

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
Кафедра технологии машиностроения

440-2015

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторно-практических работ
по дисциплинам «Технология машиностроения,
«Восстановление качества изделий» и
«Реновация нагруженных деталей» для студентов по направ-
лениям 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспе-
чение машиностроительных производств» (направленность
«Технология машиностроения»), 15.04.01 Машиностроение
(направленность «Современные технологии производства в
машиностроении»), всех форм обучения



Воронеж 2015

Составители: д-р. техн. наук Г.А. Сухочев,
канд. техн. наук В.Н. Бухтояров,
канд. техн. наук С.Н. Коденцев,
канд. техн. наук Е.Г. Смольяникова

УДК 621.9.06-529

Методические указания к выполнению лабораторно-практических работ по дисциплинам «Технология машиностроения, «Восстановление качества изделий» и «Реновация нагруженных деталей» для студентов по направлениям 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленность «Технология машиностроения»), 15.04.01 Машиностроение (направленность «Современные технологии производства в машиностроении»), всех форм обучения

/ ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.А. Сухочев, В.Н. Бухтояров, С.Н. Коденцев, Е.Г. Смольяникова. Воронеж, 2015. 52 с.

В методических указаниях даны практические основы как уже существующих, так и вновь создаваемых методов восстановления изношенных поверхностей. Особое внимание уделено методам восстановления рабочих поверхностей.

Табл. 4. Ил. 5. Библиогр.: 6 назв.

Рецензент д-р. техн. наук, проф. А.В. Кузовкин.

Ответственный за выпуск зав. кафедрой И.Т. Коптев

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации изделий надежность, заложенная в них при конструировании и производстве, снижается вследствие изнашивания деталей, усталости и старения материалов и других нежелательных процессов. Процессы эксплуатационного износа вызывают появление различных неисправностей и дефектов, устранение которых становится необходимым для поддержания машин и механизмов в работоспособном состоянии. Отсюда возникает потребность в техническом обслуживании и ремонте, как изделий в целом, так и отдельных агрегатов.

Невозможность организации агрегатного ремонта сложной техники многократного использования, выпускаемой малыми сериями (специальные автомобили, тягачи, погрузчики, уникальные станки, металлургическое, горнорудное, химическое и газонефтедобывающее оборудование, авиакосмическая техника и др.) оставляет экономически целесообразным проведение восстановительных работ на базовых деталях и узлах.

В большинстве случаев восстановление связано с многократными переборками узлов, где выявляются все дефекты восстановительных операций. Сборка связана с восстановлением и ее следует рассмотреть как заключительный этап восстановления.

Появилось много новых видов восстановления (без нагрева заготовки, пластической деформацией и др.), обеспечивающей практически полное возобновление работоспособности узла при условии соблюдения технологии сборки.

Ремонт и восстановление – это единичное и мелкосерийное производство, поэтому вопросы автоматизации технологических процессов подробно не рассматриваются, но анализ методов восстановления и сборки выполняется с учетом специфики ремонта, в частности использования типовых технологических процессов. В лабораторно-практических работах рассмотрена часть этих вопросов

Лабораторно-практическая работа № 1

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Цель работы: Изучить технологический процесс восстановления качества поверхностей деталей способом хромирования. Изучить оборудование для хромирования. Изучить и выполнить монтажные работы схемы оборудования и схемы автоматического управления технологическим процессом.

Общая часть. Оборудование и оснащение рабочего места:

1. Установка для хромирования ОР – 1349А.
2. Состав электролита: хромовый ангидрид CrO_3 – 250 г/л. Серная кислота 2,5 г/л.
3. Универсальная ванна, выпрямитель тока ВАКГ 12/6 – 630. Ванна уловитель.
4. Ванна для обезжиривания.
5. Весы технические – точность до 1 мг.
6. Станок токарный для полировки поверхностей деталей наждачной шкуркой.
7. Микрометры типоразмерами 0-25 мм, 25-50 мм.
8. Ванны с обезжиривающими жидкостями.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы

Операции электролитических покрытий сопровождаются выделениями вредных для организма человека веществ, поражающих дыхательные пути и особенно носоглотку.

Растворы кислот, щелочей и солей попадают на кожу и вызывают раздражение, поэтому перед началом работы необходимо включить местную и общую вентиляцию, а все операции выполнять в спецодежде и резиновых перчатках.

В лабораториях электрических покрытий категорически запрещается курить, пить воду и принимать пищу.

Общие сведения о гальваническом наращивании

Свойства электролитического хрома и его применение.

Электролитический хром – твердый, хрупкий металл серебристого цвета с синеватым оттенком.

Физические свойства хрома следующие: атомный вес 52,01; удельный вес – 6,9 – 7,1 г/см³; температура плавления 1750 – 1830°C; твердость хрома в химических соединениях НВ 700-800; электролитический эквивалент хрома равен 0,323 г/а.

Электролитический хром имеет высокую твердость, низкий коэффициент трения, высокую износостойкость, высокую химическую стойкость и жаростойкость, хорошую отражательную способность.

Органические кислоты на хром не действуют. Хром интенсивно растворяется в соляной и горячей серной кислотах.

Гладкий хром имеет плохую смачиваемость, осадки хрома характеризуются высоким внутренним напряжением и высокой потребностью благодаря своим исключительно высоким физико-химическим свойствам. Электролитический хром нашел широкое применение в промышленности и, в частности, в ремонтном производстве.

Различаются два вида хромирования: износостойкое и защитно-декоративное. Износостойкое хромирование применяется на наращивание хрома на изношенные детали машин, а также на инструменты и детали с целью повышения их сопротивляемости износу.

Хром при защитно-декоративных покрытиях применяется для защиты поверхностей изделия от химического воздействия воздуха, паров воды и газов и для придания красивого блестящего вида.

Защитно-декоративное покрытие хрома применяется обычно с подслоем меди, никеля, т.к. хром из-за большой пористости не предохраняет изделие от коррозии.

Для увеличения смачиваемости хрома износостойкие гладкие покрытия травят и получают пористый хром.

Состав электролитов и режим хромирования

Расстояние между двумя деталями определяется, исходя из большего диаметра. Минимальное погружение детали в ванне допускается 30 мм. Мелкие детали размещаются в несколько ярусов, но минимальное расстояние деталей от стенок ванны не должно быть менее 80-100 мм.

Соотношение площади катода к площади анода рекомендуется 1:2. Длина анода несколько меньше длины катода, что позволяет избежать интенсивного дендритообразования.

Таблица 1

Состав электролитов и режим хромирования

Наименование компонентов и режим работы	Тип электролита		
	низк. конц.	средней конц.	высок. конц.
Хромовый ангидрид г/л	150	250	350-400
Серная кислота г/л	1,5	2,5	3,5-4,0
Плотность тока А/дм ²	45-100	15-16	10-30
Температура электролита 0°С	55-65	45-55	35-45

Структура и механические свойства электролитического хрома и выбор режима хромирования

Внешний вид, структура и механические свойства электролитического хрома изменяются в очень широких пределах в зависимости от условий электролиза, состава и температуры электролита и плотности тока.

При неизменном составе электролита можно, изменяя плотность тока и температуру, получить три различных вида осадков: молочный, блестящий и матовый.

Блестящие осадки получают при температуре 45 – 60°C и при средних плотностях тока, обладающих твердостью порядка НВ 750 – 900, широко разветвленной сеткой трещин и высокой хрупкостью.

Рекомендуется для наращивания деталей, работающих при удельных нагрузках, не превышающих при сухом трении 25 – 30 кг/см³ и при смазке 40 – 50 кг/см³.

Молочные осадки получают при температуре 65 °С и выше, сравнительно при невысоких плотностях тока; характеризуются твердостью порядка НВ 250-750, большей смачиваемостью и вязкостью по сравнению с блестящими осадками, отсутствием сетки трещин в тонких слоях. Рекомендуется при наращивании деталей, работающих при средних удельных давлениях порядка 80-100 кг/см³.

Матовые (серые) осадки получают при высокой плотности тока и сравнительно невысокой температуре, характеризуются высокой твердостью до НВ 1200, хрупкостью, наличием густой сетки трещин и низкой износостойкостью.

Для деталей, работающих при высоких динамических нагрузках, выбирается молочный хром.

Серый хром может применяться лишь в том случае, если деталь работает при спокойных, невысоких нагрузках или при наращивании поверхности под неподвижные посадки.

Блестящий хром находит широкое применение для наращивания средненагруженных деталей.

При выборе вида хромового покрытия необходимо учитывать также экономичность процесса.

Скорость осаждения хрома снижается при повышении плотности и повышении температуры электролиза, т.е. в условиях получения молочных осадков. Поэтому молочный хром следует применять только для наращивания наиболее ответственных деталей, работающих при высоких динамических нагрузках.

При определении деятельности электролиза следует исходить из толщины осадка, которая необходима для компенсации износа, а также припуска на механическую обработку.

Толщина покрытия h определяется по формуле:

$$h = \frac{cD_k \eta t}{10^3 \gamma}$$

где h – толщина покрытия;

γ – удельный вес осажденного металла;

c – электрический эквивалент;

D_k – плотность тока на катоде;

η – катодный выход по току;

d_1 и d_2 – диаметры образцов до и после наращивания.

Таблица 2

Состав ванн для электрохимического обезжиривания

Составляющие растворов	Концентрация компонентов раствора, %		
	Чугуна и стали	Меди и сплавов	Алюминия и цинка
Едкий натр	40-50	-	-
Кальцинированная сода	90-100	-	15-20
Тринатрий фосфат	-	88-100	25-30
Жидкое стекло	5-15	10-20	-
Хвойное мыло	-	-	1-3

Для восстанавливаемых деталей величина припуска для последующего шлифования принимается: при бесцентровом шлифовании 0,05 ... 0,1 мм, при шлифовании в центрах 0,1 ... 0,15 мм.

Длительность электролиза определяется по формуле:

$$T = \frac{h\gamma 10^3}{D_k c \eta},$$

где T – длительность электролиза, час;

h – толщина слоя хрома (на сторону), мм;

γ – удельный вес ненасыщенного слоя (6,9 г/см³);

c – электрический эквивалент хрома (0323) г/час;

D_k – плотность тока а/дм²;

η – катодный выход хрома по току (13-15%).

Составы растворов для химического обезжиривания в течение 15 – 60 минут: при $t = 80 \dots 90^\circ\text{C}$.

Устройство и назначение установки ОГ-1349А

Хромированная установка ОГ-1349А предназначена для восстановления изношенных деталей, выбракованный износ которых не превышает 0,2 мм на сторону, например: плунжеры и обратные клапаны топливных насосов, поршневые пальцы тракторов и др. Она может быть использована для декоративной отделки мелких деталей.

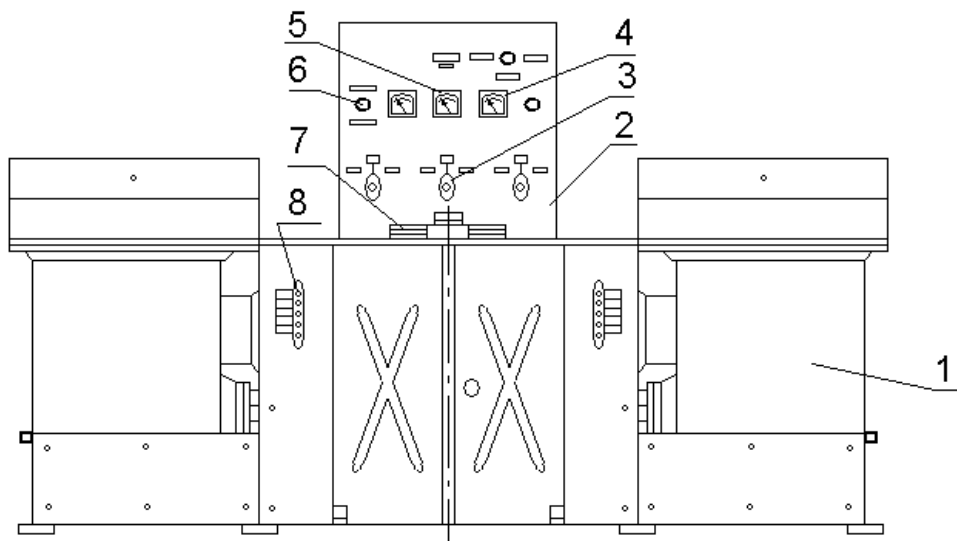


Рис. 1. Общий вид установки ОГ-1349А:

- 1 – ванны;
- 2 – пульт управления;
- 3 – пакетные выключатели;
- 4 – амперметр;
- 5 – вольтметр;
- 6 – тумблер электродвигателя;
- 7 – ползунковый реостат;
- 8 - выключатели ступенчатого реостата

Краткая техническая характеристика:

- 1. Количество ванн – 2шт.
- 2. Емкость одной ванны – 100 л.

3. Наибольшая сила тока, питающая одну ванну – 150 ампер.

4. Рабочее напряжение при полной нагрузке – 12 в.

Общий вид установки ОГ-1349А приведен на рис. 1.

Схема ванны приведена на рис. 2

Установка (рисунок 1) состоит из двух ванн 1 емкостью по 100 л. Каждая ванна состоит из корпуса 4, изготовленного из листовой нержавеющей стали марки 1Х18Н9Т.

Пространство между корпусом и внутренней ванной заполняется минеральным маслом с температурой вспышки не менее 170 °С (АКЗП-6, АКЗП-10 и др.).

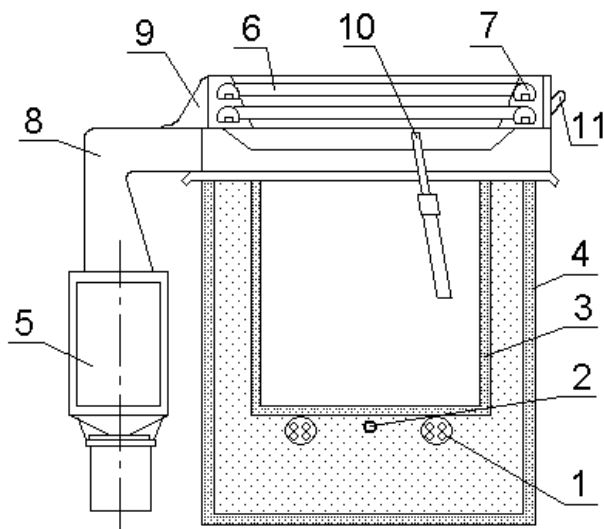


Рис. 2. Схема ванны:

- 1 – электродвигатель; 2 – термопара; 3 – внутренняя ванна;
- 4 – корпус ванны; 5 – воздуховод; 6 и 10 – продольная и поперечная штанги; 7 – изолятор; 8 – бортовой отсос;
- 9 – крышка ванны; 10 – поперечная штанга; 11 – термометр

В корпусе ванны в масляной среде вмонтированы два трубчатых электронагревателя 1 мощностью 2 кВт каждый и температурное реле. Для контроля работы и регулировки тем-

пературного реле в электролит наклонно погружен термометр 11.

Внутренняя ванна электрически изолирована от наружной ванны резиновыми прокладками 7, а места боковых соединений полихлорвиниловыми втулками.

На отсосах 8 каждой ванны и текстолитовых изоляторах 7 попарно расположенных в вертикальной плоскости, укрепленных 4 токопроводящие продольные штанги 6. Токопроводящие штанги соединяются между собой попарно также поперечно также поперечными передвижными штангами 10, которые служат для подвешивания деталей к анодам.

К продольным токопроводящим штангам 6 подведены провода от выпрямителя ВАГГ-12-600М, причем, к нижним штангам от отрицательного полюса выпрямителя.

Образующийся во время работы хромовый ангидрид H_2 удаляется с помощью четырехсторонних бортовых отсосов воздуховода вентилятора ЭВР-2, расположенного на одной оси с электродвигателем мощностью 1 кВт и скоростью 2880 об/мин. Вентилятор с электродвигателем расположен внутри корпуса установки, доступ к которым обеспечивается через две двери, расположенные на средней фронтальной части облицовки корпуса.

В центральном воздуховоде расположены два уловителя для сбора конденсата.

Для регулировки скорости воздушного потока в центральном воздуховоде 5 имеется две дроссельные заслонки. При вертикальном положении рукоятки заслонки закрывают воздуховод, а при горизонтальном – открывают.

Выходной патрубок трубконапорной улитки кожуха вентилятора проходит через заднюю стенку корпуса хромированной установки и оканчивается фланцем, к которому на месте эксплуатации хромировочной установки должен быть присоединен воздуховод для выхода агрессивных паров за пределы рабочего помещения.

Питание постоянным током установки для гальванического наращивания осуществляется от выпрямительного агрегата ВАГГ-12600М.

Регулирование тока ванн при электролизе проводится двумя сопротивлениями, смонтированными на асбоцементных плитах, укрепленных на левой и правых сторонах корпуса. Каждый магазин сопротивлений состоит из шести спиралей, изготовленных из нихромовой проволоки разного диаметра от двух до пяти миллиметров.

Магазин сопротивлений имеет шесть выключателей 8 (рис. 1). В средней части хромировочной установки на столе расположен пульт управления 2.

В нижней части пульта управления находится реостат 7 для плавного регулирования тока правой линии в пределах от 2 до 7 ампер. Пакетные выключатели 3 служат для отключения хромировочных ванн от выпрямителя.

Пакетный переключатель 3 служат для выключения и включения вентилятора и подачи напряжения на установку. На пульте управления 2 размещены два амперметра 4 с показаниями от 0 до 300 ампер, и один вольтметр 5 с показаниями от 0 до 30 вольт. Для контроля величины тока правой ванны до 20 ампер производится переключения переключателя, расположенного сзади (внутри) пульта управления и переключателя, расположенного над амперметром, в соответствующее положение. Расположенные соответственно слева и справа на пульте 2 тумблеры-выключатели служат для выключения электронагревателей.

Регулирование температуры нагрева ванн производится автоматически с помощью температурного реле типа ТР-200. При включении тумблера выключателя напряжение подается на катушку пускателя, который подключает электродвигатель в сеть.

Аппаратура защиты электроприемников от токов короткого замыкания и управления электродвигателями находится в левой части стола гальванической установки.

Содержание работы

1. Изучить технологический процесс хромирования.
2. Произвести восстановление деталей способом гладкого хромирования. Деталь получить от учебного мастера.
3. Определить толщину и вес наращенного слоя хрома замером и взвешиванием до, и после операции хромирования

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}.$$

4. Определить выход хрома по току.
5. Дать заключение по качеству и виду нанесенного хрома. При наличии дефектов определить причину дефектов.
6. Составить схему питания током хромировочной установки.
7. Составить отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Физическая сущность процесса электролитического осаждения металла.
2. Виды осадков при хромировании, их характеристика, режимы получения и область применения.
3. Технологический процесс подготовки поверхности деталей под хромирование и его назначение.
4. Состав электролита при хромировании.
5. Выход по току, плотность тока, толщина покрытия (формулы).
6. Что такое рассеивающая способность электролита и чем она регулируется.
7. Прогрессивные технологические процессы нанесения хромовых покрытий.

Лабораторно-практическая работа № 2

ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ МАГНИТНОЙ ДЕФЕТОСКОПИЕЙ И УЛЬТРАЗВУКОМ

Цель работы. Приобретение практических навыков по выявлению скрытых дефектов с применением магнитного дефектоскопа, а также изучение принципов магнитной и ультразвуковой дефектоскопии.

Общая часть. Оборудование и оснастка рабочего места:

1. Лабораторный стол - 1 шт.
2. Магнитный дефектоскоп - 1 шт.
3. Детали для дефектации - 3 шт.
4. Плакат - 1 шт.
5. Суспензия для выявления дефектов - 1 л.
6. Емкость для размещения детали и сбора суспензии - 1 шт.
7. Ковшик для полива на деталь суспензии - 1 шт.
3. Охрана труда при выполнении работы

Перед включением магнитного дефектоскопа проверить внешним осмотром качество изоляции проводов. Провода не должны быть оголены, изоляция не должна иметь трещин, порывов. Включать выпрямитель и дефектоскоп можно только с разрешения преподавателя или учебного мастера.

Общие сведения о магнитной и ультразвуковой дефектоскопии

Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия предназначена для выявления скрытых дефектов деталей в виде трещин и раковин. Сущность магнитной дефектоскопии заключается в том, что при намагничивании проверяемой детали трещины создают участок с меньшей магнитной проницаемостью, где магнитный поток рассеивается и при выходе потока на поверхности у границ трещин создаются полосы. Для выявления трещин на поверхности детали необходимо наносить магнит-

ный порошок в сухом виде, а чаще всего в виде суспензии (смесь минерального масла, керосина и магнитного порошка). Магнитным порошком являются мелкие частицы ферромагнитного материала, например, магнетита FeO. При нанесении на намагниченную деталь суспензии магнитный порошок оседает в местах рассеивания магнитных силовых линий в виде заметных глазом нитей, что является признаком наличия трещин или раковин. Магнитной дефектоскопией можно выявлять дефекты в виде трещин, выходящих на поверхность детали или залегающие на небольшой глубине 2 ... 3 мм.

В зависимости от направления расположения внутренних трещин применяют три способа намагничивания - для поперечных трещин, циркулярное намагничивание - для трещин, расположенных под углом, комбинированное намагничивание - для трещин любого расположения. Проверка детали осуществляется в приложенном поле, тогда сила тока намагничивания должна быть:

$$I = (6 \dots 8)d,$$

и на остаточной намагниченности, тогда сила тока должна быть:

$$I = (15 \dots 20)d,$$

где d – диаметр детали, мм.

После контроля деталь должна быть размагничена. Для магнитной дефектоскопии используют переносные и передвижные магнитные дефектоскопы различных моделей.

Для дефектовки деталей используются также ультразвуковая дефектоскопия. Если магнитная дефектоскопия может применяться для деталей из ферромагнитных материалов, то ультразвуковая - для деталей из различных материалов. Сущность этого метода заключается в способности ультразвуковых колебаний отражаться от границ раздела, нарушающих сплошность металла (трещины, раковины и другие дефекты). Дефекты можно выявить по изменению интенсивности ультразвуковых колебаний, прошедших через контролируемую деталь (метод тени), или по отраженным колебаниям (метод отражения).

В первом случае ультразвук от генератора 1 (рис. 3а) подается к излучателю 2 и принимается искателем 3, помещенным с противоположной стороны детали. При наличии дефекта интенсивность сигнала ослабевает, что фиксируется прибором.

Во втором случае (рис. 3б) приемник 3 находится со стороны контролируемой детали вместе с излучателем. Если на пути ультразвука встречаются дефекты - раковины, трещины, то ультразвук отразится от них и попадет на приемник 2 и через усилитель фиксируется на экране электронно-лучевой трубки 8 в виде пика «в», который по величине меньше начального пика «а». Расстояние «ав» в определенном масштабе указывает глубину залегания дефекта, а интенсивность всплеска указывает размер дефекта по высоте.

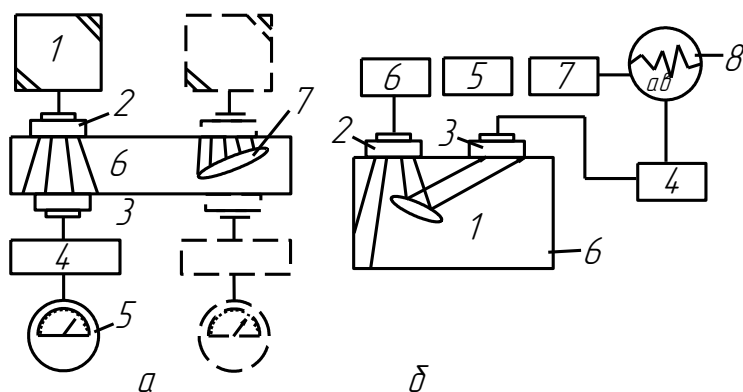


Рис. 3. Выявление дефектов деталей ультразвуковым методом:

а - теневой метод: 1 - генератор, 2 - излучатель, 3 - приемник, 4 - усилитель, 5 - прибор, 6 - деталь, 7 - дефект;

б - метод отношений: 1 - дефект, 2 - излучатель, 3 - приемник, 4 - усилитель, 5 - синхронизирующий генератор, 6 - генератор, 7 - генератор развертки, 8 - электронно-лучевая трубка

Конструкция дефектоскопа 77- ПДМ- 3М

В комплект дефектоскопа входит:

- Электромагнит со съёмными наконечниками для намагничивания и размагничивания деталей.
- Соленоид.
- Бачки для суспензии и магнитного порошка.
- Лупа с 5-ти кратным увеличением.
- .

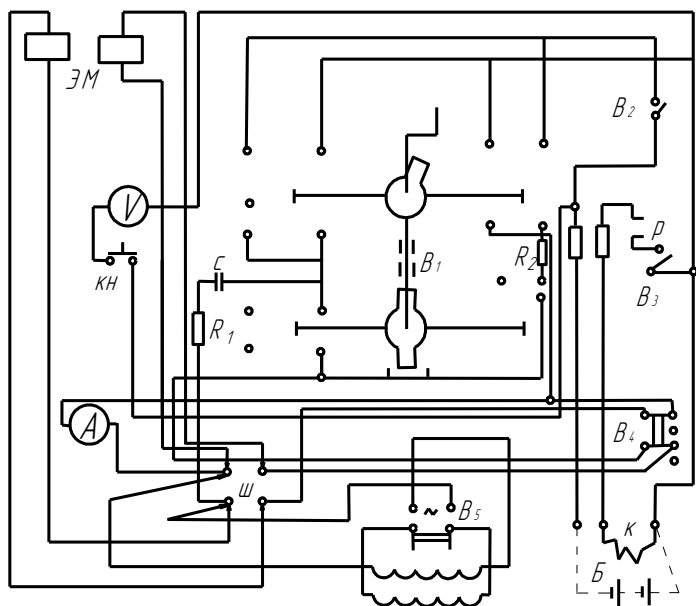


Рис. 4. Электрическая схема магнитного дефектоскопа:

А - амперметр; КН - кнопочное включение вольтметра;

Тр - силовой трансформатор; V - вольтметр;

ЭМ - электромагнит; С - конденсатор;

R_1 и R_2 – сопротивления; B_1 - переключатель; B_2 - включатель электромагнита или катушки; Р - обмотка реле с замыкающим контактом; B_3 - выключатель кабеля; B_4 - двухполюсной переключатель; К – намагничивающий кабель; Б - батарея; B_5 - переключатель щитка катушки; Ш - штепсельные гнезда

- Намагничивающий кабель марки БПВЛ- 3 мм.

- Ванночка для сбора магнитной жидкости

Магнитный дефектоскоп смонтирован в металлическом корпусе. На панели дефектоскопа смонтирован вольтметр, амперметр и переключатели. Имеется также кнопка для включения вольтметра.

Намагничивание можно проводить в магнитном поле соленоида или электромагнитом. Электрическая схема магнитного дефектоскопа представлена на рисунке 4 и на плакате. Переключатель В кулачкового типа собран на 4-х микровыключателях КВ-3Н. Форма кулачков переключателя выбрана с учетом обеспечения необходимых переключений микровыключателя. Переключение производят с помощью ручки во время размагничивания испытываемых деталей.

Контактор типа КМ-400 (обозначен на панели "А" для подключения гибкого провода) служит для включения аккумулятора для намагничивания деталей путем обмотки ее гибким проводом.

Основным элементом схемы является переключатель В₁. При вращении рукоятки по часовой стрелке срабатывают кнопки выключатели по порядку:

- замыкаются нормально открытые контакты выключателя IV , при этом в намагничивающую цепь шунтируют разрядное сопротивление;

- замыкаются нормально открытые контакты выключателя III, при этом разрывается цепь питания; дуга возникающая на контактах гасится конденсатором "С", и энергия магнитного поля гасится разрядным сопротивлением, поэтому не происходит перенапряжения между витками катушек;

- замыкаются нормально закрытые контакты выключателей , II, III, IV при этом происходит переключение полярности питающего напряжения и замыкание цепи питания катушек.

Конденсатор разряжается через сопротивление при повороте рукоятки переключателя на 180°. При этом направление тока в обмотках электромагнита или соленоиде получается об-

ратное предыдущему. При непрерывном вращении рукоятки переключателя электромагнит изменяет свою полярность, что необходимо при размагничивании деталей (выключатель должен быть замкнут), а обе обмотки электромагнита включены параллельно, т.е. переключатель должен стоять в положении размагничивания.

При работе с гибким кабелем намагничивающий ток от аккумулятора включается контактом 12, управляемым выключателем 14.

Методика выполнения работы

6.1. Подготовка детали. Получить у учебного мастера деталь, тщательно очистить проверяемые поверхности от загрязнения с помощью ветоши.

6.2. Подготовка дефектоскопа к работе. Включить кнопку питания выпрямителя, включить выключателем выпрямитель, вставить вилку питания дефектоскопа в розетку 24В (на стене).

6.3. Намагничивание деталей. Намагничивание деталей может быть продольным, циркулярным и комбинированным. Вид намагничивания зависит от расположения дефекта на детали. Намагничивать деталь можно в поле электромагнита, в поле соленоида, гибким кабелем.

6.3.1. Намагничивание в поле электромагнита. Установить рукоятку переключателя 12 (плакат) в начальное положение. Стрелки амперметра должны показывать "0". Затем переключатель "16", "включение электромагнита или катушки "15" и переключатель "17" установить в вертикальное положение. Вилки электромагнитов вставить в гнезда с надписью на панели "электромагнит". Деталь уложить на приемы электромагнита. Включить выключатель "15" электромагнита. Вращением выключателя "12" установить максимальную силу тока. Нажать кнопку "9" и записать показания вольтметра. Выключить выключатель "15". Снять намагниченную деталь.

6.3.2. Намагничивание в поле катушки (соленоида). Переключатели "15", "16", "17" установить в то же положение как при намагничивании электромагнитом. Вилку соленоида вста-

вить в гнездо с надписью на панели "катушка". Деталь ввести в полость соленоида. Включить выключатель "15". Вращением выключателя "12" установить максимальную силу тока. Нажать кнопку "9" и записать показания вольтметра. Выключить выключатель "15". Снять намагниченную деталь.

6.3.3. Намагничивание гибким кабелем. Прежде чем проводить намагничивание необходимо определить число витков по формуле

$$U = I/d$$

где I - сила тока в амперах (можно принять 200 А);

d - диаметр детали, мм.

Переключатели "15", "16", "17" установить в то же положение как и в первых двух случаях. Гибкий кабель присоединить к клеммам катушки, обмотать деталь. Включить выключатель "15".

Вращением выключателя "12" установить силу тока в 200 А. Нажать кнопку "9" и записать показания вольтметра. Выключить выключатель "15". Снять намагниченную деталь.

6.4. Выявление дефектов. Для выявления дефектов на рабочие поверхности детали наносят суспензию. Суспензию наносят с помощью специального приспособления (ковшика) для поливки контролируемой детали. При этом сама деталь должна располагаться над ванночкой или в самой ванночке (это зависит от размера детали), в которой скапливается поливаемая на деталь суспензия. В местах дефекта ферромагнитный порошок собирается в виде "нитей", "жилок" толщиной до 1 мм и более, которые хорошо видно невооруженным взглядом.

6.5. Размагничивание деталей. После проверки деталь необходимо размагнитить. Если этого не сделать, то в процессе ее работы на рабочих поверхностях будут скапливаться продукты износа в виде металлической пыли, что будет способствовать более интенсивному изнашиванию рабочих поверхностей детали и, следовательно, значительному сокращению ее ресурса.

Размагничивание проводится таким же образом, как и намагничивание, только предварительно двухполюсный пере-

ключатель "17" устанавливается в положение "Размагничивание". После проверки деталь промыть моющим раствором.

Отчет. Отчет о работе составляется в соответствии с формой, представленной в приложении 2.

Контрольные вопросы

1. Сущность и назначение магнитной и ультразвуковой дефектоскопии.
2. Виды намагничивания деталей и их назначение.
3. Размагничивание деталей.
4. Виды ультразвуковой дефектоскопии.
5. Число витков при намагничивании гибким кабелем.
6. Каким способом можно выявить дефекты на стальных и алюминиевых деталях?

Лабораторно-практическая работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель работы. Ознакомить студентов с приемами контроля зубчатых колес и шлицевых соединений в соответствии с техническими условиями, а также с конструкцией и правилами пользования приборами и инструментами, используемыми на авторемонтных заводах для дефектации зубчатых колес, закрепить знания в определении способов устранения обнаруженных дефектов шестерен и шлицевых соединений металлорежущих станков.

Общие положения

Содержание работы:

1. Определение дефектов шестерен и деталей со шлицами осмотром и измерением длины зуба.
2. Измерение толщины зуба штангензубомером и определение величины износа зуба.
3. Контроль толщины зуба шаблоном.
4. Измерение диаметров охватываемых деталей шлицевых соединений, ширины шлицев и зазоров в шлицевых соединениях.
5. Составление отчета.

Оборудование рабочего места

1. Стол высотой 0,8 м с рабочей площадью 1,5×0,8 м с ящиком для инструментов.
2. Штангензубомер с точностью измерения 0,05 мм.
3. Индикатор со стойкой.
4. Тиски слесарные.
5. Шаблоны для контроля зубьев шестерен и шлицев.
6. Мостик с центрами для установки валов со шлицами.
7. Нормалемер.
- 8 Шагомер для основного шага.

Общие сведения о дефектации зубчатых колес

1. Дефекты поверхностей зубьев

Зубчатые колеса изготавливают из легированных цементованных сталей. После цементации или цианирования и последующей термической обработки твердость рабочих поверхностей зубьев составляет 57...66 HRC. Цементация представляет процесс обогащения поверхностного слоя углеродом. Последующая термическая обработка сообщает поверхностному слою высокую твердость и вязкость сердцевине и повышает износостойкость и усталостную прочность зубьям. Цементацию ведут на глубину 0,5...0,2мм в твердом или газовом карбюризаторе при температуре 1000 ± 50 °С. Длительность насыщения поверхностного слоя зубьев углеродом зависит от заданной глубины цементации и марки материала и составляет от 2 до 24 ч. При этом структура материала имеет тенденцию крупнозернистости.

Для обеспечения не только высокой прочности и ударной вязкости материала необходимо мелкое зерно. Этого можно достигнуть последующей двойной закалкой и низким отпуском, уменьшающими остаточные напряжения и сохраняющими твердость стали.

Цианирование позволяет также насытить поверхность углеродом при температуре 900 ± 50 °С в жидких, газовых средах или твердых упаковках с применением цианистых соединений в качестве карбюризаторов. При цианировании в поверхностном слое оказывается азот, придающий поверхности большую износостойкость.

В результате нарушения работы коробок передач станков зубчатые пары из-за ошибок при термообработке могут иметь следующие дефекты.

1. Перегрев, характеризующийся крупнозернистостью, пониженной пластичностью и ударной вязкостью.

2. Пережог, результатом которого на границах зерен участков, обогащенных углеродом, образуются не окисленные

пустоты, пузыри и включения окислов железа, снижающие пластические свойства.

3. Окисление - значительный слой окалины на поверхности зуба.

4. Коробление - деформации и поводки после закалки.

5. Закалочные трещины - неисправимый дефект.

6. Недостаточная твердость после закалки - дефект структуры из-за пониженной температуры нагрева, недостаточной выдержки или малой скорости охлаждения.

7. Мягкие пятна - наличие на поверхностях зубьев участков с пониженной твердостью.

8. Пониженная твердость после отпуска - дефект структуры из-за отпуска при температуре выше нормальной.

9. Высокая твердость отожженной сердцевины зуба - дефект структуры из-за повышенной скорости охлаждения при отжиге или низкой температуре выдержки.

10. Эрозия-уменьшение размеров или искажение профиля вследствие окисления и износа металла с поверхности зуба.

11. Разъедание - точечное или ручьеобразное поражение поверхности зуба.

12. Обезуглероживание-исчезновение углерода с поверхности зуба, снижающее твердость после закалки и предел выносливости.

Переключаемые зацепления при изменении передач в коробках приводят к преимущественному износу торцов зубьев. Торцовый износ подлежащих восстановлению зубьев составляет 0,8...6,5 мм. Износ зубьев по толщине достигает 1,0 мм.

Ход выполнения работы

Визуальный контроль. Осмотром цилиндрических шестерен и шлицевых соединений определяют наличие таких дефектов, как ступенчатая выработка, трещины, обломы, забоины, заусенцы, выкрашивание на рабочей поверхности зубьев или шлицев в виде мелких раковин (сыпи), состояние резьбы и посадочных мест. Затем у шестерен измеряют штангенцирку-

лем длину зуба. Полученные результаты измерения и замеченные дефекты записывают в тетрадь лабораторных работ.

Измерение диаметров. Наружный и внутренний диаметры вала со шлицами измеряют микрометром. Для измерения внутреннего диаметра иногда (главным образом для валов коробок передач легковых автомобилей) приходится пользоваться специальным микрометром, отличающимся от стандартного меньшим диаметром гладкой части микрометрического винта и пятки с тем, чтобы они могли поместиться между шлицами. Наружный диаметр измеряют по вершинам шлицев, внутренний - по пазам. Измерения производят по двум парам шлицев, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях и в двух поясах рабочей зоны шлицевого соединения.

Измерение толщины зубьев. Перед измерением зубьев нужно проверить нулевую установку нониусов штангензубомера. Для этого сдвигают измерительные губки до соприкосновения без просвета, а планку рамки высотной линейки устанавливают так, чтобы ее мерительная поверхность лежала в одной плоскости с концами губок. Если при этом нулевой штрих одного или другого нониуса не совпадает с нулевым штрихом соответствующей штанги, следует освободить винты, крепящие нониус, передвинуть нониус в нулевое положение и закрепить винты.

Для измерения толщины зуба штангензубомером планку рамки высотной линейки устанавливают на величину высоты головки зуба до хорды начальной окружности h_x . Эта высота несколько больше расчетной высоты головки зуба h , и ее можно определять по формуле:

$$h_x = mH,$$

где m - модуль;

H - коэффициент, который берется из таблицы 3.

В том случае, когда данные таблицы не охватывают величины измеряемой шестерни, h_x определяется по формуле:

$$h_x = h + \frac{mz}{2} \left(1 - \cos \frac{90}{z}\right),$$

где z - число зубьев измеряемой шестерни.

Для корригированной шестерни с укороченным зубом расчет остается таким же, но высота головки зуба определяется с учетом его укорочения:

$$h_x = kmH,$$

где k – коэффициент высотной коррекции.

После установки планки высотной линейки ее закрепляют зажимом и еще раз проверяют точность установит по шкале и нониусу.

Зубомер устанавливают планкой рамки высотной линейки на измеряемый зуб, затем перемещают подвижную измерительную губку до такого положения, когда зуб шестерни окажется зажатым между измерительными губками. При этом необходимо следить, чтобы планка рамки касалась вершины измеряемого зуба, а сам штангензубомер лежал в плоскости, перпендикулярной продольной оси зуба. Измерения выполняют на трех зубьях, расположенных по окружности шестерни через 120° . Каждый зуб измеряют в двух поясах, расположенных от торцов зуба на расстоянии $1/4$ его длины. Износ зуба рассчитывают по формуле:

$$\sigma_x = S_x - S'_x,$$

где σ_x - износ зуба по хорде делительной окружности, мм;

S_x - толщина зуба по хорде делительной окружности для нового зуба, мм;

S'_x - та же длина, полученная при замере штангензубомером, мм.

Величина S_x дается в технических условиях и на чертежах шестерен.

Измерение основного шага. Для качества работы зубчатых колес большое значение имеет точность основного шага t_0 .

Два измерительных наконечника и касаются одноименных сторон профиля двух соседних зубьев колеса. Один нако-

нечник жестко связан с корпусом прибора, второй наконечник системой рычагов связан с индикатором. Устойчивость прибора в момент измерения обеспечивается переставным упором, положение которого может изменяться вращением винта. Чувствительный наконечник с помощью винта перемещается на требуемое расстояние от первого наконечника.

Установку прибора на номинальную величину основного шага t_0 производят по блоку плиток, укрепленному в струбцине со специальными боковичками. Установив прибор по блоку плиток, переносят его на проверяемое колесо и отмечают отклонения от номинальной величины основного шага.

Тангенциальные наконечники исключают влияние местных неровностей эвольвентной поверхности зубьев.

У косозубых цилиндрических колес установка производится нормально к направлению зубьев; при этом в расчет, естественно, принимается нормальный модуль зуба m_n . Основной шаг вычисляется по общей формуле:

$$t_0 = \pi m_n \cos \alpha,$$

где α - профильный угол исходного контура.

При $\alpha = 20^\circ$ величина $t_0 = 2,9521m_n$.

При измерении прибор несколько покачивают по профилю правого зуба. Если эвольвента правильная, то показания прибора должны оставаться постоянными.

Разность показаний от зуба к зубу дает разность основных шагов. Отклонения передаются на стрелку индикатора с пятикратным увеличением, так что цена деления индикатора равна 0,002 мм. Однако погрешности каждого отдельного измерения из-за трудности точной установки прибора и вследствие погрешностей передачи превосходят цену деления.

Измерение длины общей нормали. Метод измерения длины общей нормали состоит в том, что измерительные губки измерительного средства своими параллельными измерительными поверхностями охватывают несколько зубьев касательно к их боковой поверхности.

Число зубьев вычисляется таким образом, чтобы расстояние между их разноименными эвольвентными профилями

было постоянно, пока губки не выходят из эвольвентной части профилей, так что оно не изменяется даже при некотором наклоне губок.

Таблица 3

Число зубьев измеряемой шестерни z и значение коэффициента H .

z	H	z	H	z	H	z	H
10	1.0615	19	1.0324	28	1.0221	37	1.0167
11	1.0559	20	1.0308	29	1.0212	38	1.0162
12	1.0514	21	1.0293	30	1.0206	39	1.0158
13	1.0474	22	1.0280	31	1.0199	40	1.0154
14	1.0440	23	1.0268	32	1.0192	41	1.0150
15	1.0410	24	1.0256	33	1.0187	42	1.0146
16	1.0385	25	1.0245	34	1.0182	43	1.0144
17	1.0362	26	1.0237	35	1.0176	44	1.0141
18	1.0342	27	1.0228	36	1.0171	45	1.0137

Обозначим число охваченных губками впадин через n , толщину зуба по дуге основной окружности - через S_0 . Как явствует из рис. 5

$$L=BD+DE,$$

при этом прямые BD и DE , перпендикулярные к измерительным поверхностям в точках их касания к профилю, перпендикулярны и к эвольвентному профилю. Следовательно, эти прямые касательны к основной окружности и составляют одну прямую BE . В соответствии с образованием эвольвенты дуга $ACD=BD$ и дуга $DF=DE$. Суммируя почленно, находим, что длина дуги

$$ACDF=BE=L.$$

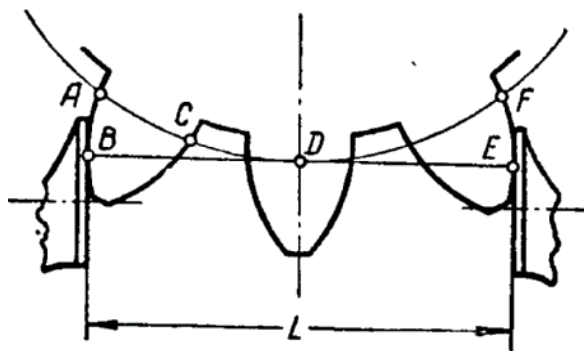


Рис. 5. Измерение длины общей нормали

Дуга же $ACDF$ представляет собой сумму n основных шагов плюс толщина зуба по дуге основной окружности, т.е.

$$L = nt_0 + S_0.$$

Из теории эвольвентного зацепления следует, что длина общей нормали L выражается формулой:

$$L = R \cos \alpha \left(\frac{S}{R} + \frac{2\pi n}{z} + 2 \operatorname{inv} \alpha \right),$$

где z - число зубьев колеса.

Чтобы из результата измерения по возможности устранить погрешности профиля зубьев, целесообразно брать точки касания измерительных плоскостей прибора с профилем возможно ближе к делительной окружности, где профиль зуба обычно сохраняет свою форму. Такое расположение точек касания зависит от числа впадин n , которые охватываются губками прибора. В таблице дается соответственное число впадин, попадающих в раствор губок прибора для угла зацепления 20° в зависимости от числа зубьев колеса.

Разница между величиной L , полученной в результате измерения и вычисленной по формуле, дает отклонение длины

общей нормали. Специальный прибор для измерения длины общей нормали получил название «нормалемер».

Контроль шаблоном. Контроль зубьев шестерни шаблоном не дает абсолютной величины толщины зуба или его износа. Этим способом определяют только годность шестерни к дальнейшей эксплуатации. Для проверки подбирают шаблон, соответствующий зубу проверяемой шестерни (обычно на шаблоне выгравировано наименование или номер шестерни, для которой он предназначен).

Размеры шаблона подобраны из расчета минимально допустимой при ремонте автомобиля толщины зуба шестерни. В соответствии с этим, установив шаблон на зуб, проверяют наличие зазора между вершиной зуба и кромкой шаблона. Наличие зазора свидетельствует о том, что толщина зуба находится в допустимых пределах. Отсутствие зазора указывает на то, что зуб изношен сверх допустимых пределов, и шестерню следует направить в ремонт или в утиль.

Толщину шлица проверяют шаблоном; для эвольвентных шлицев пользуются таким же шаблоном, как и для зубьев шестерен, для прямобочных шлицев - шаблоном с проходной и непроходной сторонами. Размер между измерительными плоскостями проходной стороны равен максимально допустимой ширине шлица при его изготовлении, а непроходной - минимально допустимой с учетом износа.

При эксплуатационных ремонтах проверяют обычно только боковой зазор в шлицевом соединении. Для измерения зазора охватываемую деталь (вал), с надетой на нее шестерней или другой охватывающей деталью укладывают шейками на призмы или устанавливают в центрах. Шестерню или другую охватывающую деталь закрепляют в зажиме (слесарных тисках). Стойку индикатора устанавливают так, чтобы измерительный стержень упирался в боковую грань одного из шлицев. Покачивая охватываемую деталь рукой, замечают максимальное и минимальное отклонения стрелки индикатора. Разница между этими отклонениями и дает величину бокового зазора.

Контроль конических зубчатых колес. У конических колес обычно проверяют окружной шаг, толщину зуба и биевание зубчатого венца, но чаще всего удовлетворяются комплексной проверкой колес попарно или по образцовому колесу. Шаг зуба можно измерять шагомером и шаблонами, толщину зуба - штангензубомером. Толщину зуба измеряют как у основания, так и у вершины конуса. Эти измерения менее надежны, и результаты их более грубы, чем у цилиндрических колес, так как у конических колес шаг и толщина зуба изменяются по длине зуба.

Отчет. Отчет о работе составляется в соответствии с формой, представленной в приложении 3.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные дефекты зубчатых колес.
2. Какие способы восстановления зубчатых колес Вы знаете?
3. Возможно ли применение наплавки для восстановления зубчатых колес и если возможно, каковы технологические особенности ее применения для данных деталей?
4. Перечислите основные параметры зубчатых колес.
5. С какими дефектами возможно восстановление зубчатого колеса, а с какими нет?

Лабораторно-практическая работа № 4

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Цель работы. Изучить применяемые способы восстановления деталей полимерными материалами, технологию, материалы, оборудование.

Общие положения. Техника безопасности. Процесс ремонта деталей полимерами вредный и огнеопасный. Работу следует производить в халате или фартуке, на рукавниках, в перчатках из резины.

Перед началом работы кожу рук следует смазать тонким слоем мыльной пасты или кремом для бритья. Не притрагиваться грязными руками к телу, белью и одежде. Во время работы запрещается курить и принимать пищу. Все материалы должны быть в герметических емкостях. Клей БС-10Т огнеопасен и хранятся в течение 6 месяцев в темной закрытой таре при температуре +2 ... +5°C. Полиэтиленполиамин - ядовит и с кожи рук смывается водой. Эпоксидная смола в закупоренной посуде хранится 2 ... 3 года. Мастика с внесенным полиэтиленполиамином хранится только 20 ... 30 минут. Мастику с кожи рук смывают ацетоном и затем теплой водой с мылом.

Рабочее место должно быть покрыто бумагой, которая после работы уничтожается, загрязнённые места протираются ацетоном и смываются водой. Помещение должно постоянно вентилироваться. Подогрев и взвешивание компонентов для приготовления мастики на основе эпоксидной смолы следует производить в вытяжном шкафу или на рабочем месте, с местным отсосом воздуха. При приготовлении мастики и составов следует строго соблюдать дозировку.

Ремонт деталей мастиками на основе эпоксидной смолы и клеями можно производить в полевых и стационарных условиях, при этом не требуется специального оборудования, вы-

сокая квалификация рабочих и не всегда нужно снимать или разбирать узел или агрегат.

Оборудование рабочего места

1. Ванна для нагрева воды.
2. Емкость для эпоксидной смолы ЭД-6 (для подогрева смолы в водяной ванне).
3. Термометр до 100°С.
4. Весы лабораторные с разновесом от 1 до 5 грамм.
5. Плитка электрическая для подогрева воды.
6. Стеклопалочка для размешивания мастики.
7. Емкость для размешивания мастики.
8. Струбины для сжатия склеиваемых деталей.
9. Металлическая щетка.
10. Напильник.
11. Настольный сверлильный станок.
12. Волосная щетка для нанесения клея на деталь.
13. Сушильный шкаф с регулятором температуры.
14. Лупа.

Используемые материалы

1. Эпоксидная смола ЭД-6 - вязкая, медленно текущая жидкость светло-коричневого цвета.
2. Дибутилфтолат - разжижитель, желто-маслянистая жидкость, снижающая вязкость эпоксидной смолы, придает отвердевшей мастике большую ударную прочность и стойкость к температурным колебаниям.
3. Полиэтиленполиамин и гексометелиндиамин, являются отвердителем, ускоряющим соединение мастики с основным металлом, облегчает отверждение мастики при температуре +15 ... 100 °С.
4. Наполнители - материалы, повышающие механическую прочность, теплостойкость мастики, снижают усадку, сближают коэффициент линейного расширения мастики и материала детали.

В качестве наполнителей используют измельченный в порошок чугун, графит, смолу, алюминий, сажу, кварцевую муку, цемент и другие материалы.

4.5. Клей ВС-100Т выпускается в готовом виде - прозрачный однородный раствор желто-красного цвета. Используется для склеивания разного рода материалов и металлов.

4.6. Ацетон или бензин Б-70 используется для обезжиривания мест склеивания или мест заделки трещин деталей.

Задание

1. Изучить технику безопасности при выполнении работы.
2. Изучить применимые в ремонтном производстве способы деталей полимерными материалами.
3. Ознакомиться с применяемыми материалами.
4. Разработать технологический процесс восстановления детали (по указанию преподавателя).
5. Произвести восстановление детали (по указанию преподавателя) мастикой на основе смолы и склеивания клеем ВС-10Т.
6. Определить затраты времени на выполнение процесса.
7. Испытать отремонтированные детали.
8. Составить отчет о проделанной работе.

Краткие сведения о полимерных материалах и способах их использования при ремонте деталей

Полимерные материалы - химические вещества, представляющие собой высокомолекулярные соединения, состоящие из множества небольших молекул, называемых мономерами, в которые, кроме полимера, входят другие вещества, наполнители, отвердители, пластификаторы, придающие полимерам требуемые свойства. В зависимости от изменения свойств при нагреве пластмассы разделяются на термопластичные (термопласты) и термореактивные (реактопласты).

Реактопласты после нагревания и последующего затвердения переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Тер-

мопласты при нагревании вновь становятся пластичными и пригодными для повторного использования.

Основой полимерных материалов является искусственная или естественная смола, которая связывает все компоненты и определяет химические, механические, физические и другие свойства.

Большинство полимеров, используемых в технике, получают искусственным путем в результате реакции синтеза, при этом применяют две основные реакции - полимеризации и поликонденсации.

Наполнители вводят для улучшений механических свойств полимеров (металлические порошки, стеклоткань, асбест, слюда, графит и другие). Пластификаторы придают полимерам эластичность, вязкость и текучесть (дибутилфталат, камфаза, олиеновая кислота). Отвердители способствуют переходу полимеров в твердое состояние (полиэтиленполиамин, магнезия, известь и другие).

Красители (охра, мумие, сурик) сообщают пластмассам определенный цвет.

При ремонте машин наибольшее применение находят такие, полимерные материалы, как поликапролактон, капрон, полиэтилен, волокнит, стекловолокнит, фторопласт, преспорошки, составы на основе эпоксидных смол ЭД-5, ЭД-6, ЭД-16, ЭД-20, синтетические клеи типа ВС-10Т, ВС-350, термопласты ПНФ-12, герметик и другие.

Основные направления использования полимерных материалов при ремонте машин следующие: нанесение на поверхность детали полимерного материала, замена быстроизнашиваемых деталей или их участков, склеивание, синтетическими клеями, заделка трещин, отколов эпоксидными пастами, заливка герметиками и т.д.

Вихревое напыление заключается в том, что нагретую до определенной температуры деталь (выше температуры плавления нанесенного полимерного материала) погружают на некоторое время во взвихренный полимер, находящийся в камере. Размер частиц полимера 0,1 ... 0,15 мм, которые насыпают-

ся на пористое дно камеры. Инертный газ, продуваемый через дно камеры, образует вихревой объем полимера, обладающий свойствами жидкости. Частицы порошка попадая на нагретую поверхность детали, оплавляются и образуют покрытие. Время выдержки в камере зависит от толщины покрытия. Деталь перед нанесением покрытия должна быть соответствующим образом подготовлена. От этого зависит прочность соединения полимера с деталью.

При вибрационном нанесении покрытия взвихренное состояние полимера в камере создается за счет ее вибрации.

При газопламенном нанесении полимера через воздушное пламя продувается струя сжатого воздуха с полимерным порошком. Деталь при этом должна быть подогрета и соответствующим образом подготовлена. Проходя через зону пламени частицы полимера оплавляются и, ударяясь о поверхность, прилипают к ней и под действием пламени горелки сплавляются между собой в сплошной слой. Этим способом можно получить тонкие (до 0,1 мм) и толстые (до 5 мм и более) покрытия, а также наносить полимеры на деталь сложной конфигурации. Для газопламенного напыления используются специальные установки типа УПН.

Замену быстро изнашиваемых деталей или их частей полимерными материалами осуществляют опрессовкой или литьем под давлением литьевыми машинами, в которых расплавленная пластмасса под давлением подается в зазор между деталью и пресс-формой, охлаждаемой водой. Этим способом можно не только ремонтировать, но и изготавливать новые детали. Существуют и другие способы нанесения, например, в электрическом поле. Он основан на переносе заряженных частиц полимерного материала на поверхность детали с противоположным зарядом.

Краткие сведения о клеевых составах

При ремонте применяют различные клеевые составы типа БФ, ВС-10Т, ВС-350, КБ-3 для восстановления неподвижных сопряжений, наклейки фрикционных накладок, заделки

трещин, наложения заплат на пробоины. Склеивание деталей основано на явлении адгезии между полимером и поверхностью детали и когезии - молекулярном взаимодействии между молекулами клеевого состава.

Клей ВС-10Т представляет собой раствор синтетических смол в органических растворителях. Используется для склеивания деталей из черных, цветных металлов, пластмасс. Наиболее эффективно его применение для наклеивания фрикционных накладок.

Клей типа БФ представляет собой спиртовой раствор терморезистивных смол. Наибольшее распространение получили клеи БФ-2, БФ-4, БФ-6. Выбор клея зависит от материала склеивания деталей, их конструкции и условий работы.

Ход работы

1. Устранение трещин в корпусной детали (стенки водяной рубашки, корпус редуктора, коробки передач и другие).

Трещины длиной до 150 мм устраняют в такой последовательности:

а) с помощью лупы определяют границы трещины и по концам засверливают сверлом диаметром 2,5 ... 3 мм на глубину стенок;

б) трещину разделяют по своей длине на глубину 2 ... 3 мм под углом 60 ... 70°С (шлифкругом или зубилом);

в) поверхность детали, прилегающую к трещине на расстоянии 15 ... 20 мм по обе стороны зачищают до металлического блеска и делают на ней колечки;

г) затем поверхность обезжиривают ацетоном или бензином Б-70 и просушивают при комнатной температуре в течение 8 ... 10 мин. После этого приготавливают состав на основе эпоксидной смолы (ЭД-6, ЭД-16, ЭД-20) по составу, представленному в таблице 4.

Состав №1 и №4 применяют для чугунных деталей, №2 для стальных, №3 для алюминиевых, №5 для пластмассовых.

Состав приготавливается в следующем порядке. Эпоксидную смолу разогревают вместе с водой, которую подогре-

вают до температуры 50 ... 80 °С в течение 15 минут. Отбирают необходимое количество в ванночку (взвешивая на весах) и охлаждают до температуры 30 ... 40°С. В отобранную смолу добавляют небольшими порциями пластификатор - дибутилфтолат и смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой в течение 5 ... 8 минут.

Таблица 4

Составы на основе эпоксидной смолы

Компоненты	Номер состава				
	1	2	3	4	5
Эпоксидная смола	20 0	20 0	10 0	10 0	10 0
Дибутилфтолат	15	15	15	15	15
Чугунный порошок	15 0	-	-	-	-
Окись железа	-	15 0	-	-	-
Графит	-	-	-	50	-
Алюминиевая пудра	-	-	20	-	90
Молотая слюда	20	20	-	-	-
Этрол	-	-	-	-	90
Полиэтиленполиамин	10	10	10	10	10

В полученную смесь небольшими порциями добавляют наполнитель – железный порошок и вновь тщательно перемешивают в течение 8 ... 10 минут. В качестве наполнителя используется тот материал, из которого изготовлена деталь, или близкий к нему по физико-механическим свойствам. За 30 минут до использования в смесь добавляют отвердители и тщательно перемешивают ее в течение 5 минут. Смесь готова к употреблению.

После приготовления состава вторично обезжиривают и просушивают поверхность детали. На трещину наносят приготовленный состав, хорошо уплотняют его шпателем и накладывают заплату из стеклоткани толщиной 0,1 ... 0,3 мм, прика-

тывая ее роликами. Заплату накладывают так, чтобы она перекрывала трещину на 20 ... 25 мм. Накладку из стеклоткани предварительно обезжиривают кипячением в воде в течение 2 ... 3 часов.

Малые трещины (длиной до 20 мм) устраняют без накладки. На трещину (пробоину) накладывают последовательно 2 ... 3 слоя мастики и ткани. В последующем ткань должна перекрывать первый слой на 10 ... 15 мм. Все последующие накладки также прикатывают роликами.

После заделки трещин или пробоин проводят сушку по следующим режимам:

- при температуре 20 °С в течение 72 часов;
- при температуре 40 °С в течение 25 часов;
- при температуре 80 °С в течение 14 часов;
- при температуре 100 °С в течение 2 ... 4 часов.

После сушки производят зачистку от наплывов и подтеков напильником, шлифовальным кругом на гибком валу или шлифовальной шкуркой. Качество заделки проверяют внешним осмотром или проводят испытание на стендах (блоки, головки блоков и другие).

При устранении трещин длиной до 150 мм и более, помимо разделки кромок, дополнительно сверлят отверстия 6 мм по всей длине трещины (расстояние между центрами отверстий 9 мм). В отверстиях нарезают резьбу М8×1 и устанавливают стальные ввертыши, которые перед установкой обезжиривают, просушивают и смазывают слоем состава. Затем наносят состав и ставят накладки.

Приготовленные составы можно также использовать при восстановлении посадки подшипников качения. Поверхность гнезда и наружного кольца подшипника зачищают шлифшкуркой для установления следов коррозии, обезжиривают и просушивают. Затем на подготовленные поверхности волосяной щеткой наносят приготовленный состав и запрессовывают подшипник в гнездо, выдерживают 72 часа и удаляют наплывы.

Технология ремонта деталей клеем ВС-10Т

Поверхности склеиваемых деталей тщательно очищают от грязи и ржавчины до блеска. Очищенные поверхности обезжириваются ацетоном или бензином Б-70. На очищенные или обезжиренные поверхности волосяной кистью наносится равным слоем толщиной до 0,1 мм клей ВС-10Т в два-три слоя без пузырьков воздуха и подтеков с выдержкой при температуре 20 °С 10 ... 15 минут до высыхания каждого слоя. Для обеспечения прочного соединения склеиваемые поверхности сжимают при помощи струбцин, стяжек или другими устройствами с усилием 30 ... 40 Н на все время отверждения клеевого соединения при температуре 180 °С в течение 2-х часов.

9 После выполнения работ по восстановлению детали составить маршрутную карту на восстановление детали и рассчитать затраты времени на ее восстановление по зависимости

$$T = t_{п. з.} + t_{в. у.} + t_{о. п.} + t_{о. р. м.},$$

где $t_{п. з.}$ - подготовительно-заключительное время, мин.;

$t_{в. у.}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{о. п.}$ - неполное операционное время на комплекс приемов, мин.;

$t_{о. р. м.}$ - время на обслуживание рабочего места и естественные надобности.

Данные для расчета представлены в таблицах 2, 3, 4, 5, 6.

Отчет. Отчет о работе составляется в соответствии с формой, представленной в приложении 4.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие термопластов от реактопластов?
2. Назовите применяемые в ремонтном производстве способы восстановления деталей полимерными материалами.
3. Какой наполнитель необходим при восстановлении деталей из алюминиевых сплавов?

4. Назовите марки наиболее распространенных эпоксидных мастик и клеев.

5. Назовите основные технологические операции по подготовке поверхности для восстановления полимерными материалами.

6. Чем нужно руководствоваться при выборе наполнителя при восстановлении детали полимерными материалами?

7. Как определить затраты времени на восстановление детали?

8. Назовите основные технологические операции восстановления деталей с использованием клеевых составов.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
Кафедра технологии машиностроения

Отчет по лабораторной работе
«Восстановление изношенных деталей гальваническими по-
крытиями»

Выполнил: студент
_____ гр.

Проверил: _____

Воронеж 20 _ г.

Задание

Модель технологического оборудования _____

Название и номер детали по каталогу _____

Материал детали _____

Технические условия на деталь (твердость и чистота обработки) _____

Принципиальная схема установки для гальванического наращивания покрытий.

Состав электролита _____

Порядок проведения работы _____

Эскиз детали с расположением восстанавливаемых поверхностей

Контрольные вопросы _____

Заключение о качестве покрытия _____

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
Кафедра технологии машиностроения

Отчет по лабораторной работе
«Дефектация деталей магнитной дефектоскопией и
ультразвуком»

Выполнил: _____ студент
_____ гр.

Проверил: _____

Воронеж 20 _ г.

Задание

Модель технологического оборудования _____

Название и номер детали по каталогу _____

Материал детали _____

Технические условия на деталь (твердость и чистота обработки) _____

Принципиальная схема ультразвукового дефектоскопа

Состав магнитной суспензии _____

Порядок проведения работы _____

Эскиз детали с расположением дефектов

Контрольные вопросы _____

Заключение о годности детали _____

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
Кафедра технологии машиностроения

Отчет по лабораторной работе
«Изучение и освоение способов контроля зубчатых колес
в ремонтном производстве»

Выполнил: студент
_____ гр.

Проврил: _____

Воронеж 20 _ г.

Таблица ПЗ.1

Характеристика шестерни и вала со шлицами

Наименование детали и марка автомобиля	Материал детали	Термическая обработка	Твердость

Основные размеры шестерни: модуль; угол зацепления; коэффициент высотной коррекции; номинальная длина зуба мм; номинальная толщина зуба по хорде начальной длины окружности мм; диаметр окружностей: начальной мм, наружной мм.

Основные размеры вала со шлицами: число шлицев; номинальная ширина шлица мм; номинальные диаметры: наружный мм, внутренний мм; номинальный боковой зазор в сочленении вал - охватываемая деталь мм; характеристика профиля шлица

2.2 Оборудование, приборы, инструменты и их краткая характеристика.

2.3 Данные измерений зубьев шестерен (штангензубомером) вносятся в таблицу Б2.

Таблица ПЗ.2

Данные измерений зубьев шестерен

№ зубьев	Толщина зуба, мм			Длина зуба, мм
	1 пояс	2 пояс	3 пояс	
1				
2				
3				

Наименьшая средняя толщина зуба по хорде начальной окружности мм;

Наименьшая длина зуба мм;

Максимальный средний износ зуба по толщине мм;

Высота головки зуба для настройки штангензубомера мм;

Данные измерений вала со шлицами.

Наименьшие диаметры:
наружный мм;
внутренний мм.
Наибольший износ по диаметрам:
наружному мм;
внутреннему мм.
Наименьшая ширина шлица мм.
Наибольший износ шлица по ширине

мм.

Зазор в сочленении вал - охватывающая деталь

. мм.

2.4 Заключение студента о степени износа шестерни и шлицевого соединения:

- по результатам внешнего осмотра;
- по результатам измерений.

«__» _____ 20__ г.

Подпись студента

Подпись

преподавателя

Примечание:

Необходимые данные по материалам, термической обработке, твердости, а также номинальные и допустимые размеры деталей берутся по справочникам, техническим условиям и рабочим чертежам.

В заключении о состоянии шестерни студент, кроме указаний о годности деталей, должен указать способы ремонта дефектных шестерен.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»
Кафедра технологии машиностроения

Отчет по лабораторной работе
«Восстановление автотракторных деталей полимерными
материалами»

Выполнил: _____ студент
_____ гр.

Проверил: _____

Воронеж 20 _ г.

Задание

Наименование детали _____

Марка материала детали _____

Размеры восстанавливаемой поверхности _____

Эскиз детали с расположением на нем дефектов

Расчет основного технологического времени на восстановление детали

Таблица П4.1

Подготовительно-заключительное время на партию деталей,
мин

Приемы работ	Характер выполняемых работ		
	простая работа	работа средней сложности	сложная работа
Получение и сдача наряда, чертежей, деталей, инструментов и ознакомление с работой	3,0	4,0	5,0

Таблица П4.2

Время на обслуживание рабочего места и естественные
надобности исполнителя, мин

Наименование выполняемых работ	Характер выполняемых работ		
	нормальная работа	удобная, но тяжелая	неудобная и тяжелая
Обслуживание рабочего места и естественные надобности	6	8	10

Таблица П4.3

Время на механическую подготовку трещин при ремонте
эпоксидными смолами, мин

Длина трещины, мм	25	40	65	100	160
Операционное время	7,5	9	13,5	18	27

Таблица П4.4

Время на обезжиривание поверхности детали ацетоном

Площадь поверхности, см ²	100	200	400	600	800	1000
Оперативное время	0,2	0,9	1,4	1,6	1,9	2,0

Таблица П4.5

Время на приготовление состава на основе эпоксидной смолы
на рабочем месте

Количество приготавливаемой смеси, г	50	100	150	200
Оперативное время	5,4	5,5	6,5	8,0

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология машиностроения. Восстановление качества и сборка деталей машин: Учебное пособие (С Грифом УМО)/ В.П. Смоленцев, Г.А. Сухочев и др. - Воронеж: ВГТУ, 2008. – 216 с. ISBN

2. Сухочев Г.А. Технология машиностроения. Восстановление качества изделий: учеб. пособие / Г.А. Сухочев, С.Н. Коденцев, Е.Г. Смольяникова. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. 303 с.

3. Сухочев Г.А. Разработка технологического процесса изготовления детали / Г.А. Сухочев, К.А. Яковлев. - Воронеж: ВГЛТА, 2002. - 68 с.

4. Станчев Д.И. Основы технологии производства и ремонта автомобилей / Д.И. Станчев, Г.А. Сухочев, В.Н. Бухтояров. – Воронеж: ВГЛТА, 2006. - 16 с.

5 Жуков В.Т. Ремонт и эксплуатация оборудования отрасли: метод. указания / В.Т. Жуков, Г.А. Сухочев, И.А. Иванов – Воронеж: Воронеж. гос. лесотех. акад., 2000. – 80 с.

6. Основы технологии производства и ремонта автомобилей. Разработка технологического процесса сборки метод. указания / В.Т. Жуков, Г.А. Сухочев, В.Н. Бухтояров, В.И. Ключников – Воронеж: Воронеж. гос. лесотех. акад., 2006. – 16 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
Лабораторно-практическая работа №1. Восстановление изношенных поверхностей гальваническими методами.....	2
Лабораторно-практическая работа №2. Дефектация деталей магнитной дефектоскопией и ультразвуком.....	12
Лабораторно-практическая работа №3. Освоение и изучение способов контроля зубчатых колес в ремонтном производстве.....	20
Лабораторно-практическая работа №4. Восстановление деталей технологического оборудования полимерными материалами.....	30
Приложения.....	40
Библиографический список.....	53

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторно-практических работ по дисциплинам «Технология машиностроения. Восстановление качества изделий» и «Технология машиностроения. Реновация нагруженных деталей» для студентов направления 15.04.01 «Машиностроение» (программа магистерской подготовки «Современные технологии производства в машиностроении») всех форм обучения

Составители:

Сухочев Геннадий Алексеевич
Бухтояров Владимир Николаевич
Коднецев Сергей Николаевич
Смольяникова Евгения Геннадиевна

В авторской редакции

Подписано в печать 30.09.2015.

Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов.

Усл. печ. л. 3,4. Уч.-изд. л. 3,2. Тираж 10 экз. «С»

Зак. №

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»

396026 Воронеж, Московский просп., 14