### ***Нанесение порошков в виде водной суспензии***

Порошковые полимеры суспендируют в воде с добавлением водорастворимых катализаторов, ПАВ и других веществ, способных реагировать с металлической поверхностью. Полученную суспензию с содержанием сухого вещества наносят распылителем аналогично жидким краскам. При удалении воды и последующем нагревании мелкодисперсные частицы полимера образуют тонкое покрытие. В зависимости от природы пленкообразователя могут быть получены покрытия с разнообразными свойствами. Процесс взрывобезопасен, характеризуется хорошими условиями труда.

Технология нанесения полимерных материалов способом электростатического напыления включает:

- подготовительную стадию по проверке порошкового материала, подготовке поверхности покрываемого изделия, подготовке и проверке технологического оборудования;
- напыление порошкового материала на восстанавливаемую поверхность;
- формирование покрытия;
- контроль качества изделия.

### ***Подготовительная стадия***

*Выбор и проверка порошкового полимерного материала на соответствие эксплуатационным требованиям, предъявляемым к готовому изделию.* При несоответствии показателей влажности и дисперсности требованиям технических условий порошок для напыления дополнительно сушат и просеивают через сито с номером сетки 0315 по ГОСТ 3584–73.

Разновидности порошковых красок:

- эпоксидные;
- эпоксидно-полиэфирные;
- полиэфирные;
- полиуретановые.

Оптимальное сочетание хороших физико-механических и электроизоляционных свойств – основное достоинство эпоксидных порошковых красок. Покрытия на их основе отличаются исключительно высокой адгезией, механической прочностью и химической стойкостью. Хорошая стойкость к щелочам и кислотам, алифатическим и ароматическим углеводородам, маслам, топливу, воде позволяют использовать эпоксидные порошковые краски для наружной и внутренней защиты магистральных трубопроводов. Можно получить покрытия толщиной до 500 мкм с одинаково хорошими твердостью, эластичностью и ударной прочностью. Существенными недостатками эпоксидных покрытий являются их ограниченная атмосферостойкость и склонность к пожелтению из-за перегрева в печи отверждения, особенно если она обогревается газом.

Если к порошковому покрытию не предъявляются повышенные антикоррозийные требования или не требуется устойчивость к действию растворителей, эпоксидные порошки заменяют эпоксиполи-

эффирами (сочетание эпоксидной и полиэфирной смол), которые получили название гибридных порошков. Эпоксиполиэфиры с различным соотношением эпоксид/полиэфир используются для отделки предметов домашнего обихода, металлической, садовой, офисной, медицинской и школьной мебели, спортивных снарядов, торгового, осветительного оборудования, электрооборудования и др. Большим спросом эпоксиполиэфиры пользуются благодаря высоким декоративным качествам покрытий на их основе. Современная технология получения порошковых красок позволила не только расширить цветовую гамму покрытий, но и добиться различной фактуры покрытия.

Полиэфирные покрытия отличаются прежде всего атмосферостойкостью, механической прочностью и повышенной стойкостью к стиранию. По атмосферостойкости покрытий полиэфирные краски не уступают никакому другому порошковому материалу. Диэлектрические показатели близки к показателям эпоксидных покрытий. Однако щелочестойкость полиэфирных покрытий низка. Обычно используют покрытия толщиной 60–120 мкм. Они обладают высоким гляncем и хорошей адгезией к металлам, в т. ч. к легким сплавам.

Максимальная толщина покрытия на основе полиуретановых порошковых красок составляет 100 мкм. Полиуретановые покрытия характеризуются устойчивым блеском, обладают водо- и атмосферостойкостью, стойкостью к жидкому топливу, минеральным маслам, растворителям. Их применяют для защиты изделий, подвергающихся трению, абразивному износу, некоторых видов химического оборудования и емкостей для хранения жидких и газообразных химических веществ. Они также пригодны в качестве грунта при нанесении других порошковых красок (эпоксидных, полиакриловых и т. п.).

*Подготовка поверхности покрываемого изделия.* Поверхности, подлежащие окрашиванию, не должны иметь заусенцев, острых кромок радиусом менее 0,3 мм, нарушений сплошности металла в виде раковин, кратеров, трещин и др. Для устранения дефектов поверхности изделия допускается использовать полиэфирную шпатлевку ПЭ-0889 или эпоксидный компаунд следующего состава: эпоксидная смола – ЭД-20 100 г; полиэтиленполиамин (ПЭПА) – 12–14 г (или отвердитель АФ-2 – 30 г); олигоэфиракрилат – МГФ-9 20 г; порошковый материал – 50–100 г.

- Отверждение компаунда с ПЭПА производят:
- при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  – в течение 24 ч;
  - при температуре  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$  – в течение 5 ч.

Отверждение компаунда с АФ-2 производят:

- при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  – в течение 2–3 ч;
- при температуре  $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$  – в течение 1,0–1,5 ч.

Сварные и паяные швы должны быть зачищены. Неровности сварных и паяных швов допускаются в тех случаях, когда к покрытию не предъявляются требования декоративности.

Для удаления газов литья металлические изделия перед окрашиванием прокаливают при температуре не ниже  $250 ^\circ\text{C}$  в течение 30–60 мин и охлаждают до температуры не ниже  $40 ^\circ\text{C}$ .

Места, не подлежащие нанесению покрытий, защищают с применением следующих материалов: фольги алюминиевой по ГОСТ 618–73, кремнийорганической резины, защитных конструкций из металла, керамики, фторопластов, ленты клеевой на бумажной основе марки Г по ГОСТ 18251–87, ленты изоляционной по ГОСТ 16214–86, кремнийорганических компаундов.

Допускается использование термостойких легкоъемных лаков (например, силиконовых ПС).

Поверхность изделия (металла) должна быть чистой, сухой, без окалины и ржавчины, без жировых и других загрязнений. Степень очистки металлической поверхности от окислов – вторая, степень обезжиривания – первая по ГОСТ 9.402–80.

Механическую очистку (дробеструйная, пескоструйная, шлифовальная и др.) производят при наличии на поверхности изделия окалины, окислов, ржавчины. Обработке подлежат изделия простой формы с толщиной стенок более 2 мм. Изделия с толщиной стенок менее 2 мм при механической обработке могут деформироваться. Для механической очистки в качестве абразивов используют кварцевый песок, металлический песок и др. Механическая очистка увеличивает шероховатость поверхности до Ra 2,5–10,0 мкм, что улучшает адгезию покрытий. После механической обработки поверхность изделия необходимо обдуть сжатым воздухом для удаления пыли.

В качестве обезжиривающих материалов используют водные щелочные растворы или органические растворители.

Обработку в водных щелочных растворах типа КМ, МС, «Лабомид-203» и других производят при температуре  $60 ^\circ\text{C}$ – $80 ^\circ\text{C}$  в течение 2–20 мин (погружение в раствор или другие методы). После обработки в обезжиривающих растворах изделия промывают водой при температуре  $20 ^\circ\text{C}$ – $40 ^\circ\text{C}$  и сушат при  $60 ^\circ\text{C}$ – $80 ^\circ\text{C}$  до удаления



влаги. Для обезжиривания в органических растворителях используют тетрахлорэтилен (для черных металлов), трихлорэтилен (для цветных металлов), уайт-спирит (для всех металлов).

Обработку производят в следующих фазах: жидкой (погружение, протирка) или паровой (в установках). Затем производится сушка при 18 °С–25 °С в течение 10 мин или при 40 °С–60 °С в течение 30 мин.

Первая степень обезжиривания по ГОСТ 9.402–80:

– при проверке методом смачиваемости: время до разрыва пленки воды на изделии составляет более 30 с;

– при капельном методе: отсутствует масляное пятно на фильтровальной бумаге;

– при испытании методом протирки: нет явно выраженного темного пятна на салфетке.

Травление производят в растворах кислот и щелочей (соляной, серной, ортофосфорной, едкого натра и др.) при наличии на поверхности изделий из черных и цветных металлов окислов, продуктов коррозии, окалины. Обработке подлежат изделия любой формы, обеспечивается удаление окислов из труднодоступных мест (отверстий, пазов и др.). Травлению подвергают изделия, предварительно очищенные от механических и жировых загрязнений.

Для черных металлов используют серную, соляную и ортофосфорную кислоты с концентрацией 150–200 г/л.

Процесс травления проводят при температуре 50 °С–80 °С, время обработки погружением в ванну – 15–30 мин, при струйной обработке время сокращается до 5 мин.

Алюминий и алюминиевые сплавы травят в растворе едкого натра (NaOH) с концентрацией 40–60 г/л при температуре раствора 50 °С–60 °С, время обработки погружением в ванну – до 2 мин.

Медь и медные сплавы травят в серной кислоте концентрацией 150–200 г/л при температуре 15 °С–30 °С, время обработки погружением – 1–20 мин (зависит от степени окисленности).

После травления изделия подлежат промывке, последовательно горячей (60 °С–70 °С) и холодной водой. Остаточную кислоту нейтрализуют в 1–2%-м растворе кальцинированной соды. Сушат изделия при температуре 60 °С–80 °С в течение 20–30 мин.

*Подготовка технологического оборудования.* Включает контроль и обеспечение следующих элементов: включение и функционирование

вытяжной вентиляции, автоматическое поддержание температурно-временного режима печи, наличие сжатого воздуха в системе.

Подготовка напылителя заключается в его внешнем осмотре на отсутствие повреждений, подключении блока питания к пневмосети или к компрессору через влагомаслоотделитель.

Сжатый воздух, применяемый для получения покрытий, должен соответствовать второй группе по ГОСТ 9.010–80:

- температура сжатого воздуха на входе в напылитель – 15 °С–30 °С;

- содержание в сжатом воздухе влаги и минеральных масел в виде капель не допускается;

- содержание твердых частиц – не более 2 мг/м<sup>3</sup>, паров влаги – не более 700 мг/м<sup>3</sup> (или 580 мг/кг), паров минеральных масел – не более 3 мг/м<sup>3</sup>.

После подключения напылителя к блоку питания необходимо заземлить высоковольтный кабель и включить блок в сеть 220 В.

Операцию получения покрытий проводят при температуре окружающего воздуха 15 °С–30 °С и относительной влажности не более 80 %.

### ***Нанесение порошкового материала на восстанавливаемую поверхность***

Напыление рекомендуется производить в следующей последовательности:

- закрепить окрашиваемое изделие на технологическом приспособлении (подставке, подвеске) и поместить в камеру напыления;

- заземлить изделие и пистолет-распылитель;

- установить давление 0,4–0,6 МПа;

- установить расстояние между соплом пистолета и поверхностью изделия порядка 300–400 мм;

- перемещая распылитель, добиться максимального осаждения порошка на поверхность изделия;

- передать напыленное изделие на операцию формирования покрытия.

### ***Формирование покрытия***

Выполняются следующие действия:

- установить напыленное изделие в технологическое приспособление, не допуская нарушения порошкового покрытия, и поместить в печь для оплавления;

– в соответствии с паспортной документацией на полимер настроить и автоматически выдерживать температурно-временные режимы оплавления и полимеризации;

– в случае необходимости получения многослойного покрытия после оплавления провести повторное напыление. Операции повторять до получения требуемого значения толщины покрытия;

– охладить на воздухе.

### **Контроль качества**

Проводят не ранее чем через 3 ч после формирования покрытия, если нет других указаний в ТУ на порошковую краску (табл. 2.7.14).

Таблица 2.7.14

Дефекты покрытия и способы их устранения

Дефект	Причина образования	Способ устранения
Включения	Наличие крупнодисперсной фракции порошкового материала	Просеять материал или заменить его
Шагрень	Низкая температура формирования покрытия	Повысить температуру формирования покрытия
Отсутствие покрытия на отдельных участках	Повышенное давление на входе в напылитель	Снизить давление на входе в напылитель до 0,5 кгс/см <sup>2</sup>
	Экранирование отдельных участков изделия технологической подвеской	Изменить конструкцию технологической подвески
Недостаточная толщина покрытия	Нарушена технология окрашивания	Отработать технологию окрашивания
Поры	Газовыделение из литых деталей	Перед окрашиванием выдержать при температуре не ниже 250 °С в течение 30 мин и охладить до температуры не ниже 40 °С
Кратеры	Несоответствие материала требованиям ТУ	Заменить материал

Дефект	Причина образования	Способ устранения
Трещины	Низкая температура формирования, недостаточное время формирования покрытия	Отрегулировать температуру и время формирования покрытия
Подтеки (разнотолщинность)	Нанесение утолщенного слоя, повышенная температура формирования покрытия	Отрегулировать оборудование, снизить температуру
Изменение цвета	Повышенная температура формирования покрытия или повышенное время формирования	Отрегулировать температурно-временной режим формирования покрытия

Контроль качества внешнего вида (цвет, класс) покрытий проводят визуально при дневном или искусственном рассеянном свете, сравнивая покрытие с эталоном или контрольным образцом, утвержденным в установленном порядке.

Класс покрытия оценивают в соответствии с ГОСТ 9.032–74.

Толщину покрытия определяют толщиномерами: МТ-41 НЦ (ТУ 25-06.2500–83), ВТ-10 НЦ (ТУ 25-06.2501–83), ВТ-30 Н (ТУ 25-06.1688–78) и др.

У электроизоляционных или защитных покрытий на изделии дополнительно контролируют сплошность. Сплошность покрытия определяют разрушающим методом: на участке 2–3 мм<sup>2</sup> удаляют покрытие до металла, изделие погружают в электролит так, чтобы участок без покрытия был выше уровня электролита. Один электрод, подсоединенный к источнику тока, погружают в электролит, другим касаются очищенного участка изделия. Наличие тока в цепи указывает на нарушение сплошности покрытия. Сопротивление изоляции для электроизоляционных покрытий контролируют мегаомметром с номиналом, необходимым для проверяемого класса изоляции.

Адгезию покрытия определяют одним из методов, установленных ГОСТ 15140–78: отслаивания, решетчатых надрезов, параллельных надрезов.

Эластичность покрытия при изгибе меряют по ГОСТ 6806–73.

Прочность покрытия при ударе определяют по ГОСТ 4765–73.

Предел прочности покрытия при растяжении определяют по ГОСТ 18299–72.

### **Порядок выполнения работы**

Изучить технику безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы напыления и настроить пистолеты-распылители (ТСН-9, ЭСН-3.2) в соответствии с рекомендуемыми технологическими значениями параметров.

Последовательно нанести полимерное покрытие на восстанавливаемую поверхность с использованием пистолетов-распылителей ТСН-9 и ЭСН-3.2, включая термообработку, выдержку и охлаждение до получения требуемого качества покрытия.

Снять деталь, произвести контроль качества полученного покрытия, при необходимости исправить его состояние до требуемого.

Убрать рабочее место.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Содержание отчета**

1. Наименование и цель лабораторной работы.

2. Анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали.

3. Технологический процесс восстановления методом электростатического напыления порошковых полимерных материалов.

4. Требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен содержать: наименование детали; материал основы; тип коррозионного разрушения; условия работы; вид и характер дефекта; эскиз детали с указанием местонахождения дефекта и размеров области разрушения; вид назначенного полимерного покрытия, его характеристики; технологический процесс нанесения.

Результаты выбора эпоксидной композиции, схема технологического процесса ремонта объекта.

## Контрольные вопросы и задания

1. Каковы назначение и область применения в ремонтном производстве покрытий из полимерных материалов? Их преимущества и недостатки.

2. Какова сущность способа электростатического напыления полимерных материалов?

3. Что общего у трибоэлектрического и электростатического напылителей? Каковы их основные отличия при использовании?

4. Какие операции включает технологический процесс электростатического нанесения полимерных покрытий? Каково их содержание?

5. Каковы особенности техники безопасности при работе с порошковыми полимерными материалами и оборудованием для напыления?

6. Укажите состав, свойства, преимущества, недостатки применения эпоксидных композиций в ремонтном производстве. Каковы технические требования к ним?

7. Укажите виды и назначение наполнителей, применяемых в эпоксидных композициях.

8. Приведите технологические маршруты устранения трещин в корпусных деталях.

9. Приведите технологические маршруты ремонта неподвижных соединений.

10. Укажите технические требования к ремонту деталей и сборочных единиц анаэробными материалами и клеями.

11. Укажите свойства, назначение и область применения анаэробных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники.

12. Укажите свойства, назначение и область применения клеев в ремонтном производстве.

13. Приведите технологический маршрут восстановления ведомых дисков муфт сцепления с применением термостойких клеев.

## № 8. РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта цилиндропоршневой группы и головки блока цилиндров 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

1. Изучить технику безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Изучить технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.
3. Изучить технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.
4. Ознакомиться с оснащением рабочего места, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
5. Определить по результатам технической экспертизы содержание и объемы ремонтных работ; разработать технологический маршрут ремонта; выполнить основные операции.
6. Оформить и защитить отчет.

### 8.1. Ремонт цилиндропоршневой группы

#### Общие сведения

Номинальные и допустимые значения параметров деталей цилиндропоршневой группы приведены в табл. 2.8.1, 2.8.2.

Таблица 2.8.1

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
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	130 <sup>+0,06</sup>	130,18	0,025	0,070
СМД-60, СМД-62	130 <sup>+0,04</sup>	130,15	0,020	0,100
А-41	130 <sup>+0,04</sup>	130,19	0,030	0,090
А-01М	130 <sup>+0,04</sup>	130,16	0,020	0,090
СМД-14, СМД-18, СМД-31А	120 <sup>+0,06</sup>	120,16	0,030	0,035
Д-240, Д-50, Д-65	110 <sup>+0,06</sup>	110,18	0,030	0,090
Д-37, Д-144, Д-21	105 <sup>+0,06</sup>	105,18	0,020	0,090

Таблица 2.8.2

Выступание гильзы цилиндров относительно плоскости блока цилиндров, мм

Марка двигателя	Величина выступания	
	номинальная	допустимая
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	0,065–0,165	0,04
СМД-60, СМД-62	0,068–0,180	0,05
А-01М, А-41	0,065–0,165	0,05
СМД-14, СМД-18	0,050–0,157	0,04
СМД-31А	0,065–0,162	0,04
Д-108, Д-160	0,070–0,270	0,04
Д-65Н, Д-65М	0,065–0,170	0,04
Д-50, Д-240	0,090–0,150	0,04
ЗМЗ-53	0,020–0,100	–
ЗИЛ-130	0,020–0,090	–
КамАЗ-740	0,650–0,165	–

### 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. Последовательно определить 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 со вкладышами и 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 сидеть в отверстии бобышки плотно, 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, последовательно измерив 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; маслоъемных – 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 должен находиться 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 донышку 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 ОНР-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. Проконтролировать 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 ломик, закрепленному за установочные штифты маховика).

Монтажный ломик, поверочная линейка, щуп.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Перечень и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.8.3).
3. Технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.

## 8.2. Ремонт головки блока цилиндров

Номинальные и допустимые параметры механизмов газораспределения автотракторных двигателей приведены в табл. 2.8.4.

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. 1.2. Овальность, мм: – 1-й; – 2-й			
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. 3.2. Зазор в канавке под масло-съемное кольцо, мм: – 1-й; – 2-й и т. д. 3.3. Диаметр юбки поршня, мм: – 1-й; – 2-й			
4. Поршневые кольца: 4.1. Зазор в замке, мм: – 1-го; – 2-го и т. д.			
4.2. Упругость, Н: – 1-го; – 2-го			

Таблица 2.8.4

Номинальные и допустимые значения основных показателей механизмов газораспределения тракторных двигателей

Показатели	Марка двигателя				
	СМД-14	СМД-62	Д-108, Д-160	Д-240, Д-240Л	ЯМЗ-240Б
Высота головки цилиндров, не менее, мм	103,0	–	–	100,0	131,25
Неплоскостность головки цилиндров на всей длине, не более, мм:					
– нормальная;	0,10	0,05	0,06	0,05	0,05
– допустимая	0,15	0,10	0,15	0,15	0,08
Утопание тарелки клапана, мм:					
– впускного:					
нормальная;	1,15–1,60	0,25–0,75	1,4–2,6	0,9–1,2	1,1–1,5
допустимая;	2,50	1,4	2,7	2,0	2,2
– выпускного:					
нормальная;	1,15–1,60	0,45–0,95	0,9–2,1	0,9–1,2	1,6–2,0
допустимая	2,50	1,6	2,2	2,0	2,7
Диаметр тарелки клапана, мм:					
– впускного;	52	56	60	48	61,5
– выпускного	45	46	60	42	48
Угол наклона фаски клапана, град.:					
– впускного;	45	30	45	45	60,5
– выпускного	45	45	45	45	45,5

Показатели	Марка двигателя				
	СМД-14	СМД-62	Д-108, Д-160	Д-240, Д-240Л	ЯМЗ-240Б
Ширина притертой полоски на фаске клапана, мм: – впускного; – выпускного	1,5–2,0 1,5–2,0	1,5–2,5 1,5–2,5	Не менее 2,0	1,5–2,0 1,5–2,0	Не менее 1,5
Высота пояска тарелки клапана, не менее, мм	0,5	0,5	0,8	0,5	1,0
Зазор между торцом клапана и бойком коромысла на холодном двигателе, мм	0,40–0,45	0,48–0,50	0,25–0,33	0,25–0,30	0,25–0,30
Длина пружины клапана в рабочем положении, мм: – наружной; – внутренней	57,0 55,0	42,0 37,0	78,0 60,0	54,0 48,5	56,0 50,0
Усилие сжатия (упругость) пружины до рабочей длины, Н: – наружной: нормальное; допустимое; – внутренней: нормальное; допустимое	185–210 176 77–86 73	420–472 400 241–271 230	304–356 300 42–51 40	160–188 152 81,6–95,6 77	235–265 230 120,5–135,5 115

## Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом ремонта головки блока цилиндров (двигатель Д-240):

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 выступания стержней клапанов – 56,0–57,2 мм. Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Штангенглубиномер ШГ-2-50, ломик монтажный.

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 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 разукрупнять.

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. Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

9. Проконтролировать состояние сопряжения «клапан–направляющая втулка». Смазанный клапан должен медленно, без заедания

опускаться под действием собственного веса. При несоблюдении данных требований заменить клапан 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:

– 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 утопании новых клапанов меньше допустимой величины. Ширина рабочей фаски должна составлять 1,5–2,0 мм.

Набор ручного инструмента и фрез (фирма Neway).

13. Проконтролировать ширину цилиндрического пояска и биение стержня клапана. Ширина цилиндрического пояска должна составлять 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  $R_a$  – не более 0,6.

Набор ручного инструмента и фрез Gizmatic-2 (фирма Neway).

15. Скомплектовать клапаны с направляющими втулками головки. Смазанный моторным маслом клапан должен плавно, без зависания опускаться в гнездо под действием собственного веса.

16. Проконтролировать упругость  $P$ , Н на рабочей длине пружин  $L_p$ :

$P_1 = 77$  Н при  $L_{p1} = 48,5$  мм;

$P_2 = 152$  Н при  $L_{p2} = 54,0$  мм.

Приспособление КИ-050778.

17. Очистить и обдуть сжатым воздухом обработанные поверхности.

18. Смазать стержни клапанов на  $\frac{2}{3}$  длины от торца окунанием в графитовый раствор (состав: 7 мас. ч. графитовой смазки и 3 мас. ч. моторного масла).



19. Установить на клапаны и направляющие втулки внутренние и наружные пружины, тарелки, установить сухари.

Приспособление ОР-9913.

20. Проконтролировать герметичность сопряжения «клапан–клапанное гнездо» заливкой керосина поочередно во впускные и выпускные каналы. Просачивание керосина в течение 2 мин 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  $M = 160-180$  Н·м.

Гайковерт, сменная головка 19, ключ динамометрический ОРГ-8926.

22. Установить и закрепить штанги и механизм коромысел, завернуть 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 12.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.8.5).
3. Технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.

Таблица 2.8.5

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 пояска 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 наружной, внутренней; – 2-й			
8. Длина пружины в свободном состоянии, мм: – 1-й наружной, внутренней; – 2-й и т. д.			

### Контрольные вопросы

1. Каковы основные признаки неисправности деталей цилиндропоршневой группы?
2. Каковы основные дефекты деталей цилиндропоршневой группы?

3. Каковы критерии предельного состояния деталей цилиндропоршневой группы?

4. По каким параметрам производится комплектование деталей цилиндропоршневой группы?

5. Каковы технические требования к сборке деталей цилиндропоршневой группы двигателя Д-240?

6. Каковы основные признаки неисправности головки блока цилиндров?

7. Каковы основные дефекты деталей головки блока цилиндров?

8. В чем состоит технология ремонта клапанных гнезд?

9. В чем состоит технология ремонта клапанов?

10. В чем состоит технология ремонта направляющих втулок клапанов?

11. Каковы основные способы контроля герметичности сопряжения «клапан–клапанное гнездо»?

## **№ 9. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, РЕМОНТ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ФОРСУНОК**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по оценке технического состояния, ремонту, регулировке и испытанию топливных насосов типа 4УТНМ и форсунок.

**Студент должен знать:** конструкцию и работу топливных насосов высокого давления и форсунок, 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:** оценивать техническое состояние дизельной топливной аппаратуры, проводить основные операции по восстановлению работоспособности насосов и форсунок, контрольно-регулирующие испытания.

### **Задание**

1. Изучить технику безопасности при выполнении практической работы.
2. Ознакомиться с устройством, настройкой и работой стенда, приборов и инструмента.
3. Провести оценку технического состояния, ремонт, регулировку и испытание топливного насоса и форсунок.
4. Оформить и защитить отчет.

### **Общие сведения**

Причины неисправностей и нарушения работоспособности сборочных единиц топливной аппаратуры – абразивный и коррозионный износы, 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 и его распределения по цилиндрам, увеличение продолжительности впрыска топлива.

Основные методы восстановления прецизионных пар представлены на рис. 2.9.1.

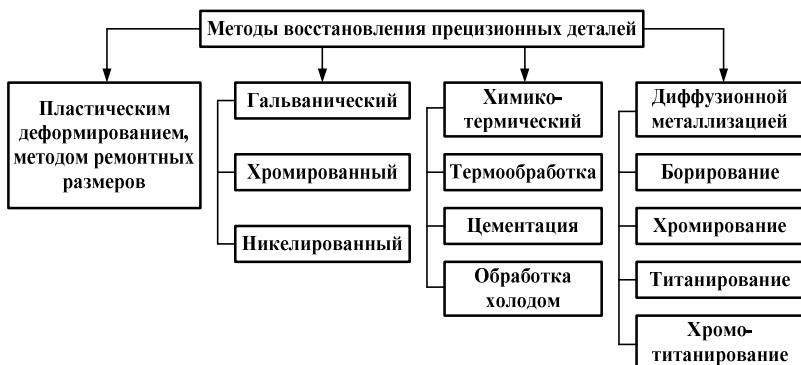


Рис. 2.9.1. Классификация методов восстановления прецизионных деталей

В ремонтной практике применяют в основном три способа: селективную подборку без увеличения начальных размеров деталей, гальваническое хромирование и замену 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  $\frac{1}{3}$  своей длины с последующей притиркой пастами ГОИ. В хорошо промытой и притертой паре плунжер должен свободно опускаться под действием собственного веса.

Одну из деталей заменяют новой в условиях «фирменного» ремонта. Работоспособность плунжерной пары восстанавливают 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 Ra 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 пр-26-3, 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 КР-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 ОР-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. Необходимо строго выполнять все требования 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.

### **9.1. Ремонт топливных насосов высокого давления**

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 измеряется с помощью специального приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878.

При измерении осевого люфта зубчатый венец поворотной втулки фиксируется перемещением его вверх с помощью отвертки до полного прижатия к корпусу ТНВД; перемещением рейки 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*

Осовой люфт кулачкового вала измеряется с помощью соответствующего приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878.

При измерении кулачковый вал подается на себя в осевом направлении до полного выбора зазора с помощью отвертки, вставленной в зазор между шлицевой втулкой и установочным фланцем; отвертка вынимается, тарелка индикатора устанавливается на нулевую отметку; кулачковый вал отжимается от себя до упора, при этом индикатор показывает величину осевого зазора. Если он не соответствует 0,10–0,25 мм, выполняется его регулировка изменением толщины пакета регулировочных прокладок под крышкой переднего подшипника. При невозможности обеспечить регулировкой требуемый осевой люфт вала насос отправляется на капитальный ремонт. Допускается замена подшипников кулачкового вала.

В ТНВД (4УТНМ и 4УТНИ) производства Ногинского завода топливной аппаратуры (НЗТА, Россия) радиально-упорные подшипники кулачкового вала заменены 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. В модернизированных ТНВД производства НЗТА нет необходимости в измерении осевого люфта кулачкового вала.

### ***Определение герметичности нагнетательных клапанов***

Работа производится в следующей последовательности:

- установить ТНВД на стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры;
- вывернуть перепускной клапан и закрыть отверстие перепускного клапана заглушкой;
- подсоединить к штуцерам насосных элементов полихлорвиниловые трубки приспособления для пролива;
- соединить топливопроводом низкого давления, прилагаемым к стенду, топливоподводящий штуцер ТНВД со штуцером стенового насоса;
- включить стендовый насос и по манометру стенда установить в головке ТНВД давление 0,07–0,12 МПа. Течь топлива из концов полихлорвиниловых трубок дольше 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 составлять 60–70 Н·м.

Проверка герметичности и давления открытия нагнетательных клапанов осуществляется подачей давления топлива 130 кПа 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. Если это значение не укладывается в пределы 40–75 кПа, то нагнетательный клапан и его пружину заменяют.

Постепенно увеличивая давление на стенде, 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 разный объем разгрузки, поэтому нельзя устанавливать 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***

Работа производится в следующей последовательности:

- вывернуть заглушку и ввернуть на место перепускной клапан;
- включить стендовый насос и определить по манометру стенда давление начала вытекания топлива из сливного отверстия клапана или демпфера.

Если давление открытия не соответствует 70–120 кПа, заменить клапан (демпер) 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, кПа: у ТНВД НЗТА – 70–120, у ТНВД МОТОРПАЛ – 110–150, у ТНВД ЯЗДА – 120–190. 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.

Работа производится в следующей последовательности:

- подключить насос к стенду по схеме, соответствующей регулировке насоса;
- установить пусковую частоту вращения кулачкового вала ТНВД и замерить производительность насосных секций.

Заменить плунжерные пары тех секций ТНВД, которые не обеспечивают пусковую подачу. Пусковая подача топлива должна составлять не менее 160–180 мм<sup>3</sup>/цикл при частоте вращения кулачкового вала 100 мин<sup>-1</sup>.

Начиная с 2004 г. 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 + 1,2) МПа; значительно уменьшены углы подачи топлива, поэтому для улучшения пусковых качеств дизелей пусковая подача топлива должна составлять 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 при регулировке насоса важно точно измерять и поддерживать давление на впуске в насос. Для выпуска воздуха из линии топливоподдачи стенда ослабляют пробку выпуска воздуха или затяжку болтов поворотных угольников.

Далее, когда ролик толкателя набегает на кулачок, плунжер движется вверх. Как только верхний торец плунжера перекрывает впускное отверстие втулки, начинается нагнетание и подача топлива через топливопровод в форсунку. Количество топлива, которое поступает 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, т. к. от точности настройки ТНВД зависит топливная экономичность и надежность работы двигателя. Отрицательно на работе дизеля сказывается неравномерность топливоподдачи между секциями насоса, которую можно обеспечить только на регулировочном стенде. Основной рабочий показатель, который определяют во время регулировки ТНВД, – цикловая подача топлива, под которой понимается подача топлива секцией насоса за один цикл (за один рабочий ход плунжера).

Подача топлива за один цикл происходит через топливопровод высокого давления и стендовую форсунку. 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 собой площадь отверстия жиклера  $f$ , умноженную на коэффициент расхода  $\mu$ , зависящий от шероховатости поверхности жиклера, отклонений от цилиндрической формы, размеров входной части (фаски). Коэффициент расхода всегда меньше единицы. Эффективное проходное сечение определяет пропускную способность форсунки-калибра.

Предусмотрен типоразмерный ряд пяти сменных жиклеров номинальными диаметрами 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 мм, охватывающих регулировку всех типов ТНВД. Для регулировки ТНВД автотракторных двигателей достаточно иметь жиклеры диаметрами 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 мм.

Для ТНВД легковых автомобилей целесообразно использовать жиклер диаметром 0,4 мм. Форсунка-калибр является универсальной для всех типов ТНВД, где устанавливается жиклер, ближайший по величине эффективного проходного сечения к распылителю форсунки, который применяют на данном двигателе. Применяемость жиклеров приведена в табл. 2.9.1.

Таблица 2.9.1

Параметры жиклеров

Номинальный диаметр отверстия жиклера (допуск $\pm 5$ мк), мм	Эффективное проходное сечение $\mu f$ , мм <sup>2</sup>	Регулируемые ТНВД автотракторных дизелей
0,5	0,167–0,175	УТН; УТНИ; 4ТН; 6ТН; насосы дизелей КамАЗ
0,6	0,239–0,251	ЯЗДА; МОТОРПАЛ; ЯМЗ
0,7	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 представлены на рис. 2.9.2, 2.9.3.

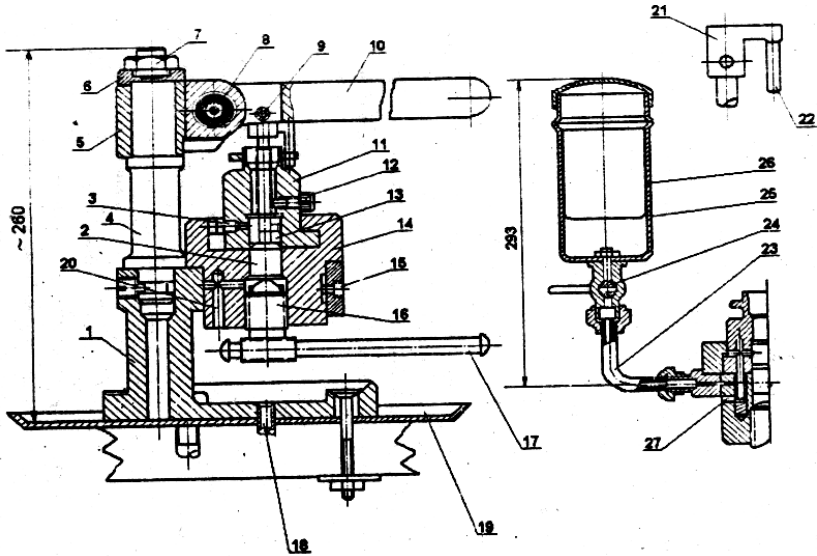


Рис. 2.9.2. Устройство прибора для испытания плунжерных пар

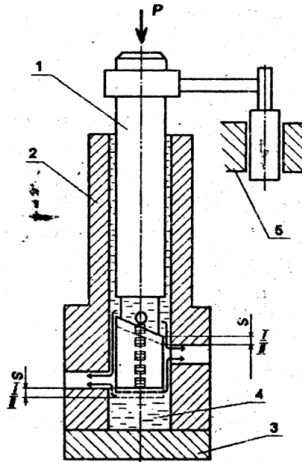


Рис. 2.9.3. Принципиальная гидравлическая схема прибора для испытания плунжерных пар

Испытание плунжерной пары проводится 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 винт 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;

– 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) составляет 9,9–10,9 Н·м<sup>2</sup>/с (9,9–10,9 сСт) по ГОСТ 25708–83.

Плунжерная пара, гидравлическая плотность которой по показаниям прибора, работающего на указанной смеси, составляет 3 с и более, пригодна для дальнейшей эксплуатации.

При ремонте топливной аппаратуры плунжерные пары сортируют по группам гидравлической плотности (табл. 2.9.2).

Таблица 2.9.2

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, разуккомплектовывают, промывают в бензине. Разуккомплектованные 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, граненость, 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. Напрессовывают 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 подвер-

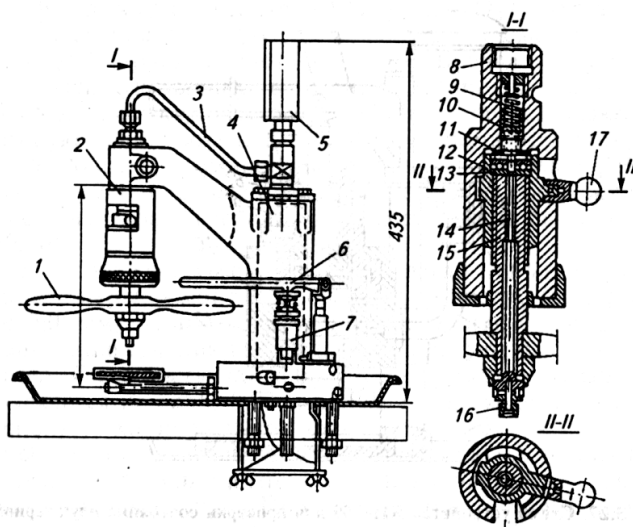


гают их термообработке. Отхромированные нагревают в шкафу до температуры 180 °С–2000 °С и выдерживают в течение 60 мин, никелированные – нагревают до 4000 °С, выдерживают в течение 60 мин, охлаждают на воздухе.

После наложения хрома или никеля детали притирают, при необходимости предварительно шлифуют, спаривают, испытывают и сортируют согласно описанию.

### ***Определение технического состояния пары «нагнетательный клапан–седло»***

Испытание нагнетательного клапана и клапанного седла производится на приборе КИ-1086, приведенном на рис. 2.9.4.



*Рис. 2.9.4. Прибор КИ-1086 для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов:*

- 1, 6, 17 – 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-8,5×10, 4ТН-9×10Т, 6ТН-9×10Т, 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  $3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{с}$  (3,5 сСт; зимнее топливо).

Перед началом испытания клапанов необходимо провести проверку герметичности прибора. Для этого на место испытуемого клапана поставить заглушку, прилагающуюся к прибору. Операции по установке заглушки в прибор производятся в такой же последовательности, как и при установке клапанной пары. Следует поднять давление топлива в аккумуляторе до 0,92 МПа, давление должно снижаться с 0,9 МПа не более чем на 0,05 МПа за 3 мин.

Испытание соединения «нагнетательный клапан–клапанное гнездо» проводится в следующем порядке:

- повернуть вороток на пол-оборота и рукояткой опустить втулку 12 в нижнее положение;
- вывернуть винт так, чтобы верхний его конец находился ниже верхней плоскости опорного шарикоподшипника;
- положить на опорный подшипник установочное кольцо, соответствующее испытуемому клапану. Кольцо должно плотно входить в гнездо;
- тщательно промыть в чистом дизельном топливе клапан, седло и капроновую прокладку;
- вставить клапанную пару с уплотнительной прокладкой, прилагающейся 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 трещотки, вести верхний конец винта до момента его соприкосновения с клапаном. В момент касания винта с клапаном трещотка 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; 1,0 мм). После обработки полученных данных строится график изменения гидравлической плотности нагнетательных клапанов в зависимости от положения разгрузочного пояска в направляющем отверстии по высоте. Полученные зависимости позволяют определить характер износа сопряжения «разгрузочный поясок–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 вынуть клапан 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 трехкратно: после каждого испытания надо вынуть пару из прибора, повернуть клапан относительно седла приблизительно на 120 % и вновь испытать пару в указанной ранее последовательности, при этом засчитывается среднее арифметическое значение времени снижения давления.

Нагнетательные клапаны считаются годными, если их гидравлическая плотность по разгрузочному пояску более 2 с, а 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., следует обкатать, отрегулировать и испытать ТНВД на контрольно-регулирующем стенде.

Перед обкаткой ТНВД подключается к системе топливоподачи стенда, свежее масло заливается в корпуса насоса и регулятора до верхних меток указателя уровня.

Первая обкатка в течение 15 мин проводится с форсунками без распылителей при частоте вращения кулачкового вала насоса  $500 \text{ мин}^{-1}$  и полной подаче топлива. Вторая обкатка ТНВД проводится 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). При каждом положении рычага насос обкатывается в течение 5 мин при разбитой для этого на 6 частей дуге перемещения рычага. 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, устраняются.

По окончании обкатки масло сливается из полостей ТНВД и регулятора, проверяется плавность перемещения рейки при проворачивании кулачкового вала насоса (заедание рейки и связанных с ней деталей не допускается), легкость перемещения рычага регулятора (заедание не допускается).

Свежее масло заливается в корпуса ТНВД и регулятора.

Перед регулировкой необходимо подключить ТНВД к системе топливоподачи стенда. Настройка топливных насосов на соответствующие выходные регулировочные показатели выполняется в следующем порядке:

- проверить величину пусковой подачи топлива. Для этого установить частоту вращения кулачкового вала ТНВД ( $100 \pm 10$ ) мин<sup>-1</sup> и замерить величину пусковой подачи по штуцерам насоса, которая должна составлять не менее 145 мм<sup>3</sup>/мин. При значении пусковой подачи топлива меньше указанной величины плунжерную пару следует заменить;

- отрегулировать угол подачи топлива и его чередование по штуцерам насоса с помощью моментоскопа. Проверить герметичность нагнетательных клапанов;

- отрегулировать момент начала действия регулятора при помощи болта ограничителя максимального скоростного режима. При значении частоты вращения кулачкового вала насоса, соответствующем началу действия регулятора, рычаг управления регулятора должен находиться в положении «до упора»;

- настроить 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 использовать эталонный стендовый комплект форсунок с топливопроводами высокого давления.

При отклонении от требуемых значений продолжать регулировать ТНВД следующим образом: ослабить стяжной винт зубчатого венца или поводка рейки и повернуть влево или вправо втулку относительно зубчатого венца или поводка рейки. После регулировки затянуть стяжные винты каждого зубчатого венца.

Величину подачи одновременно всех насосных секций изменять с помощью винта номинальной подачи топлива. После регулировки повторно проверить начало действия регулятора.

Проверку и окончательную регулировку подачи топлива, равномерности его подачи отдельными насосными элементами проводить при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля. Неравномерность подачи топлива не должна превышать значения, приведенные в табл. 2.9.3.

Показатели неравномерности подачи топлива по штуцерам насоса

Марка насоса	Неравномерность подачи топлива, не более, %			
	при регулировке		при проверке	
	на номинальных оборотах при полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода	на номинальных оборотах при полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода
4УТНМ	3	30	6	35

Проверку подачи топлива секциями топливного насоса выполнить при частоте вращения, соответствующей режиму холостого хода.

Неравномерность подачи топлива по штуцерам насоса определяется по формуле

$$H = \frac{2(K_{\max} - K_{\min})}{K_{\max} + K_{\min}} 100 \%,$$

где  $K_{\max}$ ,  $K_{\min}$  – максимальная и минимальная подачи топлива по штуцерам насоса, мм<sup>3</sup>/цикл.

Частота вращения кулачкового вала, соответствующая полному выключению подачи топлива, не должна превышать значений, указанных в технических условиях. Если прекращение подачи топлива происходит при более высокой частоте вращения, следует обеспечить получение требуемых показателей регулировочными работами (увеличением числа рабочих витков пружины регулятора, ввертыванием винта максимальной частоты вращения) или частичной заменой изношенных деталей регулятора.

Также необходимо проверить величину подачи топлива при частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту дизеля, в случае необходимости отрегулировать корректор с помощью регулировочного винта. Если изменением положения регулировочного винта требуемую подачу топлива получить не удастся – выполнить регулировку изменением количества прокладок под пружиной корректора или заменить пружину.

Справочные данные о величинах регулировочных параметров ТНВД приведены в табл. 2.9.4, а технология их ремонта – в п. 9.2.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.9.4).
3. Выводы.

*Таблица 2.9.4*

Показатели оценки технического состояния ТНВД

Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Осевой люфт рейки, мм	0,2		
2. Осевой люфт кулачкового вала, мм	0,10–0,25		
3. Герметичность нагнетательных клапанов – 1-го; – 2-го 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-й; – 2-й 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		

Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
11. Подача топлива на номинальном режиме: – 1-я секция; – 2-я секция и т. д.	по ТУ		
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		

## 9.2. Ремонт форсунок

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 и 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, что приводит к повышенному расходу топлива, потере мощности и увеличению токсичности отработавших газов.

Для обеспечения оптимальных показателей по расходу топлива, эффективной мощности дизеля и для 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 фор-

сунки на гидравлическую плотность и герметичность; регулировку давления начала впрыска; проверку качества распыливания топлива.

Устройство прибора приведено на рис. 2.9.5.

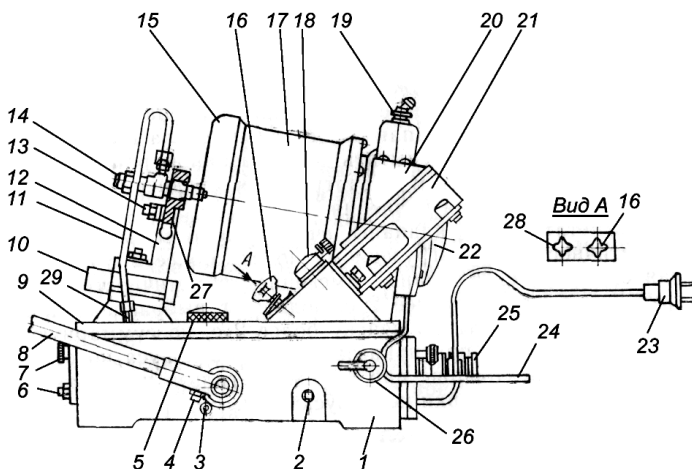


Рис. 2.9.5. Устройство прибора для испытания и регулировки форсунок КИ-3333

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, подключают к системе манометр. 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. 2.9.6.

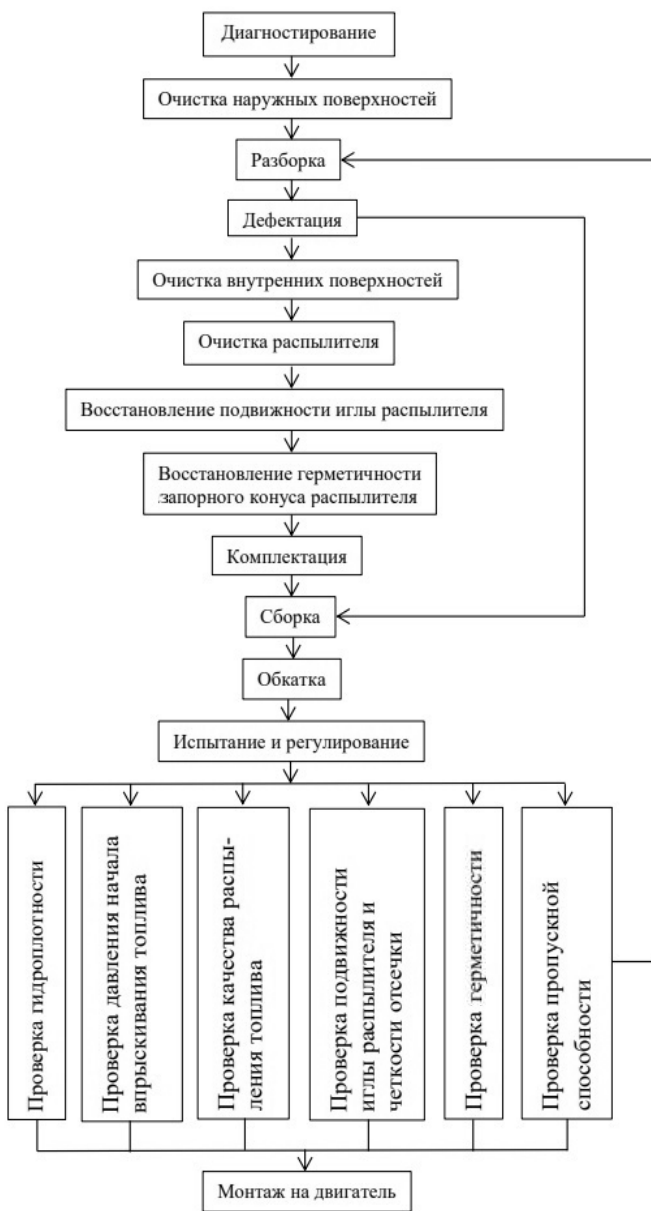


Рис. 2.9.6. Структурная схема технологического процесса выявления и устранения неисправностей форсунок

### **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. 2.9.5.

Таблица 2.9.5

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		
Д-44S2/242S2/243S2/ 245.5S2/245S2	172.1112010-11.01 455.1112010-50	24,5 <sup>+1,2</sup>
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  $P_{\phi} = 22 + 0,8$  МПа) и 171.1112010-01 ( $\mu f = 0,24-0,26$  мм<sup>2</sup> и  $P_{\phi} = 22 + 0,8$  МПа) предназначены 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  $P_{\phi} = 24,5 + 1,2$  МПа) и 172.1112010-11.02 и 455.1112010-60 ( $\mu f = 0,29-0,31$  мм<sup>2</sup> и  $P_{\phi} = 24,5 + 1,2$  МПа) – для дизелей с открытой камерой сгорания (ОКС).

Давление начала впрыскивания топлива у форсунок с регулируемым винтом регулируется ввертыванием или вывертыванием винта при снятом колпачке форсунки и отвернутой контргайке. При ввертывании винта давление повышается, 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 регулируемыми 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 мин<sup>-1</sup> и определяется визуально по конусу рассеивания струй топлива.

Топливо, выходящее из распыливающих отверстий носика распылителя, при визуальном наблюдении должно иметь туманообразный вид, 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 прихватывания 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 1,0–1,5 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 не наблюдается подтекания топлива. 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 герметичность полости низкого давления у форсунок с регулировочными шайбами.

### ***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 составлять 7–20 с. При этом на торце (носике) корпуса распылителя не должны наблюдаться увлажнение или подтекание топлива.

### ***Очистка***

Наружные поверхности форсунки в сборе промывают в ванне типа ПИМ-640.160 моющим раствором МС-37 или дизельным топливом по ГОСТ 305–2013. 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 разукomплектование 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 25591–83 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  $\frac{1}{3}$  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 значения моментов затяжки крепежных деталей, приведенные в табл. 2.9.6.

Таблица 2.9.6

Регламентируемые значения момента затяжки крепежных деталей

Наименование детали	Усилие затяжки, Н·м, для насосов дизелей типа			
	6ТН, А4ТН, 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***

У собранных форсунок регулируется давление начала впрыскивания, и они 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 в соответствии с требованиями ГОСТ 10579–2017 проверяют: гидроплотность; давление начала впрыскивания топлива; подвижность иглы распылителя; качество распыливания топлива; герметичность по запирающему конусу распылителя; герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого и низкого давлений форсунки; пропускную способность форсунки.

Испытание форсунок должно проводиться на дизельном топливе по ГОСТ 305–2013 или технологической жидкости с кинематической вязкостью 2,45–2,75 сСт.

### ***Проверки гидроплотности, давления начала впрыскивания топлива, качества распыливания топлива, подвижности иглы и четкости отсечки топлива и герметичности***

Проводятся так же, как и при диагностировании.

### ***Ремонт форсунок дизельных двигателей***

Форсунка непосредственно влияет на процесс сгорания в дизельном двигателе и, соответственно, на легкость запуска, мощность, динамику, расход топлива, а также на уровень вредных выбросов и шум.

Очистив внешние поверхности форсунки, снятой с двигателя, и проверив ее на приборе, следует закрепить ее в тисках или специальном монтажном устройстве для выполнения разборки.

О неисправности форсунки и необходимости ее ремонта указывают следующие изменения:

- падение давления открывания распылителя более чем на 10 % от номинального, указанного в ТД (возможный износ поверхностей, износ пружины форсунки, неправильные регулировочные шайбы);

- недостаточная гидравлическая плотность из-за износа распылителя по направляющей части иглы, при задирах или коррозии корпусов форсунки и распылителя, а также при слабой затяжке гайки распылителя – в этом случае утечка топлива будет происходить неплотности в месте прилегания корпуса распылителя к корпусу форсунки;

- подтекание распылителя, т. е. недостаточная герметичность по запирающему конусу иглы, т. к. игла кромкой конуса прижимается пружиной форсунки к корпусу распылителя (конус корпуса распылителя на  $1^\circ$  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, т. н. 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 (0,20–0,45 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 с распылителями штифтовыми, применяемыми в форкамерных двигателях, и с дырчатыми – в ДВС с непосредственным впрыском топлива (*DI – direct injection*).

В зависимости от способа управления открытием распылителя различаются форсунки:

- 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 (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, из-за разнообразных конструкций головок блока цилиндров, камер сгорания форсунки 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 мс), что повышает точность параметров впрыска. Электрический сигнал непосредственно не поднимает иглу, а открывает шариковый клапан, что вызывает изменение давления 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 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, 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.

*Порядок ремонта форсунок:*

1. В форсунках с регулировкой давления с помощью регулировочного винта демонтаж начинается с него. После ослабления пружины форсунки откручивают гайку распылителя. При этом следует удерживать распылитель, чтобы игла не выпала из его корпуса.

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; 11,5 мм.

Шайбы выпускаются толщиной от 0,80 до 2,40 мм с шагом 0,02, 0,04, 0,05 мм.

Форсунку с регулировочными шайбами закрепляют в специальном приспособлении. Нажатием на распылитель ослабляют пружину форсунки и 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. 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. 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 мк, 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 (дополнительное биение – максимум 50 мк).

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 проверяются торцы проставки, которые должны быть идеально плоскими, гладкими и параллельными. Проставку притирают, как и торец форсунки, но предпочтительно заменить на новую.

5. Оценивается 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 (что исключает подтекание). В месте контакта иглы с корпусом замечен 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. Тщательно промывается распылитель в керосине или бензине и проверяется 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 притирается на чугунной плите. На ней же притирается и плоскость корпуса форсунки.

8. Если иглу распылителя заклинило (из-за попадания воды или перегрева двигателя), она выталкивается инерционным молотком или гидравлическим ударом при помощи прибора для регулировки форсунок. Наиболее простой прием – плоскогубцами захватить иглу за хвостовик и вытащить ее из корпуса. Если это не удается, необходимо положить распылитель на сутки в керосин и повторить прием.

9. После извлечения игла зажимается за хвостовик в патрон, как и при притирке запирающих конусов, на цилиндрическую часть иглы наносится тонкая притирочная паста, надевается корпус и притиркой удаляются внедрившиеся металлические частицы с прецизионных поверхностей иглы и корпуса. Затем тщательно промывается распылитель и проверяется его работа на приборе, установив в форсунку.

10. Сопловые отверстия прочищаются иглой диаметром 0,28–0,30 мм (или на 40–50 мк меньше, чем распыливающие отверстия), и распылитель очищается от нагара деревянным скребком. Если отверстия не прочищаются, необходимо положить его на 10–15 мин в ванночку с бензином, после чего снова их прочистить.

11. Отремонтированные части форсунки тщательно промываются в отфильтрованном дизельном топливе или проверочном масле.

12. При сборке форсунки гайка распылителя не затягивается чрезмерно, иначе можно деформировать корпус распылителя и игла не будет свободно двигаться при впрыске. Если это случилось, распылитель обычно начинает подтекать. Момент затяжки должен составлять 55–70 Н·м.

При замене распылителя рекомендуется 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 открытия.

У каждой собранной форсунки после ремонта проверяются:

- а) гидроплотность;
- б) герметичность;
- в) давление начала подъема иглы распылителя (регулируется давление впрыска);
- г) качество распыла.

Работоспособность нового распылителя зависит от технического состояния деталей форсунки – ее корпуса, гайки (особенно поверхности, прижимающей распылитель, – нет ли на ней нагара, вмятин, 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 проверяется форсунка, должен соответствовать норме ISO 4093, не иметь надломов, 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, а не вытянутыми коническими законцовками.

### ***Определение работоспособности форсунки после ремонта***

Форсунку устанавливают на испытательный стенд, подсоединяют к ней топливопровод высокого давления системы. Проверяют наружное крепление форсунки и при необходимости подтягивают его, течь и просачивание топлива не допускаются. При испытаниях применяется 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 соединения деталей и уплотнений и т. п.

Поверенный контрольно-измерительный прибор устанавливают на стенд.

Устанавливают защитное ограждение форсунки на стенде.

Прокачивают топливную систему стенда посредством рычага.

Устанавливают форсунку на прибор, затем отключают манометр и, энергично работая рычагом, прокачивают топливо через форсунку (удаляют воздух), делая несколько впрысков, а потом, повернув против часовой стрелки маховик и включив манометр, регулируют форсунку при медленном нарастании давления распыливания топлива, наблюдая за показаниями манометра.

Проверку и регулировку давления впрыска осуществляют при частоте 60–80 впрысков в минуту. При создании давления впрыска контролируют изменение 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 до 18 МПа происходит за 5 с и более. Пружину форсунки дополнительно затягивают на 2–3 МПа по сравнению с номинальным давлением. 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 с 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 регулируют 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, быть не должно. Форсунка считается исправной, если 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 дробящий 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 т. н. звучный впрыск.

### **Проверка пропускной способности**

Пропускная способность определяется прокачиванием топлива через форсунку секцией стендового (контрольного) топливного насоса высокого давления. Форсунки после обкатки и регулировки 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 комплектуются четыре группы форсунок по пропускной способности (табл. 2.9.7).

Таблица 2.9.7

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 %.

### **Содержание отчета**

1. Наименование и цель практической работы.
2. Перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.9.8).
3. Технологический маршрут ремонта.

Таблица 2.9.8

Результаты предремонтного диагностирования

Наименование неисправности или дефекта	Способ и средства контроля	Величина параметра		Заключение
		номинальная	фактическая	
1. Давление начала впрыскивания топлива				
2. Качество распыливания топлива				
3. Подвижность иглы распылителя и четкость отсечки				

Наименование неисправности или дефекта	Способ и средства контроля	Величина параметра		Заклю- чение
		номи- нальная	факти- ческая	
4. Герметичность форсунки				
5. Гидравлическая плотность				
6. Трещины, сколы, обломы				
7. Риски на торцевой поверх- ности				
8. Зависание иглы в корпусе распылителя				

### Контрольные вопросы

1. Каковы 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. Каков технологический маршрут определения технического состояния ТНВД?
5. Какова технология обкатки ТНВД после ремонта?
6. В какой последовательности ведутся испытание и регулировка топливных насосов?
7. Каковы основные показатели работоспособности форсунок?
8. Как определяется и регулируется давление начала впрыскивания топлива форсункой?
9. Как определяется качество распыливания топлива форсункой?
10. Как определяется подвижность иглы распылителя форсунки?
11. Как определяется четкость отсечки топлива форсункой?
12. Как определяется гидроплотность форсунки?
13. Как определяется герметичность форсунки?
14. Как определяется пропускная способность форсунки?
15. Как восстанавливается герметичность распылителя форсунки по запорному конусу?
16. Какова последовательность контрольно-регулирующих испытаний форсунки после ремонта?

## **№ 10. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА АГРЕГАТОВ ГИДРОСИСТЕМ**

**Цель работы:** закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта шестеренных насосов гидроприводов, гидроцилиндров и гидроаккумуляторов.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы шестеренных насосов и гидроцилиндров; 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 ремонту шестеренного насоса.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние шестеренного насоса; разработать технологический маршрут и выполнить работы по его ремонту; провести контрольные испытания.

### **Задание**

1. Изучить устройство и работу станда.
2. Изучить технические рекомендации по ремонту шестеренных насосов и гидравлических цилиндров.
3. Определить по результатам испытания техническое состояние насоса.
4. Определить по результатам испытания техническое состояние гидравлического цилиндра.
5. Разработать технологический маршрут и выполнить ремонтные работы.
6. Оформить и защитить отчет.

### **10.1. Ремонт шестеренных насосов гидроприводов**

#### **Оснащение рабочего места по ремонту агрегатов гидросистем**

1. Стенд для испытания агрегатов гидроприводов сельскохозяйственной техники КИ-4815М.
2. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060.
3. Комплект оснастки для текущего ремонта гидроагрегатов ОР-12510.

## Техника безопасности при ремонте агрегатов гидросистем

На работу на стендах для испытания агрегатов гидросистем распространяются общие требования техники безопасности:

1. К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности.

2. Работа на стендах разрешается после изучения их устройства, наладки и безопасных приемов работы.

3. Первоначальный пуск производится обязательно в присутствии и с разрешения преподавателя или учебного мастера.

4. Запрещается производить какие-либо операции, связанные с обслуживанием и ремонтом стенда, подключенного к электрической сети.

5. Необходимо строго выполнять все требования правил электрической безопасности, обращая особое внимание на исправное состояние заземляющих устройств и отсутствие оголенных токоведущих деталей.

6. Перед испытанием гидроагрегатов необходимо убедиться в надежном их креплении на стенде.

7. При присоединении шлангов не допускаются их скручивание и перегибы в месте заделки, т. к. это вызывает повышенные местные сопротивления и может стать причиной разрыва шланга.

8. Запрещается производить крепежные, регулировочные работы и устранять неисправности гидроагрегатов и арматуры во время работы стенда.

### Общие сведения

Основные неисправности гидронасосов и указания по их устранению приведены в табл. 2.10.1.

Таблица 2.10.1

Основные неисправности гидронасосов и указания по их устранению

Неисправности	Причины	Указания по устранению
Вспенивание масла в баке	Износ кромки манжеты ведущей шестерни	Заменить манжету; при необходимости отполировать поверхность шестерни в месте контакта с манжетой

Неисправности	Причины	Указания по устранению
Подача насоса ниже нормы	Повреждение манжет, уплотняющих сопряжения качающего узла	Заменить манжеты; установить металлические пластины ремонтного размера в платики

### Устройство и работа стенда КИ-4815М

Основными составными частями стенда являются рама, привод, гидравлическая система и электрооборудование. Техническая характеристика стенда приведена в табл. 2.10.2.

Таблица 2.10.2

Техническая характеристика стенда КИ-4815М

Тип	Стационарный
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	140 ± 5 (14 ± 0,5)
Максимальное давление, ограничиваемое предохранительным клапаном, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	75 (17,5)
Диапазон расходов рабочей жидкости в пределах, л/мин	7–120
Привод	клиноременный от электродвигателя
Мощность электродвигателя, кВт	22
Частота вращения вала привода насоса, об/мин	1200 ± 10
Охлаждение рабочей жидкости	водяное
Номинальная температура рабочей жидкости, °С	50 ± 5
Рабочая жидкость	масло моторное М <sub>10</sub> Г
Вязкость рабочей жидкости при 50 °С, сСт	40–60
Объем рабочей жидкости, л	90
Масса стенда (без принадлежностей), кг	850
Габариты стенда, мм	1640×880×1650

Рама стенда сварной конструкции предназначена для установки и крепления узлов привода, гидросистемы, электрооборудования и приборов. Привод стенда состоит из электродвигателя и клиноременной передачи (с передаточным отношением  $i = 1,21$ ), обеспе-

чивающей приводному валу с кулачковой муфтой частоту вращения 1200 об/мин. Электродвигатель установлен на чугунную плиту, которая шарнирно крепится к раме. Натяжение ремней привода производится при помощи натяжного болта, расположенного с правой стороны стенда. Стрела прогиба ремня должна находиться в пределах 8–10 мм при усилии 3–4 кг (30–40 Н).

Гидравлическая система стенда включает в себя бак, который служит резервуаром рабочей жидкости. Сверху бак закрыт заглубленным поддоном, имеющим сетчатый фильтр, через который заливается рабочая жидкость. На поддоне имеются указатель уровня рабочей жидкости и горловина для прохода всасывающего трубопровода насоса. Сливная труба закрыта заглушкой. В патрубке гидробака установлены датчики терморегулятора и дистанционного термометра. Гидравлический блок имеет щелевой дроссель, при помощи которого создается необходимая нагрузка при испытании агрегатов, и предохранительный клапан, отрегулированный на максимальное давление нагрузки. Сетчатый фильтр предназначен для грубой очистки рабочей жидкости. Он предохраняет центробежный фильтр от засорения его сопел грубыми частицами. Краном, который имеет два переключателя шарикового типа, рабочая жидкость направляется первым переключателем на тонкую очистку в центробежный фильтр или на измерение потока жидкости счетчиком.

Вторым переключателем поток жидкости направляется на один из двух счетчиков. Один из счетчиков (ШЖУ-40С-6) включается для измерения расхода жидкости в пределах 40–120 л/мин, а второй (ШЖУ-25М-16) – для измерения в пределах 7–40 л/мин. Чтобы предохранить счетчики от загрязнения, их включение производится после предварительной работы испытуемого насоса через центробежный фильтр тонкой очистки рабочей жидкости. В корпусе фильтра имеется редукционный клапан, обеспечивающий давление перед фильтром  $6,0\text{--}6,5 \text{ кг/см}^2$  (0,60–0,65 МПа) для нормального режима очистки. Частота вращения ротора центробежного фильтра должна находиться в пределах 5000–6000 об/мин.

Для охлаждения рабочей жидкости в стенде предусмотрена система охлаждения, которая состоит из бака с распределительной трубой и установленной в баке сердцевины радиатора (трактора МТЗ-80). Охлаждение жидкости производится водой от водопроводной сети. Присоединительный штуцер подключения стенда к водо-



проводу обозначен табличкой «Подвод». Слив воды из системы производится из штуцера «Отвод». Для слива воды из радиатора установлен сливной кран, который обозначен табличкой «Слив». Заданная температура рабочей жидкости поддерживается автоматически при помощи терморегулирующей системы.

Система включает в себя регулятор температуры (ТР-15), который подает необходимое количество воды в охлаждающее устройство. В сливном патрубке бака гидросистемы установлен датчик регулятора температуры, который омывается рабочей жидкостью, поступающей из охлаждающего устройства. В этом же патрубке снизу установлен датчик дистанционного термометра.

Принципиальная гидравлическая схема станда КИ-4815М приведена на рис. 2.10.1.

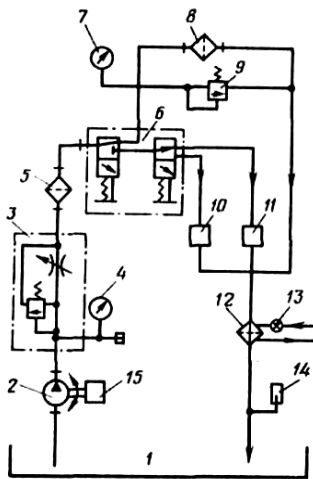


Рис. 2.10.1. Гидравлическая принципиальная схема станда КИ-4815М:  
 1 – бак; 2 – насос; 3 – гидравлический блок; 4 – манометр 0–1,6 МПа (0–16 кгс/см<sup>2</sup>);  
 5 – фильтр; 6 – кран; 7 – манометр 0–25 МПа; 8 – центробежный фильтр;  
 9 – редукционный клапан центробежного фильтра; 10, 11 – счетчики жидкости;  
 12 – охлаждающее устройство; 13 – регулятор температуры;  
 14 – термометр; 15 – двигатель

Установленный на стенде испытуемый насос забирает рабочую жидкость из гидробака по всасывающему резиновому рукаву. Нагнетательная полость насоса гибким шлангом высокого давления

присоединяется к штуцеру входа в гидравлический блок с дросселем ручного управления. Манометр 4 показывает давление, соответствующее степени открытия дросселя. Рабочая жидкость проходит через фильтр 5 и может быть направлена краном 6, имеющим два переключателя, на тонкую очистку в центробежный фильтр 8 либо на замер через счетчик 10 или 11. Редукционный клапан 9 обеспечивает режим работы центробежного фильтра, контролируемый по манометру 7. Рабочая жидкость охлаждается до температуры, заданной регулятором 13, в охлаждающем устройстве 12. Температура жидкости измеряется термометром 14.

Пусковая аппаратура стенда размещена в ящике. Запуск электродвигателя привода производится кнопочной станцией ПКЕ-222-3.

Расположение приборов и элементов управления стенда КИ-4815М показано на рис. 2.10.2.

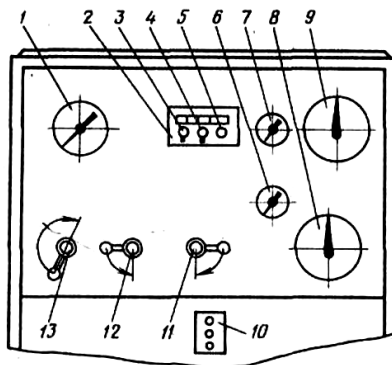


Рис. 2.10.2. Расположение приборов и элементов управления стенда КИ-4815М:  
 1 – манометр давления нагружения; 2 – счетчик оборотов; 3 – питание счетчика;  
 4 – включение счетчика; 5 – сброс показаний счетчика; 6 – термометр; 7 – манометр  
 центробежного фильтра; 8 – счетчик 7–40 л/мин; 9 – счетчик 40–120 л/мин;  
 10 – управление электроприводом; 11 – рукоятка переключения счетчиков жидкости;  
 12 – рукоятка включения счетчиков; 13 – рукоятка дросселя

На передней стороне стенда расположена установочная плита, на которой укреплены испытуемые агрегаты. На рис. 2.10.3 показано расположение присоединительных штуцеров и элементов подсоединения.

Технические требования к испытанию насосов приведены в табл. 2.10.3.

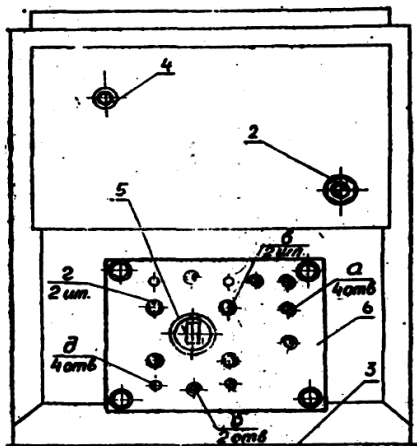


Рис. 2.10.3. Расположение штуцеров и элементов присоединения стенда КИ-4815М:

- 1 – горловина для прохода всасывающего шланга насоса;
- 2 – штуцер подсоединения к линии нагружения стенда;
- 3 – штуцер слива в бак при испытании гидроагрегатов;
- 4 – основание приспособления для регулировки гильзы золотника;
- 5 – кулачковая муфта привода насосов;
- а – четыре резьбовых отверстия крепления приспособления для установки распределителей Р75 и Р150; б – два резьбовых отверстия крепления приспособления для установки насосов НШ-32, НШ-46, НШ-50;
- в – две установочные шпильки крепления переходной плиты для насосов НШ-10; г – две утопающие шпильки крепления установочной плиты для насосов НШ-32 и НШ-50; д – четыре отверстия для крепления насосов НШ-67 и НШ-100

Таблица 2.10.3

Технические требования к испытанию насосов гидравлических систем

Наименование показателей и условия испытания	Норма для насосов						
	НШ-10Е	НШ-32У	НШ-46У	НШ-32-2	НШ-50-2	НШ-67	НШ-100-2
Контрольный объем масла, л	20	60	90	60	100	140	200
Объемная подача насоса, см <sup>3</sup> /об:							
– нового	10,0	31,7	45,7	31,5	50,8	69,0	98,8
– при первом ремонтном размере шестерен	9,72	32,07	46,70	30,93	49,11	68,19	95,96

Наименование показателей и условия испытания	Норма для насосов						
	НШ-10Е	НШ-32У	НШ-46У	НШ-32-2	НШ-50-2	НШ-67	НШ-100-2
– при втором ремонтном размере шестерен	9,44	31,61	46,07	30,25	47,22	67,02	94,57
– при третьем ремонтном размере шестерен	9,13	30,86	45,25	29,58	46,35	65,80	93,18
Герметичность (проверяется за 2 цикла по 0,5 мин поднятием давления от 0 до ... МПа)	14,0	14,0	14,0	16,0	16,0	13,5	13,5
Объемный КПД (определяется не менее 3 раз)	0,90	0,90	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92
Допускаемый объемный КПД	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65
Число импульсов при испытании	3600	3400	3600	4400	4800	3700	3600
Частота вращения вала насоса, мин <sup>-1</sup>	1500	1650	1650	1920	1920	1700	1700
Производительность, л/мин:							
– нового	13,5	47,8	68,0	55,5	89,6	108,0	154,00
– при первом ремонтном размере шестерен	13,13	47,60	69,30	54,60	86,74	106,65	150,00
– при втором ремонтном размере шестерен	12,75	46,80	68,40	53,40	83,40	104,82	147,80
– при третьем ремонтном размере шестерен	12,32	45,80	67,20	52,20	81,20	102,90	145,70
Номинальное давление, МПа	14	10	10	14	14	14	14

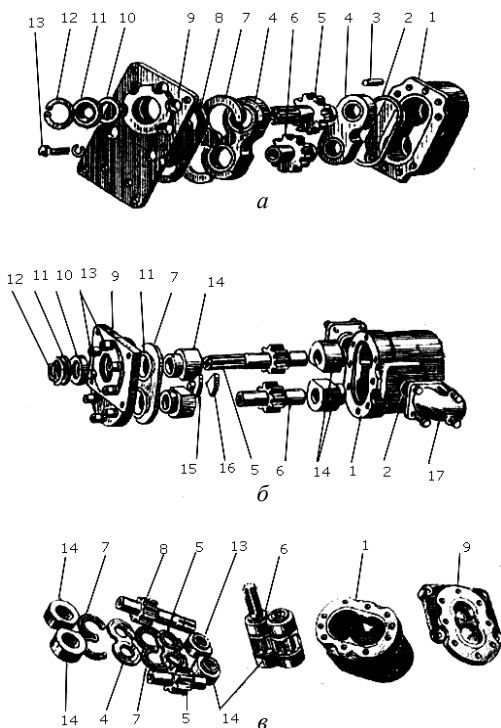
### Порядок выполнения работы

Ремонт шестеренных насосов осуществляется в соответствии с технологическими рекомендациями выполнения работ по разборке насосов, дефектации и ремонту деталей, сборке и испытанию насосов.

### **Разборка шестеренных насосов**

Разберите насос, руководствуясь рис. 2.10.4 и 2.10.5, в следующей последовательности:

- рис. 2.10.4, *а* – 13, 9, 2, 8, 7, 4, 6, 5, 4, 2;
- рис. 2.10.4, *б* – 13, 9, 2, 17, 14, 16, 5, 6, 4;
- рис. 2.10.4, *в* – 2, 9, 14, 7, 5, 6, 4, 7, 14;
- рис. 2.10.5, *а, б* – 20, 7, 6, 2, 5, 8;
- рис. 2.10.5, *в* – 7, 21.



*Рис. 2.10.4.* Насосы гидроприводов:

*а* – НШ-10Е; *б* – НШ-46У, *в* – НШ-50У-2;

- 1 – корпус насоса; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – штифт;
- 4 – подшипниковый блок; 5 – ведущая шестерня; 6 – ведомая шестерня;
- 7 – уплотнительная манжета; 8 – пластина; 9 – крышка;
- 10 – манжета ведущей шестерни; 11 – опорное кольцо;
- 12 – стопорное кольцо; 13 – болт; 14 – втулка шестерни;
- 15 – специальное уплотнение; 16 – вкладыш; 17 – угловая муфта

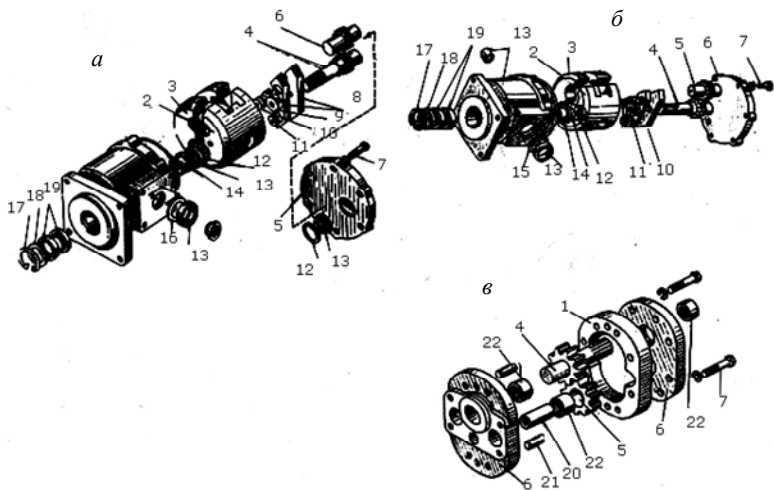


Рис. 2.10.5. Шестеренные насосы:

*a* – НШ-32; *б* – НШ-67, НШ-71, НШ-100; *в* – НМШ-25;

- 1 – корпус насоса; 2 – поджимная обойма; 3 – подшипниковая обойма;  
 4 – ведущая шестерня; 5 – ведомая шестерня; 6 – крышка; 7 – болт; 8 – пластик;  
 9, 11, 13, 15, 19 – манжеты; 10, 16 – пластины; 12 – предохранительное кольцо;  
 14 – уплотнительное кольцо; 17 – пружинное кольцо; 18 – опорное кольцо;  
 20 – ось; 21 – штифты; 22 – втулки; 23 – центрирующая втулка

При разборке насосов ведомую и ведущую шестерни, а также верхние и нижние втулки, компенсаторы насосов НШ-32У, НШ46У, НШ-32У-3, НШ-50У-2 не следует обезличивать, т. к. они приработаны, а шестерни подобраны по размерным группам с разностью по высоте не более 0,004 мм.

Зубья шестерен, находящихся в зацеплении, целесообразно маркировать парами, чтобы при сборке не нарушить их приработку. Нарушение контакта между зубьями шестерен будет способствовать увеличению внутренних утечек рабочей жидкости в насосе.

Чтобы извлечь из корпуса шестеренных насосов НШ-32-3, НШ-50-3, НШ-100-3, НШ-71 детали качающего узла (подшипниковую обойму 3, ведущую 4 и ведомую 5 шестерни, поджимную обойму 2 с пластиками 8), необходимо извлечь из отверстий приемной полости корпуса 1 центрирующую втулку 23.

При разборке нельзя допускать повреждения поверхностей колодцев корпусов, втулок и обойм.

### ***Дефектация деталей шестеренных насосов***

Детали из технической резины должны быть эластичными и не иметь повреждений в виде трещин, выкрашиваний и размывов, особенно на кромках манжет, сопрягаемых с валами ведущих шестерен и шипами втулок. Все изношенные уплотнительные детали следует заменить.

Необходимо убедиться в отсутствии износа и коррозии посадочных мест ведущих шестерен под манжеты, риски и задиров на привалочных плоскостях и срыва резьбы корпуса насоса.

Шероховатость Ra поверхностей валов ведущих шестерен, сопрягаемых с кромками манжет, должна быть не выше 0,16 мкм.

### ***Ремонт деталей шестеренных насосов***

Ведущую шестерню со следами износа на поверхности, сопрягаемой с манжетой, полируют шлифовальной лентой АС80/63Р4 до шероховатости Ra не выше 0,16 мкм.

Корпус насоса, имеющий срыв резьбы, восстанавливают постановкой резьбовой вставкой. Для этого рассверливают отверстие с поврежденной резьбой и нарезают в нем резьбу, вворачивают спиральную резьбовую вставку и удаляют технологический поводок спиральной вставки. Вставка должна утопать на один виток резьбы относительно привалочной плоскости.

Привалочные плоскости корпуса насоса, имеющие риски и забоины, зачищают наждачной бумагой, закрепленной на притирочной плите. Если высота качающего узла в насосах НШ-32У-3, НШ-50У-2 без манжет ниже привалочной плоскости корпуса на 0,18 мм, высоту восстанавливают установкой пластины на верхние втулки.

При низком коэффициенте подачи насосов НШ-32-3, НШ-2-2, НШ-50-3, НШ-100-3, НШ-100-2, НШ-71, НШ-67 выполняют следующие ремонтные операции:

1. Углубляют колодцы под манжеты в платиках 8. Обработку выполняют зенкерами на вертикально-фрезерных или сверлильных станках. Размеры колодцев после обработки и использованных зенкеров приведены в табл. 2.10.4.

2. Устанавливают в углубления колодцев платиков манжеты 9 и компенсаторы износа – металлические поршни (пластины) соответствующих диаметров 16,7<sub>-0,035</sub>, 21,09<sub>-0,05</sub>, 29,09<sub>-0,05</sub>, 42,12<sub>-0,05</sub> мм

толщиной 2,5 мм. При установке манжет с металлическими кольцами диаметры компенсаторов могут быть равны 16, 21, 29 и 42 мм с допуском 0,1 мм.

Таблица 2.10.4

Размеры колодцев после обработки и используемые зенкеры

Марка насоса	Размеры колодца, м		Зенкеры	
	Диаметр	Глубина	Обозначение	Размеры, мм
НШ-32-2, НШ-32-3	16,07 <sup>+0,05</sup>	6,5	70-2323-1502	16×140
НШ-50-2, НШ-50-3	29,09 <sup>+0,05</sup>	6,5	70-2323-1503	29×145
НШ-67, НШ-71	21,09 <sup>+0,05</sup>	8,0	70-2323-1504	21×140
НШ-100-2, НШ-100-3	42,012 <sup>+0,05</sup>	8,0	70-2323-1505	42×145

### **Сборка шестеренных насосов**

Шестеренный насос собирают согласно рис. 2.10.4 и 2.10.5 в последовательности, обратной разборке. Резиновые уплотнительные детали смазывают моторным маслом.

При сборке насоса правого вращения ведущую шестерню устанавливают в левый колодец корпуса, а при сборке насоса левого вращения – в правый колодец. Отверстие «вход» корпуса насоса при этом должно быть обращено к сборщику.

Манжету 10 (см. рис. 2.10.4) запрессовывают в крышку 9 так, чтобы ее маслосъемная кромка была направлена внутрь насоса.

Чтобы избежать повреждения манжеты при надевании крышки 9 на шлицевой конец шестерни, надевают конусную оправку.

*Шестерные насосы НШ-10Е.* Подшипниковый блок 4 (см. рис. 2.10.4) устанавливают так, чтобы манжеты 7 располагались в пазах блока со стороны нагнетательного отверстия корпуса насоса. Кромки манжеты должны быть направлены внутрь паза подшипника.

Металлическую пластину 8 устанавливают сверху качающего узла фигурными вырезами к отверстию «вход» корпуса насоса. Болты 13 крепления крышки затягивают крутящим моментом 50 Н·м (5 кгс·м).

Ведущая шестерня собранного насоса должна свободно проворачиваться крутящим моментом не более 15 Н·м (1,5 кгс·м).

*Шестеренные насосы НШ-32У, НШ-46У, НШ-50У-2, НШ-2У-3.* Болты 13 (см. рис. 2.10.4) крепления крышки затягивают крутящим моментом 50 Н·м (5 кгс·м).

Ведущая шестерня собранного насоса должна свободно проворачиваться крутящим моментом не более 12,5 Н·м (1,25 кгс·м).



Шестеренный насос НШ-32, НШ-67, НШ-50, НШ-71, НШ-100. Манжету 19 (см. рис. 2.10.5) запрессовывают в корпус 1 насоса так, чтобы маслосъемная кромка внутренней манжеты была направлена наружу, а маслосъемная кромка наружной манжеты – внутрь насоса. Полость между двумя манжетами 19 заполняют пушечной смазкой или моторным маслом.

### ***Испытание шестеренных насосов***

На стенд устанавливают шестеренный насос и присоединяют его шлангами. Рукоятку дросселя устанавливают в позицию «открыто», а рукоятку крана отключения счетчиков – в позицию «выключен». Двигатель стенда запускают, нажав на кнопку левого или правого вращения привода стенда.

Рабочая жидкость при испытании – минеральное масло М-10В ГОСТ 8581–78 или другие минеральные масла, имеющие при температуре 50 °С вязкость 25–40 сСт. Температура рабочей жидкости при испытании –  $(50 \pm 5)$  °С.

Проверяют герметичность насоса, для чего создают циклическую нагрузку, поднимая давление масла от нуля до максимального (14,0 МПа – для НШ-32У и НШ-46У; 17,5 МПа – для НШ-10Е-2, НШ-32-2, НШ-50У-2, НШ-50-2, НШ-67, НШ-100-2) и сбрасывая его. Проводят не менее двух циклов нагружения, продолжительность каждого не менее 30 с.

Просачивание масла в местах уплотнений и через тело деталей не допускается.

Проверяют подсос воздуха через манжету насоса при давлении 0,6 МПа ( $6 \text{ кгс/см}^2$ ) в течение 1 мин. Появление эмульсированной рабочей жидкости в баке стенда не допускается.

Проверяют объемную подачу производительности. Поворотом рукоятки дросселя устанавливают номинальное давление по манометру и поворотом крана направляют поток масла через счетчик жидкости.

При испытании насосов НШ-32У-2, НШ-50У-2, НШ-50-3, НШ-71, НШ-100-3 рукояткой крана устанавливают подачу до 120 л/мин.

Включают тумблер счетчика импульсов. Как только через счетчик жидкости пройдет контрольный объем масла, счетчик импульсов выключают.

По количеству импульсов на табло счетчика определяют объемную подачу за один оборот вала насоса по формуле

$$q_c = 1000 \frac{Q}{n}, \quad (2.10.1)$$

где  $q_c$  – действительная объемная подача (производительность) за один оборот вала насоса, см<sup>3</sup>/об;

$Q$  – объем жидкости, л;

$n$  – количество оборотов по счетчику.

Определяют объемный КПД испытываемого насоса, который характеризует потери масла внутри насоса из-за утечек, например по формуле

$$\eta = \frac{q_c}{q_r}, \quad (2.10.2)$$

где  $\eta$  – объемный КПД насоса;

$q_r$  – рабочий объем насоса, см<sup>3</sup>/об.

Объемный КПД является основным показателем эффективности работы насоса. Если КПД равен 0,6, насос подлежит ремонту. Если насос испытывается после ремонта, необходимо определить производительность насоса на стенде по формуле

$$Q_c = 0,001 q_c n_c, \quad (2.10.3)$$

где  $q_c$  – производительность насоса при испытании на стенде;

$n_c$  – частота вращения вала привода насоса на стенде ( $n_c = 1200$  об/мин).

Действительная производительность насоса значительно выше полученной при испытании на стенде, т. к. частота вращения вала привода насоса на стенде отличается от номинальной (действительной).

Контрольное значение производительности, с которым сравнивается стендовая производительность испытываемого насоса, определяется по формуле

$$Q_k = q_r [n_c - n_{\text{ном}} (1 - \eta)] 0,001, \quad (2.10.4)$$

где  $Q_k$  – контрольная производительность, л/мин;

$n_{\text{ном}}$  – номинальная частота вращения вала насоса (см. табл. 2.10.3), об/мин.

При  $Q_c > Q_k$  качество ремонта насоса соответствует установленным техническим требованиям.

При выполнении лабораторной работы необходимо исследовать влияние противодействия на производительность насоса.

Производительность насоса определяют без противодействия и с противодействиями 2,0, 6,0, 8,0, 10,0 МПа по приведенной методике. Опыты повторяют трехкратно. После обработки полученных данных определяют значение объемного КПД насоса и строят график изменения КПД в зависимости от противодействия.

Коэффициент подачи рабочей жидкости отремонтированным насосом и соответствующее ему число импульсов не должны превышать технических требований. Если коэффициент подачи меньше, насос отправляют на специализированное предприятие по ремонту гидроагрегатов.

Для испытания шестеренного насоса НШ-25 вставляют шлицевую муфту привода насоса в хвостовик специального приспособления, надевают на шпильки маслопроводящей плиты насос и закрепляют его.

Вал насоса вставляют в паз приспособления и винтом скобы закрепляют его. Подводящий рукав станда соединяют со всасывающей полостью, а нагнетательный рукав – с нагнетательной полостью. Открывают дроссель 7 и включают станд. Обкатывают и испытывают насос при значениях давления 0, 0,5, 1,0, 1,6, 2,6 МПа по одной минуте на каждом режиме. Давление проверяют по манометру 4.

Производительность насоса проверяют при давлении 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) и температуре масла (70 ± 5) °С. Производительность насоса должна быть не ниже 24 л/мин.

При обкатке и испытании течь масла через уплотнения не должна снижать значение указанной подачи.

### **Содержание отчета**

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Характеристика ремонтируемого насоса (марка, номинальное давление, контрольный объем масла, частота вращения, число импульсов при испытании).
3. Результаты выполненных испытаний с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.10.5).
4. Технологический маршрут ремонта.

Результаты испытаний шестеренных насосов

Наименование показателя	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Герметичность			
2. Подсос воздуха			
3. Объемная подача, см <sup>3</sup> /об			
4. Объемный КПД насоса, %			
5. Производительность насоса, л/мин при давлении: – 2,0 МПа; – 6,0 МПа; – 8,0 МПа; – 10,0 МПа; – номинальном			

### 10.2. Ремонт гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов

Основные неисправности гидроцилиндров и гидроаккумуляторов и указания по их устранению приведены в табл. 2.10.6.

Таблица 2.10.6

Основные неисправности гидроцилиндров и гидроаккумуляторов

Неисправность	Причина неисправности	Указания по устранению неисправности
Подтекает масло по штоку	Износ уплотнительных колец или деталей	Разобрать гидроцилиндр и заменить уплотнительные кольца, шток, переднюю крышку
Подтекает масло между корпусом и крышками из масляной трубки или по стержню клапана	Износ уплотнительных колец	Заменить уплотнительные кольца, клапан в сборе

Неисправность	Причина неисправности	Указания по устранению неисправности
Шток гидроцилиндра не выдвигается полностью при давлении 0,5–1,0 МПа	Погнут шток гидроцилиндра	Разобрать гидроцилиндр и выправить шток под прессом
Шток под нагрузкой перемещается медленно	Износ уплотнения поршня	Разобрать гидроцилиндр и заменить резиновые уплотнения поршня
Наблюдается течь масла из сливного отверстия	Износ уплотнительных колец	Разобрать гидроаккумулятор и заменить уплотнительные кольца

### Порядок выполнения работы

Ремонт гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов выполняется в соответствии с технологическими рекомендациями выполнения работ по разборке, дефектации и ремонту деталей, сборке и испытанию.

#### ***Разборка гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов***

Разобрать гидроцилиндр навесного механизма, руководствуясь рис. 2.10.6, в следующей последовательности: 1, 10, 11, 27, 3, 6, 13, 19, 14.

Отметить положение корпуса 11 относительно крышки 1 и поршня 6.

Разобрать гидроцилиндр рулевого управления, руководствуясь рис. 2.10.7, в следующей последовательности: 23, 19, 21, 24, 15, 14, 11, 31, 5, 3, 26, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 32.

Для извлечения шарниров 1 и 20 из головки штока и проушины задней крышки гидроцилиндра повернуть их на 90°.

При выходе из строя подшипника гидроцилиндра удалить заклепки крепления подшипникового узла, снять крышки 33, кольца 8, сальник 40 и вынуть подшипник 48.

Разобрать гидроаккумулятор, руководствуясь рис. 2.10.8, в следующей последовательности: 8, 12, 6, 7, 4, 5, 10, 14, 3.

При разборке помнить, что пружины гидроаккумуляторов предварительно сжаты усилием более 6 кН (600 кгс). У гидроаккумуляторов усилие воспринимается тремя болтами, головки которых окрашены в красный цвет. Для отворачивания болтов необходимо пользоваться прессом или тремя монтажными болтами, устанавливаемыми в свободные крепежные отверстия.

Вывертывая штатные болты и равномерно ввертывая монтажные болты, ослабить затяжку пружины гидроаккумулятора.

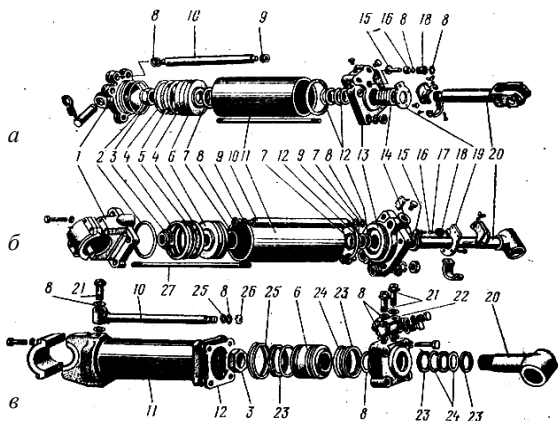
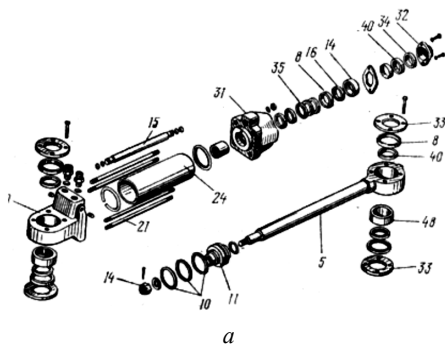


Рис. 2.10.6. Гидроцилиндры навесного механизма:

а – Ц100; б – Ц110; в – Ц125;

1 – задняя крышка; 2, 5, 7, 8, 17 – кольца; 3 – гайки; 4, 12 – прокладки; б – поршень;  
 9 – шайба; 10 – маслопровод; 11 – корпус; 13 – передняя крышка; 14 – чистики;  
 15 – клапан; 16 – втулка; 18 – корпус клапана; 19 – крышка чистиков; 20 – шток;  
 21 – зажимные болты; 22 – корпус накладки; 23 – манжеты; 24 – защитные кольца;  
 25 – защитные шайбы; 26 – замедлительный клапан; 27 – шпилька



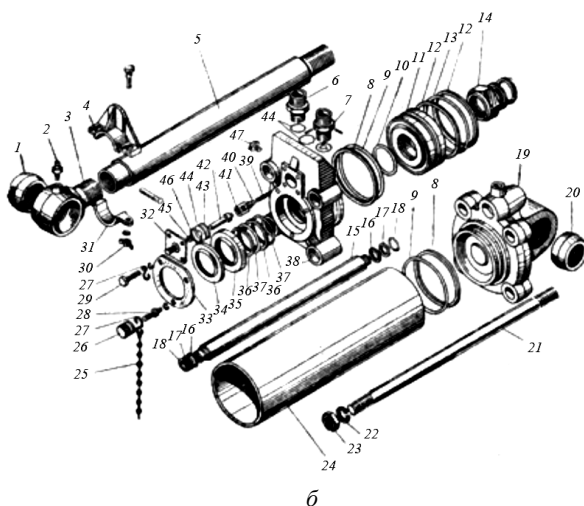


Рис. 2.10.7. Гидроцилиндр поворота тракторов:  
а – К-701; б – Т-150К;

1, 20 – шарниры; 2 – масленка; 3 – головка штока; 4, 31 – детали упоров;  
5 – шток; 6 – штуцер; 7 – замедлительный клапан; 8, 12, 36, 46 – защитные шайбы;  
9, 10, 13, 18, 37, 44, 45 – уплотнительные кольца; 11 – поршень; 14, 23, 26 – гайки;  
15 – маслопровод; 16, 17, 22 – шайбы; 19 – задняя крышка; 21, 28 – шпильки;  
24 – корпус цилиндра; 25 – цепочка; 27 – колпачок; 29 – болт; 30 – гайка-барашек;  
32, 33 – крышки; 34 – скребок; 35 – манжета; 38 – передняя крышка;  
39 – пружина; 40 – сальник; 41 – гильза клапана; 42 – клапан;  
43 – корпус клапана; 47 – пробка; 48 – подшипник

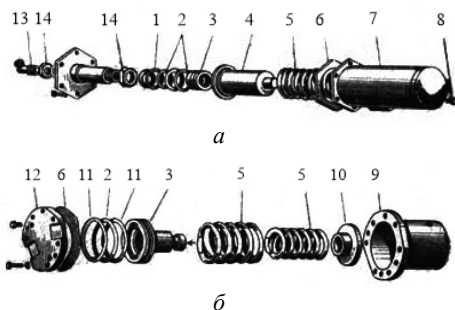


Рис. 2.10.8. Гидроаккумуляторы 70-4609069 тракторов:  
а – МТЗ; б – Т-150К;

1, 2 – уплотнительные кольца; 3 – поршень; 4 – цилиндр гидроаккумулятора;  
5 – пружины; 6 – прокладка; 7 – кожух; 8 – пробка; 9 – корпус;  
10 – днище аккумулятора; 11 – прокладки; 12 – передняя крышка;  
13 – поворотный штуцер; 14 – гайки

### ***Дефектация деталей***

Все уплотнительные детали, имеющие повреждения, подлежат замене новыми. На поверхностях сопрягаемых деталей и канавок под уплотнительные кольца не допускаются забоины, риски глубиной более 0,1 мм и следы коррозии.

Отслаивание и шелушение хромового покрытия на рабочей поверхности штока, а также прогиб штока более 0,2 мм на длине 200 мм не допускаются.

### ***Ремонт деталей***

Штоки с прогибом более 0,2 мм направляют правкой на прессе в холодном состоянии. Отверстия вилок штоков, изношенные более чем на 0,6 мм, рассверливают под втулки. Изготовленные втулки запрессовывают и приваривают по торцам к поверхности вилок.

### ***Сборка гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов***

Собрать гидравлический цилиндр и гидроаккумулятор в последовательности, обратной разборке.

При монтаже передней крышки на шток и установке поршня в сборе в цилиндр применять кольца, предохраняющие уплотнения от повреждения.

Допускается перекося маслопровода 10 относительно корпуса 11 не более 4 мм. Повернуть корпус цилиндра относительно крышек и поршня на 90° до совпадения меток, сделанных при разборке.

### ***Испытание гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов***

Рабочая жидкость при испытании – минеральное масло М-10В ГОСТ 8581–78 или другие минеральные масла, имеющие при температуре 50° С вязкость 60–70 сСт. Температура рабочей жидкости при испытании – (50 + 5) °С.

*Гидравлические цилиндры.* Установить гидравлический цилиндр 1 (рис. 2.10.9) на стенд КИ-4815М.

Проверить давление свободного перемещения поршня в цилиндре. Для этого установить рукоятку распределителя 2 попеременно в позиции «подъем» и «опускание» и проверить по манометру 4 давление свободного перемещения поршня в цилиндре. Дроссель 5 стенда должен быть открыт.

Давление свободного перемещения поршня в цилиндре не должно превышать 0,5–1,0 МПа (5–10 кгс/см<sup>2</sup>). Продолжительность испытания – не менее пяти двойных ходов. Вынос масла не допускается.



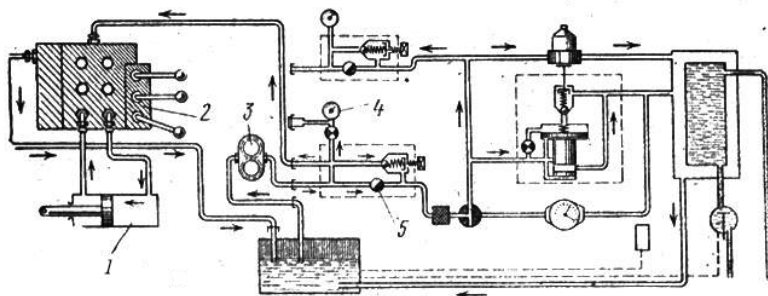


Рис. 2.10.9. Гидравлическая схема испытания гидроцилиндров на стенде КИ-4815М:  
1 – цилиндр; 2 – распределитель; 3 – насос; 4 – манометр; 5 – дроссель

Проверить работу клапана гидромеханического регулирования хода поршня. Для этого закрыть дроссель 5 стенда, установить подвижный упор на середине штока, поставить рукоятку распределителя в позицию «опускание» и втянуть поршень в цилиндр.

После остановки поршня (возврата золотника в нейтральную позицию) просвет между упором и штоком клапана должен быть 8–10 мм.

Проверить герметичность цилиндра при давлении 12,5 МПа (125 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 2 мин при выдвинутом и втянутом положениях штока. Просачивание и подтекание масла в местах соединений и уплотнений не допускаются.

Проверить герметичность уплотнений поршня. Для этого вытянуть шток в крайнюю позицию до упора, установить рукоятку распределителя в позицию «нейтральное». Отсоединить рукав штоковой полости цилиндра от штуцера распределителя и опустить его конец в мерную мензурку, заглушить отверстия распределителя пробкой-заглушкой. Установить рукоятку распределителя в позицию «подъем», отрегулировать дросселем 5 давление на 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>) и замерить утечку масла из штоковой полости цилиндра в течение 3 мин.

Утечка масла не должна превышать за 1 мин 6 см<sup>3</sup> для цилиндра Ц90, 8 см<sup>3</sup> – для цилиндра Ц100, 10 см<sup>3</sup> – для цилиндров ЦПО, Ц125, 700А.24.29.000.

*Гидроаккумулятор тракторов МТЗ и Т-150К.* Установить на стенде КИ-4815М насос 6 (рис. 2.10.10), гидроаккумулятор, приспособление 2 и соединить их рукавами 1, 3, 5.

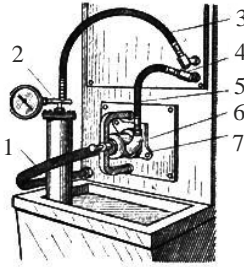


Рис. 2.10.10. Испытание гидроаккумулятора тракторов на стенде КИ-4815М:  
 1 – всасывающий рукав; 2 – приспособление для проверки гидроаккумулятора;  
 3, 5 – рукава высокого давления; 4 – штуцер; 6 – гидравлический насос;  
 7 – переходная плита

Отвернуть иглу приспособления 2 на 2–3 оборота. Создать давление 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>) для гидроаккумулятора тракторов МТЗ, 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) для гидроаккумулятора трактора Т-150.

Проверить герметичность уплотнений гидроаккумулятора. Завернуть иглу приспособления 2 до упора и открыть дроссель стенда. Падение давления по манометру приспособления 2 в течение 10 мин не допускается.

Проверить плавность работы гидроаккумулятора. При постепенной разрядке гидроаккумулятора давление должно падать плавно, без скачков.

### Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Характеристика гидроцилиндра.
3. Результаты выполненных испытаний с предложениями по содержанию ремонтных работ (табл. 2.10.7).
4. Технологический маршрут ремонта.

Таблица 2.10.7

Результаты испытаний гидравлических цилиндров

Наименование показателя	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Давление свободного перемещения поршня в цилиндре			

Наименование показателя	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
2. Проверка герметичности гидроцилиндра (при давлении 12,5 МПа в течение 2 мин) при выдвинутом и втянутом штоке			
3. Проверка герметичности уплотнений поршня на утечку масла в течение 3 мин при давлении 10 МПа. Рукоятка распределителя установлена в позицию «подъем»			

### Контрольные вопросы и задания

1. Каковы требования к рабочей жидкости, используемой в стенде при испытании гидроагрегатов?
2. Каковы устройство и принцип работы стенда КИ-4815М?
3. Каковы технические условия на сборку и обкатку гидронасосов?
4. Как проверяется герметичность насоса после сборки?
5. Как определить объемный КПД насоса?
6. Как определяется стендовая и действительная производительность?
7. Какова последовательность разборки гидроцилиндра?
8. Каковы требования к рабочей жидкости, применяемой при испытании гидроцилиндров и гидроаккумуляторов?
9. Как проверяется герметичность уплотнения поршня гидроцилиндра?
10. Каковы критерии плавности работы гидроаккумулятора?

## № 11. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**Цель работы:** закрепить теоретические знания основных неисправностей элементов автотракторного электрооборудования, способы их обнаружения и устранения; ознакомиться с оборудованием, приспособлениями и инструментом по ремонту генераторов; приобрести практические навыки обнаружения и устранения неисправностей автотракторных генераторов.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы автотракторных генераторов, признаки 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 автотракторных генераторов.

**Студент должен уметь:** оценивать техническое состояние генератора; определять по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; выполнять основные операции ремонта автотракторного генератора.

### Диагностика и ремонт автотракторных генераторов

На выпускаемых в настоящее время автомобилях и тракторах устанавливаются генераторы переменного тока. Применение данных генераторов обусловлено простотой конструкции, высокой надежностью, меньшими габаритами и массой. Генераторы переменного тока обеспечивают заряд аккумуляторных батарей при меньшей частоте вращения коленчатого вала.

Автотракторные генераторы предназначены для работы в однопроводной схеме электрооборудования с присоединением отрицательного вывода на корпус (массу).

Привод генератора осуществляется от двигателя посредством клиноременной передачи, поэтому диапазон изменения частоты вращения ротора генератора достигает 6–8-кратной величины.

Генераторы переменного тока представляют собой трехфазную многополюсную синхронную электрическую машину с электромагнитным возбуждением и кремниевым выпрямительным блоком защищенного исполнения с приточной вентиляцией.

Для поддержания величины вырабатываемого напряжения на заданном уровне при изменении оборотов двигателя и потребляемого тока применяются в основном встроенные интегральные регуляторы напряжения.

### **Оснащение рабочего места по ремонту автотракторного электрооборудования**

1. Прибор КИ-1093.
2. Универсальный контрольно-измерительный стенд КИ-968.
3. Выпрямитель ВСМ-111.
4. Комплект приспособлений для ремонта автотракторного оборудования РЭМ-3.
5. Омметр М-371 до 10 Ом.
6. Штангенциркуль ШЦ-И 0-200-0,1.
7. Объекты ремонта (генератор 46.3701, магнето М-124Б).
8. Интегральный реле-регулятор 2-112Б.
9. Намагничивающий аппарат НА-5-ВИМ с комплектом сменных насадок.
10. Магнитометр МД-4 с приставками для проверки степени намагниченности ротора.
11. Пружинный динамометр до 10 Н.

### **Техника безопасности при ремонте автотракторного электрооборудования**

1. Правильно устанавливать и прочно закреплять проверяемые детали и приборы электрооборудования.
2. Перед пуском электродвигателя стенда проверить собранную схему и надежность контактов.
3. Внимательно следить за показаниями приборов. В случае резких отклонений выключить стенд.
4. Не дотрагиваться до вращающихся частей стенда и автотракторного оборудования.
5. Не трогать концы проводов высокого напряжения. Не прикасаться к оголенной части наконечников индукционного аппарата.
6. Не допускать длительной работы стенда на максимальных оборотах.

7. Использовать по назначению приспособления и инструмент.
8. Самостоятельно не устранять неисправности стенда и другого оборудования.
9. Прекратить работу, если замечен пробой тока на массу корпуса.

### **Задание**

1. Изучить технику безопасности при ремонте генераторов.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
3. Провести предварительную проверку генератора без демонтажа с двигателя с помощью прибора КИ-1093.
4. При необходимости разобрать генератор на узлы, проверить обмотки на обрыв, замыкание на «массу», межвитковое замыкание.
5. Проверить выпрямительный блок.
6. Проверить интегральный реле-регулятор.
7. Выполнить отдельные ремонтные операции.
8. Собрать генератор.
9. Испытать генератор на контрольно-испытательном стенде КИ-968.
10. Выявить влияние частоты вращения ротора на напряжение (без интегрального реле-регулятора).
11. Составить отчет.

### **Общие сведения**

Для проверки и регулировки узлов и агрегатов автотракторного электрооборудования напряжением 12 и 24 В непосредственно на машине применяется переносной вольтамперметр КИ-1093. С его помощью проверяют:

- работу генераторов в режиме холостого хода и под нагрузкой;
- работоспособность реле-регулятора и величину напряжения, поддерживаемого им;
- ток, отдаваемый генератором в нагрузку при различных задаваемых оборотах двигателя;
- ЭДС и напряжение аккумуляторной батареи;
- ток, потребляемый стартером;
- ток, потребляемый отдельными потребителями;
- электрические цепи между источниками энергии и потребителями.

Прибор смонтирован в портативном металлическом футляре и содержит:

- амперметр, позволяющий измерять (с дополнительными шунтами) токи величиной до 1500 А;
- тахометр, замеряющий обороты в интервале 0–5000 мин<sup>-1</sup>;
- вольтметр, позволяющий работать в пределах измерений 0–3 В и 0–30 В на переменном и постоянном токе;
- нагрузочный реостат, позволяющий прохождение тока до 25 А в течение 5 мин;
- клеммы и переключатели для подключения контролируемых цепей и выбора режима измерений.

Прибор прост в эксплуатации, надежен и достаточно портативен. Общий вид прибора и расположение органов управления показаны на рис. 2.11.1, 2.11.2 соответственно.

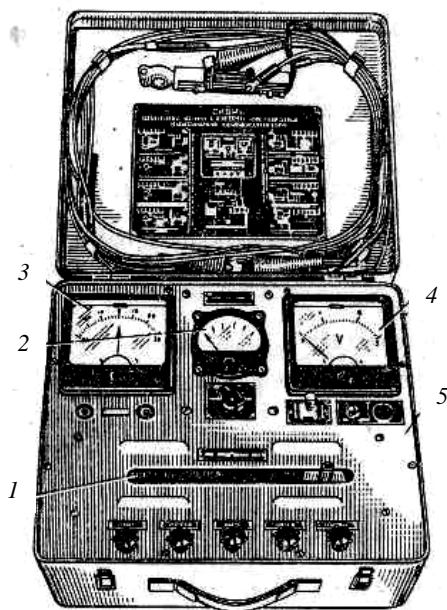


Рис. 2.11.1. Общий вид переносного вольтамперметра КИ-1093 ГОСНИТИ для проверки электрооборудования:

- 1 – нагрузочный реостат; 2 – тахометр; 3 – амперметр;  
4 – вольтметр; 5 – корпус

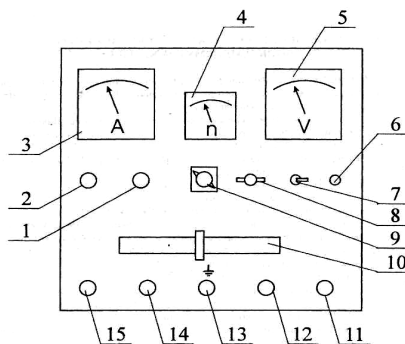


Рис. 2.11.2. Расположение органов управления прибора КИ-1093:

- 1 – штекерное гнездо 1500 А; 2 – штекерное гнездо 300 А;  
 3 – амперметр; 4 – тахометр; 5 – вольтметр;  
 6 – кнопка вольтметра; 7 – переключатель диапазонов вольтметра;  
 8 – переключатель полярности вольтметра и тахометра;  
 9 – переключатель диапазонов тахометра; 10 – нагрузочный реостат;  
 11–15 – клеммы подключения нагрузки и массы

Для испытания и регулировки узлов и агрегатов электрооборудования тракторов, комбайнов и автомобилей применяется универсальный контрольно-испытательный стенд КИ-968.

На стенде можно испытывать генераторы постоянного и переменного тока мощностью до 0,5 кВт (табл. 2.11.1), стартеры мощностью до 5 кВт, магнето, реле-регуляторы (неинтегральные), прерыватели-распределители, катушки зажигания, звуковые сигналы, конденсаторы и некоторые отдельные детали автотракторного электрооборудования.

Несмотря на такие недостатки, как малая мощность, невозможность проверки некоторых электронных устройств, механический вариатор и т. д., стенд обладает довольно широкими функциональными возможностями.

Основу стенда составляют двухскоростной электродвигатель мощностью 2,2 кВт, клиноременной вариатор, планетарный редуктор, два приводных вала и комплекс измерительных приборов, переключателей и соединительных проводов. Общий вид стенда показан на рис. 2.11.3.



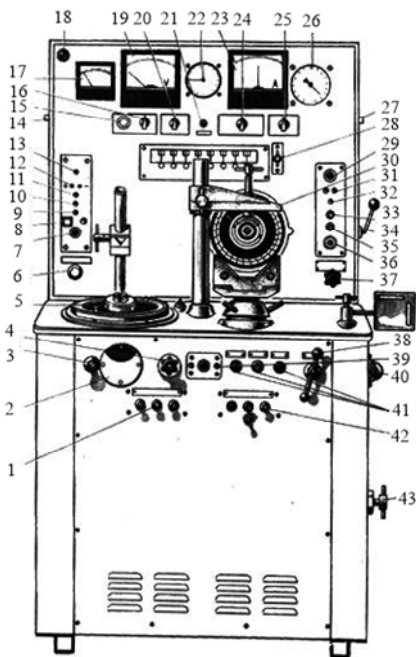


Рис. 2.11.3. Общий вид станда КИ-968:

1 – переключатель аккумуляторных батарей; 2 – рукоятка включения синхрографа и прерывателя станда; 3 – прерыватель станда; 4 – вакуумнасос; 5 – синхрограф; 6 – высоковольтный вывод эталонной катушки зажигания; 7 – кнопка «Проверка конденсаторов»; 8 – зажим для подключения конденсаторов; 9 – гнездо «Прерыватель-распределитель»; 10 – гнездо «Батарея»; 11 – гнездо «Прерыватель станда»; 12 – гнездо «Вольтметр»; 13 – гнездо «Синхрограф»; 14 – рукоятка регулировочного реостата; 15 – кнопка «Установка стрелки прибора ИУК на нуль»; 16 – рукоятка реостата установки стрелки прибора ИУК на нуль; 17 – ИУК-измеритель угла замкнутого состояния контактов прерывателя; 18 – вольтметр станда; 19 – рукоятка переключателя вольтметра; 20 – сигнальная лампа «Сеть включена»; 21 – сигнальные лампы «12–24 вольт»; 22 – тахометр станда; 23 – амперметр станда; 24 – рукоятка переключателя «Испытание приборов зажигания»; 25 – рукоятка переключателя шунтов; 26 – вакуумметр; 27 – рукоятка нагрузочного реостата; 28 – рукоятка установки зора разрядника; 29 – линза контрольной лампы; 30 – кронштейн; 31 – гнездо «Контрольная лампа 220 В»; 32 – гнездо «Подключение шунтовой обмотки генератора»; 33 – зажим подключения якоря генератора; 34 – рукоятка включения планетарного редуктора; 35 – зажим подключения якоря генератора; 36 – зажим подключения стартера; 37 – переключатель рода нагрузки; 38 – кнопка «Включатель стартера»; 39 – рукоятка переключателя скоростей электродвигателя; 40 – рукоятка регулировки оборотов привода станда; 41 – кнопки управления электродвигателем; 42 – переключатель «Масса-зарядка»; 43 – рукоятка натяжения ремней вариатора

*Техническая характеристика генератора переменного тока 16.3701*

Номинальное выходное напряжение: 14 В.

Летнее напряжение:  $(13,65 \pm 0,45)$  В.

Зимнее напряжение:  $(14,75 \pm 0,45)$  В.

Номинальная мощность: 900 Вт.

Номинальные обороты:  $1100 \text{ мин}^{-1}$ .

Максимальные обороты:  $2500 \text{ мин}^{-1}$ .

Диаметр провода обмотки статора: 1,25 мм.

Количество витков в обмотках статора: по 20 витков.

Сопrotивление обмотки статора: 0,065 Ом.

Сопrotивление обмотки возбуждения: 3,6 Ом.

Регулятор напряжения: встроенный интегральный Я112Б.

Посезонная регулировка: есть.

*Таблица 2.11.1*

Основные технические данные генераторов переменного тока,  
используемые при диагностировании

Марка генератора	Марка двигателя	Частота вращения коленчатого вала, $\text{мин}^{-1}$	Ток нагрузки, А
Г287-Д	ЯМЗ-240Б	1200	70,0
Г287-Е	ЯМЗ-238НБ	1350	70,0
Г306-К	СМД-60, СМД-62, СМД-64	1450	23,5
Г309, 15.3701	СМД-66, СМД-72	1600	55,0
Г306-Ж, 135.3701	Д-160, Д-158	780	23,5
545.3701	Д-160, Д-158	900	36,0
Г306-Б, 131.3701	А-01М	1450	23,5
541.3701, 461.3701	А-01М	1670	36,0
Г306-Г, 133.3701	А-41, СМД-14НГ, СМД-14АН, СМД-19, СМД-20	1240	23,5
122.3701	СМД-31А	1330	30,0
46.3701	Д-240Т, Д-240ТЛ	1320	30,0
Г306-Д	Д-240, Д-240Л	1600	23,5

Марка генератора	Марка двигателя	Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Ток нагрузки, А
134.3701	Д-241, Д-241Л	1600	23,5
544.3701	Д-242, Д-242Л	1700	36,0
46.3701	Д-242, Д-242Л	1850	36,0
Г306-А, 13.3701	Д-65Н, Д-65М	1230	23,5
46.3701	Д-65Н, Д-65М	1420	36,0
Г306-И, 136.3701	Д-21А1	1300	23,5
469.3701	Д-21А1	1500	36,0
16.3701	ГАЗ-31029, ГАЗ-53	1100	65,0

Токовая характеристика при 14 В при совместной работе с аккумуляторной батареей приведена в табл. 2.11.2.

Таблица 2.11.2

Токовая характеристика генератора 16.3701

Обороты генератора, мин <sup>-1</sup>	1600	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3400	3800	200	600	5000
Ток, А	0	7	13	21	26	30	33	38	42	45	48	50

Общий вид с разрезом генератора представлен на рис. 2.11.4.

### Порядок выполнения работы

#### *Предварительная проверка генератора без демонтажа с двигателя с помощью прибора КИ-1093*

Собрать схему согласно рис. 2.11.5. Все потребители энергии должны быть выключены.

Включить двигатель и установить номинальные обороты.

Реостатом прибора нагрузить генератор до заданного падения напряжения и на этом режиме определить по амперметру прибора силу тока. Сравнить полученную силу тока с ее величиной по технической документации. При низком значении снять генератор с двигателя.

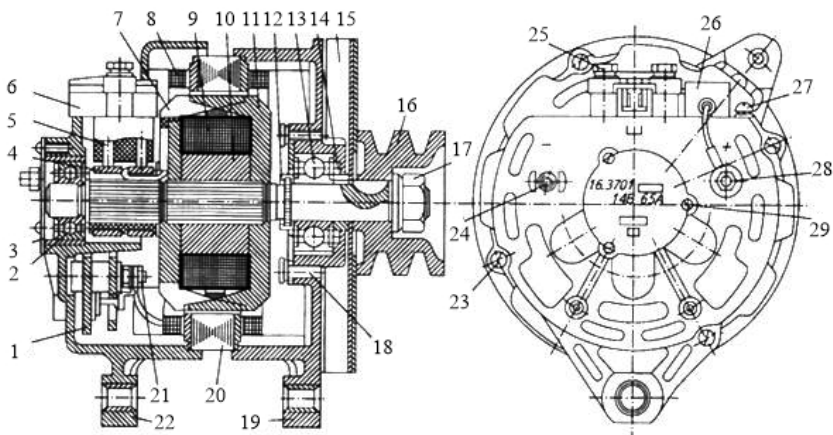


Рис. 2.11.4. Генератор 16.3701:

- 1 – выпрямительный блок; 2, 13 – подшипники; 3 – крышка подшипника;  
 4 – кольца; 5 – щетки; 6 – щеткодержатель; 7, 17 – шестиполусные магниты;  
 8 – обмотка статора; 9 – обмотка возбуждения; 10 – втулки ротора;  
 12 – стопорное кольцо; 14 – упорная втулка; 15 – крыльчатка вентилятора;  
 16 – шкив; 17 – гайка крепления шкива; 18 – винт крепления фланца подшипника;  
 19 – передняя крышка; 20 – сердечник статора; 21 – гайка болта соединения выходов  
 фаз статора с выпрямителем; 22 – задняя крышка; 23 – стяжные винты;  
 24 – вывод «-»; 25 – болт крепления щеткодержателя; 26 – конденсатор;  
 27 – винт крепления конденсатора; 28 – вывод «+»;  
 29 – винт крепления крышки подшипника

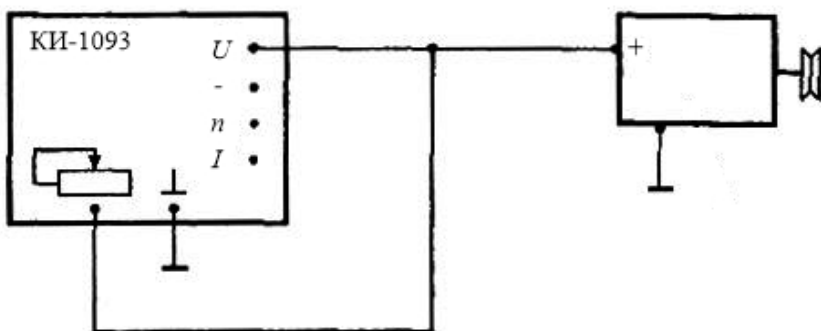


Рис. 2.11.5. Схема проверки работоспособности генератора в целом без снятия с двигателя

### ***Разборка генератора***

Установить генератор в приспособление для разборки.

Вывернуть винт и снять крышку-заглушку подшипника.

Удерживать специальным зажимом шкив, отвернуть гайку крепления подшипника вала ротора.

Отвернуть гайку крепления шкива с вала ротора. Спрессовать с вала ротора шкив с вентилятором, снять распорную втулку и вытянуть шпонку.

Вывернуть стяжные шпильки.

Съемником спрессовать с вала ротора крышку со стороны привода вместе с подшипником. Отвернуть винт, снять держатель подшипника и выпрессовать подшипник из гнезда крышки.

Выпрессовать вал ротора при помощи съемника из крышки.

Спрессовать с вала ротора шарикоподшипник и снять опорную чашку.

Отогнуть кабельные наконечники, отвернуть гайки, отсоединить фазные выводы обмотки статора от вывода на выпрямительном блоке в крышке.

### ***Основные неисправности генераторов переменного тока***

*Статор:* забоины и погнутости фиксирующих чашек, повреждение наружной изоляции полюсных катушек, обрыв провода между катушками, обрыв вывода катушек, повреждение изоляции вывода и короткое замыкание между витками катушек.

*Ротор:* износ посадочных мест под подшипники, износ шпоночной канавки, потеря магнитных свойств материала ротора, замыкание катушки возбуждения на массу.

*Крышки:* загрязнение и износ сальников и подшипников, посадочных мест под подшипники, деформация уплотнительных стальных шайб подшипниковых узлов, срыв резьбы.

*Интегральный реле-регулятор:* выход из строя из-за нарушения режимов эксплуатации, механического повреждения, попадания воды или заводского дефекта.

### ***Выявление механических неисправностей***

Произвести дефектацию деталей и узлов генератора и установить наличие механических износов и повреждений.

Задиры внутренней поверхности пакета статора.

Смятие и забой резьбы крышек и вала ротора.

Качание или смещение правой и левой половины ротора. Износ посадочных поверхностей под подшипники (допустимый зазор на валу – не более 0,01 мм, в крышке – не более 3,94 мм).

Износ шпоночной канавки (допустимая ширина – не более 3,94 мм).

Трещины и отколы крышек, шкива, вентилятора.

Износ боковых поверхностей (не более 0,5 мм), посадочного отверстия (не более 0,06 мм) и шпоночного паза (не более 0,12 мм) шкива.

Результаты проверки и осмотра занести в отчет. При наличии дефекта указать способ устранения неисправности.

### ***Проверка исправности обмотки возбуждения ротора***

Проверить ротор на межвитковое замыкание или обрыв обмотки возбуждения с помощью омметра. Подключить омметр между двумя контактными кольцами. При исправности обмотки показания прибора находятся в пределах  $(3,7 + 0,2)$  Ом. При наличии межвиткового замыкания в обмотке сопротивление будет меньше 3,5 Ом. При обрыве концов обмотки возбуждения или отпайке вывода обмотки от контактных колец сопротивление будет больше 4 Ом.

### ***Проверка исправности статорной обмотки***

Проверить фазовую обмотку на обрыв:

а) с помощью контрольной лампы установить один щуп лампы на соединение начала фаз (0), а второй – поочередно на выводные концы каждой фазы (рис. 2.11.6). Загорание лампы укажет на отсутствие обрывов в катушках обмотки;

б) с помощью омметра или тестера подключить щупы приборов к соединению начала фаз и поочередно к выводным концам фазы. Одинаковые показания приборов будут свидетельствовать об отсутствии дефектов. При обрыве показания омметра равны  $\infty$ , при замыкании в катушках обмотки показания омметра наименьшие (близкие к нулю).

Проверить замыкания фазовых обмоток статора на «массу», для чего один контрольный щуп лампы установить на корпус статора, а второй присоединить к одному из выводных концов фазовой обмотки. Загоревшаяся лампа указывает на наличие замыкания на «массу».

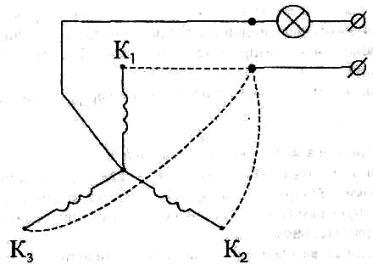


Рис. 2.11.6. Схема проверки статорной обмотки:  
 $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  – выводные концы фаз

Проверить наличие межвиткового замыкания в катушках обмотки с помощью портативного дефектоскопа ПДО-1 (КИ-959) или с помощью омметра.

### **Проверка исправности выпрямительного блока**

Блок проверяется на разобранном генераторе при отсоединенной обмотке возбуждения.

*Проверка плюсовых выводов.* Провод от минуса аккумуляторной батареи или выпрямителя на 12 В присоединить к плюсовой шине выпрямительного блока, а провод плюса аккумуляторной батареи через контрольную лампу (12 В) поочередно присоединить к выводам диодов на выпрямительном блоке (рис. 2.11.7).

Если при включении диодов в проводящем направлении для каждого типа диодов выпрямительного блока контрольная лампа горит, то диоды исправны, т. к. исправные диоды выпрямительного блока проводят ток только в одном направлении.

Если в проводящем направлении контрольная лампа не горит, то диоды неисправны.

*Проверка минусовых вводов.* Провод от минуса аккумуляторной батареи присоединить к минусовой шине выпрямительного блока, провод от плюса аккумуляторной батареи через контрольную лампу (12 В, 6 светодиодов) поочередно присоединить к выводам диодов на выпрямительном блоке.

Контрольная лампа горит – диод блока неисправен из-за короткого замыкания.

Контрольная лампа не горит – диоды выпрямительного блока исправны.

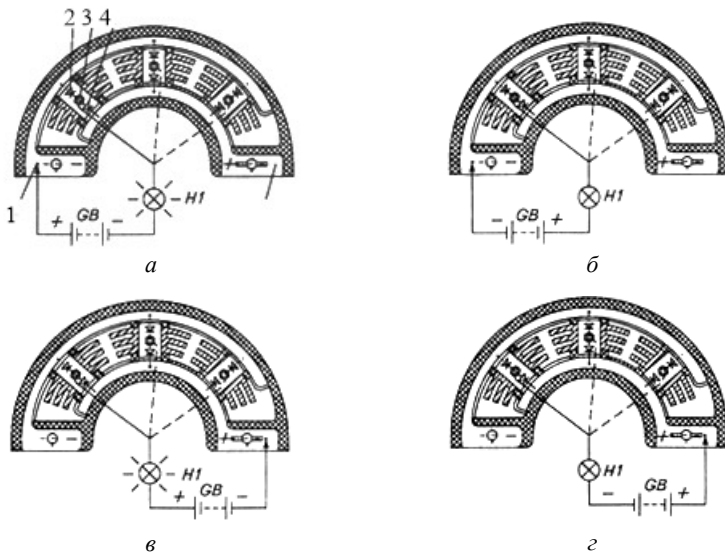


Рис. 2.11.7. Проверка диодов выпрямительного блока на пробой или обрыв цепи:  
 а, б – проверка диодов, присоединенных к контактной «-» пластине диодов;  
 в, г – проверка диодов, присоединенных к контактной «+» пластине;  
 1, 5 – контактные пластины; 2, 4 – диоды; 3 – зажимы блока диодов

При наличии неисправности диодов выпрямительный блок заменяется.

**Внимание!** Запрещается проверка выпрямительного блока:

- от источника постоянного тока напряжением более 12 В;
- от источника переменного тока;
- без контрольной лампы, включенной последовательно с выпрямительным блоком.

### **Сборка генераторов из узлов и деталей**

Собрать генератор, выполняя операции разборки в обратной последовательности.

Проверить контакт щеток с контактными кольцами.

Проверить свободное перемещение щеток в щеткодержателе.

Подключить через контрольную лампу (12 В, 6 светодиодов) цепь обмотки возбуждения к аккумулятору или выпрямителю на 12 В и проверить наличие контакта щеток с кольцами.

Загоревшаяся лампа указывает, что контакт щеток с кольцами не нарушен.



### ***Испытание генератора после ремонта***

Проверить начальную скорость вращения ротора генератора без нагрузки (скорость, при которой генератор развивает напряжение 12,5 В):

– установить генератор на испытательный стенд, соединить его с приводом вращения и закрепить;

– собрать схему, приведенную на рис. 2.11.8, запитав обмотку возбуждения от аккумуляторной батареи или выпрямителя напряжением 12,5 В;

– установить регулировочный реостат стенда в положение «Макс», а нагрузочный реостат – в положение «Мин»;

– запустить электродвигатель стенда нажатием на кнопку «Левое» (в соответствии с направлением вращения);

– медленным поворотом рукоятки вариатора постепенно повышать скорость вращения ротора генератора до тех пор, пока напряжение на клеммах (по показанию вольтметра) не достигнет значения 12,5 В;

– отключить подпитку обмотки возбуждения от аккумулятора;

– зафиксировать начальную (минимальную) скорость вращения ротора генератора (по тахометру стенда) и записать в отчет.

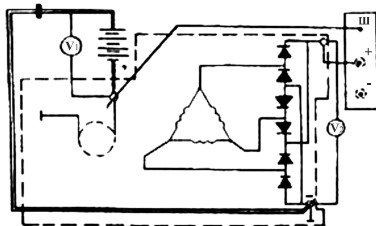


Рис. 2.11.8. Схема проверки генератора после ремонта без нагрузки

Проверить начальную (минимальную) скорость вращения ротора генератора под нагрузкой (скорость, при которой генератор в холодном состоянии при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  дает номинальный ток силой в 28 А и развивает напряжение 12,5 В):

– установить генератор на испытательный стенд и соединить его с приводом вращения;

– собрать схему, приведенную на рис. 2.11.9, запитав обмотку возбуждения от аккумуляторной батареи или выпрямителя напряжением 12,5 В;

- установить регулировочный реостат в положение «Макс»;
- запустить двигатель стенда нажатием на кнопку «Левое» (в зависимости от направления вращения ротора);
- довести частоту вращения ротора до начальной (см. табл. 2.11.1) и отключить подпитку возбуждения;
- установить рукоятку «Нагрузка» в положение «Реостат»;
- увеличивая нагрузку генератора поворотом вправо рукоятки нагрузочного реостата с одновременным постоянным увеличением скорости вращения ротора, поворотом рукоятки вариатора вправо довести ток генератора до 28 А (по показанию амперметра) при напряжении на клеммах 12,5 В (по показанию вольтметра);
- зафиксировать частоту вращения ротора (по тахометру стенда) при различных показаниях нагрузки (по амперметру) и записать в отчет.

Дать заключение о пригодности генератора к эксплуатации.

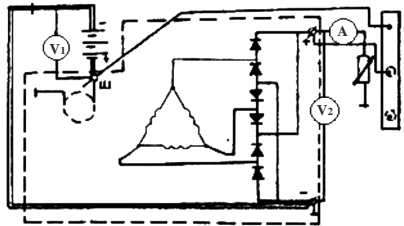


Рис. 2.11.9. Схема проверки генератора под нагрузкой

На основании полученных данных выявить влияние:

- а) частоты вращения ротора генератора  $n$  на напряжение без нагрузки;
- б) частоты вращения ротора генератора  $n$ , нагрузки  $P$ , на напряжение  $E$ .

### **Ремонт магнето**

На тракторах и комбайнах система зажигания пусковых двигателей состоит из магнето, свечи зажигания и провода высокого напряжения. Магнето вырабатывает электрический переменный ток низкого напряжения (15–20 В) и преобразует его в ток высокого напряжения (11–24 тыс. В).

Ток высокого напряжения подается на свечу, которая образует искровой разряд между электродами, воспламеняя рабочую смесь пускового двигателя.

На тракторах, применяемых в сельскохозяйственном производстве, устанавливаются одноискровые и двухискровые магнето высокого напряжения.

Устройство магнето показано на рис. 2.11.10.

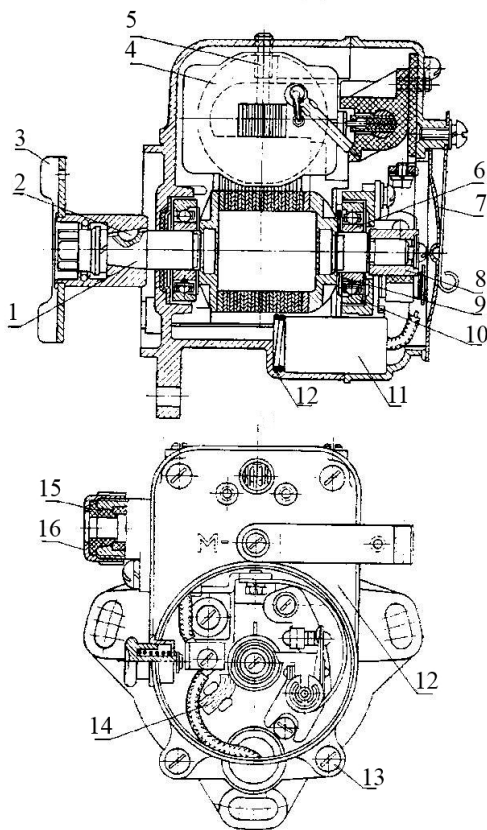


Рис. 2.11.10. Общий вид и разрез магнето:

- 1 – ротор; 2 – шпонка; 3 – полумуфта; 4 – трансформатор; 5 – шпилька;  
 6 – внутреннее кольцо шарикоподшипника; 7 – крышка прерывателя;  
 8 – кулачок прерывателя; 9 – регулировочная шайба; 10 – наружное кольцо шарикоподшипника; 11 – конденсатор; 12 – пружина; 13 – винт;  
 14 – войлочный фильц; 15 – резиновая шайба; 16 – зажимная гайка

*Техническая характеристика магнето М-124Б:*

- корпус магнето отлит из цинкового сплава;
- стойки (магнитопроводы) изготовлены из пластин электротехнической стали;
- индукционная катушка (трансформатор):
  - первичная обмотка из 160–180 витков;
  - провода ПЭЛ-1 диаметром 0,73–0,93 мм;
  - вторичная обмотка из 11–13 тыс. витков;
  - провода диаметром 0,07–0,08 мм;
  - сердечник из пластин электротехнической стали;
- ротор:
  - магнит из хромистой стали с напрессованными полюсными наконечниками из пластин электротехнической стали;
  - частота вращения – 250–4500 об<sup>-1</sup>;
  - осевой зазор – не более 0,05 мм;
  - зазор с полюсными башмаками – 0,10–0,15 мм;
- прерыватель:
  - контакты вольфрамового сплава;
  - зазор между контактами 0,25–0,35 мм;
  - размыкание контактов (начало) при повороте ротора от нейтральной в сторону вращения при 8°–18° (абрис магнето);
  - усилие пружины, замыкающей контакты, – 5–6 Н (0,5–0,6 кгс);
- конденсатор емкостью 0,25 мкф.

В процессе эксплуатации возникают следующие неисправности магнето:

- плохой контакт между пластиной индукционной катушки (трансформатора) и соединительной пластиной крышки магнето вследствие окисления пластин или установки без натяга;
- увеличенное переходное сопротивление между контактами прерывателя вследствие замазливания, подгорания или износа контактов;
- нарушенная изоляция провода высокого напряжения и отход его от иглы вывода высокого напряжения;
- плохой контакт между корпусом конденсатора и корпусом магнето;
- потеря упругости пружины прерывателя;
- отсутствие искры при работе магнето;
- пробой конденсатора;
- обрыв вторичной обмотки или пробой изоляции индукционной катушки;

- пробой провода высокого напряжения на массу;
- замыкание на массу первичной обмотки или подвижного контакта прерывателя;
- механические повреждения и износ деталей;
- поломка пружины прерывателя;
- разрушение шарикоподшипников;
- износ шпоночных пазов, износ или срыв резьбовых соединений;
- обломы, царапины, трещины и изгибы;
- размагничивание ротора магнето.

### **Порядок выполнения работы**

#### ***Провести предварительную проверку магнето и выявить необходимость его разборки и ремонта***

Внешним осмотром проверить комплектность магнето и выявить его наружные неисправности (повреждения). Данные осмотра записать в отчет.

Проворачивая ротор рукой, проверить легкость вращения, отсутствие шума подшипников, заедание ротора или подшипников, трение его о полюсные башмаки, наличие или отсутствие искры в проводе высокого напряжения и другие показатели магнето. Данные проверки и заключение о необходимости испытания, разборки и ремонта записать в отчет.

#### ***Разобрать магнето на узлы и детали***

Закрепить магнето в тисках на поворотном приспособлении.

Снять провод высокого напряжения, соединительную полумуфту, крышки, индукционную катушку (трансформатор), прерыватель, ротор.

Разобрать узлы на детали по мере необходимости в зависимости от наличия дефектов в них.

Проверить состояние узлов и деталей, выявив в них неисправности механического характера: износ или повреждение резьбы в шпоночных канавках, задиры на внутренней поверхности полюсных стоек башмаков, износ посадочных мест под подшипниками и самих подшипников, изломы, трещины и отколы крошек и корпуса, износ и подгорание контактов и др.

Определить способы устранения неисправностей.

### ***Проверить исправность индукционной катушки (трансформатора)***

Характерными неисправностями трансформатора являются: повреждение изоляции, замыкание и обрывы обмоток, забоины и ржавчина на опорных поверхностях.

При повреждении трансформатор пропитывают глифталевым лаком, нагретым до 50 °С–60 °С в течение 30–40 мин и затем 3–4 ч выдерживают в сушильном шкафу при температуре +100 °С (до полного затвердевания лака).

Обрыв выводного конца первичной обмотки от соединительной пластины устраняют припайкой (припой ПОС-40; флюс – канифоль).

Обрыв и замыкание в обмотках трансформатора выявляют, измеряя их сопротивление омметром:

- сопротивление первичной обмотки равно 0,3 Ом;
- сопротивление вторичной обмотки – около 8000 Ом.

Обрыв в обмотках можно определить с помощью контрольной лампы, касаясь щупами концов проверяемой обмотки. Загоревшаяся лампа указывает на исправность обмотки.

### ***Проверить трансформатор магнето на бесперебойность и интенсивность искрообразования на стенде КИ-986 с прерывателем и эталонным конденсатором стенда***

Собрать схему испытания трансформатора магнето на стенде КИ-968 (рис. 2.11.11).

Установить трансформатор на подставку, изолировав сердечник от массы стенда.

Соединить выводы первичной обмотки (низкого напряжения) с гнездами 10 («Батарея») и 11 («Прерыватель стенда»), а вывод вторичной обмотки (высокого напряжения) – с разрядником.

Рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 7 мм.

Штекер переключателя 1 напряжения аккумуляторной батареи (или выпрямителя) установить в положение 12 В.

Переключатель вида 37 поставить в положение «Батарея», а переключатели 42, 24 и 19 – в положения «Минус», «Исп. кат. заж.» и «Генератор» соответственно.

Установить рукоятку переключателя скоростей 39 в положение «1-я ступень».

Включить рукояткой 2 синхрограф и вал прерывателя, а кнопкой 41 – привод стенда.

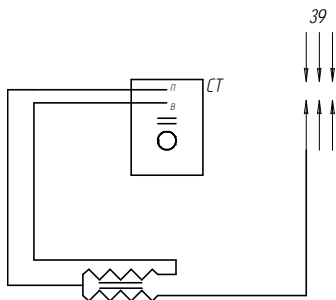


Рис. 2.11.11. Схема испытания трансформатора магнето на стенде КИ-986

Рукояткой 40 установить привод на 600–700 об<sup>-1</sup>.

При исправном трансформаторе искрообразование должно быть бесперебойным. Искра – не менее 7 мм. Трансформатор выбраковывается при изломе электрода и щек, сквозных трещин наружной изоляции, а также электрическом пробое изоляции обмоток.

***Проверить исправность прерывателя***

Осмотреть и выявить износ поверхностей контактов, выступа кулачка, пятки и втулки молоточка, износ или срыв резьбы под винты.

Определить упругость пружины, замыкающей контакты.

Проверить прочность изоляции подвижного контакта (молоточка) на пробой.

Неисправности деталей прерывателя ведут к нарушению зазора между контактами, к изменению начала размыкания контактов относительно положения ротора, что приводит к изменению угла опережения зажигания и напряжения магнето, т. к. размыкание контактов происходит не в момент максимальной величины тока в первичной цепи.

Контакты прерывателя при наличии неровностей (наростов), окислов подгоревших мест зачистить мелкой наждачной шкуркой.

***Проверить состояние изоляции конденсатора на стенде КИ-663 путем включения испытуемого конденсатора вместо эталонного***

Проверяемый конденсатор подключить к зажимам 8 на левой панели стенда.

Высоковольтный вывод б катушки зажигания соединить проводом высокого напряжения с разрядником и рукояткой 28 установить в нем зазор 7 мм.

Штекер переключателя полярности 42 установить в положение «Минус», и переключатель 24 – в положение «Испытание конденсатора».

Рукояткой 2 на себя включить синхрограф.

Кнопкой 41 включить привод станка, а рукояткой 40 установить частоту его вращения  $700\text{--}800\text{ с}^{-1}$ .

Нажав на кнопку 7 «Проверка конденсатора», сравнить искрообразование при испытуемом конденсаторе (кнопка нажата) с искрообразованием при эталонном конденсаторе (кнопка не нажата).

Если конденсатор пробит или имеет внутренний обрыв, искрообразование при нажатой кнопке прекратится. Сильное искрение между контактами прерывателя станда также указывает на неисправность конденсатора. Неисправный конденсатор заменяется.

### ***Проверить исправность ротора***

Характерными неисправностями ротора являются повреждение резьбы, прогиб вала, износ посадочных поверхностей под подшипники, размагничивание.

Внешним осмотром выявить механические повреждения полюсных наконечников (задиры, забоины, выступы отдельных пластин), при необходимости их зачистить. Проверить, нет ли изгиба полуоси.

Магнитометром МД-4 проверить намагниченность ротора. Причиной размагничивания является действие магнитного потока, создаваемого трансформатором, перегрев, сотрясения и удары.

Установить ротор в корпус магнето и повернуть его в нейтральное положение.

Установить магнитометр на стальные пластины дополнительного магнитопровода, соединенные со стойками башмаков крепления трансформатора.

Зафиксировать показание по верхней шкале магнитометра (для малогабаритных магнето). Степень намагниченности должна быть не менее 200 мкВб. Результаты измерения и выводы отразить в отчете.

Вынуть ротор из корпуса магнето, установить в прибор НА-5 для намагничивания роторов постоянным током, зажав ротор между намагничивающими губками, и закрепить. Соединить прибор с аккумуляторной батареей или выпрямителем и двумя-тремя кратковременными включениями рубильника длительностью не более 1–2 с произвести намагничивание.



Отключить ток, снять ротор с прибора, установить ротор в корпус магнето и измерить величину магнитного потока.

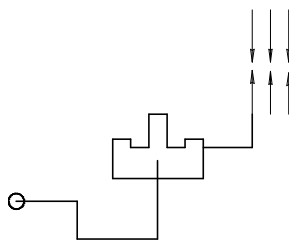
Результаты измерения записать. Дать схему соединения прибора при намагничивании в отчете.

### ***Проверить детали из электроизоляционных материалов на пробой***

Произвести наружный осмотр деталей распределителя, изготовленных из изоляционных материалов (карболита).

При наличии механических повреждений (трещин, обломов, царапин на проходящих через высоковольтные выводы и центральный электрод деталях) их устраняют склеиванием, заделкой клеем БФ-2 или эпоксидным клеем с наполнителем (бакелитовая или карболитовая мука, портландцемент и др.), предварительно засверлив концы трещины сверлом 1,5–2,0 мм и разделив трещину V-образно на глубину трещины.

Проверить электрическую прочность деталей из изоляционного материала током высокого напряжения (16 000–20 000 В) на стенде КИ-968 (рис. 2.11.12), для чего закрепить деталь в зажимах кронштейна. Штекер полярности 42 установить в положение «Минус», рукоятку 24 – в положение «Испытание конденсатора», а рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 10 мм. Высоковольтный вывод 6 катушки зажигания стенда соединить проводом высокого напряжения с разрядником «Б».



*Рис. 2.11.12.* Схема проверки электрической прочности деталей из изоляционного материала

Проводом высокого напряжения соединить разрядник стенда с токоведущей частью проверяемой детали, а провод высокого напряжения со щупом присоединить к массе стенда.

Включить синхрограф ручкой 2 на себя. Кнопкой 41 включить привод станка, а рукояткой 40 установить частоту вращения 700–800 об<sup>-1</sup>. Щупом провода высокого напряжения касаться проверяемой детали в наиболее вероятных местах пробоя.

Положение щупа на детали в момент прекращения искрения на разряднике укажет место пробоя. Результаты проверки и схему привести в отчете.

### ***Сборка магнето***

Собрать магнето, выполняя операции разборки в обратной последовательности, обеспечив взаимное расположение ротора и кулачка прерывателя, соответствующее максимальной скорости магнитного потока, т. е. чтобы при повороте ротора от нейтрального положения в сторону нормального вращения на угол 8°–10° начали размыкаться контакты прерывателя. Зазор между контактами прерывателя установить на величину 0,25–0,35 мм.

При выводе ротора из нейтрального положения на 70°–75° он должен самоустанавливаться по нейтрали. Осевой зазор ротора должен составлять не более 0,05 мм (не ощущаться от руки). Зазор ротора с полюсными башмаками должен находиться в пределах 0,10–0,15 мм.

Установить трансформатор, создав надежный контакт провода низкого напряжения с соединительной пластиной и обеспечив плотное прилегание сердечника трансформатора к стойкам полюсных башмаков корпуса.

### ***Испытание магнето после ремонта***

Собранное и отрегулированное магнето испытать на интенсивность и бесперебойность искрообразования на стенде КИ-968:

– установить магнето в крепежном устройстве стенда, с помощью муфты соединить с валом привода вращения, отцентрировать и закрепить;

– высоковольтный вывод магнето соединить проводом высокого напряжения с электропроводом разрядника стенда;

– рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 7 мм;

– включить кнопкой 41 соответствующее направление вращения, рукояткой 40 плавно изменять обороты в пределах от 50 до 3500 об<sup>-1</sup>; искрообразование должно быть бесперебойным;

– установить частоту вращения ротора 800–1000 об<sup>-1</sup> и, увеличивая зазор между электродами разрядника до 10 мм, произвести проверку состояния высоковольтной изоляции; в исправном магнето перебоев в искрообразовании быть не должно;

– привести в отчете данные испытаний, схему и заключение;

– исследовать влияние неисправностей или регулировок на показатели работы магнето (по указанию преподавателя):

а) изменение магнитного потока в зависимости от величины зазора в магнитной цепи (при постоянном зазоре между ротором и полюсными башмаками корпуса);

б) зависимость напряжения вторичной цепи трансформатора от частоты вращения ротора магнето (в координатах  $n - E_2$  при определенном значении магнитного потока  $\Phi_{\text{макс}}$ , равном 150, 200, 250 мкВб). По горизонтали откладывать частоты вращения ротора  $n$ , равные 250, 500, 1000, 1500, 2000 об<sup>-1</sup>; по вертикали – вторичное напряжение, определяемое по величине искрового промежутка (зазора) трехэлектродного разрядника, и его характеристика (рис. 2.11.13);

в) зависимость вторичного напряжения от величины зазора между контактами прерывателя при определенной частоте вращения ротора.



Рис. 2.11.13. Величина искрового промежутка трехэлектродного разрядника

Построить график зависимости напряжения вторичной цепи трансформатора от частоты вращения ротора магнето (или «дуги» по указанию преподавателя).

## Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Название задания (бригадного или индивидуального).
3. Результаты предварительной безразборной диагностики.
4. Признаки внешнего проявления отказа.
5. Причины отказа.
6. Результаты дефектации узлов и деталей.
7. Схемы проверки исправности обмоток и выпрямительных блоков.
8. Предложения по восстановлению работоспособности.
9. Результаты испытания генератора на стенде КИ-968.

## Контрольные вопросы и задания

1. В чем причины повышенного шума генератора при его обкатке на стенде?
2. Какие приборы, оборудование и инструмент должны присутствовать на рабочем месте по ремонту генераторов переменного тока?
3. Назовите дефекты контактных колец ротора и способы их устранения.
4. Каковы способы обнаружения повреждения и ремонта фазовых обмоток статора?
5. Каковы порядок и условия проверки диодов выпрямительного блока?
6. Какова техника безопасности при проведении испытаний генератора?
7. Каковы технические условия испытания генераторов переменного тока после ремонта?
8. Укажите причины повышенного шума магнето при проворачивании ротора.
9. Какие приборы, оборудование и инструмент должны присутствовать на рабочем месте по ремонту магнето?
10. Каков порядок разборки магнето?
11. Назовите дефекты ротора магнето и способы их устранения.
12. Каковы способы проверки исправности трансформатора магнето?
13. Укажите последовательность испытания магнето после ремонта.
14. Какова техника безопасности при испытании магнето?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. ГОСТ 18524–85. Тракторы сельскохозяйственные. Сдача тракторов в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические требования. – Взамен ГОСТ 18524–80 ; введ. 1987–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 16 с.

3. Концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь. – Минск : Ураджай, 1996. – 96 с.

4. Миклуш, В. П. Научные основы распределения ремонтно-обслуживающих работ между уровнями базы АПК : методические указания к практическим занятиям / В. П. Миклуш, Г. Ф. Бетень, П. Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2004. – 19 с.

5. 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.

6. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе : учебное пособие / В. П. Миклуш, А. С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.

7. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в АПК / В. П. Миклуш. – Минск : БГАТУ, 2004. – 209 с.

8. 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.

9. Надежность и ремонт машин : учебник / В. В. Курчаткин [и др.] ; под ред. В. В. Курчаткина. – М. : Колос, 2000. – 776 с.

10. Новиков, В. С. Технология ремонта машин : учебное пособие / В. С. Новиков. – М. : КолосС, 2011. – 488 с.

11. Основы ремонта сельскохозяйственной техники. Практикум : учебно-методическое пособие / сост.: В. Е. Тарасенко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – 348 с.

12. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК : учебное пособие / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.

13. Проектирование предприятий технического сервиса. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: В. П. Миклуш, Г. И. Анискович, А. С. Сай. – Минск : БГАТУ, 2018. – 216 с.

14. Проектирование предприятий технического сервиса. Практикум : учебно-методическое пособие / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 248 с.

15. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий АПК : методическое пособие / Г. Ф. Бетенья [и др.]. – Минск : БАТУ, 1998. – 142 с.

16. Ремонт машин : учебное пособие / Н. Ф. Тельнов [и др.] ; под ред. Н. Ф. Тельнова. – М. : Агропромиздат, 1992. – 560 с.

17. Ремонт машин. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2004. – 290 с.

18. 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.

19. СТБ 928–2004. Автомобили, их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт. Общие технические требования и правила приемки. – Взамен СТБ 928–93 ; введ. 2005–01–01. – Минск : Госстандарт, 2004. – 10 с.

20. СТБ 929–2004. Автомобили, их составные части, выпускаемые из капитального ремонта. Общие технические требования. – Взамен СТБ 929–93 ; введ. 2005–01–01. – Минск : Госстандарт, 2009. – 23 с.

21. СТБ 930–2004. Автомобили, их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выпускаемые из капитального ремонта. Комплектность. – Введ. 2004–06–28. – Минск : БелГИСС, 2004. – 5 с.

22. Стребков, С. В. Технология ремонта машин : учебное пособие / С. В. Стребков, А. В. Саханов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 222 с.

23. Табель оборудования и оснастки ремонтных мастерских колхозов и совхозов. – М. : ГОСНИТИ, 1991. – 29 с.

24. Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин (с нормативными материалами) / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. – М. : ГОСНИТИ, 1993. – 327 с.

25. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – М. : ГОСНИТИ ; Челябинск : ЧГАУ, 2003. – 992 с.

26. Технологические процессы восстановления деталей : лабораторный практикум / Г. И. Анискович, В. П. Миклуш, В. А. Лойко. – Минск : БГАТУ, 2012. – 248 с.

27. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования : учебное пособие / И. Н. Кравченко [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 346 с.

28. Технологические рекомендации по техническому перевооружению и реконструкции центральных ремонтных мастерских хозяйств. – М. : ГОСНИТИ, 1988. – 88 с.

29. Технология ремонта машин : учебник / В. М. Корнеев [и др.] ; под ред. В. М. Корнеева. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 314 с.

30. Технология ремонта машин : учебник / Е. А. Пучин [и др.] ; под ред. Е. А. Пучина. – М. : КолосС, 2007. – 448 с.

31. Черноиванов, В. И. Восстановление деталей машин (состояние и перспективы) / В. И. Черноиванов, Л. Г. Голубев. – М. : Росинформ-агротех, 2010. – 374 с.

32. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин. – М. : ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.

Учебное издание

НАДЕЖНОСТЬ И РЕМОНТ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.  
ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Тарасенко** Виктор Евгеньевич,  
**Анискович** Геннадий Иосифович,  
**Круглый** Петр Евгеньевич и др.

Ответственный за выпуск *В. Е. Тарасенко*

Редактор *Д. А. Значёнок*

Корректор *Д. А. Значёнок*

Компьютерная верстка *Д. А. Значёнок*

Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 31.01.2024. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 22,78. Уч.-изд. л. 17,82. Тираж 99 экз. Заказ 285.

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 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.