

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия**

Кафедра «Технический сервис и общепрофессиональные дисциплины»

## **ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН**

Предназначено для дистанционного обучения студентов по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» (уровень магистратуры)

Иркутск

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

Каждая лабораторная работа должна выполняться индивидуально на рабочем месте, согласно утвержденному графику.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен самостоятельно изучить содержание методических указаний к предстоящей лабораторной работе и освоить теоретический материал по учебникам, которые указаны в списке литературы.

Лабораторную работу следует выполнять в соответствии с методическими указаниями. В процессе выполнения работы необходимо строго соблюдать правила по технике безопасности, бережно относиться к восстановленным объектам, средствам ремонта, экономно расходовать ремонтные материалы.

По окончании лабораторной работы студент должен убрать рабочее место, сдать его учебному мастеру, ознакомиться с темой следующего занятия.

## **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Работа электролитических ванн разрешается только при включенной и исправно действующей вентиляции.

Перед началом работы необходимо проверить заземление металлических ванн и распределительных щитов.

При разбивании барабанов с хромовым ангидридом работать в спецодежде, при разливе кислот надевать защитные очки и резиновые перчатки.

Не включать без разрешения преподавателя или лаборанта источники питания установок и приборов.

При ожоге концентрированной серной кислоты с начала снять капли кислоты сухой тряпкой, затем в течении 10 мин промыть водой.

Запрещается допуск в лабораторию лиц, не имеющих прямого отношения к работе.

Запрещается производить какие-либо работы над зеркалом электролита ванны во время ее работы.

Категорически запрещается курить в лаборатории.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ ХРОМА

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по проектированию технологического процесса восстановления изношенных поверхностей гальваническим осаждением хрома.

### **Задание:**

1. Изучить содержание работы, технологию восстановления изношенных деталей хромированием, оборудование, правила по технике безопасности.
2. Определить величину износа детали и произвести расчет толщины покрытия с учетом последующей механической обработки.
3. Произвести расчет технологического процесса восстановления изношенных деталей.
4. Восстановить изношенную деталь гальваническим охлаждением хрома.
5. Описать качество покрытия.
6. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Ванна для хромирования ОГ-1349 А; ванна анодной обработки; ванна обезжиривания; ванна для промывки в воде; аналитические весы ВА-200; детали, подлежащие восстановлению; микрометр МК-25; микротвердомер ПТМ-3; штангенциркуль ШЦ-11-0-160; Учебно-методические пособие к лабораторной работе;

### **Общие сведения**

Гальванические покрытия нашли широкое применение при восстановлении деталей, выбракованных при сравнительно малых значениях износа. При гальванических процессах не происходит значительного нагрева деталей, структурных изменений свойств самого металла деталей. Твердость покрытия зависит от режима процесса и металла покрытий: она может быть очень мала /50...70 НВ для цинковых/ и очень велика /1200 НВ для хромовых/.

Процесс гальванического осаждения любого металла подчиняется законам Фарадея.

Масса вещества, выделяемого на электродах при прохождении одного и того же количества электричества, пропорциональна их эквивалентным массам. Эк-

вивалентной массой называется масса, полученная от деления атомного веса элемента или молекулярного веса вещества на валентность. Эквивалентная масса, выраженная в граммах, называется грамм-эквивалентом.

Для осаждения 1 грамм-эквивалентом любого вещества необходимо пропустить через электролит 26,8 А·ч (постоянная Фарадея). При делении эквивалентной массы любого металла на 26,8 А·ч получим массу данного металла в граммах, выделяющегося на катоде при пропускании через электролит 1А·ч. данное число называется электрохимическим эквивалентом данного металла.

Кроме того, масса осаждаемого при электролизе вещества прямо пропорциональна силе тока и времени его прохождения. В связи с изложенным массу выделившегося вещества можно определить по формуле:

$$Q_T = CIt \quad (1)$$

где  $Q_T$  – теоретическая масса вещества, выделившегося при электролизе, г;

$C$  – электрохимический эквивалент, г/А·ч;

$I$  – сила тока, А;

$t$  – время электролита, ч.

При электролизе часто протекает несколько электрохимических процессов. При гальваническом осаждении металлов, стоящих в ряду напряжений выше водорода, одновременно с ним происходит выделение водорода, которое ухудшает качество осадков, придавая им хрупкость, и увеличивает время электролиза, так как часть электрической энергии расходуется на его выделение. Поэтому для оценки использования электрической энергии на непосредственное осаждение металла введено понятие «выход на току», или коэффициент использования тока  $\eta$ , определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{\phi}}{Q_T} \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $Q_{\phi}$  – фактическая масса вещества, полученная при электролизе, г.

Электролитическое хромирование является эффективным способом повышения износостойкости трущихся деталей, защиты их от коррозии, а также способом защитно-декоративной отделки. Значительную экономию дает хромирование при восстановлений изношенных деталей. Процесс хромирования широко применяется в народном хозяйстве.

Высокая твердость, низкий коэффициент трения, жаростойкость и хорошая химическая устойчивость обеспечивают деталям, покрытым хромом, высокую износостойкость в особо тяжелых условиях эксплуатации. Хромирование широко

применяют для повышения твердости и износостойкости различного мерительного и режущего инструмента, трущихся деталей приборов и машин.

Для обеспечения хорошей прочности сцепления следует выдержать детали в ванне без тока для того, чтобы они приняли температуру электролита и в начальный момент хромирования дать так называемый «толчок тока» на 1–2 мин, повысив плотность тока в 2–3 раза по сравнению с рабочей, а затем плавно снизить ее до нормального значения

При хромировании применяются только нерастворимые аноды из чистого свинца марки С1 или сплава свинца с 4–6% сурьмы марки ССУ1. Это обусловлено непригодностью хромовых анодов, так как выход по току при их растворении в семь–восемь раз больше, чем выход хрома по току на катоде. В результате этого концентрация хрома в электролите в процессе хромирования будет непрерывно возрастать, нарушая условия электролиза. Кроме того, окислительные процессы на растворимом аноде недостаточно интенсивны. Чтобы перевести накапливающиеся в электролите ионы трехвалентного хрома в шестивалентные, превышение допустимой концентрации трехвалентного хрома приводит к нарушению работы электролита.

На нерастворимом свинцовом аноде при электролизе происходит выделение кислорода и активное окисление трехвалентного хрома до шестивалентного.

Аноды изготавливают из стержней диаметром 10–15 мм или листов. Отношение между поверхностью анодов и катодов должно находиться в пределах от 1:2 до 2:3. Свинцовые аноды в процессе работы покрываются слоем хромовокислого свинца, затрудняющего работу. Поэтому ежедневно рекомендуется очищать их стальными щетками. В перерывах между работой аноды вынимают из ванны и погружают в воду.

Электролитический хром имеет высокую твердость /400...1200НВ/, высокую износостойкость, низкий коэффициент трения. В качестве электролита используется водный раствор хромового ангидрида /хромовая кислота –  $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4$ /. Хромовые покрытия получаются только при наличии в растворах ионов  $\text{SO}_4$ . Наиболее качественные осадки хрома и наибольший выход по току / $\eta=13...16\%$ / получают при отношении  $\text{CrO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , равном 100:1.

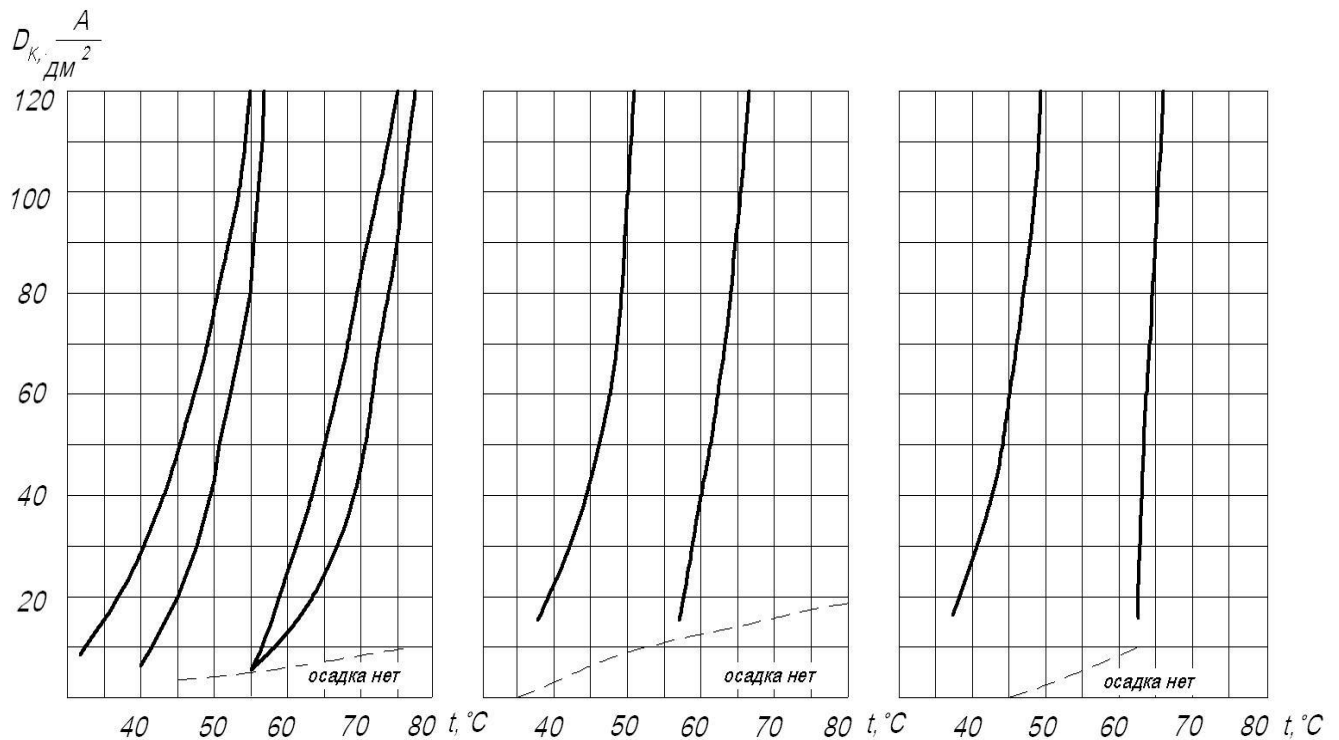
Преимущественное распространение получили горячие электролиты с концентрацией  $\text{CrO}_3$  от 150 до 350 г/л (табл.1).

Т а б л и ц а 1 – Характеристика электролитов для хромирования

Электролит	Содержание компонентов, г/л	Режим электролиза
------------	--------------------------------	-------------------

	CrO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	?	?
Разведенный	120–150	1,2–1,5	40–100	50–65
Универсальный	200–250	2,0–2,5	20–60	45–55
Концентрированный	300–350	3,0–3,5	15–30	40–50

Изменяя условия электролиза, можно получить различные хромовые покрытия: блестящие, молочные и серые. Твердость хрома, в основном, зависит от температуры электролита и плотности тока. Характер этой зависимости приведен на рис 1.



а – в электролите Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 150г/л; б Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>– 250г/л; в Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–350г/л.

I – блестящий хром; II – молочный хром; III – серый хром; IV – зона переходных осадков.

Рисунок 1 – Распределение зон хромовых покрытий при содержании в электролите

Блестящий хром характеризуется высокой твердостью ( 7500—11000 МПа) и высокой коррозионной стойкостью.

Молочный хром характеризуется пониженной твердостью (5400—6000 МПа) и повышенной хрупкостью, поэтому в ремонтном производстве применяется редко.

Серый хром отличается весьма высокой твердостью / 3500—4000 МПа/ и повышенной хрупкостью, поэтому в ремонтном производстве применяется редко.

### **Технологический процесс хромирования.**

1. Очистка деталей от грязи, ржавчины, масла. Ржавчину удаляют наждачной шкуркой.
2. Механическая обработка для придания изношенной детали правильной геометрической формы и удаление следов износа. При хромировании применяют шлифование и снижают минимальный слой металла.
3. Определение размеров деталей с целью установления толщины слоя хрома, который необходимо осадить, и времени хромирования с учетом припуска на последующую механическую обработку.
4. Изоляция мест, не подлежащих хромированию. Для изоляции применяют цапоновый лак /раствор целлулоида в ацетоне/, клей БФ и другие, которые наносят в 5...6 слоев.
5. Монтаж детали на подвеску. При монтаже детали на подвеску необходимо обеспечить надежные контакты детали с подвеской.
6. Обезжиривание. Для прочного сцепления хромового покрытия с поверхностью детали необходимо удалить с нее следы жиров. Различают следующие варианты обезжиривания:
  - 6.1 Промывка в бензине или ацетоне и протирание венской известью;
  - 6.2 Промывка в горячем щелочном растворе следующего состава: 40...50 г/л тринарийфосфата, 10..20г/л едкого натрия, 25...35 г/л жидкого стекла, 2...5 г/л препарата ОП–7 или ОП–10 при температуре 60..70<sup>0</sup>С и выдержке 3...5 мин.
  - 6.3 Электролитическое обезжиривание в 10%-м растворе NaOH с эмульгирующими присадками (жидкое стекло 2..5 г/л) при температуре 70...80<sup>0</sup>С в течении 5–10 мин под действием электрического тока; деталь при этом подключают на катод /–/, плотность тока 3..10 А/дм<sup>2</sup>. Анодами служат свинцовые пластины.

На хорошо обезжиренной детали вода растекается, не образуя капель.

Анодная обработка производится в отдельной ванне, заполненной электролитом, состоящим из 30% раствора серной кислоты. Анодом при этом служат детали, катодом – пластина из свинца. При комнатной температуре электролита, пропускают ток плотностью 20...60 А/дм<sup>2</sup> в течении 2..5 мин. Анодная обработка обеспечивает удаление тончайших окисных пленок, обнажение кристаллической структуры, повышение ее активности, предохранение покрываемой поверхности от взаимодействия электролита перед началом электролиза.

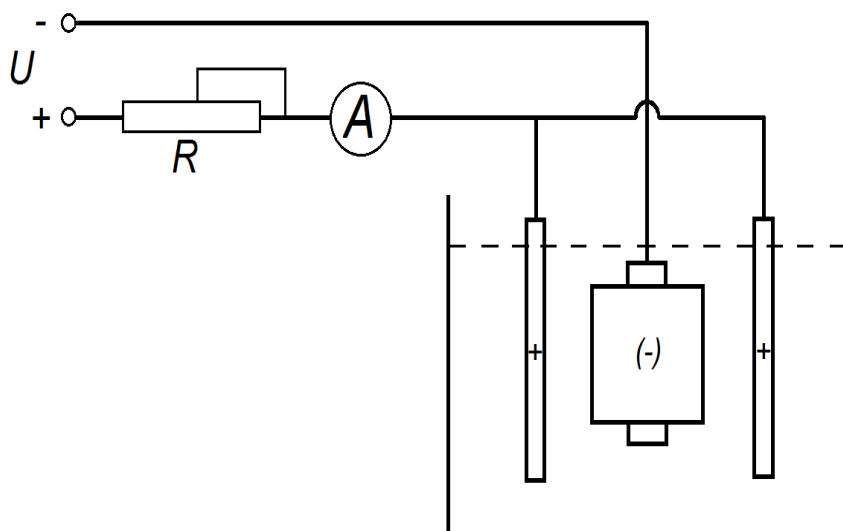


Рисунок 2– Электрическая схема электролиза.

### Хромирование.

Режим хромирования сводится к выбору электролита, температуры электролита, расчету плотности тока, определению продолжительности осаждения в зависимости от необходимой толщины. Рельефные детали начинают хромировать при плотности тока вдвое больше принятого, спустя 1...2 мин ее величину постепенно снижают до расчетной. В процессе хромирования необходимо поддерживать постоянный режим электролиза. Перерыв тока не допускается.

После хромирования детали следует промыть в дистиллированной воде /ванна для улавливания электролита/, которую в дальнейшем доливают в ванну хромирования по мере испарения воды. Припуск на механическую обработку при хромировании берется в пределах 0,05...0,15 мм.

При гальваническом осаждении хрома возможны дефекты. Причины дефектов и способы их устранения в табл.2.

Процесс хромирования протекает с сильным газовыделением. Через бортовые отсосы ОГ-1349А улетучиваются мельчайшие капли электролита в виде тумана. В качестве мер по борьбе с испарением электролита применяют поплавки из полиэтилена, полихлорвинила. Слой поплавков снижает потери электролита, так как пузырьки газа задерживаются и лопаются на поверхности поплавков. При



этом слой поплавок уменьшает также расход энергии на подогрев электролита, предохраняя зеркало электролита от остывания.

Т а б л и ц а 2 – Дефекты при хромировании и способы их устранения

Дефект	Причина дефекта	Способ устранения
На деталях имеются не хромированные участки	Низкая плотность тока	Дать толчок тока в начале процесса
Коричневые пятна на покрытии	Примеси железа Недостаток серной кислоты Избыток трехвалентного хрома	Заменить часть электролита новым Добавить серную кислоту Проработать электролит под током при большой поверхности анодов
Дендриты хрома на углах и острых кромках	Высокая плотность тока на острых краях	Закруглить края, установить специальные экраны
Отслаивание покрытия	Плохая подготовка поверхности деталей Перерыв тока в процессе хромирования Недостаточный прогрев деталей перед хромированием	Улучшить подготовку Предотвратить перерывы тока Прогреть детали
Матовые осадки, трудно полируемые	Низкая температура электролита Высокая плотность тока Недостаток хромового ангидрида Примеси железа	Повысить температуру электролита Снизить плотность тока Добавить хромовый ангидрид Проработать электролит
Темные осадки, растворение свинцовой обкладки ванны	Наличие азотной кислоты в электролите	Заменить электролит

### Порядок выполнения работы

1. Определить толщину покрытия ( $h$ ) по формуле:

$$h = \frac{u}{2} + h_1, \quad (3)$$

где  $u$  – диаметральный износ;  $h_1$  – припуск на шлифование, мм.

2. Определить по графику (рис. 1) режим хромирования в зависимости от требуемой микротвердости покрытия..

3. Рассчитать необходимую силу катодного тока по формуле:

$$I_k = D_k F_k \quad (4)$$

где  $D_k$  – катодная плотность тока, А/дм<sup>2</sup>,

$F_k$  – площадь покрываемой поверхности детали, дм<sup>2</sup>

4. Рассчитать продолжительность электролита в зависимости от необходимой толщины покрытия по формуле (3).

5. Произвести расчет времени выдержки детали в ванне на данном рабочем режиме

$$t = \frac{1000 \cdot hq}{\tilde{N}\ddot{A}_e \cdot \eta}, \text{ час.} \quad (5)$$

где  $h$  – заданная толщина осадка, в мм (0,02),

$q$  – удельный вес осажденного металла для хрома 6,8 г/см<sup>3</sup>,

$C$  – электролитический эквивалент для хрома 0,323 г/Ач,

6. Произвести измерение детали, сделать эскиз детали с указанием нормального, допустимого и предельного размеров.

7. Взвесить деталь на весах с точностью до 0,1 мг.

8. При необходимости изолировать участки поверхности детали, не подлежащие хромированию.

9. Смонтировать деталь на подвеску.

10. Обезжирить деталь в щелочном растворе.

11. Промыть деталь в холодной воде.

12. Произвести анодную обработку детали в соответствии с п.7. технологического процесса хромирования.

13. Промыть деталь в проточной воде.

14. Хромирование. Режим хромирования должен соответствовать расчетному; проводить хромирование в соответствии с п.8. технологического процесса хромирования /табл. 1 и рис.1/.

15. По истечении времени хромирования, отключить ток, извлечь деталь с подвеской из ванны и промыть в дистиллированной воде.

16. Просушить деталь, снять изоляцию.

17. Определить микротвердость с помощью прибора ПМТ–3, определить визуально качество покрытия и описать его.

18. Определить фактическую толщину нанесенного слоя хрома по формуле:

$$h_{\phi} = (D_B - D_H)/2 \quad (6)$$

где  $D_B$  и  $D_H$  – диаметры детали после и до восстановления соответственно, мм.

19. Составить отчет.

### Форма отчета

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Расчеты параметров режимов технологического процесса восстановления детали хромированием, расчет теоретической толщины покрытия.
4. Технология гальванического осаждения хрома.
5. Электрическая схема подключения детали при хромировании.
6. Результаты хромирования: качество покрытия, скорость осаждения, микротвердость, фактическая толщина, «выход по току».

### Контрольные вопросы

1. Для восстановления каких деталей применяется гальваническое покрытие?
2. Что называется эквивалентной массой и грамм-эквивалентом вещества?
3. Что называется электрохимическим эквивалентом и его физический смысл?
4. Как определить теоретическую массу вещества, выделившегося при электролизе?
5. Объясните смысл понятия «выход по току».
6. Какие электролиты применяются для хромирования?
7. Почему восстанавливаемая деталь подключается на минус?
8. Растворимые и нерастворимые аноды.
9. Технологический процесс хромирования.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ ЖЕЛЕЗА

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки для проектирования технологического процесса восстановления изношенных поверхностей гальваническим осаждением железа.

#### **Задание:**

1. Изучить содержание работы, технологию восстановления изношенных деталей осталиванием, оборудование, правила по технике безопасности.
2. Определить величину износа детали и произвести расчет толщины покрытия.
3. Произвести расчет технологического процесса восстановления изношенных деталей.
4. Восстановить изношенную деталь гальваническим осаждением железа.
5. Описать качество покрытия.
6. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Ванна для осталивания ОГ-1349 А; ванна анодной обработки; ванна обезжиривания; ванна для промывки в воде; ванна нейтрализации с 10%-ным раствором каустической соды; аналитические весы ВА-200; осциллограф ОДШ-4; детали, подлежащие восстановлению; микрометры МК-25; МК-50; штангенциркуль ШЦ-II-0-160, микротвердомер ПТМ-3.

#### **Общие сведения**

Гальваническое осаждение железа нашло широкое применение для восстановления посадочных гнезд под подшипники в корпусных деталях, золотников гидрораспределителей и т.д. Преимуществом этого метода перед хромированием являются высокая скорость осаждения металла (более 1,0 мм/ч), получение осадков достаточно большой толщины (до 3 мм) и низкая стоимость материалов для приготовления электролитов. Выход металла по току в несколько раз выше, чем при хромировании (80..90%).

Обычно для осталивания применяются хлористые электролиты – растворы хлористого железа ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) с добавкой поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ) и соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ). Поваренная соль в электролите способствует повышению его

электропроводности и увеличению твердости покрытия. Количество ее не должно превышать 100 г/л, количество соляной кислоты должно быть в пределах 0,6...0,9 г/л.

Соляная кислота обеспечивает устойчивую работу ванны.

Электролиты, применяемые для осталивания, обычно делятся на две группы: холодные и горячие (табл. 3).

Т а б л и ц а 3 –Характеристика электролитов, применяемых для осталивания.

Наименование компонентов и режим работы	Горячий электролит	Холодные электролиты		
		№1	№2	№3
Хлористое железо, г/л	200–220	400–600	400–600	15–200
Хлористый натрий, г/л	100	–	–	–
Гидразин солянистый, г/л	–	3–5	–	–
Аскорбиновая кислота, г/л	–	–	0,5–2,0	–
Кислотность, рН	1,2–2,2	0,6–1,5	0,5–1,3	0,6–1,2
Температура электролита, °С	60–80	20–50	20–50	20–50
Катодная плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	30–50	15–40	10–40	10–40
Выход по току, %	80–90	85–90	85–92	85–92

Для ремонтного производства наиболее перспективными являются холодные электролиты.

Технологический процесс осталивания мало отличается от хромирования.

После осталивания детали промывают в горячей воде при температуре 80..90<sup>0</sup>С. нейтрализацию кислоты производят путем промывки в горячем (70..80<sup>0</sup>С) 10%-м растворе каустической соды в течении 30 мин. Материал анодов – сталь 10 отношение площади анодов к площади катодов 2:1. Аноды следует помещать в чехлы из хлорина или стеклоткани. В перерывах между работой аноды необходимо вынимать из ванны во избежание их химического растворения.

В последнее время нашли широкое применение технологические приемы, позволяющие интенсифицировать гальванические процессы. Особый интерес представляют осаждение металла при нестационарных режимах и безванное нанесение покрытий. Различают три способа безванного гальванического осаждения металлов: струйное, проточное и натиранием.

Осаждение металла при нестационарных режимах электролита повышает производительность процесса, улучшает физико–механические свойства покры-

тия. Из нестационарных режимов заслуживает внимание осаждение металлов на асимметричных токах.

Принципиальная схема установки для получения асимметричного тока показана на рисунке 3. На рисунке 4 представлена форма асимметричного тока, полученная данной установкой.

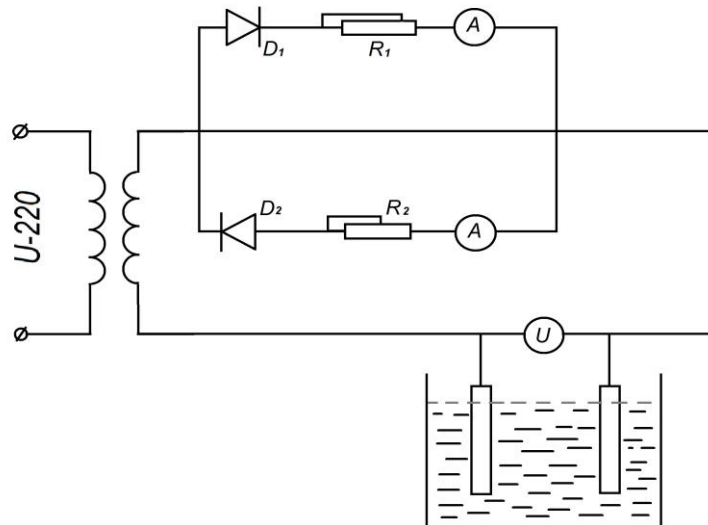


Рисунок 3 – Электрическая схема установки для нанесения гальванических покрытий на асимметричном токе.

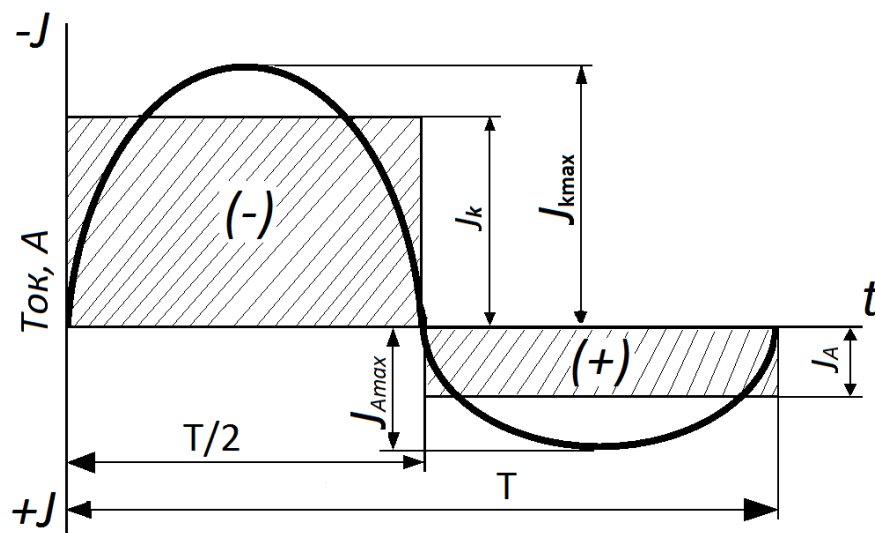


Рисунок 4 – Форма асимметричного тока:

$I_{\hat{e}max}; I_{amax}$  – амплитудный ток (соответственно катодный и анодный)

$I_{\hat{e}}; I_a$  – средний ток (соответственно катодный и анодный).

Регулирование амплитудного значения катодной и анодной составляющей ведется отдельно изменением сопротивления резисторов  $R_1, R_2$ .

Особенность рассматриваемого процесса – возможность изменять амплитудное отношение катодного тока и анодному ( $I_k / I_a = \beta$  – коэффициент асимметрии) и, сохраняя при этом постоянными другие условия электролиза, в широких пределах изменять структуру и свойства покрытий.

Для улучшения сцепления покрытия с деталью рекомендуется начинать электролиз при плотности тока 20..30 А/дм<sup>2</sup> и  $\beta=1,3$ . Такой режим выдерживают в течении 15..30 с. Затем постепенно, в течении 5..10 мин, режим выводят на расчетный ток ( $\beta=6..8$ ). Механизм получения качественных покрытий обеспечивается тем, что в анодный период гальваническое покрытие (растущие зерна) частично растворяется. Интенсивное растворение осадков наблюдается на выступающих местах покрытий, т.е. там, где наибольшая концентрация силовых линий. Растущий слой осадка не достигает своей предельной величины, при которой он растрескивается. В силу этих причин поверхность получается более гладкой, структура менее напряженной. Причины дефектов покрытий и способы их устранения приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Дефекты при железнении и способы их устранения

Дефект	Причина дефекта	Способ устранения
Отслаивание и растрескивание покрытия	Плохая подготовка перед покрытием Перерыв тока в процессе осаждения	Улучшить подготовку  Устранить причины прерывания тока
Покрытие темное	Избыток кислоты  Наличие ионов трехвалентного железа, меди и хрома	Нейтрализовать электролит 3%-м раствором едкого натра Проработать электролит под током при катодной плотности тока 0,8–1,5 А/дм <sup>2</sup>
Покрытие хрупкое	Низкая температура электролита Наличие ионов трехвалентного железа Наличие органических примесей  Недостаток кислоты	Подогреть электролит  Проработать электролит под током Отфильтровать электролит через активированный уголь и проработать его под током Добавить кислоту

Электрическая энергия, затрачиваемая на растворение покрытий, компенсируется:

1. Улучшением структуры и свойств покрытий:

2. Возможностью использования высоких плотностей тока.

При осталивании на асимметричном токе твердость покрытий может достигать 500..600 НВ.

Электролит для железнения должен быть прозрачным и иметь зеленый цвет. Пожелтение электролита свидетельствует о накоплении ионов трехвалентного железа, которые необходимо восстанавливать до двухвалентного введением железных стружек и проработкой электролита под током.

### Порядок выполнения работы

1. Сделать эскиз детали, дать основные размеры: нормальный, допустимый, предельный. Произвести замеры износа поверхностей детали, подлежащей восстановлению. Дать заключение о возможности восстановления этой детали осталиванием.

2. Определить толщину покрытия по формуле:

$$h = \frac{u}{2} + h_1 \quad (7)$$

где  $h_1$  – припуск на механическую обработку детали ( $h_1=0,2..0,225$  мм при шлифовании и  $0,4..0,45$  при точении).

3. Определить площадь поверхности детали, подлежащей восстановлению

4. Тщательно очистить и взвесит деталь на весах с точностью до 0,1 мг.

5. Смонтировать деталь на подвеску.

6. Рассчитать эффективное ( $J_{эф}$ ), катодное ( $J_k$ ) и анодное ( $J_a$ ) значения токов по формулам:

$$I_{эф} = D_k \cdot F_k; \quad I_{эф} = I_k - I_a; \quad \beta = \frac{I_{эф}}{I_a} \quad (8)$$

Значение плотности тока ( $D_k$ ) выбирается в соответствии с электролитом (см. табл.3).

7. Обезжирить деталь венской известью или карбидным илом, или горячим щелочным раствором /см. лабораторную работу №1/. Качество обезжиривания проверяется смачиваемостью поверхности детали водой.

8. Проверить рабочую ванну: температуру, кислотность электролита. При необходимости произвести соответствующие корректировки.

9. Произвести анодную обработку детали до получения светло-серого оттенка. Электролитом является 30%-й раствор серной кислоты, катодом пластины из свинца; плотность тока  $20..60$  А/дм<sup>2</sup>.



10. Завесить аноды.
11. Осталивание: повесить деталь в ванну для осталивания и установить анодный ток, равный  $J_a$ / расчетному, а катодный  $I_k$  – равный  $1,3 \cdot I_a$ , т.е.  $\beta=1,3$ . Выдержать данный режим в течении 15..30 с. Затем постепенно, в течении 5..10 мин, увеличивать катодный ток расчетного, так чтобы получить  $\beta_k$ . засечь и записать время начала электролиза.
12. Произвести расчет времени выдержки детали в ванне на данном режиме до получения расчетной толщины осадка:

$$t = \frac{1000hq}{CD_k\eta} \quad (9)$$

где  $h$ – расчетная толщина осадка, определяемая по формуле /7/;

$q$ –удельная масса железа /  $q = 7,85 \text{ г/см}^3$  /;

$C$ –электрохимический эквивалент железа  $C=1,042 \text{ г/ч}$ ;  $\eta$  – выход по току 60..70%.

13. Рассчитать теоретическую массу осаждаемого металла по формуле:
 
$$Q = CI_{эф}t \quad (10)$$
14. По истечении времени электролиза отключить ток, извлечь деталь с подвеской из ванны и промыть в проточной воде.
15. Произвести нейтрализацию в 10%-м растворе каустической соды при температуре 80..90<sup>0</sup>С в течении 30 мин.
16. Промыть деталь в горячей воде.
17. Снять деталь с подвески и удалить изоляцию.
18. Определить микротвердость с помощью прибора ПТМ-3, произвести визуальный осмотр качества покрытия и описать его.
19. Определить массу осажденного металла на весах с точностью до 0,1 мг.
20. Определить фактический выход металла по току.
21. Составить отчет.

### Форма отчета

1. Цель работы и задание.
2. Расчеты параметров технологического процесса восстановления детали осталиванием на асимметричном режиме.
3. Расчеты времени выдержки, фактического «выхода по току».
4. График асимметричного тока и схема установки для его получения.

### Контрольные вопросы

1. Преимущества процесса осталивания перед хромированием.
2. Для восстановления каких деталей применяется осталивание?
3. С какой целью добавляют в электролит поваренную соль и соляную кислоту?
4. Какие электролиты применяются при осталивании?
5. Какие новые технологические приемы интенсификации гальванических процессов вы знаете?
6. В чем заключается физическая сущность получения качественных покрытий на асимметричном режиме?
7. Принцип работы установки для получения асимметричного тока.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ МЕДИ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки для проектирования технологии восстановления изношенных поверхностей гальваническим осаждением меди.

#### **Задание:**

1. Изучить содержание работы, технологию гальванического осаждения меди, оборудование, правила по технике безопасности.
2. Произвести расчет толщины покрытия с учетом последующей механической обработки.
3. Произвести расчет технологического процесса восстановления изношенных поверхностей детали.
4. Произвести гальваническое осаждение меди в соответствии с разработанными процессами восстановления детали.
5. Описать качество покрытия.
6. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Ванна для меднения ОГ-1349 А; ванна обезжиривания; ванна для промывки; аналитические весы ВА-200; детали, подлежащие восстановлению; микрометры МК-25, МК-50, МК-75.

#### **Общие сведения**

Меднение – это процесс гальванического нанесения слоя меди толщиной от 1 мкм до 300 мкм и более.

Медное покрытие благодаря хорошему сцеплению осажденной меди с различными металлами применяется в многослойных защитно–декоративных покрытиях в качестве промежуточного подслоя, а также для защиты стальных деталей от цементации. Электролитическое меднение в ремонтном производстве имеет следующие области применения: восстановление натяга в сопряженных деталях (меднение наружной поверхности вкладышей подшипников коленчатого вала); восстановление размеров деталей (меднение втулок по наружной поверхности с

последующим их обжатию); улучшение плавности зацепления и облегчение приработки (меднение червяков, зубьев шестерен); защита поверхностей деталей и инструмента, не подлежащих цементации, получение промежуточного слоя при защитно–декоративных покрытиях стальных и цинковых деталей.

Толщина медных покрытий в зависимости от назначения может быть в пределах 10..30 мкм.

Технология осаждения меди мало отличается от других гальванических процессов. Основное отличие заключается в том, что при подготовке деталь шлифуют не на шлифовальных станках, а на войлочных кругах, на которые нанесен /наклеен/ мелкий наждачный порошок. Можно также применять для этой цели наждачную шкурку.

Восстановленные втулки осаждают при помощи специального приспособления и 20–тонного пресса. При осадке втулки диаметр ее уменьшается. Осаждение втулки запрессовывают в верхнюю головку шатуна. Для получения точного размера внутреннюю поверхность втулки подвергают сначала черновому, а затем чистовому развертыванию, или растачиванию, на станке УРБ–ВП.

Электролиты меднения подразделяют на кислые и цианистые. Из кислых электролитов используют сернокислые и борфтористоводородные. Наибольшее применение нашли сернокислые электролиты, отличающиеся простотой состава, устойчивостью и высоким выходом по току (до 100%). Недостатком этих электролитов является невозможность непосредственного покрытия стальных и цинковых деталей вследствие контактного выделения меди, имеющей плохое сцепление с основным металлом.

Рассеивающей способностью электролита называется величина, характеризующая свойство электролита давать равномерные по толщине покрытия на катодах сложной формы. Она зависит от электропроводности, поляризации катода и характера изменения выхода по току при изменении катодной плотности тока.

Рассеивающую способность электролита оценивают по формуле:

$$P = \frac{K - M}{M} \cdot 100\% \quad (11)$$

где  $K = S_2/S_1$  – относительное отклонение межэлектродных расстояний;  $S_2$  – расстояние между анодом и дальним катодом, мм;  $S_1$  – расстояние между анодом и ближайшим катодом, мм;  $M = \frac{M_B}{M_D}$  – отношение масс осадков, выделившихся на ближнем  $M_B$  и  $M_D$  катодах.

Из кислых электролитов наиболее производителен борфтористоводородный следующего состава: 230..240 г/л борфтористой водородной меди  $\text{Cu}(\text{BF}_4)_2$ , 10..15 г/л борфтористоводородной кислоты  $\text{HBF}_4$  и 10..15 г/л борной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

Режим электролиза:  $T=20..60^\circ\text{C}$ ,  $D_k=20..60 \text{ А/дм}^2$ .

В ремонтном производстве целесообразно использовать раствор следующего состава: 200..250 г/л сернокислой меди, 50..75 г/л серной кислоты. Режим электролиза:  $T=18..20^\circ\text{C}$ ; плотность тока при перемещении электролита  $15..20 \text{ А/дм}^2$ , без перемещения  $3..4 \text{ А/дм}^2$ .

Аноды для меднения во всех случаях применяются растворимые из чистой меди марки М1.

### Порядок выполнения работы

1. Определить толщину медного покрытия по формуле:

$$h = \frac{u}{2} + h_1, \quad (12)$$

где  $h$ —толщина медного покрытия, мм;

$r$ —величина диаметрального износа детали по внутреннему диаметру, мм;

$h_1$ —0,05..0,07 мм.

2. Рассчитать максимальное и минимальное значения силы катодного тока меднения по формуле:

$$I_{\min} = D_{\min} F; \quad I_{\max} = D_{\max} \cdot F; \quad (13)$$

где  $F$  — площадь покрываемой поверхности детали,  $\text{дм}^2$ ;  $I_{\min}$ ;  $I_{\max}$  — минимальное и максимальное значения плотности тока при меднении,  $\text{А/дм}^2$

3. Определить продолжительность электролиза в зависимости от необходимой толщины осадка  $h$  по формуле:

$$t = \frac{hq \cdot 1000}{D_e \cdot \tilde{N} \eta} \quad (14)$$

где  $q=8,9$  — удельная масса меди,  $\text{г/см}^3$ ,

$S=1,186$  — электрохимический эквивалент меди;  $\text{г/А} \cdot \text{ч}$ ;  $\eta = 80 \div 96$  — выход меди по току, %;

$D$ — фактическая плотность тока,  $\text{А/дм}^2$ .

4. Зачислить наружную поверхность втулки наждачной бумагой до блеска.
5. Взвесить деталь на весах с точностью до 0,1 мг.
6. Закрепить втулку на подвеску.
7. Произвести химическое обезжиривание детали.
8. Промыть деталь в проточной воде и проверить качество обезжиривания.

9. Произвести гальваническое осаждение меди на наружную поверхность втулки.
10. После окончания меднения, отключить ток, вынуть деталь из ванны, промыть в проточной воде, высушить, снять с подвески.
11. Определить толщину осажденного слоя  $/h_{\phi}/$ , подсчитать скорость осаждения по формуле:

$$K = \frac{h_{\phi}}{2t_{\phi}} \quad (15)$$

где  $h_{\phi}$  – фактическая толщина осадка, мм;

$t_{\phi}$  – фактическая продолжительность осаждения, мин.

12. Определить вес осажденного металла и подсчитать выход по току.
13. Дать заключение по качеству восстановления детали и возможности ее использования.
14. Составить отчет.

Т а б л и ц а 5 – Дефекты сернокислого электролита меднения и способы их устранения

Дефект	Причина дефекта	Способ устранения
1	2	3
Грубая крупнокристаллическая структура осадков	Недостаток кислоты Высокая плотность тока	Добавить кислоту Снизить плотность тока
Шероховатые осадки	Загрязнение электролита механическими примесями	Отфильтровать электролит
Черные и коричневые полосы на покрытии	Присутствие в электролите примесей тяжелых металлов, мышьяка, сурьмы	Проработать электролит, при большом содержании примесей электролит заменить
Пористые, рыхлые осадки	Наличие в электролите солей железа	Отфильтровать электролит, проработать его током
Светлые, блестящие полосы на покрытии, осадки хрупкие	Присутствие в электролите органических примесей	Отфильтровать электролит, проработать его током

### Форма отчета

1. Цель работы.

2. Задание.
3. Расчеты параметров режимов технологического процесса восстановления детали меднением.
4. Описание качества покрытия.
5. Технологический процесс гальванического осаждения меди.

#### **Контрольные вопросы**

1. Для каких целей применяется гальваническое осаждение меди?
2. Особенности технологии нанесения медных покрытий.
3. Что вы понимаете под рассеивающей способностью электролита?
4. Какие электролиты применяются при меднении?
5. Преимущества и недостатки кислых электролитов.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ХИМИЧЕСКИМ НИКЕЛИРОВАНИЕМ

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки для проектирования технологии восстановления изношенных поверхностей химическим никелированием.

#### **Задание**

1. Изучить содержание работы, технологию химического никелирования, оборудование.
2. Подготовить раствор для химического никелирования и разработать технологию восстановления.
3. Определить величину износа детали и толщину покрытия с учетом последующей механической обработки.
4. Произвести осаждение никеля в соответствии с разработанной технологией.
5. Проверить качество покрытия.
6. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Ванна для химического никелирования; ванна травления; ванна обезжиривания; ванна для промывки детали в воде; аналитические весы ВА-200; детали подлежащие восстановлению; микрометры Мк-25, МК-50; микротвердомер ПТМ-3.

#### **Общие сведения**

Весьма широко применяются химические методы нанесения покрытий. Промышленное применение находит способ химического осаждения никеля, меди, серебра. В качестве восстановителей для осаждения никеля применяют гипофосфит: меди – формалин; серебра – пирогаллол.

Преимущества химического метода заключаются в возможности нанесения покрытий не только на металлические основы, но и на неметаллические (пластмассы, стекло, керамика), а также в обеспечении высокой равномерности покрытия во всех точках детали.

Благодаря высокой коррозионной стойкости в растворах щелочей никелевые покрытия применяют для защиты химических аппаратов от щелочных растворов. В пищевой промышленности никель может заменять оловянные покры-



тия. В оптической промышленности получил распространение процесс черного никелирования. Химическое никелирование применяют для покрытия никелем деталей любой конфигурации. Химически восстановленный никель обладает высокой коррозионной стойкостью, большой твердостью и износостойкостью, которые могут значительно повышены при термической обработке (после 10–15 мин нагрева при температуре 400<sup>0</sup>С твердость химически осажденного никеля повышается до 8000 МПа). При этом возрастает и прочность сцепления. Никелевые покрытия, восстановленные гипофосфитом, содержат до 15% фосфора.

Соли, входящие в состав раствора, регулируют уровень концентрации водородных ионов, которые образуются в ходе реакции и оказывают влияние на скорость ее протекания. В основу процесса химического никелирования положена реакция восстановления никеля из водных растворов его солей гипофосфитом натрия. Растворы могут быть щелочными и кислотными. В результате образуется блестящее или полублестящее никелевое покрытие. Структура его аморфная, представляющая собой сплав никеля и фосфора. Пленка никеля без термообработки слабо держится на поверхности основного металла, хотя ее твердость близка к твердости хромового покрытия. Последнее объясняется наличием фосфора. Термическая обработка детали с никелевым покрытием, полученным химическим путем, в значительной степени увеличивает сцепление пленки никеля с основным металлом. Одновременно с этим растет и твердость никеля, достигающая твердости хрома.

Существует гипотеза, что процесс химического никелирования носит 2-й ступенчатый характер:

1. Каталитическое разложение гипофосфита водой с образованием атомарного водорода:



С повышением температуры скорость протекания этой реакции возрастает.

2. Водород, действуя на ион никеля, образует атом никеля /металлический никель/:



Одновременно идет реакция восстановления гипофосфоритной кислоты водородом, в результате чего покрытие насыщается фосфором:



Степень полезного использования гипофосфита достигает около 40%. Восстановление никеля из солей гипофосфитом самопроизвольно начинается только

на металлах группы железа, которые катализируют этот процесс. Для покрытия других каталитически неактивных металлов (например, меди, латуни) необходим контакт этих металлов в растворе с алюминием или другими более электроотрицательными, чем никель, металлами. Для этой цели используют активирование поверхности обработкой ее в растворе хлористого палладия (0,1–0,5 г/л) в течении 10–60с. на некоторых металлах, таких, как свинец, олово, цинк, кадмий, никелевое покрытие не образуется даже при использовании методов контактирования и активирования. Химическое осаждение никеля возможно как из щелочных, так и из кислых растворов.

Химическое никелирование осуществляют в стеклянных, фарфоровых или железных эмалированных ваннах. В качестве материала подвесок применяют углеродистую сталь.

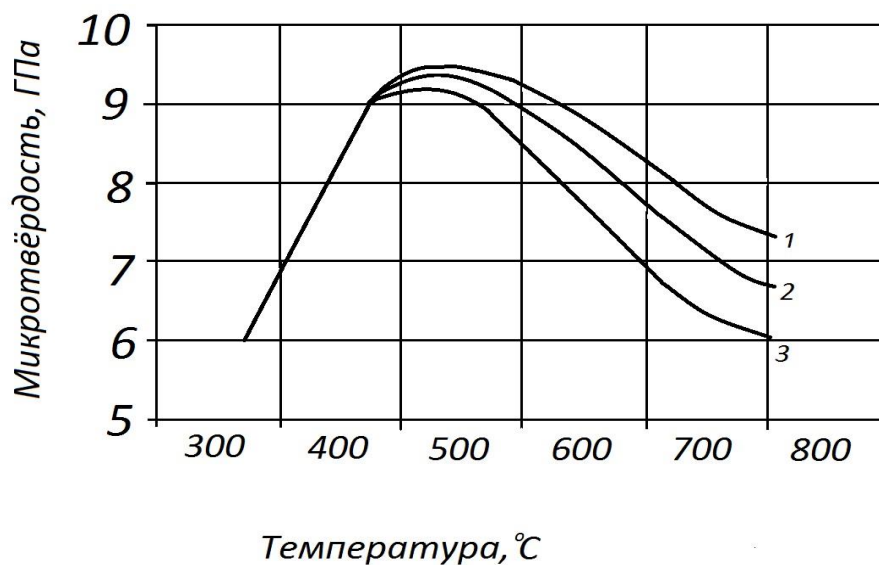
Преимущество данного процесса гальванического покрытия перед другими способами гальванического покрытия заключается в том, что он протекает без изменения электрического тока, дает равномерное покрытие по толщине на деталях любой конфигурации. При этом способе обеспечивается высокая плотность загрузки 2 дм<sup>2</sup> на литр раствора, а также достигаются высокая твердость, износостойкость, антикоррозионная стойкость.

К недостаткам относятся низкая производительность процесса 15..30 мкм/ч, высокая стоимость и дефицитность химикатов.

Химическое никелирование применяется для восстановления деталей с большими износами, таких как плунжерной пары.

Фосфор повышает твердость покрытий. При термической обработке никель с фосфором образуют новую фазу – фосфид никеля, имеющий повышенные твердость и износостойкость. Зависимость микротвердости никеля от температуры и времени выдержки показаны на рисунке 5. Содержание фосфора в никеле зависит от кислотности раствора.

С увеличением кислотности количество его повышается. Покрытия, получаемые из кислых растворов /рН=4,5..5,5/, содержат 8..10% фосфора, а из щелочных /рН=8..9/ – 5..6%. Из кислых растворов никель наиболее интенсивно осаждается при температуре 90..95<sup>0</sup>С, а из щелочных – при температуре 82..88<sup>0</sup>С.



1–15 мин, 2–30 мин, 3–60 мин.

Рисунок 5 – Зависимость микротвердости химически никелированного слоя от температуры и времени выдержки

### Технологический процесс

1. Детали, подлежащие восстановлению, промывают в бензине и сушат на воздухе.
2. Изолируют места, не подлежащие покрытию цапонлаком и сушат, выдерживая в сушильном шкафу при температуре  $90..110^{\circ}\text{C}$  в течении 20..30 мин.
3. Обезжиривают детали в растворе каустической соды до полного удаления следов жира и промывают в проточной воде.
4. Травят поверхность детали в 6%-м растворе соляной кислоты в течении 2..3 мин при температуре  $15..20^{\circ}\text{C}$ , затем промывают в дистиллированной воде и быстро переносят в ванну для химического никелирования.
5. Процесс никелирования ведется в растворах, составы которых приведены в таблице 6. Плотность нагрузки ванны должна быть не более  $1,2 \text{ дм}^2/\text{л}$ .
6. После никелирования деталь промывают в проточной воде, сушат на воздухе, нагревают в муфельной электропечи до температуры  $400.450^{\circ}\text{C}$  и выдерживают в этих условиях 50..60 мин.

Т а б л и ц а 6 – Составы растворов для химического никелирования стальных деталей

Компоненты	Состав растворов условного номера, г/л
------------	--

	1-й	2-й	3-й
Серноокислый никель – $\text{Ni}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	30	–	–
Гипофосфит натрия – $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10	12	22–23
Уксуснокислый натрий – $\text{CH}_3\text{COONa}$	10	10	10
Хлористый никель – $\text{NiCl}$	–	30	21–22

### Порядок выполнения работы

1. Изучить содержание данной работы
2. Определить толщину покрытия по формуле:

$$h = \frac{u}{2} + h_1 \quad (17)$$

где  $h$  – необходимая толщина покрытия, мм;

$u$  – величина диаметрального износа детали, мм;

$h_1$  – припуск на механическую обработку детали после никелирования / $h_1=0,01..0,02$  мм для плунжерных пар/.

3. Подготовить раствор №1 /см. табл.6/.
4. Произвести измерение, сделать эскиз детали, нанести соответствующие размеры.
5. Взвесить деталь на весах с точностью до 0,1 мг.
6. Обезжирить деталь в бензине и просушить на воздухе.
7. Обезжирить деталь в венской извести или карбидным илом и промыть в проточной воде.
8. Произвести химическое травление детали в 55-м растворе соляной кислоты в течении 2..3 мин при температуре 15..20<sup>0</sup>С.
9. Промыть деталь в дистиллированной воде.
10. Завесить деталь в ванну никелирования. Зафиксировать время начала процесса.
11. По окончании времени выдержки отключить ток, деталь извлечь из ванны, промыть в проточной воде, высушить, освободить от подвески.
12. Установить толщину осажденного металла, измерив деталь после восстановления.
13. Подсчитать скорость охлаждения / $K_\phi$ / при химическом никелировании по формуле:

$$K_\phi = \frac{h_\phi}{2t_\phi} \quad (18)$$

где  $h_\phi$  – фактическая толщина никелевого осадка, мм;

$t_{\phi}$ — время осаждения, ч.

14. Описать результаты никелирования: внешний вид, микротвердость металла /определить с помощью микротвердомера/.
15. Составить отчет.

### Форма отчета

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Описание технологического процесса химического никелирования.
4. Результаты никелирования.

### Контрольные вопросы

1. Сущность процесса химического никелирования.
2. Основные преимущества и недостатки химического никелирования перед гальваническими способами восстановления деталей.
3. Для чего производится термическая обработка деталей после химического никелирования?
4. Какие растворы применяются для химического никелирования?
5. Какие автотракторные детали целесообразно восстанавливать химическим никелированием?

### Список литературы

1. Авдеев М.в. и др. Технология ремонта и оборудования. –М.: Агропромиздат, 1986, 247с.
2. Юдин М.И. Организация ремонтно–обслуживающего производства в сельском хозяйстве. Краснодар, КГАУ, 2002. – 943с.
3. Батищев А.Н. Пособие гальваника–ремонтника. М.: Агропромиздат, 1986, 192с.
4. Основы ремонта машин /Под общ. ред. Петрова Ю.Н. М.: Колос, 1972, 527с.
5. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в с.х.. М.–ГОСНИТИ; Челябинск, ЧГАУ, 2003.–987с.
6. Черноиванов В.И., Лялякин В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. М.–ГОСНИТИ, 2003.–488с.
7. Спицын И.А. Новые технологические процессы восстановления деталей гальваническим способом. М.–Росинформгротех, 2001.– 48с.
8. Курчаткин В.В. Учебник Надежность и ремонт машин. М.: Колос, 2002г.

9. Коротин А.И. Технология нанесения гальванических покрытий. М.: Высшая школа, 1984. – 200с.
10. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин. – М.: Агропромиздат, 1992.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

## ДЕФЕКТОВКА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Цель работы:** 1. Изучить основные дефекты коленчатых валов:  
2. Освоить технологию дефектовки коленчатых валов.

**Задание:** 1. Ознакомиться с оснащением рабочего места;  
2. Изучить основные дефекты коленчатых валов;  
3. Произвести дефектовку коленчатого вала;  
4. Составить отчет.

Оснащение рабочего места: Коленчатый вал дизеля А-41, Поверочная плита с призмами: микрометры МК-75-100; МК 100-125; штангенрейсмас ШР-250; технические условия на дефектовку, ветошь, стойка с индикатором.

### Общие сведения.

Коленчатый вал является, одним из основных деталей двигателя вместе с другими деталями шатунно-поршневой группы определяют его ресурс в целом. Коленчатые валы тракторных двигателей изготавливают из углеродистых сталей. Коренные и шатунные шейки стальных валов подвергают поверхностной закалке на глубину 1,5...5 мм. Основные технические характеристики коленчатых валов приведены в таблице 1. (приложение)

При работе двигателя, коленчатые испытывают значительные динамические нагрузки, которые изменяются во времени не только по величине, но и по направлению. Эти нагрузки обусловлены действиями сил давления газов и сил инерции движущихся масс. Под действием этих нагрузок коленчатые валы подвергаются деформации изгиба, кручения и сжатия. Шейки валов изнашиваются неравномерно. Неравномерный износ шеек коленчатых валов приводит к нарушению динамической уравновешенности.

В процессе эксплуатации из-за старения материала нарушаются соосность коренных опор блока. Неравномерный износ шеек, значительные перегрузки, динамическая неуравновешенность и смещение коренных опор приводит к тому, что в структуре металла коленчатого вала накапливаются усталостные повреждения, в наиболее напряженных зонах, а также изгибу. Зоны накопления усталостных повреждений в коленчатых валах автомобильных и тракторных двигателей различны. В автомобильных валах эти повреждения в виде поверхностных трещин сосредотачиваются в центральной части шеек в зоне масляных отверстий отверстий, в тракторных - в галтелях, в зоне перехода их в щеки вала.

Таким образом, ресурс автотракторных двигателей определяются двумя группами факторов; 1. усталостной прочностью; 2. износостойкостью сопряженных поверхностей (шеек).

Основные дефекты автотракторных двигателей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные дефекты автотракторных коленчатых валов

Наименование дефекта	Примерные коэффициенты повторяемости дефектов	Способы обнаружения
1. Износ шатунных шеек	1,0	Микрометрирование
2. Износ коренных шеек	1,0	Микрометрирование
3. Нарушение динамической уравновешенности	0,5...1,0	Балансирование
4. Биение торца фланца под маховик	0,1	Микрометрирование
5. Износ поверхности под установочные штифты	0,02...0,15	Микрометрирование
6. Износ паза под шпонку	0,1	Визуальный осмотр, магнитная дефектовка
7. Трещины	0,045	Микрометрирование
8. Изгиб вала		

Коленчатые валы дефектуют с целью определения их технического состояния и установления возможности дальнейшего использования. Техническое состояние коленчатого вала оценивают сравнением фактических геометрических и других параметров с номинальными и допустимыми значениями.

По результатам дефектовки коленчатого вала устанавливают ремонтные размеры, технологию устранения выявленных дефектов и возможности дальнейшего использования.

#### Порядок выполнения

1. Произвести замеры диаметров шатунных и коренных шеек коленчатого вала. Для этого коленчатый вал устанавливают на призмы. Измеряют диаметры шеек микрометром. Каждую шейку измеряют в двух сечениях и двух плоскостях (см Рис.1.) Сечения отстоят от галтелей на расстоянии 10...12мм. В каждом сечении выполняют два измерения диаметра шеек коленчатого вала. Первое измерение выполняют в плоскости колена кривошипа пл. А-А. (см. Рис.1), второе измерение выполняют в плоскости перпендикулярной первому пл. Б-Б.



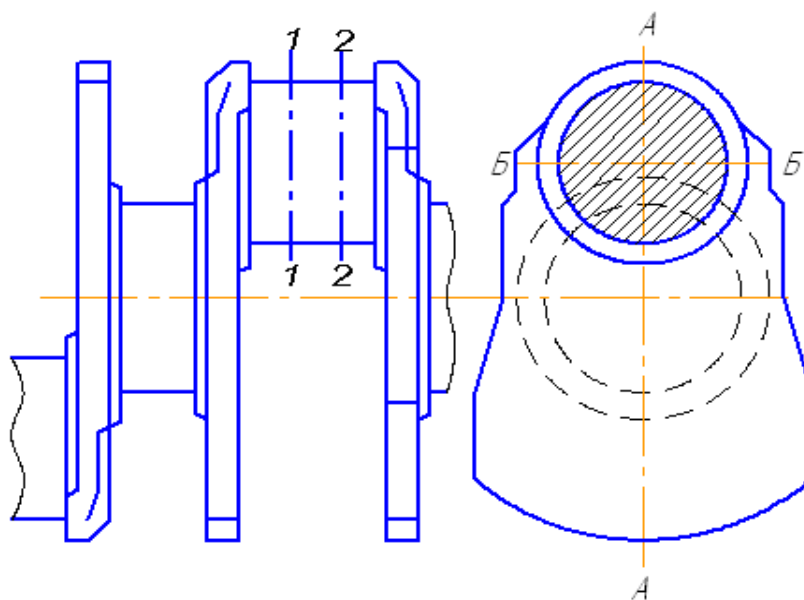


Рис. 1. Места измерения диаметра шеек коленчатого вала

Результаты измерения заносят в журнал измерений.

2. Определить радиус кривошипа  $R$  коленчатого вала. Для определения радиуса кривошипа коленчатый вал устанавливают так, чтобы первая и четвертая шатунные шейки занимали крайнее верхнее положение. В этом положении штангенрейсмасом измеряют высоту от поверхности плиты до верхней образующей второй и третьей шеек (см. Рис. 2.а.). Поворачивают коленчатый вал на  $180^\circ$  и снова измеряют высоту от поверхности плиты до верхней образующей второй и третьей шеек (см. Рис. 2.б) Операцию повторяют для 1-ой и 4-ой шеек. Результаты измерения заносят в журнал.

3. Вычисляют износ, овальность, конусность шеек, а также радиус кривошипов. Износ шеек определяют путем вычитания из начального диаметра шеек фактический диаметр шеек. Овальность шеек определяется путем вычитания, из большого диаметра меньшего диаметра, измеряемого в одном сечении. Конусность определяется вычитанием из большого диаметра меньшего диаметра шейки, измеряемого в одной плоскости, но в разных сечениях. На одной шейке получается по два значения овальности в сечениях 1-1 2-2 (см. рис.1) и два значения конусности в плоскостях А-А и Б-Б. Результаты вычисления заносят в журнал измерений.

Вычисляют радиус  $R$  кривошипа для каждой шатунной шейки по формуле:

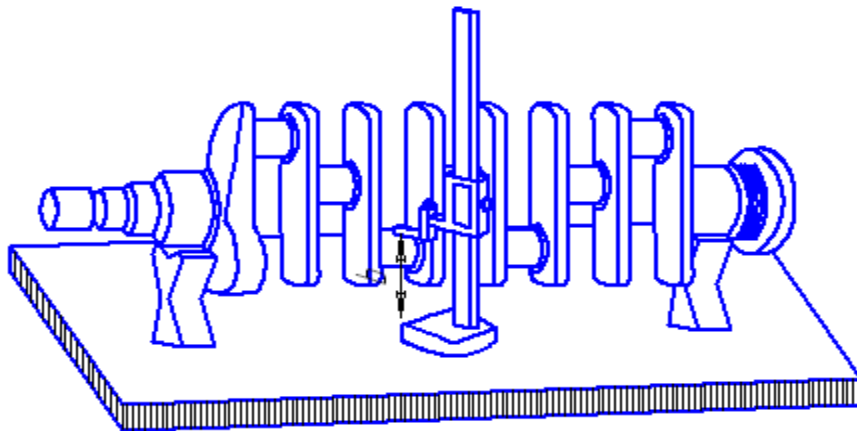
$$R_i = \frac{H_i - h_i}{2}$$

где  $H_i$  и  $h_i$  - расстояние от поверхности плиты до верхней образующей поверхности  $i$ -ой шейки в крайнем верхнем и крайнем нижнем положении, мм;  $i$  - по-

рядковый номер шатунной шейки. Результаты заносят в таблицу. Основные характеристики коленчатых валов (см. в табл. 2, приложение).

4. Определяют изгиб вала. Для этого коленчатый вал устанавливают таким образом, что кривошипы находятся в вертикальной плоскости. Индикаторную стойку ставят напротив в средней коренной шейки. Индикатор располагают горизонтально на уровне оси коленчатого вала и ножку его упирают в боковую поверхность средней коренной шейки таким образом, что ножка индикатора поджалась на 2...3мм.

а.



б.

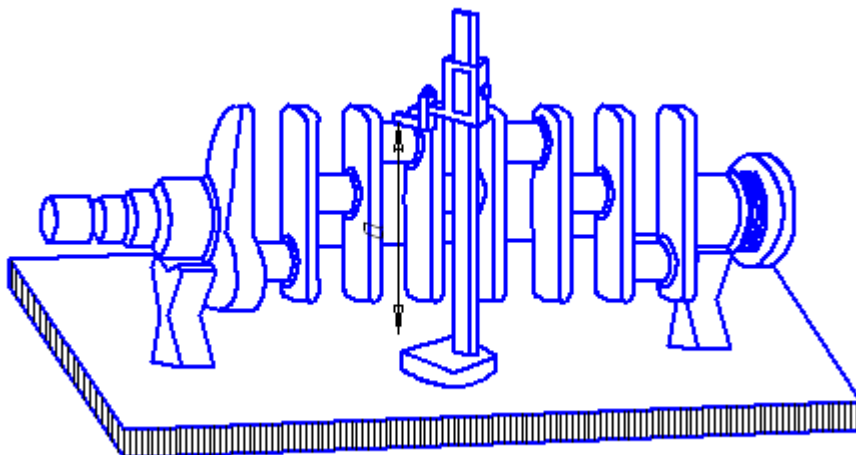


Рис.2 Определение радиуса кривошипа коленчатого вала

Шкалу индикатора ставят нулевое положение. Поворачивают коленчатый вал на  $180^{\circ}$ , придерживая стойку рукой для предотвращения ее смещения.

Показания индикатора деленное на два, дает величину изгиба вала.. Результаты измерений заносят в журнал измерений.

Устанавливают коленчатый вал таким образом, что кривошипы находятся в плоскости параллельной поверхности плиты. Измерения повторяют снова. Результаты заносят в журнал измерений.

5. Определяют наличие трещин. Макротрещины определяют с помощью 10-ти кратной лупы или визуально. Для этого шейки тщательно осматривают в зонах концентрации усталостных повреждений. Микротрещины определяют магнитной дефектовкой.

6. По результатам дефектовки дают заключение о техническом состоянии коленчатого вала. В заключении приводятся марка двигателя, материал коленчатого вала, твердость поверхности шеек, номинальный и начальный размеры шеек, величины износа, овальности, конусности, радиусы кривошипов и общая оценка технического состояния коленчатого вала. При оценке технического состояния коленчатого вала используют максимальные значения износов, овальности и т.д.

Дают рекомендации по дальнейшему использованию и технологию устранения выявленных дефектов.

#### Форма отчета.

1. Цель и задание
2. Оснащение рабочего места.
3. Эскизы мест измерения диаметров шеек и радиуса кривошипов и изгиба коленчатого вала.
4. Журнал измерений.
5. Заключение.

#### Контрольные вопросы.

1. Каким видам нагрузок подвергаются коленчатые валы во время работы?
2. К каким последствиям приводят действия нагрузок на коленчатый вал?
3. Перечислите основные дефекты коленчатого вала и способы их обнаружения?
4. Каким образом замеряют диаметры шеек коленчатых валов при дефектовке?
5. Как определяют износ, овальность, конусность?
6. Как определяется радиус кривошипа и изгиб коленчатого вала?
7. Как определяют трещины на поверхностях шеек коленчатого вала?
8. Ваши рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения дефектов коленчатого вала.

#### ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЙ

Марка двигателя \_\_\_\_\_

Материал коленчатого вала \_\_\_\_\_

Номинальные размеры шеек шатунных \_\_\_\_\_

Коренных \_\_\_\_\_

Радиус кривошипа \_\_\_\_\_

Допустимые овальность и конусность шеек шатунных \_\_\_\_\_ мм.

коренных \_\_\_\_\_ мм.

Места измерений	Название параметров	Диаметры шеек, считая от переднего конца вала, мм.						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>I. Шатунные шейки</i>								
Параллельно плоскости колена (А-А)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диаметр по 2-му сечению Износ Конусность по плоскости А-А							
Перпендикулярно плоскости колена (Б-Б)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диаметр по 2-му сечению Износ Конусность по плоскости Б-Б Овальность по 1-му сечению Овальность по 2-му сечению							
<i>II. Коренные шейки</i>								
Параллельно плоскости колена (А-А)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диаметр по 2-му сечению Износ Конусность по плоскости А-А							
Перпендикулярно плоскости колена	Диаметр по 1-му сечению							

(Б-Б)	Износ Диаметр по 2-му сечению Износ Конусность по плоскости Б-Б Овальность по 1-му сечению Овальность по 2-му сечению							
Изгиб в плоскости А-А Изгиб в плоскости Б-Б								

Заключе-  
ние \_\_\_\_\_

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

### ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ БЛОКА ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Цель работы.** Закрепить теоретические знания и получить практические навыки по их дефектации и технологии ремонта.

**Задание:**

1. Ознакомиться с оснащением рабочего места; изучить характерные износы и дефекты деталей ГРМ;
2. Провести их дефектацию и сделать заключение о пригодности деталей к дальнейшей работе;
3. Изучить технологию ремонта деталей головки блока, устройство и работу станка для шлифования клапанов и станка для притирки клапанов;
4. Профрезеровать клапанное гнездо; шлифовать тарелку клапана; притереть клапан к гнезду;
5. Разработать маршрут на ремонт одной из деталей ГРМ; записать в форму отчета сведения о проделанной работе.

**Оборудование и материалы.** Универсальный станок для притирки клапанов М - 3; станок для шлифования клапанов СШК - 3; приспособление для монтажа и демонтажа пружин клапанов; поверочная линейка длиной 1000 мм; прибор для проверки упругости клапанных пружин КИ-040А; набор черновых фрез 75°, 45 (30), 15° и чистовых фрез 45 (30°); индикаторный прибор для комплексной проверки клапанов; щуп-набор № 2; штангенглубиномер 200 мм; приспособление для проверки биения фасок клапанных седел; микрометр МК-25; нутромеры индикаторные НИ-10—18, НИ-18—35, НИ-50—100; детали механизмов газораспределения двигателей; паста притирочная; керосин для проверки герметичности.

#### Общие сведения

Детали механизма газораспределения имеют следующие характерные износы и дефекты.

*Головка цилиндров* — износ фасок клапанных седел, ослабление посадки седел клапанов, износ внутренних поверхностей направляющих втулок, коробление поверхности прилегания головки к блоку цилиндров, трещины, повреждение резьбы в резьбовых отверстиях, слой нагара и смолистых отложений на поверхностях камеры сгорания.

Наличие трещин и негерметичных уплотнений в головке проверяют испытанием ее на герметичность на специальном стенде. Окна и отверстия для охлаждающей воды в головке закрывают специальным зажимным устройством и нагнетают воду. Головку считают герметичной, если под давлением не менее 0,2...0,4 МПа в течение 3 мин не наблюдается течь воды и потение поверхности.

Коробление плоскости разъема головки цилиндров с блоком проверяют линейкой и щупом. Поверочную линейку накладывают на проверяемую плоскость и щупом измеряют просвет между линейкой и поверхностью головки.

Износ фасок клапанных гнезд головки цилиндров определяют штангенглубиномером по высоте утопания тарелки нового (контрольного) клапана относительно плоскости разъема головки цилиндров с блоком.

*Клапаны* — износ рабочих фасок тарелок, боковых и торцевых поверхностей стержней, нагар на поверхностях тарелок.

Износ рабочих фасок клапана определяют замером высоты цилиндрического пояса тарелки клапана. Замер проводят штангенциркулем или специальным шаблоном.

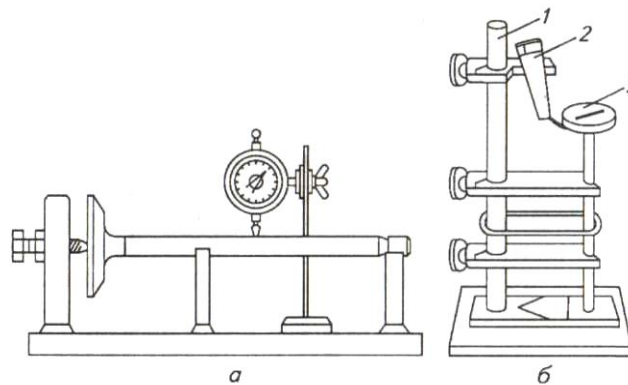


Рис. 3.16. Проверка клапана:

а — отклонения от прямолинейности стержня; б — торцевого биения рабочей поверхности фаски; 1 — стойка приспособления; 2 — измерительное устройство; 3 — клапан

Прямолинейность стержня клапана и биение фаски тарелки контролируют на специальном приспособлении (рис. 3.16). Для этого клапан укладывают на призму приспособления, устанавливают индикаторную головку и, вращая клапан, по индикатору определяют биение. Перпендикулярность торца к стержню клапана определяют с помощью угольника.

*Коромысло* — износ бойков, внутренних поверхностей втулок, отверстий под втулки, повреждение резьбы на регулировочном винте и в коромысле. Износ бойка определяют замером его высоты с помощью штангенциркуля; износ втулок и отверстий под втулки — индикаторным нутромером; износ резьбы — осмотром.

*Валики коромысел* — износ поверхности под втулки коромысел.

Износ валика коромысла определяют замером диаметра поверхности валика под втулки коромысла с помощью микрометра.

*Пружины клапана* — потеря упругости, остаточная деформация, что является одной из причин рассухаривания и подгорания клапана.

Упругость клапанных пружин проверяют на универсальном приборе КИ-040А.

## **Краткое описание технологических процессов ремонта деталей механизма газораспределения.**

Головка цилиндров. Трещины в чугунных головках цилиндров заваривают без предварительного подогрева дуговой сваркой электродами ЦЧ-4, ОЗЧ-1, самозащитной проволокой ПАНЧ-11 либо заделывают фигурными вставками. Перед сваркой концы трещины следует засверлить сверлом диаметром 3 мм и вырубить канавку по всей длине трещины, а поверхность, прилегающую к трещине на 10...20 мм, зачистить абразивным кругом или щеткой до металлического блеска. Наиболее качественную сварку обеспечивает проволока ПАНЧ-11. Режимы сварки: ток — постоянный, обратной полярности, сила тока — 100...120 А, диаметр проволоки — 1,2 мм, напряжение дуги — 15...17 В, скорость подачи электрода — 1,3...1,7 м/мин, скорость сварки — 1,2... 1,5 м/мин, вылет электрода — 15... 18 мм. Трещины заваривают участками 30...50 мм. Шов можно накладывать как с середины трещины в направлении к концам, так и от концов трещины к ее середине. После сварки шов проковывают.

Трещины в головках цилиндров из алюминиевых сплавов заваривают дуговой сваркой постоянным током обратной полярности электродом ОЗА-2, аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом переменным током, а также газовой сваркой проволокой АЛ1-4 с использованием флюса АФ-4. При использовании газовой и дуговой сварки электродом ОЗА-2 после сварки шов обязательно промывают горячей водой с использованием металлической щетки, а затем следы флюса или электродного покрытия нейтрализуют 10%-м раствором азотной кислоты и окончательно промывают горячей водой.

После зачистки шва наждачным кругом заподлицо с основным металлом проверяют качество шва на отсутствие трещин, пор, шлаковых включений и на герметичность водой под давлением 0,5...0,6 МПа.

Ремонт седла клапана. Если размер утопания тарелки нового клапана не выходит за пределы, определенные техническими условиями, фаски клапанных гнезд ремонтируют фрезерованием или шлифованием. Для этого поверхности фаски обрабатывают фрезой (рис. 3.17) или шлифовальным камнем под углом 45 или 30° до удаления следов износа, а затем для уменьшения ширины фаски ее зачищают последовательно под углом 15 и 75°. Затем вновь фрезеруют или шлифуют под углом 45 или 30° до ширины фаски, соответствующей техническим требованиям, до получения чистой гладкой поверхности.

Если при проверке новых клапанов окажется, что утопание тарелки клапана выходит за указанные пределы двигателей, у которых конструкцией предусмотрено сменное седло, то следует выпрессовать старое и запрессовать новое седло.



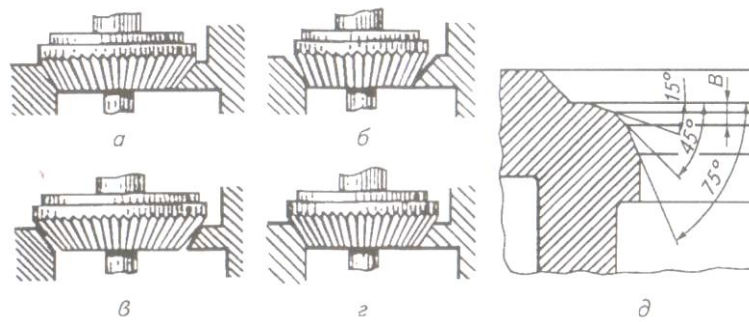


Рис. 3.17. Обработка клапанного гнезда фрезами: *а, б* и *в* — соответственно черновой 45°, 75°, 15°; *з* — чистовой — 45°; *д* — схема образования рабочей фаски гнезда при фрезеровании; В — ширина рабочей фаски

Если у головки блока цилиндров дизеля не предусмотрены сменные седла, то утопание клапанов в необходимых пределах обеспечивают снятием металла с поверхности прилегания головки блока к блоку цилиндров. При этом общая высота головки после шлифования должна находиться в пределах, установленных техническими условиями. У карбюраторных двигателей контролируют не высоту головки, а глубину камер сгорания.

Если обработкой поверхности прилегания к блоку цилиндров до допустимой высоты головки не удастся обеспечить нормального утопания клапана, то седло клапана растачивают и под размер расточенного отверстия изготавливают кольцо, применяя высокопрочные теплоустойчивые материалы: чугун ВЧ50, специальные чугуны на хромомолибденовой, хромистой и хромоникелевой основе. При посадке кольца в головку обеспечивается натяг 0,2...0,26 мм.

Наибольшая прочность запрессовки обеспечивается, если головку предварительно нагреть до температуры 60... 100 °С, а кольцо охладить в жидком азоте.

*Направляющую втулку клапанов* с ослабленной посадкой или недопустимым износом отверстий выпрессовывают при помощи ступенчатой оправки под прессом и запрессовывают новую с натягом. Запрессованную направляющую втулку клапанов разворачивают ручной или механической разверткой до получения необходимого зазора между отверстиями втулки и стержнем клапана.

*Неплоскостность* привалочной поверхности головки блока допускается не более 0,2 мм. Ремонтруется фрезерованием или шлифованием с выдерживанием минимальной высоты головки.

*Клапан* ремонтируют в такой последовательности. Изношенный торец стержня шлифуют на станке Р-108 до выведения следов износа с последующим снятием фаски 1 х 45°. Поверхность торца должна быть перпендикулярной к поверхности стержня клапана.

При износе стержня по диаметру его шлифуют до выведения следов износа с последующей обработкой под соответствующий размер направляющей втулки клапана.

Изношенную коническую поверхность тарелки клапана шлифуют на станке Р-108 до выведения черноты и следов износа.

Клапаны, имеющие высоту цилиндрического пояса после шлифования менее допустимой по техническим условиям и удовлетворительные размеры стержня, восстанавливают путем наплавки и обработки тарелки до номинальных размеров.

Технологический процесс наплавки заключается в следующем. Клапан устанавливают в специально изготовленную форму. На тарелку клапана насыпают строго дозированное количество самофлюсующегося порошка ПГХН-80СР-2 или ПГХН-80СР-4. Клапан с порошком помещают в индуктор установки ТВЧ, включают установку, и порошок расплавляется. Затем клапан удаляют из формы и обрабатывают тарелки до номинальных размеров сначала на токарном, затем на шлифовальном станках.

*Притирку клапана к седлам* проводят на станках ОПР-6687 или ОПР-1841А после шлифовальной обработки тарелок клапанов и седел клапанов в головках цилиндров. Для притирки клапанов применяют притирочную пасту или смесь абразивного порошка зернистостью 240...280 и дизельного масла.

Притирку заканчивают, когда на конической поверхности клапана и седла появляется матовая сплошная ровная полоска шириной, соответствующей техническим требованиям. Матовая полоска должна располагаться в середине фаски клапана или так, чтобы кромка полоски находилась от края фаски клапана на расстоянии не менее 1,5 мм.

После притирки головки и клапаны промывают (удаляют притирочную пасту, стружку и другие технологические загрязнения с поверхности головки и клапанов) и направляют на сборку.

Притирка клапанов — вынужденная операция при низкой технологической культуре производства. Ее можно исключить из технологического процесса, если при обработке седла и тарелки клапана будут обеспечены следующие условия: биение рабочей фаски тарелки клапана относительно стержня — не более 0,03 мм, биение рабочей фаски седла относительно направляющей втулки — не более 0,03 мм, шероховатость поверхностей рабочих фасок тарелки клапана и седла — не ниже 7-го класса чистоты, рассогласованность углов фасок седла и тарелки клапана — в пределах 1,5?...2°. При соблюдении этих условий притирки клапана к седлу не требуется.

*У коромысла клапана* восстанавливают поверхность бойка и заменяют втулку.

Поверхность бойка восстанавливают газопламенным напылением порошкового материала. Технология напыления следующая.

Поверхность бойка, подлежащую напылению, обрабатывают на шлифовальном круге до удаления следов износа. Затем эту поверхность обезжиривают ацетоном. Подготовленную к напылению поверхность необходимо оберегать от загрязнения,

запрещается трогать ее руками. Напыление проводят в два этапа. Сначала напыляют подслоя алюминий-никелевого порошка толщиной 0,06...0,1 мм, второй этап — напыление основного слоя порошка, толщина которого должна быть такой, чтобы общая высота бойка была на 0,2...0,3 мм больше его номинальной высоты. После напыления поверхность шлифуют. При этом должна быть обеспечена параллельность образующей поверхности бойка относительно оси отверстия под втулки.

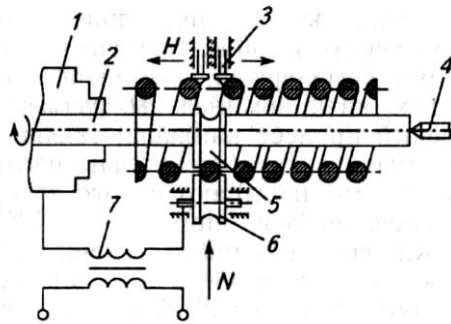


Рис. 3.18. Схема установки для восстановления пружин накаткой:

1 — патрон; 2 — вал; 3 — шток;  
4 — центр; 5 и 6 — внутренний и  
наружный ролики; 7 —  
трансформатор

*Пружины клапанов* восстанавливают накаткой или термической фиксацией. Технологический процесс накатки заключается в следующем (рис. 3.18). В патрон 1 токарного станка устанавливают вал 2 с роликом 5. На вал надевают восстанавливаемую пружину и зажимают ее свободный конец центром 4 задней бабки станка. Первый рабочий виток пружины раздвигают штоками 3 на величину  $\Delta H$ , обжимают его внутренним 5 и наружным 6 роликами. При включении станка патрон с валом и роликом 5 начинает вращаться. Одновременно с этим включается трансформатор 7, в результате чего через точки контактов обжимающих роликов и пружины протекает электрический ток.

Под действием сил трения пружина прокатывается между роликами, проходящий электрический ток нагревает ее в месте контакта обжимающих роликов. В зону нагрева витка пружины подается охлаждающая жидкость, в качестве которой используется масло АС-8-Г<sub>2к</sub>, в результате чего происходит закаливание пружины. Режимы обработки: сила пропускаемого тока определяется из условия  $I = 433 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ ; давление роликов  $P = 62,5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .

После закалки проводят низкотемпературный отпуск — нагрев до температуры 200...250 °С и охлаждение на воздухе.

Метод термической фиксации используется в установке ОРГ-26095. Пружину закрепляют, растягивают несильно и включают в электрическую цепь. Силу тока, растяжение пружины, продолжительность выдержки пружины под электрическим током подбирают так, чтобы пружины полностью восстановили первоначальную упругость. Обычно пружину нагревают до температуры 400...600 °С (признак — интенсивное испарение масла с поверхности), затем ток отключают и пружину охлаждают на воздухе.

**Порядок выполнения работы.**

1. Провести дефектацию головки блока, клапана, коромысла клапана, пружины. Результаты дефектации записать в отчет.

2. Ознакомится с устройством и работой станка СШК - 3. Шлифовать тарелку клапана, торец клапана, боек коромысла.

3. Фрезеровать фаски седла клапана головки блока. Измерить ширину фаски после фрезерования и записать в отчет.

4. Ознакомиться с устройством и работой станка М - 3. Произвести притирку клапана к седлу клапана. Ширину притертой кольцевой полосы записать в отчет.

5. Проверить герметичность притирки клапана. Результат записать в отчет.

6. Далее рассмотрим порядок выполнения работ на станках Р-108 и ОПР-1841А, а также проверку герметичности и прилегания клапана к седлу.

Перед началом работы (рис. 3.19) проводят правку шлифовальных кругов с помощью алмазного карандаша. Ютпан перед шлифованием должен быть очищен от масла и нагара.

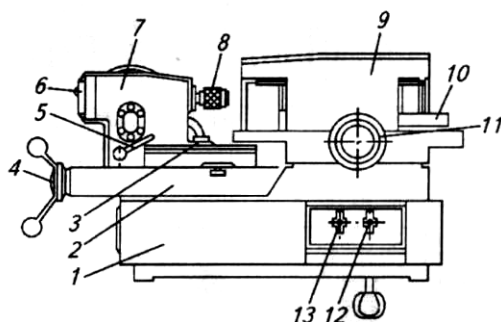


Рис. 3.19. Станок Р-108:  
 / — станина; 2 — стол; 3 — гайка  
 крепления клапанной бабки; 4 —  
 штурвал перемещения клапанной  
 бабки; 5 — фиксатор клапанной  
 бабки; 6 — электродвигатель вра-  
 щения патрона клапана; 7 — бабка  
 клапана; 8 — патрон для закрепле-  
 ния клапана; 9 — шлифовальная  
 бабка; 10 — пластина для установ-  
 ки клапана; 11 — маховик пере-  
 мещения шлифовальной бабки; 12  
 и 13 — выключатели электродвига-  
 теля шпинделя шлифовальных  
 кругов и вращения патрона клапа-  
 на

Вставляют стержень клапана в патрон и зажимают его так, чтобы торец тарелки клапана находился на наименьшем расстоянии от торца шпинделя.

Установить бабку клапана 7 под нужным углом 45 или 60°, соответствующим углу фаски клапана, для этого ослабляют гайку крепления клапанной бабки 3, освобождают фиксатор клапанной бабки 5, а затем снова закрепляют их. Подводят клапан к шлифовальному кругу так, чтобы расстояние между фаской клапана и периферией круга было 2...3 см. Включают электродвигатели: сначала вращения патрона клапана 13, затем шпинделя шлифовальных кругов 12. Надевают защитные очки, открывают кран системы охлаждения. Медленным вращением маховика перемещения шлифовальной бабки 11 подводят шлифовальный круг к клапану до легкого касания фаски.

Шлифование проводят до устранения следов износа. После окончания шлифования отводят клапан от шлифовального круга штурвалом перемещения клапанной бабки 4, выключают электродвигатели бабки клапана и шлифовальной бабки, снимают клапан.

Порядок работы на станке ОПР-1841А. Устанавливают головку цилиндров на подъемное приспособление так, чтобы притираемые седла расположились под шпинделями станка (рис. 3.20). Для этого ослабляют гайки втулок шпинделей, расставляют их на заданных межосевых расстояниях, а затем закрепляют сначала нижние, а потом верхние гайки втулок шпинделя.

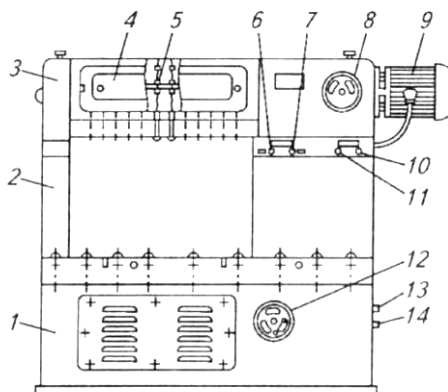


Рис. 3.20. Общая схема станка ОПР-1841А:

1 — станина; 2 — стойка; 3 — кожух; 4 — крышка блока шпинделей; 5 — блок шпинделей; 6 — кнопки подъема и опускания блока; 7 — кнопки подъема и опускания блока; 8 — маховик перемещения корпуса шпинделей; 9 — электродвигатель; 10 — кнопка «Стоп»; 11 — кнопка «Работа»; 12 — маховик подъема и опускания площадки; 13 — включение подачи тока; 14 — кнопка выключения подачи тока

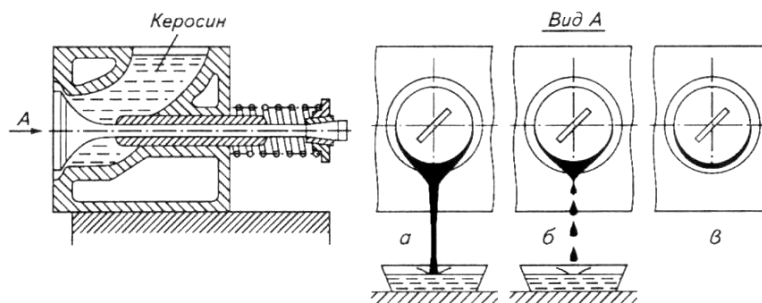


Рис. 3.21. Проверка герметичности клапанов керосином:

а — керосин течет; б — керосин просачивается; в — обеспечена герметичность

Устанавливают блок шпинделей в верхнее положение.

Ставят переходники, соединяющие шпиндели и клапаны. При этом головку устанавливают на таком уровне, чтобы зазор между тарелкой клапана и гнездом клапана был 6... 10 мм.

Во избежание задиров на тарелках клапана смазывают поверхность соприкосновения чистым маслом, включают станок, нажав на кнопку «Привод шпинделей». Если при работе станка лопасти переходников не выскакивают из шлицев клапана и шпинделя, без заеданий двигаются во втулках, то станок налажен правильно. Выключают станок, нажав на кнопку «Стоп».

Наносят слой пасты (смесь притирочного порошка и масла) на притираемые поверхности. Включают станок. Время притирки 3...5 мин.

Для получения хорошей матовой поверхности фасок рекомендуется перед окончанием притирки ослабить нажим на клапан, для чего опустить подъемную площадку так, чтобы зазор между тарелкой клапана и гнездом был 20...25 мм.

Притирку считают законченной, если на рабочих фасках клапана и седла появляются сплошные кольцевые полосы шириной 2...3 мм.

Проверка герметичности и прилегания клапана к седлу. Плотность прилегания клапана к гнездам можно проверить следующими способами:

нанесением на фаску клапана карандашом риски и провертыванием его в седле в ту или другую сторону;

просачиванием керосина через испытываемое соединение при заливке его в патрубках головки цилиндров (рис. 3.21);

проверкой на герметичность по времени падения давления воздуха в камере, расположенной над клапаном.

При правильной притирке карандашные риски сотрутся, на фаске клапана останется след в виде ровной кольцевой поверхности шириной 1,5...2 мм, керосин не просачивается через соединение клапан — седло, давление воздуха  $p > 0,02$  МПа в камере не падает в течение 10 с.

### **Отчет о работе:**

Название и цель лабораторной работы.

1. Характеристику технического состояния деталей ГРМ по результатам дефектации.
2. Маршрутную карту устранения дефектов одной из деталей.
3. Схему выполнения технологической операции.

Контрольные вопросы

1. Как влияет на работу двигателя износ фасок тарелок клапанов и клапанных гнезд?

2. Назовите характерные износы и дефекты головок цилиндров, клапанов, коромысел, клапанных пружин и причины, их вызывающие.

3. По каким параметрам определяют износ седла клапана в головке цилиндров, фаски клапана, клапанной пружины, коромысла?

4. Назовите возможные способы восстановления изношенных клапанных гнезд в головке цилиндра.

5. Какие способы восстановления фасок клапанов, клапанных пружин, коромысел вы знаете?

#### Список литературы

1. Надежность и ремонт машин/ В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. - М.: Колос, 2000. - 776 с.: ил.
2. Практикум по ремонту машин/ Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. - М.: КолосС, 2009. - 327 с.: ил.
3. Технология ремонта машин/ Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.: ил. - (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. Заведений).
4. Р. И. Ли. Технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий.: Учебное пособие.- Липецк, МичГАУ, 2008.-322с.



## Содержание

Общие указания.....	2
Техника безопасности.....	2
Лабораторная работа №1. Восстановление деталей гальваническим осаждением хрома.....	3
Лабораторная работа №2. Восстановление деталей гальваническим осаждением железа.....	12
Лабораторная работа №3. Восстановление деталей гальваническим осаждением меди.....	19
Лабораторная работа №4. Восстановление деталей химическим никелированием.....	24
Лабораторная работа №5. Дефектовка коленчатых валов автотракторных двигателей.....	31
Лабораторная работа №6 Технология ремонта головок блока тракторных двигателей .....	38

