

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии машиностроения

Составители
Н. В. Абабков
Е. Е. Левашова
М. В. Пимонов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕНОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания к лабораторным занятиям

Рекомендовано учебно-методическими комиссиями
направления подготовки 15.03.01 Машиностроение
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензент

Клепцов А. А. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения

Абабков Николай Викторович

Левашова Елена Евгеньевна

Пимонов Максим Владимирович

Проектирование технологии реновационных процессов: методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] для обучающихся направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, профиль 02 Реновация оборудования топливно-энергетического комплекса, всех форм обучения / сост.: Н. В. Абабков, Е. Е. Левашова, М. В. Пимонов; КузГТУ. – Кемерово, 2019.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль 02 Реновация оборудования топливно-энергетического комплекса при изучении дисциплины «Проектирование технологии реновационных процессов». В методических указаниях изложены лабораторные работы и форма контроля.

© КузГТУ, 2019

© Абабков Н. В.,
Левашова Е. Е.,
Пимонов М. В.,
составление, 2019

Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1

ОБЪЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных объектов производства.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Объекты производства. Основные понятия и определения

Объектами основного производства в машиностроении (изделиями) являются машины и механизмы, их агрегаты и детали.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделиями могут быть машина, элемент машины или отдельная деталь (для моторного завода изделием является двигатель, для завода поршневых колец – поршневое кольцо).

Установлены следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталь – это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Деталь может быть подвергнута термической обработке, упрочнению и различным видам покрытий.

Сборочная единица – это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (например, опрессовкой, развальцовкой и т. д.). К сборочным единицам при необходимости также относятся: изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем; совокупность сборочных единиц и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице; совокупность

сборочных единиц и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенных на предприятии-изготовителе в укладочные средства (футляр, коробку и т. п.), которые предусмотрено использовать вместе с уложенными в них изделиями.

Комплекс – это два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Комплект – это два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера.

Чтобы из исходных материалов и сырья получить изделие, необходимо выполнить ряд операций производственного процесса: доставить материалы на предприятие; организовать их складирование и хранение; изготовить заготовки; обработать эти заготовки в механических и термических цехах; осуществить сборку изделия; произвести окраску, испытание и упаковку.

Производственный процесс – совокупность всех действий людей и орудий труда для изготовления или ремонта продукции на данном предприятии.

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. В зависимости от требований, предъявляемых к детали, технологический процесс может включать различные операции: литье, штамповку, обработку резанием, сборку, испытание. Операции технологического процесса выполняются на рабочих местах с помощью различных средств.

Рабочим местом называют элементарную единицу структуры предприятия, на которой размещены исполнители работы, обслуживаемое технологическое оборудование, часть конвейера и предметы труда.

Технологическим оборудованием называются средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также техноло-

гическая оснастка. К технологическому оборудованию относятся станки, штампы, литейные машины, печи, испытательные стенды, гальванические ванны и т. д.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Операция является основным элементом производственного планирования и учета. Поэтому на нее разрабатывается и выписывается вся учетная и технологическая документация. Операция может выполняться за несколько установов.

При разработке технологических процессов необходимо стремиться к уменьшению количества операций, что приведет к уменьшению потребности в станках, рабочих, межоперационном транспортировании и производственной площади, следовательно, снижению себестоимости изготавливаемой детали.

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы. Изменение положения заготовки относительно поверхности стола станка или приспособления означает новый установ. Например, обтачивание вала с одного и другого концов до места зажима проводится за два установа, так как вал в течение одной операции дважды устанавливается и закрепляется.

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Установ и позиция имеют некоторые сходство и различие. Сходство заключается в том, что при каждом установе и позиции достигаются новые взаимные положения заготовки и инструмента. Различие обуславливается достижением каждого нового положения различными способами: при каждом новом установе – перезакреплением заготовки, при каждой новой позиции – перемещением или поворотом заготовки или инструмента в новое положение. Следует учитывать, что замена установов на позиции сокращает время, так как поворот приспособления с заготовкой занимает меньше времени, чем перезакрепление заготовки.

Операция может состоять из нескольких переходов.

Переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Технологический переход может состоять из нескольких проходов, или рабочих ходов.

Рабочим ходом называется законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

2.2. Типы производства и техническое нормирование

Тип производства в машиностроении определяется программой выпуска одинаковых изделий и трудоемкостью их изготовления. Необходимость четкого разграничения типов производства вызвана неформальными соображениями. В зависимости от количества изделий, выпускаемых предприятием в течение года, определяется содержание проектируемых технологических процессов их изготовления и выбор необходимого оборудования, инструментов, приспособлений и т. д. Типом производства определяется характер решения таких важных вопросов, как автоматизация и механизация производственных процессов. В машиностроении различают три типа производства: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство — это производство, характеризующееся малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматриваются.

Серийное производство — это производство, характеризующееся изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями.

Массовое производство — это производство, характеризующееся большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Тип производства определяет расположение оборудования на производственной площади. При единичном производстве универсальные станки устанавливают по групповому признаку, т. е. токарные, фрезерные, сверлильные и т. д. При серийном производстве осуществляется принцип поточной формы организации технологических процессов. Массовое производство характеризуется поточной формой организации технологических процессов, строгим закреплением операций за определенными станками.

Тип производства характеризуется *коэффициентом закрепления операций* K_{zo} , определяемым по формуле

$$K_{zo} = N_o / N_p, \quad (1.1)$$

где N_o — число операций; N_p — число рабочих мест, на которых выполняются различные операции.

Для различных типов производств K_{zo} имеет следующие значения:

- массовое 1;
- крупносерийное св. 1 до 10;
- среднесерийное св. 10 до 20;
- мелкосерийное св. 20 до 40;
- единичное св. 40.

При выборе технологического оборудования, проектировании оснастки и инструмента необходимо учитывать тип производства. В единичном производстве используют преимущественно универсальные станки, приспособления и стандартный режущий инструмент, а также универсальный измерительный инструмент.

При серийном производстве универсальное оборудование применяется значительно реже, появляется возможность широкого использования револьверных, многорезцовых специальных станков и полуавтоматов, в том числе агрегатных. Применяются специальные приспособления, инструменты. Это позволяет значительно ускорить обработку и снизить себестоимость продукции.

В массовом производстве, в основном, используют специальные оборудование, оснастку, режущий и измерительный инструменты. При этом следует ориентироваться на оптимальные методы изготовления деталей и сборки.

Основные формы организации технологических процессов. В машиностроении различают две формы организации технологических процессов: поточную и непоточную.

Поточное производство характеризуется:

закреплением операций обработки деталей за соответствующими станками;

расстановкой станков в последовательности, соответствующей требованиям технологического процесса;

непрерывностью производства, т. е. передачей обрабатываемых деталей от предыдущего станка к последующему без транспортировки их на склад.

Непоточное производство ориентировано на обработку деталей на станках партиями (после каждой партии станки переналаживаются на другую партию деталей), станки расставлены по операционным признакам (группа токарных, фрезерных, шлифовальных и т. д.), после каждой операции детали транспортируют на склад, где они ожидают, когда освободятся станки для следующей операции.

В производстве автотракторных двигателей, как и в автомобильной промышленности, в целом производство строится по потоку. Непоточное производство находит применение в тяжелом и специальном машиностроении при серийном и мелкосерийном выпуске продукции.

Для единичного и мелкосерийного производства наиболее характерно расположение оборудования по группам: организуются участки токарных, фрезерных, шлифовальных и других станков.

При серийном производстве целесообразно применять групповую форму организации (участки обработки валов, шестерен, втулок). В этом случае каждый участок предназначен для изготовления одной или нескольких однотипных деталей.

Специализация производства на одних и тех же изделиях обеспечивает непрерывную загрузку оборудования заготовками.

Это позволяет широко использовать специальные и специализированные станки и автоматы, сложные специальные приспособления и автоматизированные устройства.

На современном предприятии массового производства механическая обработка деталей производится при поточной форме организации технологических процессов с широким применением автоматических линий и сборочных конвейеров.

Поточная линия характеризуется тактом работы. Под *тактом* T понимают интервал времени (мин), через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенного наименования, типоразмера и исполнения:

$$T = 60F/Ni, \quad (1.2)$$

где F – действительный фонд времени работы оборудования в одну смену, мин; Ni – количество изделий, подлежащих обработке на автоматической линии в смену.

При непрерывном потоке передача деталей от одного рабочего места к другому осуществляется непрерывно, что обеспечивает параллельное одновременное выполнение всех операций. Если длительность какой-либо операции больше такта, то ее делят на несколько операций, чтобы длительность каждой была равна такту.

Определение производительности оборудования, осуществление календарного планирования производства, выявление возможности многостаночного обслуживания осуществляются на основе технического нормирования.

Под *техническим нормированием* понимается установление технически обоснованных норм времени или норм выработки в единицу времени.

Технически обоснованная норма времени (штучное время) и техническая норма выработки являются критериями целесообразности операций технологического процесса в определенных производственных условиях. Штучное время (мин) определяется по формуле:

$$t_{шт} = t_O + t_B + t_{ТО} + t_{ООБ} + t_{П}, \quad (1.3)$$

где t_o – основное (технологическое) время, в течение которого производится удаление стружки, т. е. происходит изменение формы, размеров и качества поверхности обрабатываемой детали:

$$t_o = L_{p.x} \cdot i / S, \quad (1.4)$$

где i – число проходов; t_b – вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали, включение и выключение станка, подвод и отвод режущего инструмента, измерение размеров детали и др.; t_{TO} – время технического обслуживания, затрачиваемое на правку и смену затупившегося инструмента, подналадку, регулирование станка и удаление стружки в процессе работы. Время t_{TO} станка зависит от типа оборудования, характера выполняемой работы и в условиях массового производства нормируется в процентном отношении к основному (технологическому) времени; t_{OOb} – время организационного обслуживания, затрачиваемое на приемку и подготовку станка к работе (чистка, смазывание и др.), сдачу готовой продукции, уборку рабочего места и передачу станка сменщику в конце смены. Это время зависит от типа станка и условий работы и выражается в процентах от оперативного времени ($t_{оп} = t_o + t_b$); $t_{п}$ – время перерывов на отдых и физические потребности рабочего. Данное время регламентируется конкретными условиями производства, а также специфическими условиями работы на данном оборудовании и определяется в процентном отношении к оперативному времени.

Под *нормой выработки* понимают регламентированный объем работы, который должен быть выполнен в единицу времени в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма выработки N_B характеризуется количеством изделий, которое по плану должен изготовить рабочий за определенный период времени (обычно за смену). Ее используют при учете фактической производительности:

$$N_B = 1/t_{шт} \text{ или } N_{всм} = t_c/t_{шт}, \quad (1.5)$$

где t_c – продолжительность рабочей смены, мин.

При обработке деталей партиями в серийном производстве, а также на переналаживаемых групповых и автоматических линиях дополнительно рассчитываются подготовительно-заключительное время $t_{ПЗ}$ и штучно-калькуляционное время $t_{ШК}$:

$$t_{ШК} = t_{ШТ} + t_{ПЗ}/n, \quad (1.6)$$

где n – количество деталей в партии.

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим на ознакомление с чертежом, на подготовку и наладку оборудования, приспособлений и инструмента, пробную обработку деталей, сдачу продукции, а также приспособлений и инструмента после окончания работы и не зависит от количества деталей в партии. Это время определяется по нормативам в зависимости от характера и объема подготовительных работ и в норму штучного времени не включается.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором освещаются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое объект?
2. Что такое изделие?

3. Что такое деталь?
4. Чем характеризуется производственный процесс?
5. Чем отличается сборочная единица от комплекта?
6. Что такое комплекс?
7. Чем характеризуется технологический процесс и какие операции может в себя включать?
8. Чем отличается и чем похожи установ и позиция?
9. Что такое операция?
10. Что такое технологическое оборудование и что к нему относится?
11. Какие типы производства существует, чем характеризуется каждый?
12. Чем характеризуется K_{30} ?
13. При каких типах производства какое оборудование применяют?
14. Чем характеризуется поточное и непоточное производство?
15. Что такое такт?
16. Что такое техническое нормирование и на основании чего оно осуществляется?
17. Из чего состоит штучное время?
18. Что такое норма выработки?

Лабораторная работа №2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных способов восстановления размеров деталей, проектирования технологических процессов восстановления.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ.

Точность механической обработки имеет большое значение для обеспечения эксплуатационных характеристик деталей.

Вопросы точности решаются комплексно на стадиях проектирования конструкции, производства деталей и сборки изделия. При этом устанавливаются необходимые требования к точности изготовления двигателя и его деталей, исходя из их функционального назначения, и обеспечивается заданная точность соответствующей разработкой технологического процесса.

Под *точностью технологического процесса* понимают свойство технологического процесса, обуславливающее близость действительных и номинальных значений параметров по их распределению вероятностей. Вследствие возникающих погрешностей при обработке действительные размеры и другие точностные параметры обработанных деталей отличаются друг от друга. Погрешности обработки возникают на всех этапах технологического процесса и взаимосвязаны между собой. Кроме того, на точность изготовления деталей влияет точность самих заготовок, так как проявляется их технологическая наследственность.

Под *погрешностью обработки* понимают отклонение полученного при обработке значения какого-либо размера детали от заданного.

Под *точностью обработки* понимают степень приближения размеров, формы, взаимного расположения, качества обработанных поверхностей к значениям, заданным по чертежу.

При высоких требованиях к точности деталей регламентируют допустимые отклонения размеров, отклонения от правильной геометрической формы поверхностей и их взаимное расположение.

Точность формы имеет важное значение при работе сопряженных поверхностей. Под *точностью формы поверхности* понимают степень ее соответствия геометрически идеальным поверхностям. Для поверхностей вращения она характеризуется отклонением от округлости поперечного сечения, конусообразностью, искривлением оси.

Плоская поверхность может иметь допуски плоскостности и прямолинейности. Допуск формы поверхности обычно составляет часть допуска на соответствующий размер.

К погрешностям взаимного расположения поверхностей можно отнести отклонения от соосности шеек ступенчатого вала, от параллельности плоскостей, от перпендикулярности осей детали к торцу; допуски расположения параллельных или перпендикулярных осей отверстий, радиального и торцового биения и др.

Точность формы и взаимного расположения поверхностей зависит от различных технологических факторов. В большинстве случаев она определяется точностью относительных перемещений инструментов, обрабатывающих взаимосвязанные поверхности, точностью копирных устройств.

На точность механической обработки влияет ряд технологических факторов: геометрические погрешности изготовления станка и изнашивание его элементов; неточность изготовления и изнашивание инструмента; деформации обрабатываемой заготовки; погрешность установки заготовки; жесткость технологической системы; погрешность настройки станка; погрешности, вызываемые тепловыми деформациями системы; остаточные напряжения в материале заготовки; неточность средств и методов измерений; вибрации технологической системы и др.

Рассмотрим основные факторы, вызывающие погрешность обработки.

Геометрическая погрешность изготовления станка и изнашивание его элементов. Геометрическая погрешность изготовления станка возникает вследствие неточностей при сборке и обработке его основных узлов. Для каждой группы станков установлены нормы точности станков, которые регламентируют точность изготовления и сборки деталей. Например, отклонение от прямолинейности, плоскостности и параллельности направляющих должно быть 0,02 мм на длине 1000 мм. Допуск радиального биения шпинделей должен составлять 0,01...0,05 мм, а торцового – 0,01...0,02 мм.

Неточность изготовления и изнашивание инструмента. Неточность изготовления фасонных режущих инструментов непосредственно влияет на точность обработки. Такими инструментами являются сверла, развертки, метчики, протяжки, фасонные резцы, фрезы. Профиль этих инструментов копируется на обрабатываемой детали. При изнашивании инструментов изменяются геометрические размеры обрабатываемых поверхностей.

Деформации обрабатываемой заготовки. При установке заготовки в приспособление под действием усилия закрепления происходит ее деформация, что приводит к изменениям размеров и формы детали. Например, при закреплении тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне кольцо деформируется, утрачивая круглую форму. После растачивания внутренней поверхности и снятия сил зажима вследствие упругой деформации заготовки наружная поверхность кольца примет круглую форму, а внутренняя ее потеряет. При чистовой обработке тонкостенных нежестких заготовок (колец, гильз, валов, корпусных деталей) необходимо применять приспособления, которые обеспечивают равномерное распределение сил зажима по поверхности детали. К таким приспособлениям относятся пневматические, гидравлические устройства, различные цанговые зажимы, разрезные втулки, мембранные патроны и др. При обработке нежестких валов применяют люнеты.

Погрешность установки заготовки. При установке заготовки в приспособление ее положение должно быть определено относительно режущего инструмента. Однако вследствие погрешностей базирования и закрепления заготовки ее положение изменяется, что вызывает отклонение величины выполняемого разме-

ра и взаимного положения обрабатываемых поверхностей. Погрешность установки зависит от правильного выбора базовых поверхностей, точности изготовления и износа приспособления, смещения измерительной базы в направлении получаемого размера при закреплении заготовки.

Жесткость технологической системы. Основным источником погрешностей механической обработки является недостаточная жесткость системы станок-приспособление-инструмент-деталь. Она представляет собой замкнутую упругую систему, которая деформируется под действием сил резания.

Погрешности от упругих деформаций системы составляют в отдельных случаях 80 % общей погрешности механической обработки. Известно, что сила резания действует не только на режущий инструмент, но и на заготовку, причем основное влияние на деформацию оказывает радиальная составляющая P_y силы резания, направленная по нормали к обрабатываемой поверхности. В процессе обработки сила резания вызывает упругие отжатия элементов технологической системы. Их значения зависят от силы резания и жесткости элементов системы, т. е. от их способности противостоять действующей силе. Неравномерность упругих отжатий обусловлена нестабильностью силы резания вследствие неравномерной глубины резания, непостоянством размеров заготовок в партии, механических свойств материала, затуплением инструмента. Форма и размеры заготовки при этом изменяются.

РОЛЬ ПРИПУСКОВ НА ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для изготовления деталей используют следующие виды заготовок: прокат (фасонный или листовой), поковки, отливки и комбинированные (штампосварные).

Выбор заготовки является сложной и ответственной задачей. Для экономии материалов и уменьшения затрат времени и средств на механическую обработку целесообразно выбирать заготовки, которые по форме, размерам, точности и состоянию поверхностного слоя соответствовали бы параметрам готовой детали.

Основными факторами, определяющими вид заготовки, являются материал, конфигурация и габаритные размеры будущей детали. Во многих случаях материал определяет вид заготовки: если это литейный сплав, то заготовкой будет являться отливка; если деформируемый сплав – прокат или поковка. Большое значение при выборе заготовки имеют годовой объем выпуска изделий и тип производства.

Для изготовления деталей необходимы материалы, обладающие различными свойствами (коррозионной стойкостью, теплопроводностью, износостойкостью и т. д.).

При выборе материала конструкции учитываются механические, физико-химические, технологические и эксплуатационные показатели. Технологические свойства металлов и сплавов определяют их способность подвергаться соответствующим способам обработки (литью, ковке, сварке и резанию).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Использование в процессе ремонта восстановленных деталей позволяет значительно снизить стоимость ремонта. Стоимость восстановления деталей значительно ниже стоимости их изготовления и составляют 10...50 % стоимости новых деталей. Например, при производстве автомобильных деталей расходы на материалы и изготовление заготовок (отливок, поковок, штамповок) составляют 70...75 % их стоимости, а при восстановлении деталей в зависимости от способа восстановления эти затраты составляют 6...8 %, так как заготовкой является сама деталь и при этом обрабатываются только те поверхности, которые имеют дефекты. При этом чем сложнее деталь и, следовательно, чем дороже она в изготовлении, тем ниже относительные затраты на ее восстановление.

Технологический процесс (ТП) восстановления деталей – это процесс, содержащий целенаправленные действия по изменению определенного состояния детали с целью восстановления ее эксплуатационных свойств. Исходными данными для разработки технологических процессов восстановления являются:

- Рабочий чертеж детали и сборочный чертеж сборочной единицы, в состав которой входит деталь;
- Конкретные условия производства, имеющееся технологическое оборудование, мощности по проектированию и производству специальных приспособлений и инструментов;
- Технологический процесс производства детали (для обеспечения преемственности процессов изготовления и восстановления деталей).

Возможна разработка единичного ТП для восстановления отдельных деталей, создание типового ТП для восстановления сходных по конструкции деталей. При создании производственных мощностей по восстановлению детали следует ориентироваться на использование типовых ТП, т. к. это обеспечивает широкую номенклатуру восстанавливаемых деталей и, следовательно, более высокую экономическую эффективность производства.

Проектирование ТП восстановления осуществляется в несколько этапов:

1. Определение типа производства (единичное, серийное или массовое);
2. Анализ конструкции детали по чертежам и техническим условиям;
3. Выбор технологических баз;
4. Выбор способов восстановления;
5. Составление технологического маршрута детали;
6. Разработка технологических операций;
7. Расчет точности, производительности и экономической эффективности разработанного ТП.

Качество ремонта автомобилей и агрегатов зависит от качества восстановления деталей. В настоящее время авторемонтное производство располагает большим спектром способов восстановления, обеспечивающих ресурс восстановленных деталей на уровне 70–80 % от ресурса новых деталей.

Технологические способы восстановления деталей можно представить в виде двух групп: способы наращивания и способы обработки.

Восстановление изношенных и поврежденных поверхностей детали чаще всего осуществляется путем наращивания изношен-

ных поверхностей с последующей механической обработкой до требуемых параметров – размеров, шероховатости, формы.

К способам наращивания относятся способы, при которых изношенный материал детали компенсируют нанесением других материалов, в том числе и синтетических. К ним относятся сварка и наплавка, напыление, металлизация, пайка, нанесение электролитических металлопокрытий и полимерных материалов.

К способам обработки отнесены следующие технологические способы: обработки давлением, слесарно-механическая обработка, электрические способы обработки, упрочняющая обработка и т. д.

Способы и примеры способов восстановления приведены ниже.

1. Слесарно-механическая обработка – шабровка, пропиловка, притирка, фрезерование, шлифование, развертывание, прогонка резьбы и т. д.

2. Пластическая деформация – раздача, осадка, обкатывание, раскатывание, правка, вытяжка, высадка, электромеханическая обработка.

3. Сварка (наплавка) – электродуговая, электрошлаковая, под слоем флюса, в среде защитных газов, вибродуговая, плазменная, лучевая (электронная, лазерная), электроконтактная, трением.

4. Газотермическое напыление – электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное и детонационное.

5. Пайка – твердыми, мягкими и алюминиевыми припоями.

6. Электролитический – хромирование, железнение, никелирование, меднение.

7. Нанесение синтетических покрытий – газопламенное, под давлением, прессованием.

8. Электрическая обработка – анодно-механическая, электрохимическая, электроконтактная, электроимпульсная.

9. Упрочняющая обработка – термическая, термомеханическая, химико-термическая, поверхностно-пластическим деформированием, суперфинишная.

10. Покраска – пневматическая, безвоздушная, окунанием, струйным обливом, в электростатическом поле.

В ряде случаев первоначальную посадку в сопряжениях восстанавливают путем изменения начальных размеров сопрягаемых деталей (способ ремонтных размеров), постановкой дополнительной ремонтной детали, а также способами, основанными на перемещении металла детали к ее изношенной части. Для выбора рационального способа применительно к восстановлению конкретной детали или группе деталей следует знать технологические возможности различных способов и их характерные особенности.

Все способы наплавки (за исключением электроконтактной) оказывают значительное термическое влияние на изделие, что приводит к возникновению напряжений и деформаций. Поэтому при использовании наплавки и сварки следует предусмотреть операции по термообработке (отпуску, нормализации) и исправлению формы деталей.

Все способы нанесения покрытий снижают сопротивление усталости, поэтому с целью его повышения следует предусмотреть дополнительные различные технологические операции (термообработку, упрочнение), особенно для деталей, работающих в условиях циклических нагрузок.

Прочность сцепления покрытий с основным металлом часто оказывает решающую роль при выборе способа восстановления детали. Наибольшей прочностью обладают покрытия, выполненные газовой, электро- и вибродуговой наплавкой и электроискровым нанесением слоя металла. Прочность сцепления металлизационного покрытия с поверхностью основного металла является главным эксплуатационным свойством, определяющим работоспособность восстановленных по этому способу деталей. Прочность сцепления металлизационных покрытий, выполненных на основе стальной электродной проволоки, составляет 50–350 кгс/см².

При выборе способа ремонта деталей учитывают условия работы и величину износа детали, форму, размеры, материал детали и возможность термической обработки, производственные возможности предприятия, себестоимость ремонта.

Если деталь можно восстановить с использованием нескольких способов, то следует отдавать предпочтение наиболее экономичному, при котором достигается максимальный межре-

монтажный срок службы детали. Критерием технико-экономической целесообразности восстановления деталей может служить удельная себестоимость ремонта на единицу времени работы детали.

Наиболее рациональным будет тот способ ремонта детали, при котором удельная себестоимость на единицу времени работы детали будет иметь наименьшую величину.

Для предварительного выбора способа восстановления деталей их можно разделить на десять наиболее характерных групп:

I группа – прецизионные пары топливной дизельной аппаратуры. Характерными представителями этой группы являются детали – плунжер и гильза, изготавливаемые из сталей ШХ15, ХВГ. Эти детали подвергают термической обработке, после которой твердость достигает 60 ед. по НВ. Они имеют относительно небольшие размеры и несложную конфигурацию, а предельный износ составляет десятки микрон. Наиболее рациональным способом восстановления прецизионных пар является гальваническое хромирование или химическое никелирование плунжеров.

II группа – цилиндрические стальные детали (валы, оси), имеющие износ посадочных, мест под кольца шариковых и роликовых подшипников. Предельный износ таких деталей не превышает 0,3 мм. Восстанавливают посадочные места валов и осей гальваническим хромированием, оставлением и электрохимической обработкой. При больших величинах износа используют вибродуговую наплавку.

III группа – цилиндрические стальные детали, имеющие предельный износ до 2 мм (оси катков, пальцы рабочих органов, резьбы на концах деталей и другие). Эти детали целесообразно восстанавливать вибродуговой наплавкой.

IV группа – цилиндрические стальные детали, имеющие предельный износ более 2 мм (поддерживающие и опорные катки, ведущие и направляющие колеса и другие). Наиболее эффективным способом восстановления таких деталей является автоматическая наплавка под слоем флюса.

V группа – стальные и бронзовые детали, износ которых можно компенсировать конструктивным запасом металла самой детали (поршневые пальцы, всасывающие и выпускные клапаны, шестерни, штанги толкателей, втулки, шаровые опоры и другие).

Эти детали можно восстанавливать за счет пластического деформирования в горячем или холодном состоянии,

VI группа – стальные детали, имеющие местный износ нецилиндрических поверхностей (шлицы, коромысла клапанов, беговые дорожки гусениц и др.). Шлицевые поверхности целесообразно восстанавливать вибродуговой наплавкой, автоматической наплавкой под слоем флюса, а также за счет пластического деформирования. Беговые дорожки гусениц целесообразно восстанавливать автоматической наплавкой под слоем флюса.

VII группа – чугунные детали, имеющие местный износ и трещины (головки цилиндров, корпуса водяных насосов, всасывающие и выхлопные коллекторы и другие детали). Такие детали в большинстве случаев ремонтируют газовой наплавкой или сваркой при общем нагреве.

VIII группа – чугунные корпусные детали, имеющие трещины и пробойны (блоки цилиндров, корпуса коробок перемены передач, редукторов и мостов, внутренние балансиры, передние брусья тракторов и другие детали). Такие детали ремонтируют электрической или газовой сваркой. Малоответственные места заделывают эпоксидными пастами с наложением заплат из стеклоткани.

IX группа – детали из алюминиевых сплавов, имеющие трещины, обломы, пробойны и другие дефекты (головки цилиндров двигателей, корпусные детали механизированного инструмента и другие). Эти детали восстанавливают газовой сваркой с применением присадочных прутков из соответствующих алюминиевых сплавов и специальных флюсов – раскислителей.

X группа – пружины, рессоры. Пружины восстанавливают в растянутом состоянии за счет накатки поверхности витков фасонными роликами. Рессорные листы восстанавливают за счет наклепа поверхности стальной дробью.

Таким образом, при выборе оптимальной технологии восстановления конкретной номенклатуры деталей необходимо предусмотреть решение комплекса вопросов, отражающих условия производственной деятельности предприятия, его тип, форму организации и учитывающих объем и конструктивно-технологическую классификацию восстановления деталей, транспортные затраты.

На данном этапе проектирования ТП необходимо решить следующие задачи:

Определение рациональной последовательности операций. При решении этой задачи следует проанализировать изменения свойств и параметров детали вследствие применения того или иного метода восстановления, т. к. это может повлечь за собой необходимость включения в ТП дополнительных операций. Часто бывает нужно подготовить поврежденные поверхности к операциям восстановления механической или химической обработкой (например, рассверливание отверстия для установки дополнительной ремонтной детали, обезжиривание и декапирование поверхностей перед нанесением гальванического покрытия). После проведения восстановления деталь подвергается механической обработке.

Выбор оборудования и оснастки осуществляется таким образом, чтобы обеспечить должное качество обработки и оптимальную производительность при минимальных затратах на покупку нового оборудования или модернизацию имеющегося. Следует учитывать объем программы выпуска, тип производства. В условиях крупных авторемонтных предприятий возможно применение высокотехнологичных комплексов, обрабатывающих центров, производственных линий. В условиях же небольших объемов производства установка такого оборудования нерациональна, следует выбирать универсальное оборудования, которое можно использовать для восстановления широкой номенклатуры деталей. Выбор инструмента и оснастки также следует выполнять в зависимости от вышеперечисленных факторов. Если номенклатура восстанавливаемых деталей узка (используется 1...3 типовых процесса), целесообразно использовать специальные приспособления и инструмент.

Расчет режимов обработки. При выборе способа обработки, расчете припусков и режимов резания следует руководствоваться точностными характеристиками восстанавливаемых параметров. При этом можно использовать технологический процесс изготовления детали. Сначала устанавливаются исходные данные для расчета режимов обработки и нормирования труда (допуски на размеры, отклонения формы и расположения, величина шероховатости, требования к свойствам материала детали). При расче-

те режимов резания рассчитываются припуски на обработку и межоперационные припуски. Припуск на обработку используется при определении режимов восстановления, т. к. такой припуск определяет требуемую толщину наращивания материала.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОСТАНОВКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕМОНТНОЙ ДЕТАЛИ

Восстановление посадки с применением деталей ремонтных размеров заключается в том, что наиболее дорогую и ответственную деталь обрабатывают под ремонтный размер, а сопряженную деталь заменяют новой. Например, при ремонте шеек коленчатого вала их диаметры обрабатывают под ремонтный размер, а вкладыши подбирают новые (ремонтного размера), обеспечивая соответствующий зазор между данными деталями. Таким образом, ремонтный размер – это ближайший размер от номинального, который при обработке детали обеспечивает требуемую геометрическую форму и шероховатость поверхности. Различают стандартные, регламентированные и свободные ремонтные размеры.

Стандартные ремонтные размеры применяют для поршней, поршневых колец и пальцев, толкателей, тонкостенных вкладышей. Указанные детали ремонтных размеров изготавливают заводы по производству запасных частей. Ремонтные предприятия производят восстановление сопряженных деталей (блок цилиндров, коленчатые валы и т. д.) в соответствии со стандартными ремонтными размерами рассматриваемых деталей.

Регламентированные ремонтные размеры устанавливаются техническими условиями на ремонт ряда деталей, например на диаметры шеек кулачковых валов и их втулок, клапанов и их направляющих, шкворней и других деталей.

При обработке под стандартные и регламентированные ремонтные размеры приходится снимать не только дефектный поверхностный слой металла, образовавшийся в результате износа, но и вести дальнейшую обработку до тех пор, пока не будет достигнут ремонтный размер детали

Дополнительные ремонтные детали (ДРД) широко применяют при восстановлении изношенных деталей под ремонтный и особенно под номинальный размеры.

Сущность способа состоит в том, что на изношенную поверхность предварительно обработанной детали устанавливают специально изготовленную дополнительную деталь (насадку). Дополнительные детали изготавливают в виде различных втулок, гильз, колец, резьбовых ввертышей, зубчатых венцов шестерен и т. д. Этим способом ремонтируют блок цилиндров, гнезда клапанов, посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, задних мостов, ступицах, корпуса масляных и водяных насосов, отверстия с изношенной резьбой в корпусных деталях и др. Крепление дополнительной детали чаще всего осуществляют за счет гарантированного натяга выбранной посадки.

Одним из наиболее слабых мест в автомобильных деталях являются резьбовые отверстия. Почти в каждой второй детали из алюминиевого сплава и в каждой третьей чугунной детали, поступающей в капитальный ремонт, имеются отверстия с дефектной резьбой.

Способ ремонта резьбовых отверстий – метод постановки ввертыша – включает следующие операции: изготовление ввертыша, рассверливание дефектного отверстия и нарезание в нем резьбы под ввертыш, вворачивание в отверстие ввертыша и стопорение его. Этот процесс ремонта резьбового отверстия сложнее, чем нарезание ремонтной резьбы. Данный метод ремонта также не всегда применим. Нельзя, например, ремонтировать резьбовое отверстие методом постановки ввертыша в тех случаях, когда толщина стенки вокруг отверстия слишком мала.

Все более широкое применение получает способ ремонта резьбовых отверстий спиральными пружинящими вставками. Вставка представляет собой пружинящую спираль, изготовленную из проволоки ромбического сечения. На одном конце спирали загнут технологический поводок, посредством которого вставку заворачивают в предварительно подготовленное отверстие. Технологический процесс ремонта резьбового отверстия при помощи спиральной вставки включает в себя следующие операции: рассверливание дефектного отверстия до определенного размера, нарезание в нем резьбы, соответствующей размеру спиральной вставки, вворачивание спиральной вставки и обламывание технологического поводка по насечке.

Разновидностью способа ДРД является *пластинирование* – способ облицовки рабочих поверхностей деталей машин тонкими износостойкими легкоменяемыми пластинами. Областью его применения является производство и ремонт машин, имеющих детали с интенсивно изнашивающимися поверхностями в виде гладких замкнутых и разомкнутых цилиндрических и конических отверстий, а также плоских поверхностей.

В зависимости от цели, достигаемой при помощи пластинирования в процессе эксплуатации и ремонта машины, различают износостойкое (ресурсоувеличивающее), восстановительное (ресурсовосстанавливающее) и регулировочное (с помощью регулировочных прокладок) пластинирование.

По способам установки пластин на рабочую поверхность пластинирование бывает напряженным, свободным и связанным.

При *напряженном пластинировании* пластину перед установкой на поверхность детали обжимают и устанавливают на деталь в напряженном состоянии.

При *свободном пластинировании* пластина устанавливается свободно и удерживается на детали благодаря конструкции детали и формы пластины. Данным способом восстанавливают постели под вкладыши коренных подшипников двигателей внутреннего сгорания, регулирующих прокладок в зацеплениях главных передач ведущих моттов автомобилей.

Связанное пластинирование предусматривает применение дополнительных средств крепления пластин-приварки, приклеивания или установки механических стопоров.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором освещаются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое точность технологического процесса?
2. Определение погрешности и точности обработки.
3. То можно отнести к погрешности обработки?
4. При каком условии возникает геометрическая погрешность изготовления станка?
5. Факторы, влияющие на погрешность обработки?
6. Факторы, влияющие на выбор вида заготовки?
7. Факторы, влияющие на выбор материала?
8. Что такое технологический процесс восстановления деталей?
9. Перечислить исходные данные для разработки ТП.
10. Перечислить этапы проектирования ТП.
11. Перечислить способы восстановления (примеры).
12. Особенности при восстановлении наплавкой.
13. Что необходимо учитывать при выборе способа ремонта?
14. Задачи, которые необходимо решить при проектировании ТП (описать каждую задачу)?
15. Что такое ремонтный размер?
16. Сущность способа дополнительной ремонтной детали?
17. Описать способ восстановления резьбовых отверстий.
18. Что такое пластинирование? Область применения.
19. Описать способы установки пластин на рабочую поверхность.

Лабораторная работа №3

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СВАРКИ МЕТАЛЛОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных способов восстановления размеров деталей, проектирования технологических процессов восстановления.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ГОСТ 2601


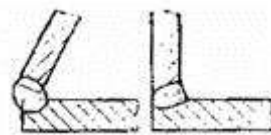
Термин	Определение
1. Сварка D. Schweissen E. Welding F. Soudage	Получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании
ВИДЫ СВАРКИ	
2. Ручная сварка D. Handschweissen; Manuelles Schweissen E. Manual welding; Hand welding F. Soudage manuel	Сварка, выполняемая человеком с помощью инструмента, получающего энергию от специального источника
3. Механизированная сварка D. Mechanisiertes Schweissen; Maschinelles Schweissen E. Mechanized welding F. Soudage automatique	Сварка, выполняемая с применением машин и механизмов, управляемых человеком
4. Автоматическая сварка D. Automatisches Schweissen; Vollautomatisches Schweissen E. Automatic welding F. Soudage automatique	Сварка, выполняемая машиной, действующей по заданной программе, без непосредственного участия человека
5. Сварка плавлением D. Schmelzschweissen E. Fusion welding F. Soudage par fusion	Сварка, осуществляемая местным сплавлением соединяемых частей без приложения давления
6. Наплавка D. Auftragsschweissen E. Surfacing; Bulding-up welding; Overlaying F. Rechargement Deposition	Нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия
7. Дуговая сварка D. Lichtbogensschweissen	Сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой




Термин	Определение
E. Arc welding F. Soudage à l'arc	
8. Дуговая сварка плавящимся электродом Сварка плавящимся электродом D. Lichtbogenschweissen mit abschmelzender Elektrode; Schweißen mit abschmelzender Elektrode E. Consumable electrode arc welding; MIG-welding; MAG-welding F. Soudage à l'arc avec electrode consumable; Soudage MIG (MAG)	Дуговая сварка, выполняемая электродом, который, расплавляясь при сварке, служит присадочным металлом
9. Дуговая сварка неплавящимся электродом Сварка неплавящимся электродом D. Schweißen mit nicht-abschmelzender Elektrode E. Non-consumable electrode arc welding; TIG-welding F. Soudage à l'arc avec electrode non consumable; Soudage TIG	Дуговая сварка, выполняемая нерасплавляющимся при сварке электродом
10. Дуговая сварка под флюсом Сварка под флюсом D. Unterpulverlichtbogenschweissen; Unterpulverschweissen; UP-Schweissen E. Submerged arc welding F. Soudage à l'arc sous flux solide	Дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса
11. Дуговая сварка в защитном газе Сварка в защитном газе Ндн. Газоэлектрическая сварка D. Schutzgaslichtbogen-schweissen; Schutzgasschweissen E. Gas-shielded arc welding F. Soudage à l'arc sous protection gazeuse	Дуговая сварка, при которой дуга и расплавляемый металл, а в некоторых случаях, и остывающий шов, находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств
12. Аргонодуговая сварка D. Argon-Lichtbogenschweissen; Argonarc-Schweissen E. Argon-arc welding F. Précédé argonarc; Soudage à l'arc sous argon; Soudage à l'argonarc	Дуговая сварка, при которой в качестве защитного газа используется аргон
13. Дуговая сварка в углекислом газе Сварка в углекислом газе D. CO ₂ -Schutzgasschweissen; CO ₂ -Schweissen E. CO ₂ -welding	Дуговая сварка, при которой в качестве защитного используется углекислый газ

Термин	Определение
F. Soudage CO ₂	
14. Импульсно-дуговая сварка D. Impulslichtbogenschweissen E. Pulsed arc welding F. Soudage à courant pulsé; Soudage par impulsions	Дуговая сварка, при которой дугу дополнительно питают импульсами тока по заданной программе
15. Ручная дуговая сварка D. Handlichbogenschweissen; Lichtbogenhandschweissen; Lichtbogenschweissen von Hand; E-Handscheissen; Manuelles Lichtbogenschweissen E. Manual arc welding; Hand arc welding F. Soudage à l'arc manuel	Дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача электрода и его перемещение проводятся вручную
16. Механизированная дуговая сварка Ндп. <i>Полуавтоматическая дуговая сварка</i> D. Mechanisiertes Lichtbogenschweissen E. Mechanized arc welding F. Soudage mécanisé à l'arc	Дуговая сварка, при которой подача плавящегося электрода или присадочного металла, или относительное перемещение дуги и изделия выполняются с помощью механизмов
17. Автоматическая дуговая сварка D. Aulomatisches Lichtbogenschweissen E. Automatic arc welding F. Soudage automatique à l'arc	Механизированная дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача плавящегося электрода или присадочного металла и относительное перемещение дуги и изделия осуществляются механизмами без непосредственного участия человека, в том числе и по заданной программе
18. Дуговая сварка по флюсу Сварка по флюсу D. Schweissen mit Pulverzugabe E. Semi-submerged arc welding F. Soudage avec addition de flux	Дуговая сварка, при которой на свариваемые кромки наносится слой флюса, толщина которого меньше дугового промежутка
19. Точечная дуговая сварка D. Lichtbogenpunktschweissen E. Arc spot welding F. Soudage par points à l'arc	Дуговая сварка без перемещения электрода в плоскости, перпендикулярной его оси, в виде отдельных точек
20. Вибродуговая сварка D. Lichtbogenschweissen mit vibrierender Elektrode E. Vibrating electrode arc welding F. Soudage à l'arc avec electrode vibratoire	Дуговая сварка плавящимся электродом, который вибрирует, вследствие чего дуговые разряды чередуются с короткими замыканиями
21. Сварка лежачим электродом D. Schweissen mit liegen der Elektrode; Unterschienenschweissen;	Дуговая сварка, при которой неподвижный покрытый электрод укладывается вдоль спариваемых кромок, а дуга перемещается по мере расплавления

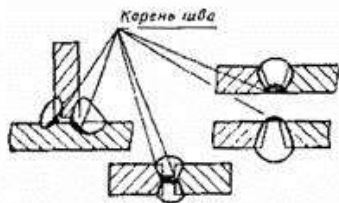

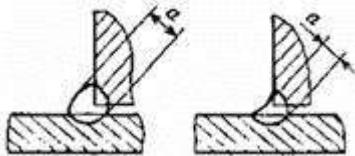
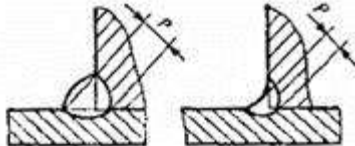
Термин	Определение
EHV-Schweissen E. Firecracker welding; EHV-welding F. Soudage avec électrode couchée	электрода
22. Сварка наклонным электродом Ндп. <i>Гравитационная сварка</i> D. Schwerkraftschweissen E. Gravity welding F. Soudage par gravite	Дуговая сварка, при которой покрытый электрод располагается наклонно вдоль свариваемых кромок, опираясь на них, и по мере расплавления движется под действием силы тяжести или пружины, а дуга перемещается вдоль шва
23. Плазменная сварка Ндп. <i>Сварка плазменной дугой</i> <i>Плазменнодуговая сварка</i> D. Plasmaschweissen E. Plasma-arc welding F. Soudage au plasma d'arc (à l'arc plasma); Soudage au plasma	Сварка плавлением, при которой нагрев проводится сжатой дугой
24. Электрошлаковая сварка Шлаковая сварка D. Elektroschlackeschweissen; ES-Schweissen E. Electroslag welding F. Soudage sous laitier électroconducteur; Soudage electroslag	Сварка плавлением, при которой для нагрева используется тепло, выделяющееся при прохождении электрического тока через расплавленный шлак
25. Электронно-лучевая сварка D. Elektronenstrahlschweissen E. Electron beam welding F. Soudage par faisceau d'électrons; Soudage par bombardement électronique	Сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия ускоренных электронов
26. Лазерная сварка D. Laserschweissen; Laserstrahlschweissen E. Laser welding; Laser beam welding F. Soudage au laser Soudage par taicccau laser	Сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия излучения лазера
27. Газовая сварка D. Gasschweissen; Gasschmeizschweissen E. Gas welding F. Soudage autogene; Soudage à la flamme	Сварка плавлением, при которой для нагрева используется тепло пламени смеси газов, сжигаемой с помощью горелки
28. Термитная сварка D. Aluminothermisches; Schweissen; Thermitischweissen E. Thermit welding F. Soudage aluminothermique	Сварка, при которой для нагрева используется энергия горения термитной смеси
29. Контактная сварка	Сварка с применением давления, при которой ис-

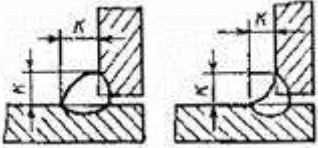




Термин	Определение
D. Widerstandsschweissen E. Resistance welding F. Soudage par résistance	пользуется тепло, выделяющееся в контакте свариваемых частей при прохождении электрического тока
30. Стыковая контактная сварка Стыковая сварка D. Widerstandsstumpfschweissen E. Resistance butt welding F. Soudage en bout par résistance	Контактная сварка, при которой соединение свариваемых частей происходит по поверхности стыкуемых торцов
31. Стыковая сварка оплавлением Сварка оплавлением D. Abbrennstumpfschweissen E. Flash butt welding F. Soudage par étincelage	Стыковая контактная сварка, при которой нагрев металла сопровождается оплавлением стыкуемых торцов
32. Стыковая сварка сопротивлением Сварка сопротивлением D. Pressstumpfschweissen E. Upset welding; Resistance butt welding F. Soudage en bout par résistance	Стыковая контактная сварка, при которой нагрев металла осуществляется без оплавления стыкуемых торцов
33. Точечная контактная сварка D. Punktschweissen E. Resistance-spot welding F. Soudage par points	Контактная сварка, при которой сварное соединение получается между торцами электродов, передающих усилие сжатия
34. Рельефная сварка D. Buckelschweissen E. Projection welding; Point welding F. Soudage par bossages	Контактная сварка, при которой сварное соединение получается на отдельных участках, обусловленных их геометрической формой, в том числе по выступам
35. Шовная контактная сварка Шовная сварка Ндп. <i>Роликовая сварка</i> D. Rollennaht-Widerstandsschweissen; Rollennahtschweissen; Nahtschweissen E. Resistance-seam welding; Seam welding F. Soudage par résistance à la molette; Soudage à la molette; Soudage au galet	Контактная сварка, при которой соединение свариваемых частей происходит между вращающимися дисковыми электродами, передающими усилие сжатия
36. Шовно-стыковая сварка D. Rollennahtschweissen von Stumpfstößen E. Butt-seam welding F. Soudage au galet par écrasement; Soudage à la molette par écrasement	Контактная сварка с получением стыкового шва вращающимися дисковыми электродами, относительно которых перемещаются детали, собранные с небольшой нахлесткой или встык

Термин	Определение
37. Высокочастотная сварка D. Hochfrequenzschweissen E. High frequency welding F. Soudage à haute fréquence	Сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляется токами высокой частоты
38. Сварка взрывом D. Sprengschweissen; Explosionschweissen E. Explosion welding F. Soudage par explosion	Сварка с применением давления, при которой соединение осуществляется в результате вызванного взрывом соударения спариваемых частей
39. Магнитно-импульсная сварка D. Magnet-Impuls Schweissen E. Magnetic-pulse welding F. Soudage par pulsations magnétiques	Сварка с применением давления, при которой соединение осуществляется в результате соударения свариваемых частей, вызванного воздействием импульсного магнитного поля
40. Сварка трением D. Reibschweissen E. Friction welding F. Soudage par friction	Сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляется трением, вызванным относительным перемещением свариваемых частей или инструмента
41. Сварка давлением Ндп. <i>Сварка в твердой фазе</i> <i>Сварка в твердом состоянии</i> D. Pressschweissen; Druckschweissen E. Pressure welding F. Soudage par pression	Сварка с применением давления, осуществляемая за счет пластической деформации свариваемых частей при температуре ниже температуры плавления
СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ	
42. Сварное соединение D. Schweissverbindung E. Welded joint F. Joint soudé; Assemblage soudé; Soudure	Неразъемное соединение, выполненное сваркой
43. Стыковое соединение D. Stumpfstoss; Stumpfschweissverbindung E. Butt joint F. Assemblage en bout; Joint en bout	Сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями 
44. Угловое соединение D. Eckstoss; Eckverbindung E. Corner joint; Fillet weld F. Joint d'angle; Soudure en corniche	Сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев 

Термин	Определение
45. Нахлесточное соединение D. Überlappstoss; Überlappverbindung E. Lap joint; Overlap joint F. Assemblage à recouvrement; Joint à recouvrement	Сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга 
46. Тавровое соединение Ндп. <i>Соединение впритык</i> D. T-Stoss; T-Verbindung E. Tee joint; T-joint F. Assemblage en T; Joint en T	Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента 
47. Торцовое соединение Ндп. <i>Боковое соединение</i> D. Stirnstoss E. Edge joint; Flange joint F. Joint des plaques juxtaposées; Joint à bords relevées	Сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу 
48. Сварная конструкция D. Schweisskonstruktion E. Welded structure F. Construction soudée	Металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей
49. Сварной узел D. Schweisstiel; Schweisseinheit E. Welded assembly F. Ensemble soudé; Assemblage soude.	Часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы
50. Сварной шов Шов D. Schweissnaht E. Weld F. Soudure	Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации
51. Стыковой шов D. Stumpfnaht; Slossnalit E. Butt weld F. Soudure en bout; Soudure bout à bout	Сварной шов стыкового соединения
52. Угловой шов D. Kehlnaht E. Fillet weld F. Soudure d'angle	Сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединений
53. Точечный шов D. Punktschweissung E. Spot weld F. Soudure par points	Сварной шов, в котором связь между сваренными частями осуществляется сварными точками
54. Сварная точка	Элемент точечного шва, представляющий собой в

Термин	Определение
D. Schwelsspunkt E. Weld spot; Weld point F. Point de soudure; Point soudé	плане круг или эллипс
55. Ядро точки D. Schweisslinse E. Weld nugget; Spot weld nugget F. Noyau de soudure; Lentille de soudure	Зона сварной точки, металл которой подвергался расплавлению
56. Непрерывный шов Ндп. <i>Сплошной шов</i> D. Durchlaufende Naht E. Continuous weld; Uninterrupted weld F. Soudure continue	Сварной шов без промежутков по длине
57. Прерывистый шов D. Unterbrochene Naht E. Interrupted weld; Intermittent weld F. Soudure discontinue; Soudure intermittente	Сварной шов с промежутками по длине
58. Подварочный шов D. Gegennaht E. Sealing bead F. Cordon support; Cordon à l'envers	Меньшая часть двухстороннего шва, выполняемая предварительно для предотвращения прожогов при последующей сварке или накладываемая в последнюю очередь в корень шва
59. Прихватка D. Heftnaht E. Tack weld F. Soudure de pointage	Короткий сварной шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей
60. Монтажный шов D. Baustellenschweissnaht; Montageschweissungs E. Site weld F. Soudure de montage	Сварной шов, выполняемый при монтаже конструкции
61. Валик D. Schweissraupe E. Weld bead; Bead F. Cordon	Металл сварного шва, наплавленный или переплавленный за один проход
62. Слой сварного шва Слой D. Lage E. Layer F. Couche	Часть металла сварного шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, располагающихся на одном уровне поперечного сечения шва

Термин	Определение
63. Корень шва D. Nahtwurzcl; Wurzel E. Weld root F. Racine de la soudure	<p>Часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности</p> 
64. Выпуклость сварного шва Выпуклость шва Ндп. <i>Усиление шва</i> D. Nahtüberhöhung E. Weld reinforcement; Weld convexity F. Surépaisseur de la soudure	<p>Выпуклость шва, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости</p> 
65. Вогнутость углового шва Вогнутость шва Ндп. <i>Ослабление шва</i> D. Konkavität der Kehlnaht E. Fillet weld concavity F. Concavité de la soudure	<p>Вогнутость, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы углового шва с основным металлом и поверхностью шва, измеренным в месте наибольшей вогнутости</p> 
66. Толщина углового шва D. Nahthöhe; Kehlnahtdicke E. Fillet weld throat thickness F. Epaisseur à clin; Epaisseur d'une soudure en angle	<p>Наибольшее расстояние от поверхности углового шва до точки максимального проплавления основного металла</p> 
67. Расчетная высота углового шва Расчетная высота шва D. Rechnerische Nahtdicke E. Design throat thickness F. Epaisseur nominale de la soudure	<p>Длина перпендикуляра, опущенного из точки максимального проплавления в месте сопряжения свариваемых частей на гипотенузу наибольшего вписанного во внешнюю часть углового шва прямо-угольного треугольника</p> 

Термин	Определение
68. Катет углового шва Катет шва D. Schenkellänge; Nahtschenkel E. Fillet weld leg F. Côte de la soudure d'angle	Кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части 
69. Ширина сварного шва Ширина шва D. Nahtbreite E. Weld width F. Largeur de la soudure	Расстояние между видимыми линиями сплавления на лицевой стороне сварного шва при сварке плавлением
70. Разделка кромок D. Fugenvorbereitung; Kantenvorbereitung; Nahtvorbereitung E. Edge preparation F. Préparation des bords; Chanfreinage	Придание кромкам, подлежащим сварке, необходимой формы
71. Скос кромки D. Kantenabschrägung E. Edge bevelling F. Chanfrein	Прямолинейный наклонный срез кромки, подлежащей сварке 
72. Притупление кромки D. Stegflanke E. Root face F. Méplat; Talon	Нескошенная часть торца кромки, подлежащей сварке 
73. Угол скоса кромки Угол скоса D. Abschrägungswinkel E. Bevel angle F. Angle du chanfrein (de chanfreinage)	Острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца 
74. Угол разделки кромок Угол разделки D. Öffnungswinkel E. Groove angle F. Angle d'ouverture	Угол между скошенными кромками свариваемых частей 
74а. Зазор D. Öffnungswinkel E. Groove angle F. Angle d'ouverture	Кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей
75. Основной металл D. Grandwerkstoff E. Base metal; Parent metal F. Métal de base	Металл подвергающихся сварке соединяемых частей

Термин	Определение
76. Глубина проплавления D. Einbrabdtiefe E. Depth of pénétration F. Profondeur de penetration	Наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва или наплавленного валика
77. Сварочная ванна D. Schweissbad E. Welding pool; Welding bath; Welding puddle F. Bain de fusion; Bain de soudage	Часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии
78. Кратер D. Krater E. Crater F. Cratère	Углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и объемной усадки металла шва
79. Присадочный металл D. Zusatzwerkstoff; Zusatzmetall E. Filler metal F. Métal d'apport	Металл для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу
80. Наплавленный металл D. Eingetragenes Schweissgut; Reines Schweissgut E. Deposited metal F. Métal déposé	Переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл
81. Металл шва D. Schweissgut E. Weld metal F. Métal de la soudure	Сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом
82. Провар D. Einbrand E. Complete fusion F. Fusion complète	Сплошная металлическая связь между свариваемыми поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва
83. Зона сплавления при сварке Зона сплавления D. Zusammenschmelzzone E. Fusion zone F. Zone de liaison	Зона частично сплавившихся зерен на границе основного металла и металла шва
84. Зона термического влияния при сварке Зона термического влияния Ндп. <i>Переходная зона</i> D. Wärmeeinflusszone E. Heat affected zone F. Zone thermiquement affectée; Zone influencée thermiquement	Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке
ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ	
85. Сварочный пост D. Schweissplatz (mit Ausrüstungen) E. Welding station F. Poste de soudage	Специально оборудованное рабочее место для сварки

Термин	Определение
86. Сварочная установка D. Schweissanlage E. Welding machine F. Machine à souder	Установка, состоящая из источника питания, сварочного аппарата или машины для сварки и механизмов относительного перемещения сварочной аппаратуры и изделия
87. Автомат для дуговой сварки Автомат D. Lichtbogenschweissautomat E. Automatic arc welding machine F. Machine automatique de soudage à l'arc	Аппарат для автоматической дуговой сварки
88. Полуавтомат для дуговой сварки Полуавтомат D. Halbautomat für Lichtbogenschweissen E. Semi-automatic arc welding machine F. Machine semi-automatique de soudage à l'arc	Аппарат для механизированной дуговой сварки, включающий горелку и механизм подачи проволоки с ручным перемещением горелки
89. Сварочная головка D. Schweisskopf E. Welding head F. Tête de soudage	Устройство, осуществляющее подачу сварочной проволоки и поддержание заданного режима сварки. Примечание. Сварочная головка может составлять часть автомата для дуговой сварки
90. Мундштук сварочной головки D. Kontakt- und Führungs-rohr E. Nozzle F. Buse	Часть сварочной головки, предназначенная для направления сварочной проволоки в зону сварки и подвода к ней электрического тока
91. Трактор для дуговой сварки D. Schweisstraktor E. Welding tractor F. Tracteur de soudage à l'arc	Переносной аппарат для дуговой сварки с самоходной тележкой, которая перемещает его вдоль свариваемых кромок по поверхности изделия или переносному пути
92. Горелка для дуговой сварки D. Lichtbogenschweissbrenner E. Arc welding torch F. Chalumeau (forclie) de soudage à l'arc	Устройство для дуговой сварки в защитном газе или самозащитной проволокой, обеспечивающее подвод электрического тока к электроду и газа в зону дуги
93. Сопло горелки для дуговой сварки Сопло D. Düse E. Welding torch nozzle F. Buse de chalumeau (de torche)	Сопло для подвода и направления газа с целью защиты сварочной ванны и электрода от воздействия воздуха
94. Электрододержатель для дуговой сварки Электродержатель D. Elektrodenhalter E. Electrode holder F. Porte-électrode	Приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока

Термин	Определение
95. Сварочная проволока D. Schweissdraht E. Welding wire F. Fil pour soudage; Fil (baguette) à soudage	Проволока для использования в качестве плавящегося электрода либо присадочного металла при сварке плавлением
96. Электродная проволока D. Elektrodendraht E. Electrode wire I" F. Fil électrode	Сварочная проволока для использования в качестве плавящегося электрода
97. Присадочная проволока D. Zusatzdraht; Schweisszusatzdraht E. Filler wire F. Fil d'apport (de soudure)	Сварочная проволока, используемая как присадочный металл и не являющаяся электродом
98. Самозащитная проволока D. Selbstschusatzdraht E. Self-shielding wire F. Fil-électrode autoprotège	Электродная проволока, содержащая вещества, которые защищают расплавленный металл от вредного воздействия воздуха при сварке
99. Порошковая проволока D. Pulverdraht; Röhrchendralit E. Flux cored electrode (wire) F. Fil fourré	Сварочная проволока, состоящая из металлической оболочки, заполненной порошкообразными веществами
100. Неплавящийся электрод для дуговой сварки Неплавящийся электрод D. Nichtabschmeizende Elektrode E. Non-consumable electrode F. Electrode non consumable	Деталь из электропроводного материала, включаемая в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге и не расплавляющаяся при сварке
101. Плавящийся электрод для дуговой сварки Плавящийся электрод D. Abschmelzende Elektrode E. Consumable electrode F. Electrode consumable	Металлический электрод, включаемый в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге, расплавляющийся при сварке и служащий присадочным металлом
102. Покрытый электрод D. Umhüllte Elektrode E. Covered electrode; Coated electrode P. Electrode enrobée	Плавящийся электрод для дуговой сварки, имеющий на поверхности покрытие, адгезионно связанное с металлом электрода
103. Покрытие электрода Покрытие Ндп. <i>Обмазка электрода</i> D. Elektrodenumhüllung; Elektrodenmantel E. Electrode coating F. Enrobage de l'électrode; Revêtement d'électrode	Смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от вредного воздействия среды, металлургической обработки сварочной ванны
104. Коэффициент массы покрытия электрода Коэффициент массы покрытия	Коэффициент, выражаемый отношением массы покрытия к массе покрытой части стержня электрода

Термин	Определение
D. Umhüllungsmassebeiwert E. Coating mass factor F. Facteur de masse du revêtement	
105. Сварочный флюс Флюс D. Schweisspulver; Flussmittel; Pulver E. Welding flux F. Flux de soudage	Материал, используемый при сварке для химической очистки соединяемых поверхностей и улучшения качества шва
106. Флюс для дуговой сварки D. Pulver für Lichtbogenschweissen E. Arc welding flux F. Flux pour le soudage à l'arc	Сварочный флюс, защищающий дугу и сварочную ванну от вредного воздействия окружающей среды и осуществляющий металлургическую обработку ванны
107. Плавленный сварочный флюс Плавленный флюс D. Schmelzpulver E. Fused flux F. Flux fondu en poudre	Флюс для дуговой сварки, полученный сплавлением его составляющих и последующей грануляцией расплава
108. Керамический сварочный флюс Керамический флюс D. Sinterpulver für UP-Schweissen E. Ceramic agglomerated flux F. Flux céramique; Flux agglomeré	Флюс для дуговой сварки порошкообразных материалов со связующим веществом, грануляцией и последующей термической обработкой

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором описываются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение термину сварка.
2. Какие виды сварных соединений бывают, дать определение и нарисовать эскиз?
3. Чем отличается сварка от наплавки?
4. Чем отличается механизированная сварка от автоматической?
5. Дать определение, что такое выпуклость, вогнутость шва.
6. Чем отличается угол скоса кромки от угла разделки кромок?
7. Что такое зазор?
8. Какие типы сварных швов бывают?
9. Дать определение, что такое корень шва, сварочная ванна, металл шва, ЗТВ и зона сплавления.
10. Какое сварочное оборудование бывает?
11. Какие сварочные материалы существуют?

Лабораторная работа №4

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ИЗНОСА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение классификации видов износа и причины разрушения деталей.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Процесс трения всегда сопровождается износом, который постепенно приводит механическую систему в состояние непригодности. Многие детали машин и механизмов подвергаются интенсивному износу. Увеличение срока службы быстроизнашивающихся деталей различного назначения – важнейшая проблема современного машиностроения и других отраслей техники, в решении которой ведущую роль играют металлургия и литейное производство. Для классификации видов износа прежде всего необходимо рассмотреть понятия «износ», «износостойкость», «изнашивание» и «интенсивность изнашивания», которые приняты и используются в повседневной практике.

Износ – изменение размеров, формы, массы твердых тел или состояния их поверхностей вследствие либо остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок, либо разрушения поверхностного слоя при трении.

В соответствии с ГОСТ 27674-88 *изнашивание* классифицируется как процесс отделения материала с поверхности твердого тела и увеличения его остаточной деформации.

Износостойкость (износоустойчивость) – сопротивление материалов деталей машин и других трущихся частей износу. Износостойкость оценивается, например, уменьшением массы литой детали за время работы, ее линейных размеров или изменением объема детали.

Следует отметить, что изнашивание – это прежде всего процесс взаимодействия поверхностей, который сопровождается не только их микрорезанием, деформированием и нагреванием, но

также и изменением механических свойств, структуры, фазового состава и химической активности поверхностных слоев.

В процессе длительного воздействия на поверхность детали микро- и макроскопических абразивных частиц происходит износ, оцениваемый по уменьшению размеров, объема, массы деталей в абсолютных или относительных единицах. Износ, отнесенный к пути трения, объему выполненной работы, работе трения и т. д., является показателем интенсивности изнашивания.

Износ и интенсивность изнашивания определяют и по другим косвенным признакам. Чаще всего под износом принято понимать постоянное срабатывание поверхности деталей в результате процесса трения. Износ, отнесенный к промежутку времени процесса трения, определяет скорость изнашивания.

Практика эксплуатации машин и другого оборудования показывает, что большая его часть теряет работоспособность не вследствие поломок, а в результате износа отдельных деталей. Высказано мнение о необходимости исследования износа и сопутствующих процессов, реализующихся при трении, и показано, что взаимодействие поверхностей при трении проявляется в формировании дискретных контактов – пятен, в котором участвуют выступы и покрывающие их пленки, а также прилегающие к этим выступам соседние участки материала. Считается, что силы, приложенные к разным участкам пятен контакта, образующихся при относительном движении сопряженных поверхностей, неодинаковы, а температура материалов, даже в пределах площади контактов, различна. Это приводит к различной реакции локальных микрообъемов материалов при износе трением.

Принят ряд классификаций по видам износа при трении, построенных в основном на базе внешних условий и признаков процесса. Различают также четыре главные формы износа и несколько второстепенных (сопутствующих) процессов, которые часто классифицируются как самостоятельные виды износа.

К главным видам износа можно отнести следующие виды.

1. Адгезионный износ возникает в условиях трения, когда два гладких тела скользят друг по другу и частицы материала, вырванные с одной поверхности, прилипают к другой. Этот вид износа имеет место, когда атомы контактирующих поверхностей входят в близкий контакт. На площадях контакта при скольжении

поверхностей всегда существует вероятность того, что из-за адгезионных сил разрушение этого контакта происходит не по первоначальной поверхности раздела одного материала, а внутри него.

2. Абразивный износ возникает в условиях трения, когда более твердые шероховатые поверхности скользят по более мягким, царапают или пропахивают ее, образуя свободные частицы. Абразивный износ может возникнуть и тогда, когда твердые частицы попадают между поверхностями фрикционной связи и изнашивают их.

3. Коррозионный износ имеет место, когда контакт поверхностей происходит в коррозионных средах. В процессе скольжения образующиеся на поверхности пленки разрушаются и коррозионное воздействие распространяется вглубь материалов.

4. Поверхностная усталость наблюдается во время многократного скольжения или качения по одним и тем же поверхностям с непрерывно повторяющимися циклами нагружения и разгрузки. По ГОСТ 27674-88 различают механическое, коррозионно-механическое и электроэрозионное изнашивание, а изнашивание деталей машин и механизмов принято классифицировать по причинам, в соответствии с которыми различают механическое, коррозионно-механическое, абразивное, гидроабразивное, газоабразивное, эрозионное, кавитационное, усталостное, окислительное, электроэрозионное изнашивание и фреттинг-коррозию. К основным явлениям и процессам при трении и изнашивании относятся: схватывание, перенос материалов, задираание, выкрашивание и отслаивание. Различают схватывание 1-го рода (холодный задир) и 2-го рода (горячий задир).

Установлено два наиболее решающих фактора, влияющих на процесс схватывания трущихся тел: их температура и нагрузка.

Начало процесса заедания может быть вызвано изменением различных факторов, например, увеличением скорости скольжения, нагрузки, температуры контактируемых поверхностей, уменьшением вязкости смазывающего материала и других факторов. В процессе заедания резко возрастает интенсивность изнашивания поверхностей, что приводит к росту динамических нагрузок и выходу из строя деталей узла. В обоих случаях заедания прекращается относительное перемещение и происходит заклинивание узла механизма. Однако в настоящее время отсут-

ствуется единое мнение о природе процесса заедания, что связано со сложностью явления и трудностями прямого экспериментального наблюдения за началом его возникновения и развития.

Предложена гипотеза, утверждающая, что при работе деталей и механизмов осуществляются два процесса: схватывание металлического сплава и окисление пластически деформированных поверхностных слоев с образованием растворов и химических соединений кислорода с материалами деталей по поверхности их взаимного контакта.

Распространена и теория износа пластичных металлических сплавов посредством отслаивания тонких «листочков» от поверхности детали в результате возникновения на определенной и примерно постоянной глубине остаточных напряжений, вызванных скоплением дислокаций, под воздействием другой детали, работающей в режиме скольжения.

Допуская, что изнашивание всей поверхности детали происходит равномерно, число циклов до разрушения, необходимое для аналитической оценки интенсивности износа, может быть определено из уравнения:

$$J = \xi \frac{b\varepsilon^{v+1}h_{\max}}{(v+1)nd}\eta_c,$$

где b , v – параметры кривой опорной поверхности; ε – относительное сближение поверхностей; h_{\max} – высота максимального выступа истирающей поверхности; ξ – коэффициент, учитывающий влияние на величину площади фактического контакта упругих деформаций, $0,5 \leq \xi \leq 1$; η_c – относительная контурная площадь, участвующая в процессе трения; d – средний диаметр единичного пятна контакта; n – число циклов до разрушения.

В настоящее время проведена экспериментальная проверка определения числа циклов до разрушения. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных по интенсивности износа показывает хорошую сходимость результатов и позволяет сделать вывод о возможности использования аналитической оценки интенсивности износа, основанной на представлении об уста-

лостном разрушении поверхностей для металлов, самосмазывающихся материалов, полимеров и других материалов.

В ряде случаев считают, что понятие усталостного износа как вида разрушения, при котором материал подвергается повторному действию сил, приводящих к накоплению в нем повреждений, может быть использовано и для анализа процесса, который классифицируется как адгезионный износ.

В основу классификации положен механизм отделения продуктов износа от поверхности. Основными видами износа являются адгезия или перенос, резание, коррозия, пластическая деформация и усталостное разрушение, а к специфическим видам износа относят растрескивание, поверхностные реакции, отрыв, расплавление и электрохимические реакции. К последним можно отнести и фреттинг-коррозию, которая происходит в болтовых и заклепочных соединениях.

Достаточно полная классификация износа при трении (табл. 1) дана в работе, в которой для характеристики видов износа в основу положен тип относительного движения контактируемых тел. По виду движения различают износ, вызываемый скольжением, качением и вращением. Нагрузка при движении может быть статической, переменной или ударной, а также равномерной или неравномерной.

ВИД ИЗНОСА	ТИП ДВИЖЕНИЯ	НАГРУЗКА
Промежуточное вещество жидкость		
При скольжении со смазкой При качении со смазкой При вращении со смазкой	Скольжение Качение Вращение	Постоянная или переменная
Промежуточное вещество газ		
При скольжении со смазкой При качении со смазкой При вращении со смазкой	Скольжение Качение Вращение	—
Промежуточное вещество твердое		
Абразивный при скольжении	Скольжение	—

ВИД ИЗНОСА	ТИП ДВИЖЕНИЯ	НАГРУЗКА
То же при качении То же при вращении	Качение Вращение	
Вызываемый струей: скользящей падающей под углом падающей перпендикулярно	Закрытое течение	Параллельно к поверхности износа Под углом к поверхности износа Перпендикулярно
Кавитационный Обусловленный ударами капель жидкости Ударный	Удары при захлопывании пузырьков с пониженным давлением Удары свободно движущихся капель жидкости Повторяющееся соударение двух твердых тел	

С практической точки зрения важнейшее значение имеют два вида износа:

- 1) вызывается трением скольжения (рис. 1);
- 2) вызывается трением качения (рис. 2).

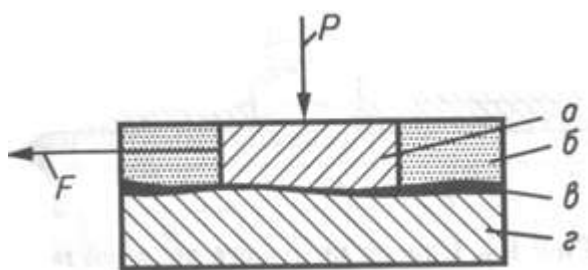


Рис. 1. Схема износа при трении скольжением:

F – направление движения;
 P – усилие давления;
 a – контактирующее тело 1;
 b – окружающая среда;
 b – промежуточное вещество;
 $г$ – контактирующее тело 2

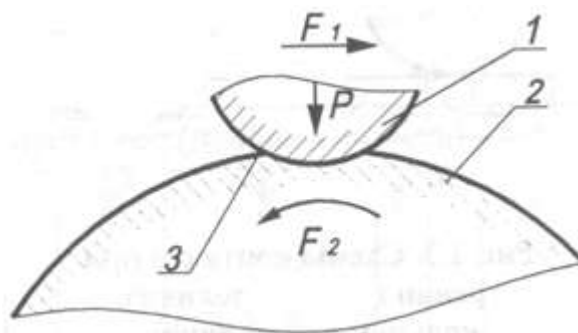


Рис. 2. Схема износа при трении качения:

F_1 – направление движения ролика 1;
 F_2 – направление движения ролика 2;
 3 – упругая деформация при переменном нагружении;
 P – усилие давления

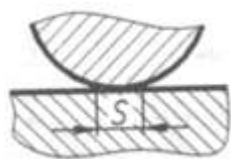
В процессе износа при скольжении материалы под действием напряжений работают на срез, а в процессе трения износа при качении развиваются нормальные напряжения. При длительном

нагрузении под действием переменных давлений это приводит к выкрашиванию частиц на поверхности, т. е. образованию раковин (питтинга).

Если наряду с нормальными напряжениями развиваются также и касательные, то происходит проскальзывание, в наибольшей степени способствующее процессу износа. Нагружение, сочетающее скольжение и качение, возможно, например, в зубчатых передачах.

Износ при скольжении, вызываемый вращением, образуется в вершинах опор и в шаровых подпятниках. Это тот вид износа, при котором имеет место эффект вращения при относительном смещении соприкасающихся участков поверхности. Все три типа износа могут проявиться в смешанных формах.

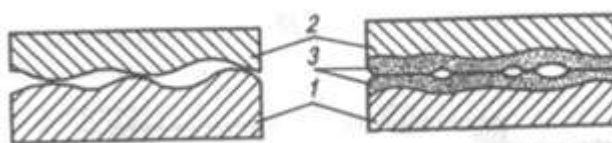
Типичным примером ударного износа является износ колец седла клапана двигателя внутреннего сгорания. Ударный износ, как и износ, обусловленный трением качения, приводит к образованию питтинга.



а

б

Рис. 3. Схемы контакта при трении качения ролика с кольцом при наличии граничной смазки (а) и без нее (б)



а

б

Рис. 4. Схемы контакта деталей при граничной смазке (а) и избирательном переносе (б):
1 – сталь; 2 – бронза; 3 – пленка меди

При обычном трении как без смазочного материала, так и при наличии граничной смазочной пленки детали контактируют на очень малой площади, составляющей $0,01 \dots 0,0001$ номинальной площади сопряженных поверхностей. В результате участки фактического контакта испытывают высокие напряжения, что приводит к их взаимному внедрению, пластической деформации и интенсификации изнашивания. Схемы контакта при трении качения приведены на рис. 3, а на рис. 4 – схемы контакта стальной и бронзовой трущихся деталей при граничной смазке (рис. 3, а и рис. 4, а) и при избирательном переносе (ИП) (рис. 4, б). Если при граничной смазке контакт сопряженных поверхностей происхо-

дит только в отдельных точках, то при ИП он осуществляется через пластически деформируемый мягкий и тонкий слой меди. В результате площадь фактического контакта возрастает в десятки раз, а материал деталей испытывает лишь упругие деформации. При граничной смазке взаимодействие неровностей поверхностей вызывает усталостное изнашивание. При ИП трение непрерывное, площадки действительного контакта плоские. При трении с граничной смазкой и трении без смазочного материала поверхности деталей всегда покрыты окисными пленками (рис. 5), которые предотвращают непосредственный контакт металлических поверхностей и их схватывание. Однако окисные пленки хрупки, не способны многократно деформироваться и поэтому в процессе трения разрушаются в первую очередь. С повышением температуры в зоне трения окисные пленки утолщаются, при этом увеличивается и объем их разрушения.

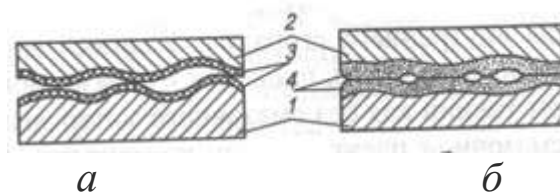


Рис. 5. Схемы контакта деталей
при наличии окисла при граничной смазке (а)
и избирательном переносе (б):

1 – сталь; 2 – бронза; 3 – окисные пленки;
4 – серовитные пленки

Виды разрушения деталей при трении могут быть допустимыми и недопустимыми (рис. 6).



Рис. 6. Классификация видов разрушения при трении

Частыми причинами выхода из строя опор качения являются усталостное выкрашивание дорожек и тел качения, заклинивание и разрыв сепараторов, абразивное изнашивание. При эксплуатации опор качения указанные повреждения в ряде случаев могут быть устранены или уменьшены при использовании металлоплакирующих смазочных материалов, содержащих 0,1...10 % (мас.) твердых частиц металлов, их окислов, металлоорганических соединений или твердых антифрикционных материалов (рис. 7).



Рис. 7. Антифрикционные смазочные материалы и покрытия для узлов сухого трения

Долговечность пар трения с линейным контактом тел качения и колец обратно пропорциональна нагрузке на более нагруженное тело в степени 3,3. Снижение этой нагрузки на 10 % повышает долговечность подшипника на 36 %. Создание между телом качения и кольцом подшипника металлической пленки увеличивает площадь контакта и тем самым снижает максимальную нагрузку на тело качения. Серовитная пленка толщиной 0,5...1 мкм может увеличить даже при достаточно большой нагрузке площадь контакта в 1,5...2 раза.

Практически, все встречающиеся виды износа могут быть представлены как совокупность основных. Так, абразивный износ может быть представлен как «резание + деформация»; эрозия жидкими средами – «деформация + усталость»; кавитация – «деформация + коррозия» и износ смазываемых поверхностей – «адгезия + коррозия».

Условия перехода от одного вида износа к другому зависят от условий трения и природы материала. При интенсивном износе преобладают адгезионный и абразивный механизмы разрушения материалов, частицы износа имеют вид осколков, а на поверхности трения образуются глубокие вырывы. Интенсивный

износ сопряженных поверхностей – один из существенных каналов утечки материальных и энергетических ресурсов, поэтому разработке эффективных методов борьбы с ним в последнее время уделяется огромное внимание.

По данным 85...90 % машин выходят из строя по причине износа деталей, хотя за последние годы использование эффекта безызносности значительно расширилось. В настоящее время трудно указать область машиностроения или приборостроения, в которой ИП не был бы применен или апробирован. ИП проявляется при трении: стали по стали и чугуну; чугуна по чугуну; стали по порошковому материалу, металлополимеру, стеклу, бронзе, алюминиевым сплавам, композиционным и другим материалам.

При трении сопряженные поверхности изнашиваются одновременно, что приводит к изменению их взаимного положения. Износ сопряжения характеризуется изменением взаимного расположения сопряженных деталей. Доказано, что в зависимости от характера возможного сближения поверхностей все сопряжения подразделяются на две разновидности:

1. сопряжения с изнашивающимися или малоизнашивающимися поверхностями, которые обеспечивают сближение деталей при износе только в заданном направлении;
2. самоустанавливающиеся сопряжения, в которых взаимное положение деталей зависит от формы изношенной поверхности и износ наиболее сказывается на функциональных свойствах пары.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором освещаются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое износ?
2. Расшифровать понятие износоустойчивость.
3. Что такое поверхностная усталость?
4. Расшифровать схему износа при трении скольжением.
5. Что такое коррозионный износ?
6. Что такое изнашивание?
7. Скорость изнашивания это ...
8. Что такое адгезионный износ?
9. Перечислить факторы, вызывающие заедание.
10. Что такое абразивный износ?
11. Перечислить недопустимые виды износа.
12. Причины выхода из строя опор качения и методы их устранения.
13. Расшифровать схему износа при качении.
14. Перечислить допустимые виды износа.
15. Расшифровать схему контакта деталей при наличии окисла при граничной смазке.
16. Какие разновидности поверхностей сопряжения бывают?
17. Перечислить специфические виды износа.

Лабораторная работа №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК И ИХ СОРТИРОВКА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение классификации видов износа и причины разрушения деталей.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Исходные заготовки ремонта (очищенные детали ремонтного фонда) сортируются на три группы: годные для дальнейшего применения, подлежащие восстановлению и утильные. Работы по *определению технического состояния исходных заготовок* состоят в измерении значений установленных параметров и отнесении этих заготовок к одной из трех названных групп. На заготовках второй группы находят сочетания повреждений и устанавливают маршруты восстановления. Работы выполняются на сортировочном участке.

Виды и классификация повреждений

Повреждения деталей – это недопустимые, приобретенные в эксплуатации отклонения значений свойств их материала и геометрических параметров от начальных, заложенных при изготовлении или ремонте.

В зависимости от природы возникновения повреждения деталей бывают в виде: *износов, усталостных изменений, деформаций, трещин, пробоин, коррозии и старения материала*. Повреждения по месту возникновения подразделяются на *наружные и внутренние*. Наружные повреждения определяют осмотром или измерениями, а внутренние – средствами структурокопии.

Основные характеристики повреждений:

- отклонения размеров, формы и взаимного расположения элементов от нормативных значений;
- размеры трещин и пробоин;

- расход среды из-за течей;
- механические.

Процессы и средства для определения повреждений

Операции по определению повреждений следующие:

- простукивание и наружный осмотр;
- измерения линейных и угловых размеров;
- измерение параметров формы и расположения поверхностей;
- обнаружение поверхностных трещин;
- определение течей;
- измерение специальных характеристик.

Простукивание применяют для определения «ослабленных» посадок шеек, шипов, штифтов и заклепок и контроля резьбовых сопряжений с натягом. Резьбы с натягом разбирают только при необходимости.

Обломы и наружные большие трещины определяют ***осмотром***. При осмотре используют складные лупы ЛП-1, ЛАЗ, ЛПК-471, штативные лупы ЛШ, ЛПШ-25, ЛПШ-462, отсчетные микроскопы МИР-1 М и МИР-2 и биноккулярные микроскопы типа БМИ.

Для контроля линейных размеров элементов деталей применяют универсальный инструмент: штангенциркули (ГОСТ 166-89), штангензубомеры, штангенглубиномеры (ГОСТ 162-90), гладкие микрометры (ГОСТ 6507-90), индикаторные нутромеры (ГОСТ 868-82 и 9244-75) и скобы (ГОСТ 11098-75). Допустимая погрешность измерений определена ГОСТ 8.051-81. Для повышения производительности измерений широко применяют специальные средства – непроходные неполные предельные калибры, рабочие размеры которых определены по ГОСТ 2015-84.

Диаметры внутренних и наружных цилиндрических поверхностей измеряют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях или в плоскости наибольшего износа.

Если деталь признается годной по линейным параметрам, то проверку продолжают для выявления годности по параметрам формы и расположению поверхностей.

Отклонение от круглости измеряют кругломерами, от плоскостности – с помощью щупов или оптико-механическими приборами.

Отклонения от взаимного расположения поверхностей измеряют с помощью специальных средств, оснащенных индикаторами часового типа (ГОСТ 577-68). Например, в блоке цилиндров в сборе с картером сцепления двигателя внутреннего сгорания необходимо измерить:

- соосность коренных опор между собой и с отверстием под коробку передач в картере сцепления;
- биение торца картера сцепления относительно оси коренных опор;
- параллельность торцев первой коренной опоры между собой и перпендикулярность их к оси коренных опор;
- совпадение и перпендикулярность осей цилиндров и коренных опор;
- расстояния между осями цилиндров;
- параллельность осей коренных опор и отверстий под распределительный вал и расстояние между ними;
- расстояние между осями коренных опор и отверстия под стартер.

Большую часть средств создают в собственном вспомогательном производстве.

Для обнаружения поверхностных усталостных трещин, неразличимых визуально, в деталях ремонтного фонда применяют магнитные, капиллярные и звуковые способы контроля. Перспективно использование рентгено- и гамма-дефектоскопии.

Магнитные способы применяют для контроля деталей из ферромагнитных материалов. Трещины в материале детали или включения обуславливают иную, чем в основном материале, магнитную проницаемость. Способы основаны на определении в месте повреждения магнитного поля рассеяния. Эти способы надежны и просты, поэтому получили широкое распространение.

Сущность магнитного способа определения повреждений заключается в том, что магнитный поток, встречая на своем пути повреждение с низкой магнитной проницаемостью по сравнению с ферромагнитным материалом, огибает его. Часть магнитного потока выходит за пределы детали, образуя поле рассеяния. Поиск последнего составляет содержание способа.

По способу определения магнитного поля рассеивания раз-

личают следующие виды контроля: магнитопорошковый, магнитографический, феррозондовый и др. Наибольшее распространение в ремонте из магнитных способов получил магнитопорошковый.

Магнитопорошковый контроль включает следующие операции: подготовку детали к контролю, ее намагничивание, нанесение на проверяемую поверхность магнитного порошка или его взвеси, обнаружение повреждения и размагничивание детали.

Для визуального определения магнитных полей рассеяния над трещинами служат магнитные порошки (сухие или в виде суспензий). Железные порошки получают термическим разложением пентакарбонила железа $\text{Fe}(\text{CO})_5$ или диспергированием железа электрической дугой в керосине, а порошок ферромагнитного оксида железа – окислением магнетита.

Наибольшее распространение получили черный или темно-коричневый магнитный порошок, представляющий собой измельченный оксид-закись железа Fe_3O_4 , и буро-красный порошок – оксид железа Fe_2O_3 . Для контроля деталей с темной поверхностью используют светлые порошки (с добавлением алюминиевой пудры) или люминесцентные порошки, содержащие люминофору люмоген светло-желтого цвета. Размер частицы порошка составляют 0,1 ... 60 мкм.

Магнитные пасты, предназначенные для получения взвесей в жидкости, содержат различные смачивающие, антикоррозионные и другие добавки. В качестве жидкости используют смесь керосина и трансформаторного масла в равных количествах. На 1 кг жидкости добавляют 30...50 г магнитного порошка.

Скопления порошка над трещинами намагниченных деталей выявляют форму и размеры этих трещин.

Повреждения обнаруживаются, когда направление магнитного поля перпендикулярно к трещине. Поэтому простые детали намагничивают в одном направлении, а детали сложной формы – в нескольких. Для создания наилучших условий контроля применяют три способа намагничивания: циркуляционное, полюсное и комбинированное.

Магнитографический способ определения трещин заключается в намагничивании детали при одновременной записи магнитного поля на магнитную ленту, покрывающую деталь, и по-

следующей расшифровке полученной информации.

Для обнаружения повреждений **феррозондовым способом** применяют феррозондовые преобразователи.

Детали из магнито жестких материалов должны быть размагничены. Это размагничивание происходит в переменном магнитном поле с амплитудой, равномерно уменьшающейся от некоторого максимального значения до нуля. Чем больше магнитная проницаемость материала и толщина (стенки) детали, тем меньше должна быть частота размагничивающего переменного магнитного поля.

Степень размагниченности проверяют путем осыпания детали стальными опилками. На поверхностях размагниченных деталей опилки не удерживаются. Для контроля размагниченности применяют феррозондовый полюсоискатель ФП-1 или прибор контроля размагниченности ПКР-1.

Капиллярный способ является основным при контроле деталей из цветных материалов, а также дополнительным при магнитопорошковом контроле. Способ обладает высокой чувствительностью, с его помощью можно при выполнении технологических процессов определять шлифовальные и термические трещины, волосовины, поры и др.

Сущность способа заключается в том, что на очищенную поверхность детали с повреждением наносят проникающую жидкость (пенетрант), дают выдержку для проникновения жидкости в полость повреждения, удаляют ее остатки с поверхности детали, высушивают деталь и в заключение вызывают проникающую жидкость на поверхность детали. Чем глубже трещина, тем более широкая полоска жидкости будет на поверхности детали.

Проникновение пенетранта в полость повреждения возможно за счет его низкого поверхностного натяжения и образования мениска на его свободной поверхности.

Извлечение проникающей жидкости из трещины на поверхность детали производят сорбционным или диффузионным способом. В первом случае на поверхность детали наносят сухой порошок силикагеля, каолина, мела и др. (сухой способ) или средство в виде их суспензий в воде или органических растворителях (мокрый способ). Во втором случае наносят покрытие, в которое диффундирует проникающая жидкость из области дефекта.

Этот способ более чувствителен, чем сорбционный, его применяют для обнаружения мелких трещин.

Для лучшего выявления полосы проникающей жидкости над трещиной в ее состав вводят цвето- и (или) светоконтрастные вещества. Если в пенетрант вводят красители, видимые при дневном свете, то способ называют капиллярно-цветным, а если в него включают вещества, которые способны флуоресцировать при облучении ультрафиолетовым светом, то способ называют капиллярно-люминесцентным.

Капиллярно-цветной способ основан на регистрации цветного контраста выявляющей жидкости (пенетрации) на белом фоне проявителя. В качестве пенетранта служат следующие составы:

- керосин – 800 мл, норил-А – 200 мл, Судан красный 5С – 10 г/л;

- спирт – 90 %, эмульгатор ОП-7 – 10 % и родамин С – 30 г/л;

- керосин – 65 %, трансформаторное масло – 30 %, скипидар – 5 % и Судан красный 5 – 5 г/л.

Капиллярно-люминесцентный способ основан на регистрации свечения флуоресцирующей жидкости, извлеченной из повреждения в ультрафиолетовых лучах. Очищенные детали погружают в ванну с флуоресцирующей жидкостью на 10... 15 мин. В качестве такой жидкости применяют составы (% по массе):

- керосин – 50, бензин – 25, трансформаторное масло – 25, краситель-дефектоль зелено-золотистый – 0,25 г/л;

- керосин – 75, бензол – 10, трансформаторное масло – 15, краситель-дефектоль зелено-золотистый – 0,25 г/л и эмульгатор ОП-7 – 2...3 г/л.

Технология определения повреждения капиллярным способом следующая. Очищенные детали погружают в ванну с проявляющей жидкостью. Жидкость можно наносить пульверизатором или мягкой кистью. Затем деталь очищают раствором ТМС и просушивают подогретым сжатым воздухом, что способствует выходу проникающего раствора на поверхность детали и растеканию его по краям трещины. По длине и ширине полосы с контрастным веществом судят о месте расположения и размерах обнаруженной трещины. В конце операции деталь протирают ве-

тошью или промывают струей холодной воды под давлением 0,2 МПа с последующей сушкой.

Люминесцентную проверку проводят с помощью дефектоскопов марок ЛЮМ-1, Л ЮМ-2, ЛДА-3, ЛД-4. Раствор освещают ультрафиолетовыми лучами с помощью ртутно-кварцевых ламп ПРК-2, ПРК-4 или ПРК-7, свет от которых пропускают через специальные светофильтры типов УРС-3, УРС-6 и др. Под действием облучения пенетрант ярко светится желто-зеленым цветом.

Освещенность места контроля лампами накаливания должна быть > 500 лк для выявления цвета Судана, а ультрафиолетовым излучением длиной волны 315...400 нм > 50 лк.

Поверхностные трещины на деталях несложной формы определяют с помощью *ультразвуковых дефектоскопов*, использующих звуковые волны частотой 0,5...15 МГц. Наибольшее применение нашли устройства, работающие по принципу излучения и приема бегущих и стоячих акустических волн (рис. 1). В свою очередь, устройства, в которых применяют бегущие волны, делят на три группы: использующие прохождение и отражение волн и импедансные.

Способы прохождения волн подразделяют на теневой и временной. Теневой способ учитывает уменьшение амплитуды волны, прошедшей повреждение (рис. 2). Временной способ основан на запаздывании импульса, вызванного огибанием повреждения волнами.



Рис. 1. Классификация акустических способов контроля

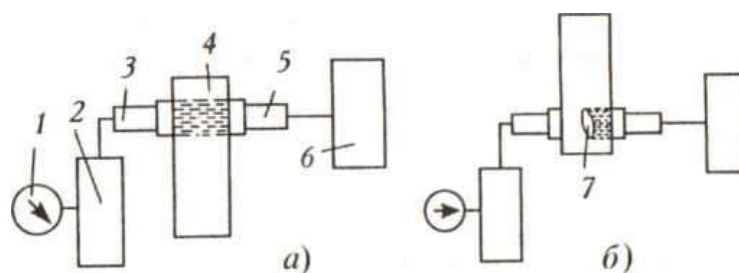


Рис. 2. Схемы определения повреждений теневым способом:

- а* – заготовка без повреждения;
- б* – заготовка с повреждением;
- / – индикатор; 2 – усилитель;
- 3 – пьезоприемник; 4 – заготовка;
- 5 – излучатель; 6 – генератор;
- 7 – повреждение

Импедансный способ заключается в анализе изменения механического импеданса поврежденного участка поверхности контролируемого объекта, с которым взаимодействует преобразователь. Об изменении импеданса судят по характеристикам колебаний преобразователя: частоте, амплитуде, фазе.

Сравнительный ультразвуковой способ основан на сопоставлении реальной ультразвуковой характеристики изделия с эталонной. В детали с помощью преобразователя возбуждают вибрации в ультразвуковом диапазоне. По мере диссипирования

акустической энергии изменяется частота колебаний детали. Полученные приемным преобразователем вибрационные сигналы поступают в прибор и после усиления и фильтрации анализируются блоком обработки. Значения амплитуд и частот сигналов, а также некоторые спектральные характеристики (в первую очередь распределения частот) сравнивают с эталонными, хранящимися в блоке памяти прибора, и на основании этого сравнения делается вывод о годности или негодности детали к восстановлению. Эталонные значения вибрационных сигналов получают с заведомо годной для восстановления детали.

Наличие повреждений или изменение свойств материала при резонансном способе контроля определяют по изменению резонансных частот по сравнению с этими частотами для годной детали.

Согласно способу свободных колебаний, в части изделия ударом возбуждают механические колебания и анализируют спектр возбуждаемых частот. В изделиях с трещинами спектр, как правило, смещается в высокочастотную сторону.

Неразрушающий контроль внутренней структуры радиопрозрачных изделий, а также текстуры материалов ведут с помощью радиоинтроскопов, работающих в режиме сканирования. Информация о внутренней структуре материалов содержится в амплитуде, фазе и характере поляризации отраженной или прошедшей волны. Физико-механические свойства материалов (величина зерна, модуль упругости, твердость, текстура и др.) могут определяться акустическими средствами путем измерения скорости распространения и коэффициента затухания упругих волн, характеристического импеданса и др.

Внутренние полости некоторых деталей или сопряжений пар деталей проверяют на *герметичность*. Это свойство определяет способность конструкции или материала препятствовать проникновению жидкости или газа (ГОСТ 24054-80). В качестве пробного вещества применяют воду, керосин или воздух. Количественная характеристика герметичности выражается расходом газа или жидкости, протекающими через течь, или падением давления в полости за единицу времени. Наибольшее распространение в ремонтном производстве получили газовые манометрические способы. Таким образом контролируют блоки,

головки и гильзы цилиндров, впускные трубы и газопроводы, корпуса воздухоочистителей и другие изделия.

Герметичность стенок водяной рубашки головки цилиндров проверяют на стенде КИ-12587. Пробным веществом является сжатый воздух под давлением 0,4 МПа. Предмет ремонта при испытании помещают в воду, нагретую до температуры 85...90 °С. Расположение и размер течи определяют по выходу пузырьков воздуха.

Стенд состоит (рис. 3) из: ванны **1**, заполненной водой, с кронштейном, на оси которого установлен рычаг **6**; плиты **2** для установки головки цилиндров; зубчатого сектора **3**, соединенного с рейкой **4**, и пневмоцилиндров **5** и **7**. Рычаг **6** перемещается от пневмоцилиндра **7**. Вращение плиты **2** происходит в результате взаимодействия сектора **3** и рейки **4**, которая приводится от пневмоцилиндра **5**. Угол поворота сектора **3** – 180°.

Стенд работает следующим образом. Сжатый воздух подают в пневмоцилиндр **7**, шток которого вытягивается и поворачивает рычаг **6** по часовой стрелке; плита **2** перемещается в верхнее положение. Проверяемую головку цилиндров устанавливают и закрепляют на плите, при этом – между ними помещают резиновую прокладку. В полость водяной рубашки подают сжатый воздух. С помощью пневмоцилиндра **7** рычаг **6** поворачивается против часовой стрелки, отчего головка цилиндров оказывается в воде. Посредством пневмоцилиндра **5** и зубчатой пары рейка – сектор головка цилиндров поворачивается в поле зрения оператора для обнаружения места течи.

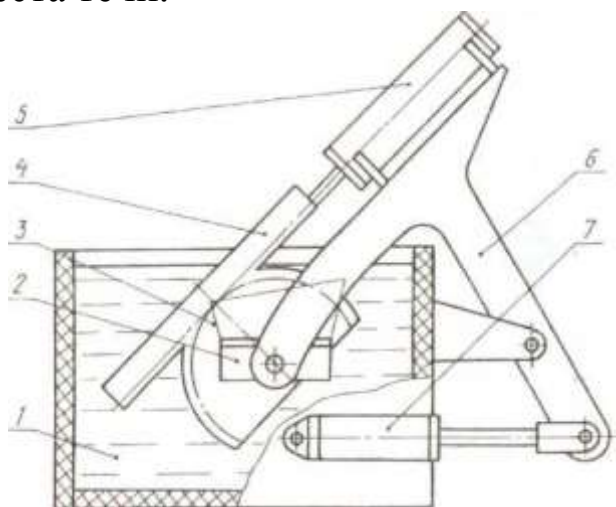


Рис. 3. Стенд для контроля герметичности головки цилиндров

Организация работ

При сортировке деталей по годности назначают сплошной контроль, потому что детали могут иметь критические повреждения.

При ремонте, как правило, принят качественный способ определения повреждений, т. е. устанавливают факт их наличия без определения количественных характеристик. Исключение составляет описание повреждений, способ устранения которых назначается в зависимости от величины повреждений (значений износов, длин трещин, площади пробоин и др.). В первую очередь находят повреждения, при наличии которых деталь выбраковывают.

Повреждение на детали помечают, а в соответствующем поле ведомости ставится знак «+». Отсутствие пометки означает годность элемента детали. При технологической подготовке производства определяют организацию учета деталей и способ пометки поврежденных элементов. Здесь возможны два решения.

1. Поврежденные места помечают краской. Ее наносят непосредственно на место повреждения. Содержание повреждения шифруют цветом краски и характером линий. Типовая технология ГосНИТИ рекомендует сортировать детали на группы и помечать цветом: зеленым – годные детали; желтым – детали, годные только для сопряжения с новыми или восстановленными до номинальных размеров деталями; белым – детали, подлежащие восстановлению на данном предприятии; синим – детали, определенные для восстановления на специализированных предприятиях; красным – утиль.

2. Повреждения записывают на бланках установленной формы, которые приклеивают к деталям. Детали поступают на места их восстановления, где рабочие по записям изучают повреждения и по разработанной технологии устраняют эти повреждения. Контролер на своем посту в конце линии восстановления определяет полноту и качество работ.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором описываются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

Название и цель работы.

Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем суть определения технического состояния исходных заготовок?
2. Что такое повреждение детали?
3. Назвать разновидности повреждений деталей.
4. Перечислить основные характеристики повреждений.
5. Перечислить операции по определению повреждений.
6. Назвать инструменты для контроля линейных размеров.
7. Каким образом можно обнаружить поверхностные усталостные трещины?
8. Сущность магнитопорошкового метода контроля.
9. Сущность магнитографического способа контроля.
10. Сущность капиллярного способа контроля.
11. Что может служить в качестве пенетранта?
12. Чем отличается капиллярно-цветной от капиллярно-люминисцентного способа контроля?
13. Сущность ультразвукового метода контроля.
14. В чем заключается импедансный способ контроля?

Лабораторная работа №6

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЫЛЕНИЕМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных способов восстановления деталей разными способами напыления.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Напыление – нанесение слоя из мелких частиц вещества на поверхность материалов и изделий в защитных или декоративных целях.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И ВИДОВ НАПЫЛЕНИЯ

Электродуговое напыление

Сущность *процесса металлизации (электродуговое напыление)* заключается в том, что металлическая электродная проволока расплавляется с помощью ацетилено-кислородного пламени, электрической дуги или токов высокой частоты в специальных устройствах (металлизаторах). Струей воздуха расплавленный металл распыляется на мелкие частицы и наносится на заранее подготовленную поверхность детали.

В процессе металлизации происходят значительные изменения физического и структурного состояния исходного металла. Наносимый слой получается пористым. Он способен хорошо удерживать смазку. Температура металлизационного слоя в процессе нанесения не превышает 70–80 °С. Это не влияет на изменение структуры и механических свойств металла детали.

Металлизация позволяет наносить покрытия толщиной от 0,3 до 10 мм из различных металлов и сплавов на стальные, чугунные, бронзовые, деревянные, гипсовые и другие поверхности. Можно получить псевдопокрытия, состоящие, например, из меди и свинца, алюминия и свинца и других металлов. Металлизация

не вызывает изменения структуры металла детали и поэтому прочность основания наращиваемой детали не снижается. Ремонт деталей с применением металлизации обходится, как правило, дешевле по сравнению с другими способами. Металлизационное покрытие обладает рядом ценных свойств, например, достаточно высокой износостойкостью при жидкостном и полужидкостном трении. Однако, несмотря на ряд преимуществ, металлизация распылением имеет ряд существенных недостатков, к числу которых следует отнести в первую очередь недостаточно высокую прочность сцепления покрытия с металлом восстанавливаемой детали, трудности подготовки твердых поверхностей деталей к металлизации и значительные потери металла, особенно при металлизации малогабаритных деталей.

С помощью металлизации восстанавливают изношенные места под неподвижные и подвижные посадки шариковых и роликовых подшипников, шестерен, шкивов и других деталей.

Восстанавливают шейки валов, работающих в условиях хорошей смазки без вибраций и ударов. Производят заделку трещин в деталях, воспринимающих небольшую нагрузку, например, в блоках, головках цилиндров и др.

Иногда металлизацию применяют для защиты поверхностей деталей от коррозии и защиты поверхностей, не подлежащих цементации. В последнем случае на поверхности деталей наносят слой меди.

Газопламенное напыление

Газопламенное напыление (рис. 1) в зависимости от состояния напыляемого материала может быть четырех типов: проволочное, прутковое, шнуровое и порошковое. Кроме этого, к газопламенному методу относится детонационное напыление, основанное на использовании энергии детонации смеси кислород – горючий газ.

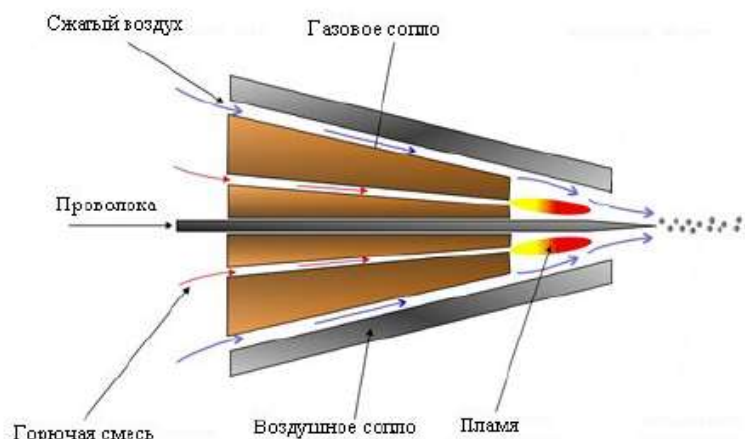


Рис. 1. Схема газопламенного напыления

При данном способе напыления источником тепловой энергии является пламя, образующееся в результате горения смеси кислород – горючий газ.

Газопламенное напыление применяют для нанесения покрытий из порошковых материалов (металлов, сплавов, некоторых видов керамики, пластмасс) в мобильных (трассовых) условиях на различные изделия (рис. 9.2 и 9.3).

Область применения – упрочнение различных деталей машин и механизмов преимущественно антикоррозионных покрытий в условиях трассы и других мобильных условиях.

Недостатками любого метода газотермического напыления или наплавки, использующего для нанесения покрытий порошковые материалы, является сложность обеспечения стабильности свойств и надлежащего уровня качества покрытий, получаемых из многокомпонентных механических смесей порошков, что вызвано сегрегацией компонентов при смешивании и транспортировании смеси из дозирующих устройств в струю. Сегрегация приводит к неравномерности формирования структуры, увеличению пористости, снижению прочности и ухудшению эксплуатационных характеристик покрытий.

Указанных недостатков лишены системы газопламенного напыления, использующие в качестве распыляемого материала стержни, изготовленные высокотемпературным спеканием или экструзией порошков со связующим.

Метод газопламенного напыления отличается экономичностью, простотой аппаратного оформления и надежностью обо-

рудования для нанесения покрытий, что позволяет использовать его там, где требуется соблюдение непрерывности и стабильности технологического процесса. В цеховых условиях процесс газопламенного напыления может быть механизирован или автоматизирован. Кроме того, небольшая масса и мобильность ручных аппаратов позволяет использовать их для обработки крупногабаритных деталей и металлоконструкций в полевых условиях.

Перспективные методы напыления

Отличительная особенность *детонационного напыления* – циклический характер подачи порошка на поверхность обрабатываемой детали со скоростью, превышающей скорость звука. Циклический процесс напыления получают с помощью детонационных станков, в которых в результате воспламенения и перемещения по каналу горючей смеси происходит ее взрыв с выделением значительного количества теплоты и образованием детонационной волны, которая ускоряет и переносит напыляемые частицы на поверхность детали со скоростью, определяемой геометрией ствола и составом газа.

Инертно-плазменное напыление используется для высококачественного нанесения любых порошковых материалов на поверхность изделий. Процесс осуществляется в зависимости от требований к покрытиям в открытой камере или в камере с контролируемой средой и давлением. Оригинальная конструкция плазмотрона позволяет получить достаточно высокой мощности плазменную струю из аргона при относительно низком значении тока дуги (до 300 А). Можно применять смеси газов на основе аргона с добавлением азота, водорода, гелия. Создаются наполненные профили температуры и скорости плазмы. Равномерный нагрев и ускорение напыляемого материала. Исключается нежелательный эффект химического взаимодействия материала с активными составляющими плазмы. Обеспечиваются высокое качество покрытий и стабильность процесса напыления.

Область применения – упрочнение поверхности ответственных узлов и деталей машин и механизмов. Нанесение легко окисляющихся материалов. Создание изделий из композиционных материалов практически любого состава и соотношения.

Воздушно-плазменное напыление обеспечивает высокое качество покрытий (особенно керамических), возможность напыления практически любых металлов, простота используемого оборудования в результате нет баллонов со сжатыми газами, низкая себестоимость напыленных покрытий, простота управления. Качество напыленных покрытий не ниже, а в некоторых случаях выше, чем покрытий, полученных традиционным плазменным напылением с использованием оборудования известных фирм.

Область применения – восстановление изношенных деталей различных машин и механизмов. Изготовление изделий методом плазменного формования с уникальными характеристиками и параметрами.

Плазменное напыление сверхпрочных покрытий на различные детали и изделия реализуется с помощью *метода сверхзвукового напыления*. Этот метод применим для коленчатых валов даже самых больших машин (типа МАЗ, КАМАЗ, КрАЗ), коленчатых валов судовых дизелей, шаровых клапанов вентилей, матриц пресс-форм, гребней шнеков и других аналогичных деталей. Сверхзвуковая плазменная установка для напыления высокопрочных покрытий включает источник питания типа АПР 404, камеру для напыления и устройство перемещения детали в зависимости от её размеров и габаритов дозатор порошка, сверхзвуковой плазмотрон и пульт управления.

Покрытия, реализуемые сверхзвуковым способом, характеризуются максимальными данными по плотности и пористости. Лучшими данными по износостойкости.

Область применения – нанесение сверхпрочных покрытий на некоторые изделия, преимущественно валы тяжелых машин, судовых колен валов и других деталей специального назначения.

Общая характеристика способов

гальванического и химического наращивания материала

Электролитическое нанесение слоя металла основано на законах электролиза. Электролиз представляет собой процесс, протекающий в электролитах при пропускании через них электрического тока. Детали, подлежащие электролитическому покрытию, служат катодами, а в качестве анодов при осталивании, меднении

и цинковании применяют соответственно стальные, медные и цинковые пластины.

На ремонтных заводах некоторые детали дорожных машин ремонтируют наращиванием различных металлов гальваническим (электролитическим) способом. Наиболее часто применяемыми видами наращивания являются *хромирование (гладкое и пористое) и осталивание*.

При ремонте строительных машин *осталиванием* рекомендуется восстанавливать детали под неподвижные посадки с небольшим натягом, а также для получения подслоя для тонкого хромирования. Осталенные детали можно подвергать термической обработке (цементации, закалке, цианированию), что значительно расширяет область применения этого способа. Осталиванием восстанавливают валики привода масляных, водяных и других насосов, валы и оси трансмиссий автогрейдеров и моторных катков (бортовые фрикционы, детали коробок передач, главных передач и т. д.).

Хромирование применяют при восстановлении деталей, имеющих износ в пределах до 0,4 мм на сторону, так как при большей толщине хромирования, ухудшаются физико-механические свойства покрытия. Хромированием восстанавливают следующие детали машин: гильзы (посадочные пояски – слой 0,2 мм), поршневые пальцы, шейки и хвостики коленчатых валов, шейки и буртики распределительных валов, штоки выпускных клапанов, шейки вала генератора, вал привода топливного насоса, плунжерные пары, поршневые кольца, штоки и золотники гидропривода и т. д.

Сущность электролитического наращивания металла состоит в следующем. В ванну (рис. 2) заливают электролит. При прохождении постоянного электрического тока через раствор электролита, который представляет собой водный раствор солей и кислот, последний интенсивно диссоциирует, т. е. распадается на положительные и отрицательные ионы, и происходит процесс электролиза. Положительно заряженные ионы (катионы) в виде атомов металла и водорода направляются к катоду. Отрицательно заряженные ионы (анионы) в виде кислотных остатков и гидроксильной группы направляются к аноду, где теряют свои характерные свойства и превращаются в нейтральные атомы.

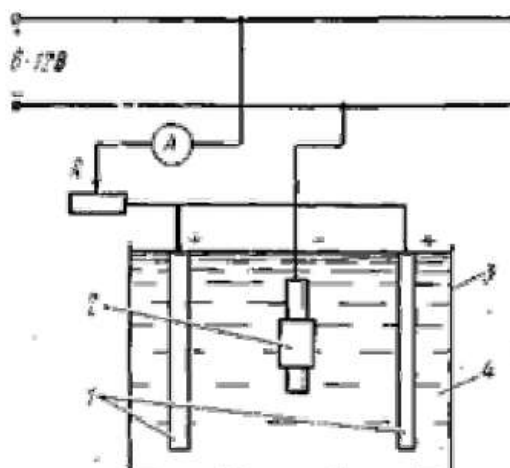


Рис. 2. Схема установки
для электролитического осаждения металла

В процессах с нерастворимыми анодами (хромирование) на катоде, которым является наращиваемая деталь, осаждается металл (хром), полученный за счет диссоциации электролита, содержащего соли хрома в виде хромового ангидрида.

В процессах с растворимыми анодами (осталивание) осаждаемый на детали металл получается дополнительно за счет растворения анода, который изготовлен из этого металла. Качество электролитических покрытий зависит от подготовки поверхности детали, температуры, кислотности и состава электролита, плотности тока на катоде, соотношения площадей катода и анода и ряда других факторов.

Хромирование деталей

Электролитический хром – серебристо-белый металл с синеватым оттенком, отличающийся высокой твердостью, низким коэффициентом трения, высокой коррозионной стойкостью и износостойкостью, обладает большой хрупкостью и плохо смачивается маслом. Температура плавления хрома равна 1750–1800 °С. Электролитический хром хорошо сцепляется со сталью, никелем, медью и ее сплавами.

По назначению хромовые покрытия подразделяют на износостойкие (твердые) и защитно-декоративные. Износостойкие покрытия применяют для ремонта изношенных поверхностей деталей, а также для повышения износостойкости деталей с целью увеличения срока их службы. Износостойкие хромовые покрытия

могут быть двух видов: гладкие и пористые. Последние наносят на поверхность деталей, работающих в условиях высоких нагрузок и граничного трения.

Защитно-декоративные покрытия применяются для защиты деталей от коррозии и придания им красивого внешнего вида. Толщина слоя защитно-декоративного покрытия составляет 1–2 мкм, износостойкого – 0,4–0,5 мм. При большей толщине хромовое покрытие некачественно.

Хромированием ремонтируют изношенные шейки валов, осей, стержни клапанов и толкателей двигателей, поршневые пальцы, прецизионные пары топливной аппаратуры и другие детали.

Процесс восстановления деталей можно подразделить на три стадии: подготовку деталей к нанесению покрытия, нанесение покрытия и обработку деталей после нанесения покрытия.

Технологический процесс восстановления деталей хромированием состоит из ряда операций, которые необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Механическая обработка. Поверхности деталей, подлежащие хромированию, следует шлифовать до выведения следов износа и полировать. После механической обработки на них не должно быть раковин, трещин и глубоких рисок, так как хромовое покрытие воспроизводит эти дефекты. Для шлифования и полировки применяют круглошлифовальные станки.

2. Мойка. Мойку деталей можно проводить в керосине, уайт-спирите или дихлорэтаноле, а также кипячением в 10 %-ном растворе каустической соды. Мойку ведут в специальных ваннах, а затем обдувают сжатым воздухом.

3. Контроль. Проводят контроль размеров для определения необходимой толщины слоя хрома и времени хромирования с учетом припуска на последующую механическую обработку.

4. Изоляция мест, не подлежащих хромированию. Эти работы проводят на монтажных столах (верстаках), применяя для изоляции перхлорвиниловый лак, лак АК-20, винипласт или хлорвиниловую изоляционную ленту. Отверстия, не подлежащие хромированию, закрывают свинцовыми пробками или другими кислотостойкими материалами.

5. Монтаж деталей на подвеске. Детали крепятся на специальной подвеске. При этом необходимо следить, чтобы между деталями и токоподводящими штангами был надежный контакт. Работы проводят на монтажных столах.

6. Обезжиривание. Электролитическое обезжиривание проводят в растворе состава: едкий натр – 10 г/л; жидкое стекло – 3 г/л; кальцинированная сода – 25 г/л; тринатрийфосфат – 25 г/л. Отношение площади анода к площади катода 4:1. Температура раствора 70–80 °С и плотность тока от 5 до 10 А/дм². Напряжение 6–8 В. Продолжительность процесса 1-2 мин. Обезжиривание проводят в специальных ваннах.

7. Мойка. Совместно с подвеской детали промывают в проточной горячей воде (60–80 °С), а затем в проточной холодной воде. Мойку ведут в специально оборудованных ваннах.

8. Декапирование. Электрохимическое декапирование проводят в ванне хромирования или в ванне с хромовым электролитом. Декапирование деталей проводят в течение 30–90 с при плотности тока 25–40 А/дм², а чугунных – в течение 25–30 с при плотности тока 20–25 А/дм². Температура электролита во всех случаях должна быть 55–60 °С. Анодное декапирование производится для удаления окисных пленок с поверхности детали и выявления ее структуры. После декапирования детали промывают в дистиллированной воде.

9. Хромирование. Подвески с деталями помещают в ванну хромирования, подогревают их при включенном токе в течение 5–6 мин, а затем дают полный ток согласно режиму хромирования. При хромировании применяют нерастворимые аноды из свинца или сплава свинца с 6 % сурьмы. Катодом служит восстанавливаемая деталь. Для хромирования наиболее часто применяют электролиты, состоящие из водного раствора двух компонентов – хромового ангидрида CrO₃ и серной кислоты H₂SO₄.

Условно покрытия делят на следующие виды: молочные, блестящие и матовые. Молочные покрытия обладают высокой износостойкостью и повышенной вязкостью, их рекомендуется наносить на поверхности детали, работающие при больших давлениях и знакопеременной нагрузке. Блестящие покрытия отличаются высокой твердостью, повышенной износостойкостью, пористостью и хрупкостью. Однако такие покрытия обладают пло-

хой смачивающей способностью по отношению к маслу, а при недостаточной смазке возможны заедания. В этих случаях блестящее покрытие подвергают анодному травлению, т. е. к детали подключают плюс, а к свинцовым пластинам – минус.

В этом случае получается пористое хромирование, хорошо работающее в условиях трения со смазкой. Их наносят на поверхности деталей, работающих на износ. Оба вида покрытий могут быть нанесены на поверхности деталей, работающих в условиях неподвижных посадок.

Матовые покрытия отличаются высокой твердостью и хрупкостью, а также низкой износостойкостью. Они применяются как защитнодекоративные. Электролиты для хромирования имеют ряд недостатков: низкий выход хрома потоку (12–16 %); необходимость частого корректирования вследствие неустойчивости состава; малую производительность (за 1 ч откладывается слой толщиной 0,1–0,03 мм).

Принцип саморегулирования электролита состоит в том, что ионы вводят в электролит не в виде серной кислоты, а в виде солей труднорастворимого сульфата стронция, который берется в избытке, с тем, чтобы часть его находилась в растворе в виде диссоциированных ионов, а часть – в твердом состоянии на дне ванны.

При этом составе электролита требуемая концентрация компонентов автоматически поддерживается постоянной, так как избыток солей, находящихся на дне ванны, будет растворяться в электролите (в пределах возможной растворимости). При уменьшении концентрации хромового ангидрида будет происходить обратное явление – часть растворенных солей будет выпадать на дне ванны в виде твердого осадка, обеспечивая таким образом постоянство концентрации компонентов электролита.

Материалом для анодов является оловянно-свинцовый припой ПОС40. Саморегулирующийся электролит имеет следующие преимущества: производительность в 2 раза больше, чем у обычного; высокий выход хрома по току (18–22 %); устойчивость электролита, в результате чего отпадает необходимость в частом его корректировании.

В практике для питания гальванических ванн применяют постоянный ток неизменной полярности и реверсивный постоянный

(полярность меняется по определенной программе). В качестве источников питания постоянного тока используют низковольтные генераторы АНД-500/250, АНД-1000/500, АНД-1500/750 (в числителе – сила тока при напряжении 6 В, в знаменателе – при напряжении 12 В), селеновые выпрямители типа ВСМР, кремниевые выпрямители типа ВАКГ и др. Детали хромируют в ваннах специальной конструкции. Корпус ванны представляет собой сварной бак прямоугольной формы, изготовленный из листовой стали толщиной 4-6 мм. Корпус вставлен в другой стальной сварной бак, являющийся кожухом. Пространство между корпусом и кожухом заполнено водой, служащей для равномерного подогрева электролита и поддержания его температуры в заданных пределах. Воду, находящуюся в кожухе, подогревают паром или электричеством. Для предохранения внутренней поверхности стенок корпуса ванны от агрессивного воздействия электролита ее обкладывают (футеруют) материалом, обладающим химической стойкостью по отношению к электролитам: свинцом, винипластом, асбобинилом, кислотоупорными плитками.

10. Мойка. Подвески с деталями подвергают мойке в ванне с дистиллированной водой с целью сбора хромового ангидрида, оставшегося на деталях.

11. Мойка. Подвески с деталями подвергают мойке в ваннах с проточной холодной и горячей водой.

12. Демонтаж деталей. Детали снимают с подвески и удаляют с них изоляцию. Эти работы проводят на монтажном столе.

13. Сушка деталей производится в течение 2-3 ч при температуре 150–200 °С в специальном сушильном шкафу.

14. Шлифование. Для шлифования хрома следует применять круги мягкие или средней твердости. Шлифование ведут при интенсивном охлаждении жидкостью и при частоте вращения круга 20-30 м/с и выше. Частота вращения детали должна быть 12-20 об/мин. Шлифование ведут на кругло- или внутришлифовальных станках в зависимости от конфигурации детали. 15. Контроль. При контроле деталей качество покрытий проверяют внешним осмотром и измерением твердости покрытия. При внешнем осмотре необходимо обращать внимание на блеск, отслоение и плотность осадка, пятнистость, равномерность, отсутствие шелушения и другие видимые дефекты.

Хромирование – весьма дорогой технологический процесс вследствие его длительности и относительной сложности, поэтому технико-экономическая эффективность будет высокой лишь при большой производственной программе (особенно мелких деталей). Крупногабаритные базисные детали (блоки цилиндров, корпуса коробок передач) и детали сложной конфигурации (коленчатые и распределительные валы) можно восстановить нанесением покрытия безванном способом. Принцип безванного хромирования заключается в том, что в зоне нанесения покрытия создается местная ванна. Безванное электролитическое осаждение металла может протекать несколькими способами, среди них – струйное и проточное.

Этот процесс может успешно применяться на ремонтных заводах и центральных ремонтных мастерских, так как требует сложного оборудования и больших производственных площадей.

При восстановлении хромированием крупных деталей, не помещающихся в ванне, применяют различные конструкции специальных ванн, позволяющих производить безванное (местное) хромирование. Сущность этого способа состоит в том, что на детали в нужном месте с помощью приспособления создают местную ванночку и проводят наращивание.

Восстановление деталей осталиванием

Электролитическим наращиванием стали (*осталиванием*) можно получить покрытие твердостью HRC 50-56 без последующей термической обработки, которое характеризуется достаточно хорошей износостойкостью. Толщина покрытия может быть получена до 3 мм. Гладкие покрытия микротвердостью до 3000 МПа (300 кгс/мм^2) можно получить толщиной до 3 мм и более, покрытие более высокой твердости (до 500 МПа) – толщиной 0,8–1,2 мм. Прочность сцепления покрытия с основным металлом достаточно высокая, в результате чего обеспечивается надежная работа отремонтированной детали при знакопеременных нагрузках.

Технологический процесс осталивания имеет много общего с технологическим процессом хромирования. Он также состоит из трех стадий: подготовки деталей к нанесению покрытий; нанесения покрытий и обработки деталей после нанесения покрытий.

Схема технологического процесса осталивания следующая: механическая обработка поверхностей; промывка бензином; монтаж деталей на подвеску; изоляция мест деталей, не подлежащих покрытию, обезжиривание деталей венской известью; промывка холодной проточной водой; анодная обработка в 30 %-ном растворе серной кислоты, промывка холодной водой, промывка горячей водой (с температурой 50–60 °С), нанесение покрытия; промывка горячей водой (с температурой 80–90 °С), нейтрализация 10 %-ным раствором каустической соды; промывка горячей водой (80–90 °С); демонтаж деталей с подвески и снятие изоляции; механическая обработка поверхности покрытия и контроль качества. Многие операции осталивания такие же, как и операции хромирования, или аналогичны им, поэтому ниже рассмотрим лишь те операции, которые по своему содержанию отличаются от операций хромирования.

Изоляция мест деталей, не подлежащих покрытию. В качестве изоляционного материала применяют цапонлак, эмалит, клей БФ-2, бакелитовый лак, резину, хлорвиниловые пластиката и эмали.

Анодная обработка выполняется в ванне с электролитом следующего состава: 30 %-ный водный раствор серной кислоты и сернокислосое железо закисное (железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в количестве 10–25 г/л воды. Плотность электролита 1,23 г/см³. Анодом служат обрабатываемые детали, катодом – пластины из свинца или нержавеющей стали. Площадь катодов должна в 3–4 раза превышать площадь анодов.

Режим обработки: плотность тока – 10–70 А/дм², температура электролита – 16–22 °С, продолжительность обработки – 0,5–4 мин.

Для удаления пассивной пленки, образовавшейся при анодной обработке, подвеску с деталями погружают в ванну осталивания и выдерживают в ней без тока в течение 10–50 с. Затем включают ток плотностью 5 А/дм² и в течение 5–10 мин доводят плотность тока до заданного значения.

Существующие горячие хлористые электролиты для осталивания различаются как по составу, так и по концентрации входящих в них компонентов. Они позволяют создавать покрытия различной твердости. Для получения твердых износостойких покры-

тий на практике успешно применяют электролит следующего состава (г/л воды): хлористое железо $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 200–220, соляная кислота HCl – 0,8–1,0. Режим работы ванны: плотность тока – 40–50 А/дм², температура электролита – 75–80 °С. Время выдержки деталей в ванне осталивания зависит от требуемой толщины слоя покрытия. Скорость осаждения металла на деталь – 0,3–0,5 мм/ч.

При осталивании применяют растворимые аноды из малоуглеродистой стали марок 10, 15 или 20. Растворение анодов в процессе электролиза вызывает загрязнение электролита анодным шламом (нерастворимыми частицами), который в виде включений попадает в гальваническое покрытие, ухудшая его качество. Установка для осталивания должна иметь устройство для фильтрации электролита.

Высокая температура процесса осталивания (60–80 °С) способствует испарению электролита, поэтому установка должна иметь еще и устройство для пополнения электролита водой и соляной кислотой.

Горячие хлористые электролиты обладают высокой агрессивностью по отношению к большинству металлов и их сплавов. Ванны осталивания, отстойные баки, дозирующие бачки, травильные ванны и другое оборудование должно быть защищено от агрессивного действия электролита углеграфитовыми плитками из антигмита, кислотостойкой эмалью, кислотостойкой резиной, эбонитом или кислотостойкими лаками.

Осталиванием восстанавливают стержни клапанов, толкатели, валики привода (масляного, водяного и других насосов), валы и оси: трансмиссий, шкивы, кронштейны, ступицы и другие детали дорожных машин.

Для восстановления посадочных мест корпусных деталей в ремонтном производстве применяется местное (вневанное) осталивание. Осталиванием вне ванны можно восстанавливать, гнезда под подшипники, например, картеры коробки передач (рис. 10.3). Картер промывают в 10 %-ном растворе едкого натра и в горячей воде. Поверхности гнезд зачищают наждачной шкуркой, промывают бензином и горячей водой. Затем обезжиривают венской известью и промывают горячей и холодной водой.

В корпус коробки устанавливают приспособление для осталивания. Заливают в ванночку электролит, подогретый до 40–50 °С. Состав электролита: 500 г/л двуххлористого железа и 1,0–1,5 г/л соляной кислоты. Затем устанавливают в центре, ванночки цилиндрический анод 3 из стали марок Ст.2, Ст.3 такого диаметра, чтобы расстояние между поверхностями анода и отверстия было не менее 40–50 мм, подключают к нему отрицательный полюс источника тока, а к корпусу коробки — положительный полюс. Включают ток для декапирования поверхности отверстия в течение 4–5 мин плотностью 10–15 А/дм², затем переключают полюса: минус на деталь, а плюс на анод и осталивают поверхность при той же плотности тока в течение времени, необходимого для нанесения слоя покрытия нужной толщины. Скорость осаждения слоя 0,10–0,15 мм/ч. После окончания осталивания отсасывают электролит из ванночки резиновой грушей, тщательно промывают поверхность горячей водой, снимают приспособление. Протирают поверхность отверстия тампоном, смоченным 10 %-ным раствором каустической соды, для нейтрализации остатков кислоты его промывают холодной водой и протирают сухой ветошью. Затем проводят расточку отверстия до требуемого размера.

Оксидирование

Оксидирование стали и железа является разновидностью антикоррозийного и декоративного покрытия с целью предохранения от ржавления. Среди таких способов, как фосфатирование, химическое никелирование оксидирование, последний является наиболее простым нетрудоемким, не требующим особых затрат. Зачищенную, отполированную деталь декапируют т. е. химическим путем удаляют пленку окиси с поверхности детали. Для этого на 1 мин деталь опускают в 5 %-ный раствор серной кислоты. Затем деталь промывают в воде комнатной температуры, подвергают пассивированию кипячением в мыльной воде (50 г хозяйственного мыла растворяют в литре воды). После этого в эмалированной посуде готовят раствор едкого натрия (50 г/л), подогревают раствор до 140 °С, погружают в него деталь на 1,5 ч. В результате на поверхности металла образуется блестящая черная пленка. Если нужна матовая черная пленка на поверхности детали, то состав раствора изменяют; растворяют 50 г

нитрата натрия 1500 г едкого натра в одном литре воды. Подогреваю раствор до 150 °С и погружают в него деталь на 10 мин.

Высокотемпературное оксидирование является одним из старейших способов и заключается в нагреве деталей в печи до температуры $460 \pm 10^\circ$ с последующим погружением в льняное масло на 5–10 мин. (процесс повторяется 4–6 раз). Получаемая плотная оксидная пленка имеет черный цвет. Оксидирование мелких деталей проводится в расплаве натриевой селитры при температуре 310° с выдержкой 8–10 мин. Цвет оксидной пленки ярко-синий. Для получения черных беспорных оксидных пленок применяется оксидирование в среде перегретого пара при температуре 500–550° и давлении 0,3 ат. в течение 30 мин. После охлаждения на воздухе деталь промасливают. Полученная защитная пленка черного цвета имеет наивысшую коррозионную стойкость и достаточную износостойкость.

Оксидирование алюминия и алюминиевых сплавов обеспечивает защиту деталей от коррозии. Детали очищают от загрязнений, тщательно обезжиривают в бензине или (если они сильно загрязнены) в кипящем растворе кальцинированной (безводной) соды, после чего промывают в теплой (60 °С), а затем в холодной воде до тех пор, пока вся поверхность не станет равномерно смачиваться.

Для оксидирования готовят раствор, содержащий 50 г кальцинированной соды, 15 г хромовокислого натрия и 1 г силиката натрия на один литр дистиллированной (в крайнем случае, кипяченой) воды. В подогретый до 80 °С раствор деталь опускают на 10 мин. Затем ее тщательно промывают в проточной воде.

Существует еще один способ оксидирования алюминия. Деталь крацуют (чищают поверхность железной щеткой), делая небольшие штрихи в разных направлениях, создавая определенный рисунок. Стружку и грязь удаляют с поверхности детали чистой ветошью. Чистую поверхность детали покрывают ровным слоем 10 %-ного раствора едкого натра (температура раствора 90–100 °С). После высыхания раствора поверхность детали покрывается красивой пленкой с перламутровым отливом. Сверху пленку покрывают бесцветным лаком. Пленка получится более красивой, если перед нанесением едкого натра деталь нагреть до температуры 80–90 °С.

Окраска оксидированных деталей из алюминия и алюминиевых сплавов в различные цвета производится путем последовательной химической обработки в двух 1 %-ных водных растворах солей металлов. Для окрашивания в черный цвет оксидированную деталь поочередно обрабатывают в растворах следующего состава:

1-й раствор – 50 г/л щавелевокислого аммония железа (температура раствора 60 °С, выдержка детали 0,5–1 мин);

2-й раствор – 50 г/л уксуснокислого кобальта (температура раствора 50 °С, выдержка детали 1–3 мин);

3-й раствор – 50 г/л марганцовокислой калия (температура раствора 80 °С, выдержка детали 3–5 мин).

Перед обработкой в каждом следующем растворе деталь промывают в воде.

Золотисто-зеленый цвет можно придать детали, если обработать ее в течение 2–4 мин в подогретом до 100 °С в растворе следующего состава: в литре воды растворяют 15 г двухромовокислого калия и 4 г кальцинированной соды.

Фосфатирование стальных деталей

Фосфатирование – химический процесс образования на поверхностях деталей пленки нерастворимых в воде фосфорнокислых соединений марганца и железа или цинка и железа. Фосфатная пленка имеет толщину от 7–8 мкм и зависит от вида механической обработки (точения), способа подготовки поверхности к покрытию, режима фосфатирования и состава раствора.

Фосфатирование стальных деталей обеспечивает образование на поверхности металла защитной пленки с высокими антикоррозийными свойствами. Зачищенную, отполированную, обезжиренную (бензином) и декапированную (в течение 1 мин в 5 %-ном растворе серной кислоты) стальную деталь погружают в горячий раствор (35 г/л) мажефа-фосфорнокислых солей марганца и железа. Температура раствора должна быть 97–99 °С. При этом наблюдается бурный химический процесс с выделением большого количества водорода. Через час-полтора выделение водорода прекращается, деталь выдерживают в растворе еще 10–15 мин, после чего тщательно промывают горячей водой, сушат и смазывают маслом (вазелином).

Анодирование алюминия и алюминиевых сплавов

Процесс обеспечивает образование устойчивой защитной пленки, которая может быть окрашена в любой цвет. При анодировании постоянным током деталь сначала полируют до зеркального блеска (царапин и вмятин не должно быть), обезжиривают ацетоном и затем в течение 3–5 мин – раствором едкого натра (50 г/л). Температура раствора должна быть 50 °С.

После обезжиривания желательно провести химическое полирование. Для этого деталь необходимо поместить на 5–10 мин в состав, состоящий из ортофосфорной кислоты – 75 и серной кислоты – 25 объемных частей. Температура состава должна быть 90–100°. Деталь после полирования промывают и опускают в ванну, заполненную 20 %-ным раствором серной кислоты (температура электролита не более 20 °С). В качестве ванны может служить стеклянная, керамическая или эмалированная посуда. Подвеска для детали должна быть алюминиевой. Деталь служит анодом. Катод – свинцовая пластина. Контакты токопроводов (алюминиевых) должны быть очень хорошими – лучше соединение с токопроводом производить склепыванием или пайкой. Напряжение на электродах поддерживают 10–15 В. Плотность анодного тока для алюминиевых деталей 0,0015–0,002, для деталей из дюралюминия – 0,02–0,03 А/м². Время анодирования 25–50 мин.

Качество анодирования проверяют следующим образом. Химическим карандашом проводят черту по анодированной поверхности детали (в незаметном месте). Если черта не будет смываться проточной водой, анодирование произведено хорошо. Деталь после проверки промывают и опускают в водный раствор анилинового красителя на 10–15 мин. Температура раствора должна быть 50–60 °С. Если деталь опустить в 10 %-ный раствор двуххромовокислого калия (хромпика) на 10–12 мин при температуре 90 °С, то она окрасится в золотистый цвет.

Окончательным процессом является уплотнение пор пленки. Поры уплотняются (закрываются) после кипячения детали в воде в течение 15–20 мин. Деталь после просушивания можно покрыть бесцветным лаком или клеем БФ-2, БФ-4.

При анодировании переменным током все подготовительные и заключительные операции аналогичны описанным выше. Особенностью является то, что анодированию подвергаются сразу две

детали (если деталь одна, то в качестве второго электрода используют алюминиевый лист или болванку). При переменном напряжении 10–12 В добиваются такой же плотности тока, как при анодировании постоянным током. Время анодирования 25–30 мин.

Химическое никелирование

Химическое никелирование позволяет никелировать детали из стали, меди и медных сплавов. Поверхность детали шлифуют, полируют, а затем обезжиривают. Для обезжиривания стальных деталей применяют водный раствор следующего состава: едкий натр или едкий калий – 20–30, сода кальцинированная – 25–50, жидкое стекло (силикатный клей) – 5–10 г/л. Раствор для обезжиривания меди и медных сплавов: натрийфосфат – 100, жидкое стекло – 10–20 г/л. Обезжиривание в растворе комнатной температуры длится 40–60 мин. При нагревании раствора до 75–85 °С процесс значительно ускоряется.

Обезжиренную деталь тщательно промывают в проточной воде и переносят в 5 %-ный раствор соляной кислоты на 0,5–1 мин для декапирования. Температура раствора должна быть не выше 20 °С. Затем деталь тщательно промывают и сразу переносят в раствор для никелирования (на воздухе деталь быстро покрывается оксидной пленкой).

Раствор для никелирования приготавливают следующим образом. В литре воды, нагретой до 60 °С, растворяют 30 г хлористого никеля и 10 г уксуснокислого натрия. Температуру раствора доводят до 80 °С, добавляют 15 г гипосульфита натрия и погружают в раствор никелируемую деталь. Раствор с деталью подогревают до температуры 90–92 °С, которую поддерживают постоянной до конца никелирования. При температуре раствора ниже 90 °С процесс никелирования протекает медленно, а при нагревании выше 95 °С раствор портится.

Объем раствора в литрах численно должен быть равен одной трети площади детали, выраженной в квадратных дециметрах. Скорость наращивания пленки приблизительно 10 мкм/ч.

Другой способ позволяет никелировать – медные, латунные и бронзовые детали, обеспечивает плотную блестящую пленку, обладающую хорошими антикоррозийными свойствами. Не требует сложного оборудования и особых затрат на материалы.

Деталь зачищают, полируют. Обезжиривают в растворе, рецепт которого приведен выше. Декапирования при этом можно не производить. В эмалированную посуду наливают 10 %-ный раствор хлористого цинка «паяльной кислоты» и к нему добавляют сернокислый никель до тех пор, пока раствор не станет густо-зеленого цвета. Полученный раствор нагревают до кипения и опускают в него деталь. В кипящем растворе деталь должна находиться 1–2 ч (при этом толщина слоя никеля будет около 10 мкм), затем деталь переносят в меловую воду (10–15 г мела на стакан воды) и слегка протирают ветошью. Далее деталь промывают и протирают насухо. Для повторного применения раствор может быть сохранен в течение 6 месяцев в плотно закупоренной посуде.

Химическое никелирование алюминия почти не отличается от химического никелирования стали, за исключением того, что декапирование производят погружением детали на 2–3 мин в 50 %-ный раствор азотной кислоты.

Воронение

Воронение придает хороший внешний вид стальным деталям. При этом деталь покрывается тонкой пленкой окислов, предотвращающей коррозию металла и имеющей приятный цвет – от синих до черных тонов.

Деталь, подлежащую воронению тщательно шлифуют и полируют. Затем ее обезжиривают, протирая тампоном, смоченным в бензине. Для обезжиривания можно использовать водный раствор стирального порошка. После этого деталь нагревают на газовой плите до температуры 250–300 °С и протирают тампоном, пропитанным конопляным маслом. Для повышения антикоррозионных свойств деталь протирают техническим вазелином, затем насухо вытирают.

Меднение

Меднение в ремонтной практике применяют редко и используют как подслоя для последующего покрытия детали хромом, а также для наращивания изношенных бронзовых деталей, например, втулок головок шатунов после обжатия.

Цинкование

Перед восстановлением неравномерно изношенную поверхность детали шлифуют до получения чистоты не ниже 7 класса,

обезжиривают ее венской, натронной или обыкновенной известью, промывают горячей водой, удаляют ржавчину и окалину раствором серной кислоты из расчета 150 г/л и промывают холодной водой. Затем наносят покрытие. Электронатирание деталей осуществляется цинком, медью и сплавом цинка с железом. Для цинкования применяют электролит, состоящий из 700–720 г сернокислого цинка, 20–40 г борной кислоты на 1 л дистиллированной воды при $\text{pH} = 3,5\text{--}4,5$.

Окраска стали (железа)

Детали можно покрывать всеми видами лаков и красок. Чтобы покрытия были прочными, металл тщательно зачищают и грунтуют, причем каждому виду красок должен соответствовать определенный тип грунта.

При зачистке детали на длительное время погружают в керосин, затем снимают с них ржавчину и обезжиривают. Ржавчину можно снимать и другими способами.

Грунт обладает повышенной адгезией (способностью сцепляться с поверхностью детали). Таким образом обеспечивается прочность всего покрытия (грунт плюс краска). Грунт кладут на поверхность детали слоем не более 0,2 мм толщиной и после высыхания зачищают наждачной шкуркой до полного выравнивания. В качестве своеобразного грунта можно применять уксусную эссенцию, которой протирают хорошо зачищенную и обезжиренную деталь. На такой «грунт» хорошо ложатся все виды красок, лаков и эмалей.

Окрашивают детали мягкими кистями в два слоя, причем второй слой наносят в направлении, перпендикулярном предыдущему. Окраску удобно производить с помощью распылителя, приняв меры предосторожности для защиты от засорения свежего покрытия пылью. При этом могут быть использованы нитроэмали, синтетические меламиноалкидные и алкидные эмали.

Нитроэмали высыхают быстро даже при комнатной температуре, но очень чувствительны к влаге (когда относительная влажность воздуха выше 70 %, пленка краски при высыхании может покрыться белыми пятнами). После высыхания образуется полуглянцевое покрытие, блеск которого может быть усилен до желаемой степени шлифованием и полированием. Процессы по-

лирования и шлифования длительны и трудоемки. Адгезия нитроэмалей к металлу невысокая, поэтому перед окраской необходимо предварительное грунтование. Нитроэмали «обратимы». Это означает, что наносить кистью повторный слой нитроэмали нельзя без риска растворить ранее нанесенный слой.

Синтетические меламиноалкидные эмали образуют прочную глянцевую пленку. При температуре 100–130 °С (в зависимости от сорта эмали) свеженанесенная пленка высыхает за 30 мин (выше 130 °С эмаль нагревать нельзя). При комнатной температуре такая эмаль, к сожалению, вообще не высыхает. Шлифовать высохшую эмаль нельзя. Полируют ее составами, содержащими воск. Адгезия к металлу хорошая, поэтому можно красить без грунтовки.

Алкидные эмали близки по природе к масляным краскам. По прочности аналогичны синтетическим и так же реагируют на шлифование и полирование. В отличие от синтетических эмалей они высыхают при комнатной температуре за 2 сут (при повышении температуры это время может быть значительно сокращено).

Некоторые эмали выпускаются в аэрозольной упаковке. В баллоны с эмалью закладываются стальные шарики. Их назначение – помочь равномерно перемешать содержащиеся в баллоне эмаль и растворитель. Поэтому перед использованием необходимо встряхивать баллон до тех пор, пока не послышатся звуки ударов шариков о стенки баллона. Более того, встряхивание надо продолжать после этого еще в течение двух минут и лишь затем приступать к окраске. Из предосторожности струю направляют куда-либо в сторону, а уж потом, убедившись в равномерной подаче эмали, – на окрашиваемую поверхность.

В течение всего процесса окрашивания нужно совершать непрерывные равномерные движения рукой с баллоном, держа его на расстоянии 25–30 см от окрашиваемой поверхности. Струя краски должна быть перпендикулярной к поверхности. При перерыве в работе необходимо продуть клапан баллона, иначе эмаль в клапане высохнет, и он засорится. Для этого баллон надо перевернуть и нажать на пусковую кнопку: как только струя, выходящая из сопла, станет бесцветной, продувание следует прекратить.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором освещаются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

название и цель работы;

изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое напыление?
2. Сущность электродугового напыления.
3. Перечислить особенности, недостатки металлизации.
4. На какие типы можно разделить газопламенное напыление?
5. Сущность газопламенного напыления и применение.
6. Недостатки способа восстановления методом напыления.
7. Перечислить и описать перспективные методы напыления.
8. Что такое электролиз, хромирование?
9. Описать сущность электролитического наращивания.
10. Перечислить ряд операций при восстановлении деталей хромированием.
11. Перечислить недостатки хромирования.
12. Описать технологический процесс осталивания.
13. Сущность оксидирования.
14. Перечислить и описать способы оксидирования.
15. Что такое фосфатирование, анодирование и химическое никелирование, сущность способов?
16. Что такое воронение, меднение, цинкование, сущность способов?

Лабораторная работа №7

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных способов восстановления деталей разными способами сварки.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сварка – получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ СВАРКИ И ВИДОВ НАПЛАВКИ

Различают три класса *сварки* в зависимости от вида энергии, применяемой при сварке, – термический, термомеханический и механический.

К *термическому* относятся виды сварки, осуществляемые плавлением, т. е. местным расплавлением соединяемых частей с использованием тепловой энергии. Основным источником теплоты при сварке плавлением являются электрическая дуга, газовое пламя, электромагнитное поле, лучевые источники энергии и теплота, выделяемая при электрошлаковом процессе.

Из термического класса в ремонтном производстве в основном используют следующие виды сварки: электродуговую, газовую, электрошлаковую, электронно-лучевую и лазерную.

К *термомеханическому* классу относятся виды сварки, при которых используется тепловая энергия и давление. В ремонтном производстве из данного класса используют контактную и диффузионную сварку.

К *механическому* классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления: холодная, взрывом, магнитоимпульсная, ультразвуковая и трением.

Наплавка представляет собой разновидность сварки, заключающуюся в локальном нанесении методом сварки материала на основное изделие для защиты его от коррозии и износа или для наращивания и увеличения его объема. Различаются следующие виды наплавки: восстановление материала, защита материала и плакирование.

Восстановление – наплавка слоя из того же или аналогичного основному металлу материала.

Защита материала (наплавка твердыми сплавами) – наплавка износостойкого (и жаростойкого) металла для повышения механической и термической стойкости основного металла.

Плакирование – наплавка коррозионностойкого или жаростойкого металла для защиты основного металла от химического или термического воздействия.

При восстановлении, ремонте наплавку выполняют примерно тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако такое решение не всегда целесообразно. Иногда при изготовлении новых деталей (и даже при ремонте) целесообразней на поверхности получить металл, отличающийся от металла детали. Действительно, в ряде случаев условия эксплуатации поверхностных слоев значительно отличаются от условий эксплуатации всего остального материала изделия. Так, например, если деталь (изделие) должна определять общую прочность, которая зависит от свойств металла и его сечения, то поверхностные слои часто дополнительно должны работать на абразивный или абразивно-ударный износ (направляющие станин, зубья ковшей землеройных орудий, желоба валков канатно-подъемных устройств и др.). Условия работы могут усложняться повышенной температурой, эрозионно-коррозионным воздействием окружающей среды (морской воды, различных реагентов в химических производствах и др.). В качестве примера можно указать клапаны двигателей, уплотнительные поверхности задвижек, поверхности валков горячей прокатки и т. п. Иногда такие детали и изделия целиком изготавливают из металла, который обеспечивает и требования к эксплуатационной надежности работы его поверхностей. Однако это не всегда наилучшее и, как правило, не экономичное решение. Часто оказывается целесообразней все изделие изготавливать из более дешевого и достаточно работоспособного металла для

конкретных условий эксплуатации и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь необходимый по толщине слой другого материала. Иногда это достигается применением биметаллов (низкоуглеродистая сталь + коррозионностойкая сталь; сталь + титан и др.), а также поверхностным упрочнением (поверхностной закалкой, электроискровой обработкой и др.), нанесением тонких поверхностных слоев (металлизацией, напылением и пр.) или наплавкой слоев значительной толщины на поверхность.

Выбор рационального способа и технологических приемов сварки и наплавки определяется необходимостью получения детали с требуемыми размерами и наплавленного слоя с требуемыми свойствами. При этом должна быть обеспечена максимальная производительность и экономичность процесса.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

Источником тепла при дуговой сварке является сварочная дуга – устойчивый электрический разряд в сильно ионизированной смеси газов и паров материалов, используемых при сварке, и характеризующийся высокой плотностью токов и высокой температурой (рис. 1).

Тепло, выделяемой в дуге, расходуется на нагрев газа, создание светового потока и непосредственно на сварку. Температура дуги – неравномерная, наиболее высокая в центре газового столба – около 6000 °С.

При восстановлении деталей используют три вида сварочных дуг, отличающихся между собой количеством электродов и способом их включения в электрическую цепь:

- прямого действия (дуга горит между электродом и изделием);
- косвенного действия (дуга горит между двумя электродами, а свариваемое изделие не включено в электрическую цепь);
- трехфазная (дуга возбуждается между двумя электродами, а также между каждым электродом и основным металлом).

По роду тока различают электрические дуги, питаемые переменным и постоянным током.

Более экономичны источники питания переменным током (примерно в 1,5–2 раза). Однако при постоянном токе электрическая дуга получается более стабильной и устойчивой.

При ручной дуговой сварке покрытыми металлическими электродами, сварочная дуга горит с электрода на изделие, оплавляя кромки свариваемого изделия и расплавляя металл электродного стержня и покрытие электрода (рис. 1). Кристаллизация основного металла и металла электродного стержня образует сварной шов.

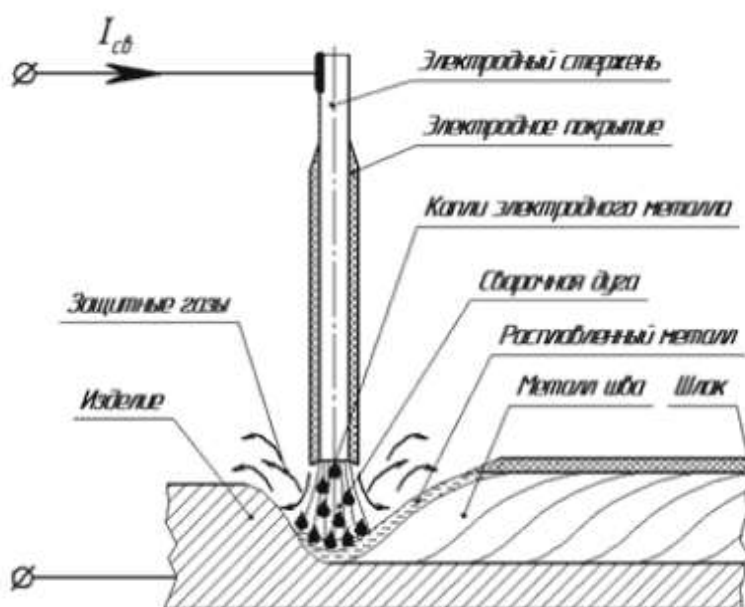


Рис. 1. Схема сварки покрытым металлическим электродом

Электрод состоит из электродного стержня и электродного покрытия (см. рис. 1). Электродный стержень – сварочная проволока; электродное покрытие – многокомпонентная смесь металлов и их оксидов. По функциональным признакам компоненты электродного покрытия разделяют:

- Газообразующие: защитный газ; ионизирующий газ;
- Шлакообразующие: для физической изоляции расплавленного металла от активных газов атмосферного воздуха; раскислители; рафинирующие элементы; легирующие элементы;
- Связующие;
- Пластификаторы.

Перед зажиганием (возбуждением) дуги следует установить необходимую силу сварочного тока, которая зависит от марки

электрода, типа сварного соединения, положения шва в пространстве и др.

ОСНОВЫ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

Газовая сварка – сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей деталей производится пламенем газов, сжигаемых на выходе из горелки для газовой сварки.

Газовое пламя чаще всего образуется в результате сгорания (окисления) горючих газов технически чистым кислородом (чистота не ниже 98,5 %). В качестве горючих газов используют ацетилен, водород, метан, пропан, пропанобутановую смесь, бензин, осветительный керосин.

Газовое сварочное ацетиленокислородное «нормальное» пламя имеет форму, схематически показанную на рисунках 2 и 3.

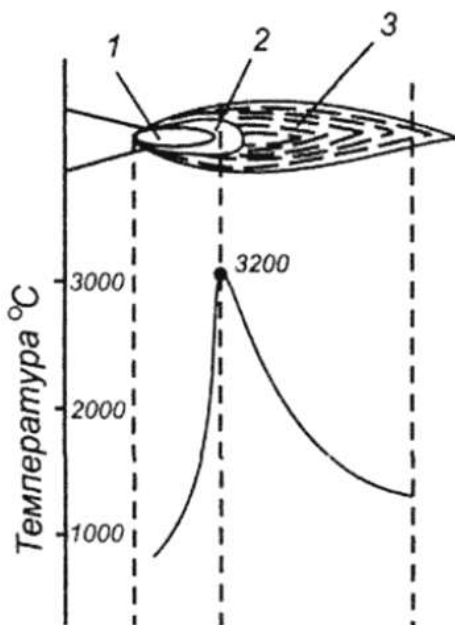


Рис. 2. Распределение температуры по оси нормального газового пламени

Во внутренней части ядра пламени 1 происходит подогрев газовой смеси, поступающей из сопла до температуры воспламенения. В наружной оболочке ядра происходит частичный распад ацетилена. Выделяющиеся частицы углерода раскалены, ярко светятся, четко выделяя очертания оболочки ядра (температура газов в ядре невелика и не превышает 1500 °C).

В зоне 3 или факеле пламени протекает догорание газов за счет кислорода воздуха что отражает состав газов в факеле. Содержащиеся в факеле газы и продукты их диссоциации окисляют металлы, т. е. эта зона является окислительной. Вид ацетиленокислородного пламени зависит от соотношения в газовой смеси подаваемой в горелку кислорода и ацетилена называется коэффициентом β .



Горючие газы-заменители ацетилену, дешевле и недефицитны. Однако их теплотворная способность ниже, чем у ацетилену. Максимальные температуры пламени также значительно ниже. Поэтому их используют в ограниченных объемах в технологических процессах, не требующих высокотемпературного пламени (сварка алюминия, магния и их сплавов, свинца, пайка, сварка тонколистовой стали, газовая резка и т. д.). Например, при использовании пропана и пропанобутановых смесей максимальная температура в пламени 2400...2500 °С. Их используют при сварке

стали, толщиной до 6 мм, сварке чугуна, некоторых цветных металлов и сплавов, наплавке, газовой резке и т. д.

СВАРКА И НАПЛАВКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

При этом способе сварки электрическая дуга горит под зернистым сыпучим материалом, называемым сварочным флюсом (рис. 4).

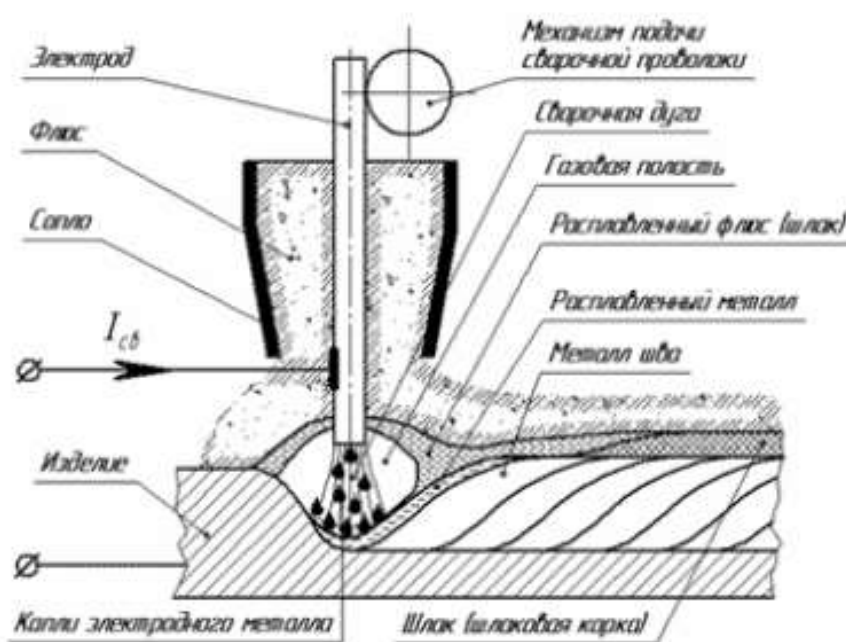


Рис. 4. Схема сварки под флюсом

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим

устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

Достоинства способа:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2 %);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- Малые затраты на подготовку кадров;
- Отсутствует влияния субъективного фактора.

Недостатки способа:

- Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- Неблагоприятное воздействие на оператора;
- Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

Области применения:

- Сварка в цеховых и монтажных условиях
- Сварка металлов от 1,5 до 150 мм и более;
- Сварка всех металлов и сплавов, разнородных металлов.

СВАРКА И НАПЛАВКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

Сущность способа сварки и наплавки в защитных газах состоит в том, что в зону горения дуги под небольшим давлением подают газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает сварочную ванну от кислорода и азота воздуха.

В зависимости от применяемого газа сварку в защитных газах разделяют на сварку в активных и инертных газах. Сварку и

наплавку в защитных газах ведут как плавящимся, так и неплавящимся электродом. В первом случае металл электрода плавится и участвует в образовании сварного шва. При сварке неплавящимся электродом (обычно вольфрамовым) металл электрода не плавится и с металлом шва не реагирует, а присадочный материал вводят в зону дуги отдельно. Сварку неплавящимся электродом широко применяют при восстановлении деталей из алюминия и его сплавов.

Классификация способов сварки в защитных газах представлена на рисунке 5:

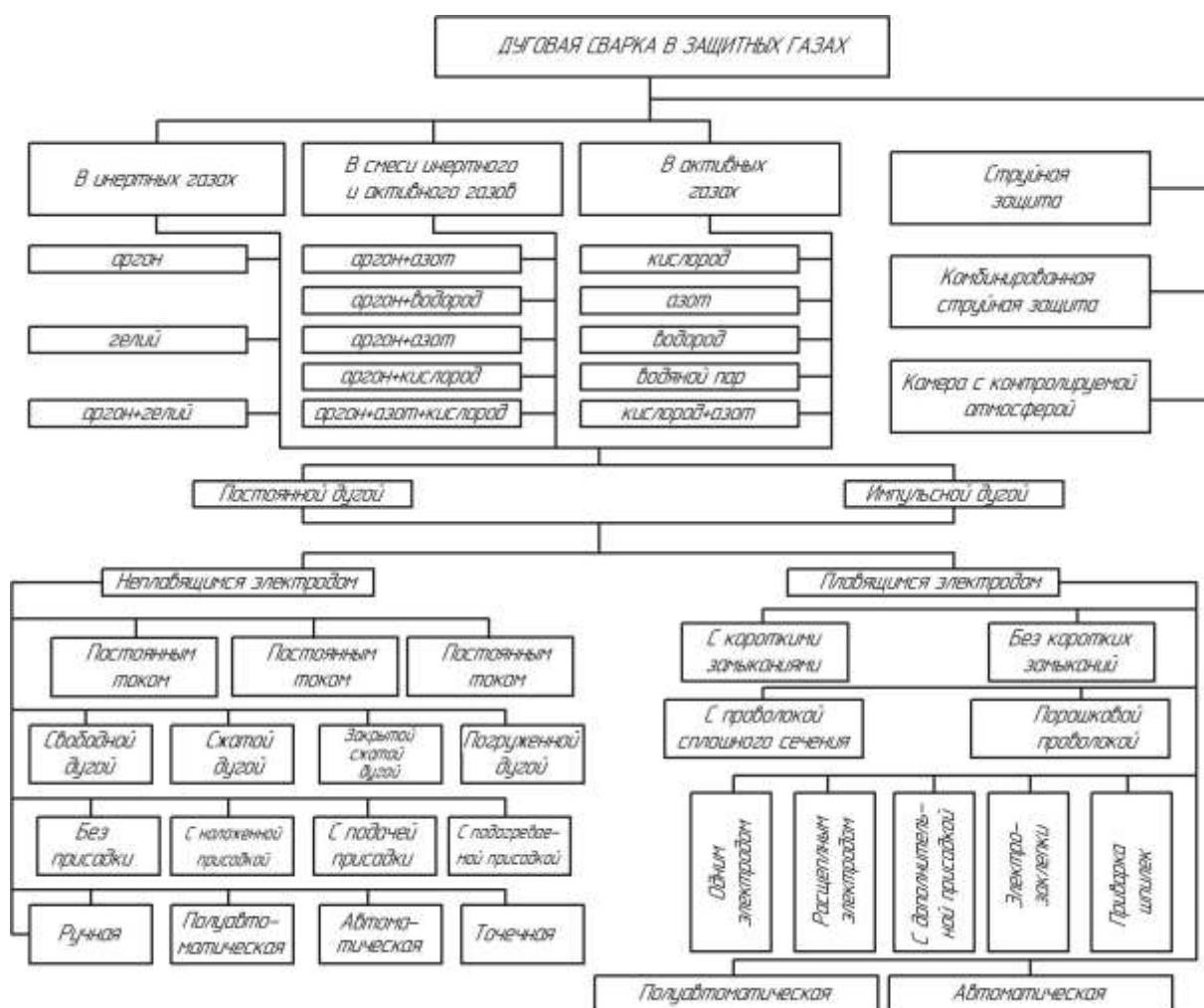


Рис. 5. Классификация способов сварки в защитных газах

При сварке *неплавящимся электродом* в защитном газе (рис. 6) в зону дуги, горящей между неплавящимся электродом и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий неплавящийся электрод и расплавленный основной металл от воз-

действия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

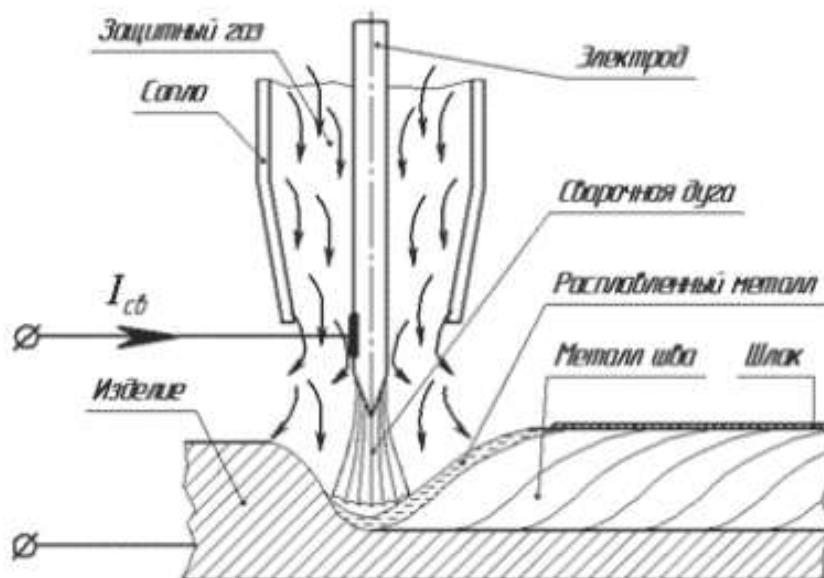


Рис. 6. Схема сварки неплавящимся электродом

Неплавящийся электрод изготавливают из графита, вольфрама, меди, меди со вставкой из тугоплавкого металла – вольфрама, циркония, гафния.

Защитный газ должен быть инертен к металлу электрода и к свариваемому металлу. В качестве защитного газа при сварке вольфрамовым электродом применяют аргон, гелий, смесь аргона и гелия; для сварки меди медным электродом или медным электродом со вставкой из гафния (циркония) можно применить азот.

Для рационального расходования дорогостоящих инертных газов (Ar, He) при сварке сталей создают комбинированную защиту (рис. 7).

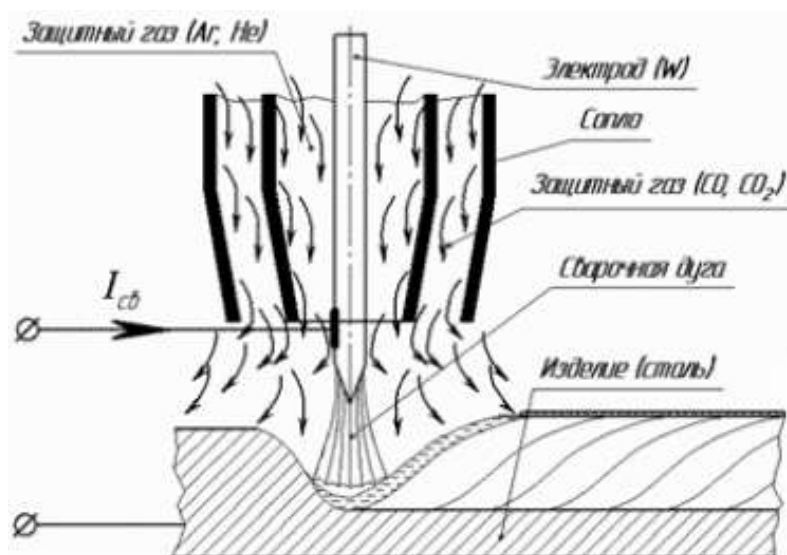


Рис. 7. Схема сварки неплавящимся электродом с комбинированной защитой

При сварке металла большой толщины для обеспечения проплавления основного металла и получения требуемых геометрических параметров сварного шва, сварку ведут по зазору или с разделкой кромок с добавлением присадочного (чаще всего в виде проволоки) металла (рис. 8).

Достоинства способа сварки неплавящимся электродом:

- высокая устойчивость дуги независимо от рода (полярности) тока;
- возможно получение металла шва с долей участия основного металла от 0 до 100 %;
- изменяя скорость подачи и угол наклона, профиль, марку присадочной проволоки, можно регулировать химический состав металла шва и геометрические параметры сварного шва.

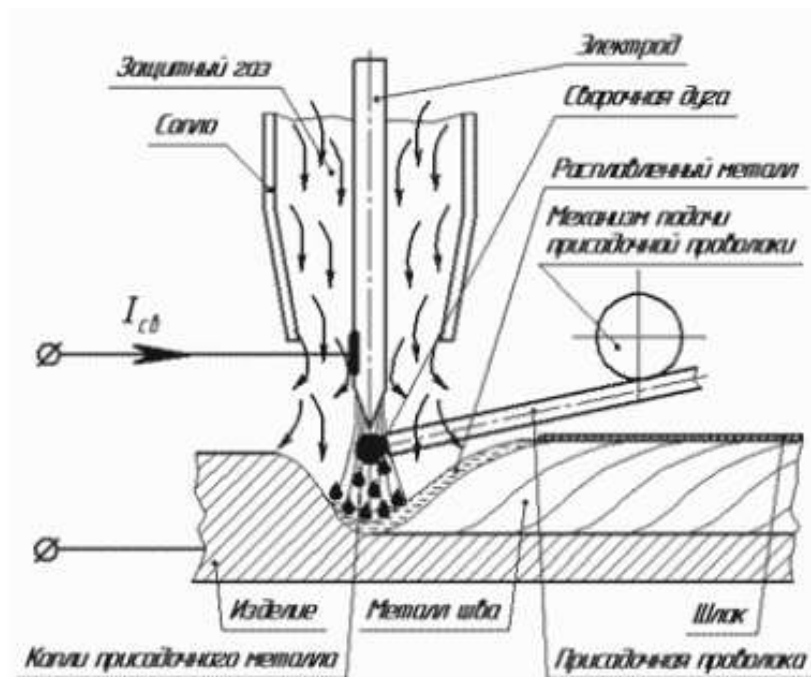


Рис. 8. Схема сварки неплавящимся электродом с присадкой

Недостатки способа сварки неплавящимся электродом:

- низкая эффективность использования электрической энергии (коэффициент полезного действия от 0,40 до 0,55);
- необходимость в устройствах, обеспечивающих начальное возбуждение дуги;
- высокая скорость охлаждения сварного соединения.

ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ И НАПЛАВКИ

В автомобильном производстве чугун имеет довольно широкое распространение. Он используется для изготовления базовых, корпусных и других деталей, например, блоков цилиндров, картеров, маховиков, тормозных барабанов, шкивов, ступиц колес и пр.

При ремонте чугунных деталей сваркой возникают особые трудности. Вследствие большого содержания углерода в чугуне после охлаждения шва происходит отбеливание чугуна, повышение его хрупкости и образование значительных внутренних напряжений; как результат, могут возникать повторные трещины.

Ремонт чугунных деталей может производиться электрической дугой и газовым пламенем. Для обеспечения высокого каче-

ства ремонта следует учитывать упомянутые явления. Ремонт чугунных деталей можно производить с общим нагревом деталей (горячая сварка), с частичным нагревом (полугорячая) и без нагрева (холодная).

Нагреву подвергают ответственные детали сложной конфигурации (блоки и головки цилиндров, корпуса редукторов, коробок передач и др.). Нагрев деталей производят в два приема: предварительный до 200–250 °С со скоростью 500–600 °С в 1 ч и окончательный до 600–650 °С со скоростью до 1500–1600 °С в 1 ч. В процессе сварки деталь не должна охлаждаться ниже 400–350 °С. Для снижения скорости охлаждения деталей на период выполнения сварки их помещают в термоизоляционный кожух, который изготавливают из стали с прокладкой между листами асбеста толщиной 15–20 мм. В кожухе делают окна для выполнения сварочных работ. После сварки деталь подвергают отжигу при температуре 600–650 °С для снятия внутренних напряжений. Охлаждают детали на воздухе или в термоизоляционных ямах, закрытых крышками. При сварке угольным электродом и газовым пламенем чугунных деталей применяют присадочный материал в виде чугунных прутков марки А и Б диаметром от 4 до 12 мм, а в качестве флюса – буру или смесь: буры 56 %, углекислого натрия 22 %, углекислого калия 22 %.

Несложные чугунные детали, имеющие дефекты в ответственных местах, можно ремонтировать сваркой без подогрева. Без подогрева сваривают такие детали, у которых сварной шов при нагреве может расходиться, а при охлаждении – сходиться. Сварку можно осуществлять электродами марок ЦЧ-4, МНЧ-1, УЗЧ-1 и ОЗЧ-1. Этими электродами можно варить в нижнем, вертикальном и полупотолочном положениях. Сварку следует выполнять предельно короткой дугой участками длиной 30–60 мм. Каждый участок шва желательно уплотнять молотком сразу после обрыва дуги. Возобновлять сварку следует после охлаждения шва до температуры 50–60 °С.

В большинстве случаев сварку чугуна электродами ведут на постоянном токе, при прямой полярности, обратноступенчатым способом. При сварке электродами диаметром 3 мм силу тока выбирают в пределах 60–80 А, при сварке электродами диаметром 4 мм – 90–120 А, при сварке электродами диаметром 5 мм –

130-4-150 А и при сварке электродами диаметром 6 мм – 150-И70 А.

Для уменьшения отбеливания чугуна и получения легкообрабатываемого высококачественного сварного соединения следует как можно меньше нагревать основной металл.

При горячей сварке наблюдается наилучшее качество восстановления детали – сварной шов прочный, плотный, однородный по химическому составу и структуре, отсутствуют хрупкие структуры отбеленного чугуна. Однако высокая трудоемкость и стоимость восстановления, а также тяжелые условия работы ограничивают использование данного способа.

Качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребности в соответствии с ее назначением. Это категория относительная и комплексная. Требования, предъявляемые к изделиям различного назначения, не могут быть одинаковыми. Качество сварных соединений оценивается совокупностью показателей: прочностью, пластичностью, коррозионной стойкостью, структурой металла шва и околошовной зоны, числом дефектов, числом и характером исправлений, вероятностью безотказной работы за заданное время и т. д.

Для получения качественных сварных конструкций на всех этапах их изготовления применяются различные методы контроля, обеспечивающие обнаружение дефектов и их предупреждение.

Обычно по воздействию на материал или изделие все методы контроля разделяются на две большие группы – разрушающие и неразрушающие.

К *разрушающим* относят механические, металлографические и коррозионные испытания. Механические испытания сварных соединений и металла шва включают растяжение, изгиб, сплющивание и другие виды разрушения, которые количественно характеризуют прочность, качество и надежность соединений. По характеру нагрузки предусматривают статические, динамические и усталостные испытания. Разрушающие испытания проводят обычно на образцах-свидетелях и реже – на самих изделиях. Образцы-свидетели сваривают из того материала и по той же технологии, что и сварные соединения изделий.

Неразрушающие методы (НРК) используют для проверки качества швов без их разрушения. При неразрушающих испытаниях, осуществляемых обычно на самих изделиях, оценивают те или иные физические свойства, косвенно характеризующие прочность или надежность соединений. Эти свойства, а точнее их изменение, обычно связаны с наличием дефектов. В связи с этим с помощью данных методов можно узнать местоположение дефектов, их размер и характер, что объясняет их обобщенное название – дефектоскопия. Все неразрушающие методы дефектоскопии различаются физическими явлениями, положенными в их основу.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором описываются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

Название и цель работы.

Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие классы сварки существуют, описать?
2. Что такое наплавка?
3. Что значит защита материала?
4. Что такое плакирование?
5. Что такое сварочная дуга?
6. Перечислить виды сварочных дуг.
7. Описать состав электрода.
8. Что такое газовая сварка?

9. Описать процесс газовой сварки.
10. Описать процесс сварки под слоем флюса.
11. Достоинства и недостатки процесса сварки под слоем флюса.
12. Сущность способа сварки и наплавки в защитных газах.
13. Представить классификацию способов сварки в защитных газах.
14. Трудности, возникающие при сварке чугуновых деталей и как их решить.
15. Что такое качество?
16. Разрушающие и неразрушающие методы контроля.

Лабораторная работа №8

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы является изучение основных способов восстановления деталей пластическим деформированием, пластической деформацией.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

Классификация размерно-чистовой и упрочняющей обработки

Повышение требований, предъявляемых к качеству деталей и узлов машин, требует применения на окончательных операциях, таких методов обработки, которые впоследствии оказывают положительное влияние на эксплуатационные показатели машин и агрегатов в целом. Особенно, когда речь идёт о деталях машин, работающих с динамическими нагрузками. Применяемые в настоящее время способы механической обработки на окончательных операциях обеспечивают высокую точность и класс шероховатости поверхностей, хотя обладают существенными недостатками:

- низкая производительность и высокая трудоемкость при обработке деталей из мягких, вязких и труднообрабатываемых металлов;
- высокая стоимость обработки на финишных операциях;
- возникновение при обработке абразивными кругами шаржирования;
- нарушение целостности волокон металла;
- значительное тепловыделение при резании;
- использование высококвалифицированного труда при чистовой обработке прецизионных деталей.

Однако в последние время в развитии технологии финишной обработки деталей наметились три перспективных направления:

- усовершенствование чистовых процессов резания лезвийным и абразивным инструментом;
- замена резания процессами тонкого пластического деформирования;
- замена резания химическими, электрохимическими процессами и обработка в магнитном поле ферромагнитными порошками.

Наиболее перспективным с точки зрения технико-экономических показателей является второе направление, т. к. значительно превосходит по многим показателям абразивные и другие виды чистовой обработки.

На рис.1 приведены данные, характеризующие сравнительную стоимость обкатывания тремя роликами на специальных станках фирмы «Hegenscheidt» с применением различных видов обработки.

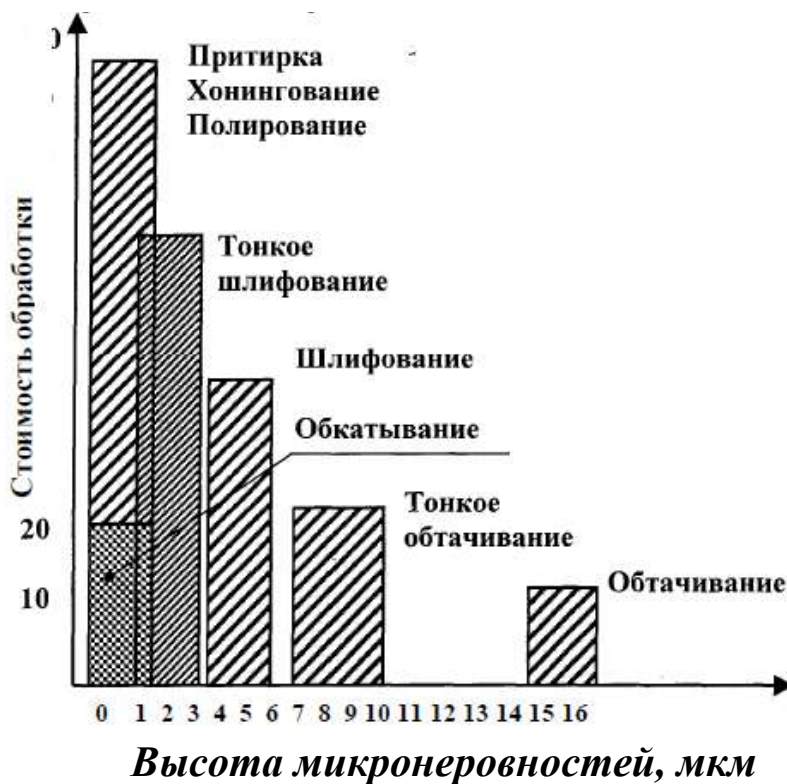
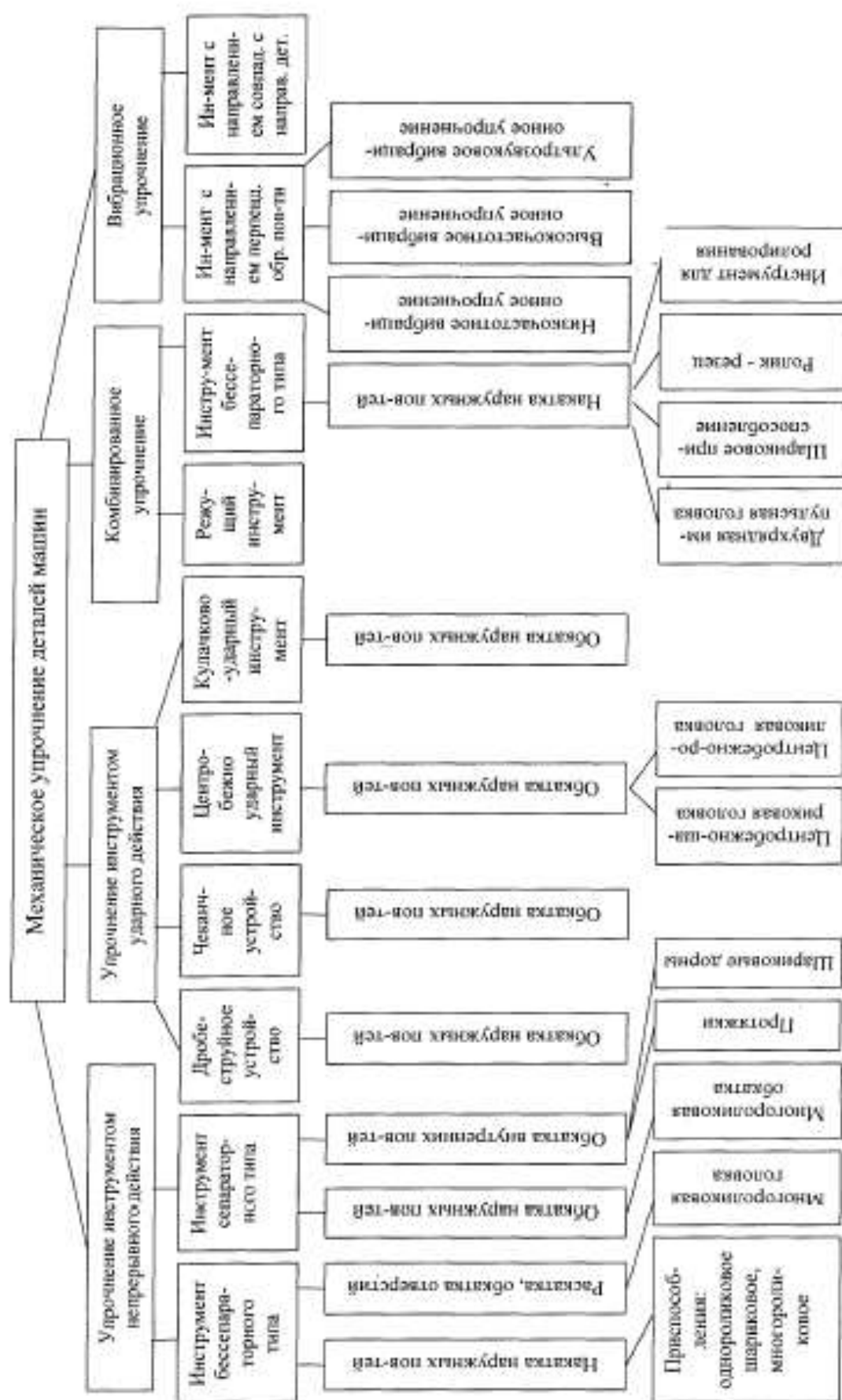


Рис. 1. Сравнительная стоимость различных видов обработки



Упрочнение металла (наклеп)

Пластическое деформирование металла в холодном состоянии сопровождается его наклепом, при котором металл упрочняется: повышаются показатели сопротивления металла деформированию, твердость, предел пропорциональности, предел прочности, предел упругости, предел текучести и снижаются показатели пластичности (относительное удлинение, сужение и ударная вязкость). С увеличением степени наклепа пределы пропорциональности и текучести постепенно приближаются к пределу прочности. Зона упругих деформаций расширяется за счет сокращения зоны пластических деформаций, т. е. металл становится все более и более хрупким.

При достижении определенной степени предварительной деформации разрушение металла произойдет без пластического течения (хрупкое разрушение). Отсюда вытекает, что процесс упрочнения ограничен определенной максимально возможной для данного металла степенью деформации, превышение которой вызывает перенаклеп, разрушение поверхностных слоев детали. Для углеродистых сталей и сталей перлитного класса перенасыщение металла и его последующее разрушение наступает при степенях деформации 40–45 %, для сталей аустенитного класса - при 60–70 %. Механизм пластического деформирования, природа явлений, сопровождающих ее, в общих чертах одинаковы как для черновой формообразующей, так и для чистовой обработки металлов давлением в холодном состоянии. Характерным отличием последней следует считать сравнительно малую глубину ее воздействия на поверхностные слои металла.

При упрочняющей обработке наклепу подвергаются лишь тонкие поверхностные слои детали. Большая же часть объема металла обладает высокой вязкостью, что наряду с частичным сохранением способности обкатанного поверхностного слоя к последующему пластическому деформированию обуславливает и сохранение достаточно высоких пластических свойств детали в целом. Глубина упрочненного слоя при обкатывании зависит от условий и назначения обработки. Если при чистовой и упрочняющей обработке глубина наклепа исчисляется десятками долями миллиметра, то при упрочняющей обработке она на порядок выше и равна нескольким миллиметрам.

Пластическое деформирование предварительно наклепанного металла вследствие повышения его прочностных характеристик требует приложения более высокой нагрузки, чем это необходимо при деформировании этого же металла с отожженной структурой. Процесс возрастания сопротивляемости металла после возникновения текучести называют вторичным упрочнением.

Упрочняющая обработка методами ППД отличается резкой неоднородностью наклепа различных слоев металла. Наклеп, вызывая значительный рост плотности дислокаций, сопровождается снижением плотности металла. Например, при холодной прокатке меди со степенью деформации 80 % ее плотность уменьшается с 8,95 до 8,89 г/см³. Уменьшение плотности металла при холодном пластическом деформировании объясняется массовым развитием дислокаций и вакансий, способствующих образованию микропор и микропустот в деформированном объеме.

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

При восстановлении деталей пластической деформацией (давлением) используют пластические свойства металла, способность при некоторых условиях деформироваться под нагрузками, не теряя целостности детали.

Ремонт изношенных деталей при помощи пластических деформаций требует специальных приспособлений и штампов, поэтому является экономически оправданным только в том случае, когда ремонтируется много однотипных деталей. Схемы восстановления деталей способами давления приведены на рис. 3.

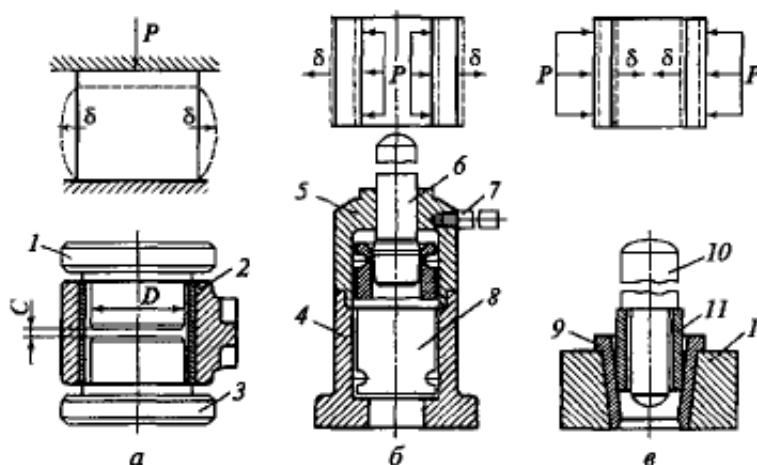


Рисунок 3. Схемы восстановления деталей способами давления:
 а – осадка; б – раздача; в – обжатие; 1, 3 – оправки 2, 11 – втулки; 4, 5 –
 нижняя и верхняя части кондуктора; 6 – прошивка;
 7 – ручка; 8 – поршневой палец; 9 – кондуктор; 10 – толкатель;
 12 – матрица; P – внешняя сила; дельта – направление деформации;
 C – зазор между оправками; D – диаметр оправки

Раздачей восстанавливают полые детали (поршневые пальцы, трубы полуосей, втулки распределительных валов, залитые баббитом). Этот способ применяется для увеличения наружных размеров деталей. Схема раздачи поршневого пальца. В гнездо основания помещают матрицу, внутри матрицы устанавливают поршневой палец, который нижним торцом опирается на кромки отверстия основания. Поршневые пальцы перед раздачей сортируют по внутреннему диаметру отверстия с интервалом не более 0,1 мм. Для каждой группы пальцев предусматривают пуансон соответствующего размера, изготовленный из стали ХВГ, твердостью HRC 62-64. Пуансон конусным концом устанавливают сверху в отверстие поршневого пальца и с помощью прессы перемещают вниз.

Обжатием восстанавливают втулки из цветных металлов, звенья гусениц при износе проушин под пальцы и другие детали. Этот способ применяется для уменьшения внутренних размеров деталей. Схема обжатия втулки. В отверстие подставки вставляют матрицу, у которой входное конусное отверстие выполнено под углом 7–8°, а выходное – 18–20°. Втулку надевают на специальный пуансон. Пуансон и матрицу изготовляют с таким расчетом, чтобы после обжатия втулки в ее внутреннем диаметре обра-

зовался пропуск, необходимый для последующей механической обработки. После нажатия прессом на пуансон втулка обжимается. Наружную поверхность обжатой втулки омедняют и протачивают, а внутреннюю – разворачивают.

Осадкой восстанавливают различные втулки, тарелки клапанов и другие детали. Восстановление изношенных поверхностей втулок происходит за счет уменьшения их длины.

Схема осадки втулки, запрессованной в ступицу шестерни. В отверстие подставки вставляют палец, на палец надевают зубчатое колесо, а затем пуансон. Подставка и пуансон имеют выступы, наружный диаметр которых равен наружному диаметру втулки. Внутренний диаметр выступов делается равным диаметру пальца с учетом ходовой посадки. В свою очередь палец должен иметь такой наружный диаметр, чтобы обеспечить припуск на обработку втулки по внутреннему диаметру. При нажатии прессом на пуансон происходит радиальная осадка втулки. За счет уменьшения длины втулки заполняется пространство между втулкой и пальцем. После обжатия палец выпрессовывают, а втулку обрабатывают по внутреннему диаметру до необходимого размера. При осадке втулок, имеющих смазочные канавки и отверстия, их необходимо заполнять разрезными стальными вставками, имеющими размеры и форму смазочных канавок. Высота втулок, работающих при больших удельных давлениях, не должна уменьшаться при осадке более чем на 8 %, в остальных случаях – на 12 %.

Детали деформируют на механических или гидравлических прессах либо с использованием рычагов, струбцины, молотков, кувалд, пневматических молотков для поправки наклепом, приспособлений для раздачи, обжатия и осадки.

В результате холодной пластической деформации наблюдается наклеп, а при горячей деформации – окалина или обезуглероженный поверхностный слой.

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Для повышения долговечности и несущей способности транспортных деталей широко используется методы упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД).

Упрочнение выполняется с целью повышения сопротивления усталости и твердости поверхностного слоя металла и формирования в поверхностном слое напряжений сжатия, а также регламентированного микрорельефа.

Упрочняющую обработку поверхностным пластическим деформированием применяют на финишных операциях технологического процесса, вместо или после термообработки, и часто вместо абразивной или отделочной обработки.

Поверхностное пластическое деформирование, выполняемое без использования внешнего тепла и обеспечивающее создание поверхностного слоя с заданным комплексом свойств называют наклепом. В результате наклепа повышаются все характеристики сопротивления металла деформации, понижается пластичность и увеличивается твердость.

Упрочнение металла в незакаленной стали происходит за счет структурных изменений и изменений структурных несовершенств (плотности, качества и взаимодействия дислокаций, количества вакансий и др.), дроблением блоков и наведением микронапряжений. При упрочнении закаленных сталей, кроме этого, происходит частичное превращение остаточного аустенита в мартенсит и выделение дисперсных карбидных частиц.

Поверхностная деформация приводит к образованию сдвигов в зернах, упругому искажению кристаллической решетки, изменению формы и размеров зерен. Интенсивность наклепа (упрочнения) тем выше, чем мягче сталь. На незакаленных сталях увеличение твердости составляет более 100 %, на закаленных 10–20 %, при глубине упрочненного слоя до 12 мм и более.

Сущность способа упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием (ППД) заключается в следующем. Под давлением деформирующего инструмента микровыступы (микронеровности) поверхности детали пластически деформиру-

ются (сминаются), заполняя микровпадины обрабатываемой поверхности, что способствует повышению твердости поверхностного слоя. Более того, в поверхностном слое возникают благоприятные сжимающие напряжения, что способствует повышению усталостной прочности на 30...70 %, износостойкости в 1,5...2 раза, значительно снижается шероховатость поверхности упрочняемой детали.

К наиболее распространенным способам упрочнения ППД относятся:

- обкатка рабочих поверхностей шариками или роликами;
- алмазное выглаживание;
- дробеструйная обработка;
- ультразвуковое упрочнение;
- упрочнение наклепом.
- Статико-импульсная обработка (СИО)

Обкатку шариками или роликами (для внутренних поверхностей – раскатка) выполняют с помощью специальных шариковых или роликовых накаток (раскаток) на токарно-винторезных станках, при этом упрочняющий инструмент закрепляют на суппорте станка. Это перспективный способ ППД, так как способствует снижению шероховатости поверхности, микротвердость поверхностного слоя увеличивается на 40...60 %, возрастает глубина упрочненного слоя металла.

Основные параметры процесса: усилие обкатывания, продольная подача инструмента, число проходов и припуск на обкатывание. Усилие обкатывания в каждом конкретном случае должно быть оптимальным, так как недостаточное прижатие инструмента к детали приводит к увеличению числа проходов инструмента из-за неполного смятия микронеровностей поверхности. Слишком большое усилие снижает надежность инструмента, приводит к перенаклепу поверхности и отслаиванию упрочненного слоя.

В каждом конкретном случае усилие обкатывания, можно рассчитать с последующим уточнением опытным путем. Продольная подача при работе одним шариком или сферическим роликом – 0,1...0,3 мм/об. При использовании многошарикового или многороликового инструмента подачу увеличивают.

Статико-импульсная обработка (СИО) является значительно усовершенствованным процессом ударной чеканки - упорядоченного ударного воздействия на упрочняемую поверхность. Выполняется специальными бойками с помощью механизированного инструмента.

Обработка СИО является новым видом обработки поверхностным пластическим деформированием, отличающимся способом подвода энергии в зону деформации. Пластическая деформация металла осуществляется управляемым импульсным воздействием, сообщаемым ударной системой боек-волновод статически нагруженному инструменту. Использование предупредительного статического поджатия инструмента к обрабатываемой поверхности позволяет увеличить ее площадь контакта с инструментом, способствуя уменьшению искажений передаваемого ударного импульса и уменьшая потери энергии удара.

Технология упрочнения СИО включает следующие этапы: предварительное статическое и последующее периодическое импульсное нагружение инструмента. СИО осуществляется при помощи специально разработанного высокочастотного генератора механических импульсов (ГМИ), позволяющего регулировать энергию и частоту импульсов в широком диапазоне. Для повышения долговечности и несущей способности транспортных деталей широко используется метод упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД).

Преимуществами СИО перед другими способами ППД является малая энергоемкость, высокий коэффициент передачи энергии упрочняемой поверхности, возможность воздействия на упрочняемую поверхность управляемым импульсом, компактность устройства для упрочнения, возможность установки его на металлообрабатывающее оборудование.

Технологическими факторами СИО являются: энергия и частота ударов, скорость перемещения заготовки относительно инструмента, величина статического поджима, форма и размеры инструмента, число проходов. Ранее были проведены исследования по оценке влияния энергии ударов и формы деформирующего инструмента. При этом соотношения частоты ударов и скорости перемещения заготовки относительно инструмента, характеризующие кратность силового воздействия, выбирались из усло-

вия достаточной плотности расположения пластических вмятин. Для назначения более точных режимов упрочнения СИО, упрочнения и удешевления технологии упрочнения СИО необходимо исследовать влияние кратности силового воздействия на характеристики качества упрочненного поверхностного слоя. В целях повышения износостойкости и снижения шероховатости поверхности деталей производятся операции обкатывания и раскатывания, динамического наклепа шариками и выравнивания поверхности алмазом.

Операции *обкатывания и раскатывания* выполняются на токарных станках с высотой центров от 200 мм и выше, одно- и многороликовыми и шариковыми приспособлениями, закрепленными в суппорте станка.

В некоторых случаях производят одновременную обработку резцом и обкатыванием шариком, расположенным в державке с противоположной от резца стороны заготовки.

Прижим роликов и шариков к обрабатываемой поверхности осуществляется с помощью тарированных пружин.

Метод *алмазного выравнивания* применяется для упрочнения и снижения шероховатости гладких поверхностей деталей из стали и цветных металлов, обработанных шлифованием или тонким точением по 7, 8-му квалитетам точности.

Окружная скорость деталей составляет 40–120 м/мин; она может быть повышена до 200 м/мин при обязательном отсутствии вибрации.

Сила выравнивания не должна превышать 300 Н. Наиболее высокая износостойкость алмаза достигается при силе 250–300 Н. Допустимый износ алмаза определяется величиной площадки износа диаметром 0,3–0,5 мм, что соответствует расстоянию, пройденному инструментом, 50–100 км. Для снижения величины износа алмаза следует применять смазку.

Размеры обработанных выравниванием поверхностей могут изменяться в пределах 1–15 мкм. Во избежание потери точности следует ужесточать допуск предшествующей обработки на 20–30 %.

При правильно подобранных режимах обработки шероховатость поверхности улучшается до 0,08–0,02 мкм ($R_a = 0,25–0,1$);

микротвердость увеличивается на 60 % при глубине наклепа до 400 мкм.

Дробеструйная обработка

При газотермическом напылении, силами, определяющими прочность сцепления покрытия с деталью, являются силы механического зацепления за неровности поверхности. В связи с этим подлежащую напылению поверхность детали подвергают специальной обработке с целью получения максимальной шероховатости. Наиболее широкое применение для этих целей находит метод обработки деталей колотой чугунной дробью с острыми кромками и твердостью 60 HRC. В специальных устройствах (дробеструйных пистолетах) частицы дроби размером 0,5–2,0 мм сжатым воздухом разгоняются до 30–40 м/с. Этот поток частиц дроби направляется на предварительно обезжиренную поверхность детали. При соударении с деталью частицы дроби создают шероховатость Rz 40–160 мкм (в зависимости от твердости обрабатываемой поверхности). В некоторых случаях, для создания шероховатости на поверхности тел вращения в месте напыления, используют метод нарезания рваной резьбы. Дробеструйная обработка малогабаритных деталей осуществляется в стационарной камере.

Камера дробеструйная предназначена для обработки напыляемых деталей колотой дробью или электрокорундом с целью создания на их поверхности шероховатости, обеспечивающей необходимую прочность сцепления напыленного слоя с деталью.

Дробеструйная камера используется для выполнения следующих работ:

- подготовка поверхностей деталей под напыление или наплавку;
- предварительная обработка отдельных участков поверхности кузова автомобиля под покраску или наложения антикоррозионной мастики;
- абразивная чистка форсунок инжектора двигателя автомобиля;
- обработка стеклянных, прозрачных строительных блоков мелкодисперсным абразивом для придания поверхности матовости.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в два этапа.

На первом изучаются теоретические положения.

На втором этапе студент самостоятельно составляет отчет, в котором описываются требования определенного раздела настоящих методических указаний.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практическому занятию оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Изложение заданного студенту раздела данных методических указаний.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие недостатки механической обработки существует?
2. Назовите перспективные направления финишной обработки.
3. Что такое наклеп?
4. Сущность способа восстановления детали обжатием.
5. Когда происходит хрупкое разрушение?
6. Какие детали подвергаются наклепу и почему?
7. Сущность способа восстановления детали осадкой.
8. Что такое вторичное упрочнение?
9. Особенности восстановления деталей пластическим деформированием.
10. Перечислить способы восстановления деталей давлением.
11. Сущность способа обкатки шариками.
12. Сущность способа восстановления детали раздачей.
13. Какова цель ППД?
14. Сущность способа упрочнения деталей ППД.
15. Назовите способы упрочнения ППД.
16. Влияние усилия обкатывания.
17. Особенность способа статико-импульсной обработки.

18. Назовите преимущества СИО.
19. Сущность способа алмазного выглаживания.
20. В каком случае применяется дробеструйная обработка?
21. Сущность дробеструйной обработки.
22. Классификация размерно-чистовой и упрочняющей обработки поверхностей.

Содержание

Содержание лабораторных работ.....	3
Лабораторная работа №1. Объекты производства. Основные понятия и определения	3
Лабораторная работа №2. Проектирование технологических процессов восстановления деталей.....	13
Лабораторная работа №3. Основные понятия сварки металлов	28
Лабораторная работа №4. Классификация видов износа	43
Лабораторная работа №5. Определение технического состояния исходных заготовок и их сортировка	55
Лабораторная работа №6. Способы восстановления деталей напылением.....	67
Лабораторная работа №7. Способы восстановления деталей сваркой...	90
Лабораторная работа №8. Способы восстановления деталей пластическим деформированием	106