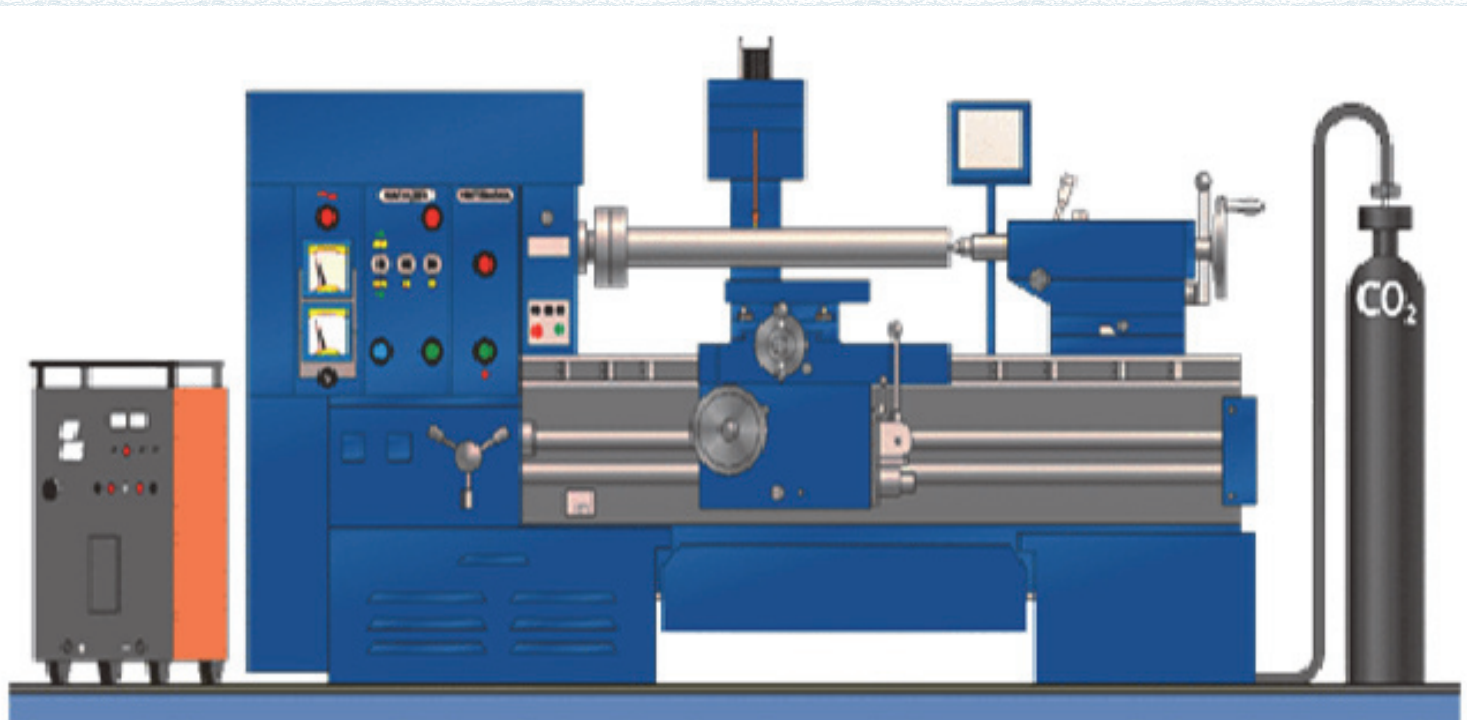




ТОЛЬЯТТИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ

Учебно-методическое пособие



Тольятти
Издательство ТГУ
2013

Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ**

Учебно-методическое пособие

Составитель В.В. Ельцов

Тольятти
Издательство ТГУ
2013

УДК 621.791
ББК 34.641
Р177

Рецензенты:

канд. техн. наук, главный инженер Управления механизации энергоснабжения
и специализированного транспорта ООО «Строй-Подряд» *В.Ф. Матягин*;
канд. техн. наук, доцент Тольяттинского государственного университета *Г.В. Мураткин*.

Р177 Разработка схемы технологического процесса для восстановления деталей машин сваркой : учеб.-метод. пособие / сост. В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 95 с. : обл.

В состав учебно-методического пособия включены теоретические разделы, связанные с характеристикой восстанавливаемых изделий в зависимости от условий их работы, также приведены материалы и оборудование для ремонтно-восстановительной и износостойкой наплавки. Кратко рассмотрены возможные способы упрочнения и восстановления геометрии поверхности изделий, а также способы повышения износостойкости деталей машин электродуговой наплавкой. Приведены варианты заданий для выполнения контрольной работы, методические указания и порядок ее выполнения, также приведен пример конечного результата работы.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») для выполнения контрольных работ по дисциплинам «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов» и «Восстановление и упрочнение деталей автомобилей».

УДК 621.791
ББК 34.641

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Введение

Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов на сегодняшний день являются одними из основных технологических методов восстановления эксплуатационных свойств деталей и упрочнения их поверхностей. Невысокая сложность оборудования, простота его обслуживания, доступность по цене позволяют формировать ремонтные участки как на мощных автотранспортных предприятиях, так и на небольших СТО.

Экономическая целесообразность ремонта обусловлена тем, что около 45% деталей машин, поступающих в ремонт, изношены в допустимых пределах и могут быть использованы повторно, а около половины деталей могут быть использованы после восстановления при его себестоимости 15...30% цены новых деталей. Только 5...9% деталей не подлежат восстановлению. Восстановление деталей является основным источником экономической эффективности ремонта, технически обоснованным и экономически оправданным мероприятием.

Разработка технологических процессов ремонтной сварки деталей и наплавки изношенных поверхностей требует от специалистов знания характеристик основного и вспомогательного оборудования, свойств основного и наплавочного материалов, а также последовательности осуществления операций для получения качественного изделия после ремонта. Именно знание технологических процессов в сочетании с грамотным их применением в ремонтном производстве позволяет специалисту в области автомобильного хозяйства приобрести одну из важных профессиональных компетенций.

Целью выполнения контрольной работы является приобретение студентами навыков составления маршрутной схемы движения изношенной детали по технологическим операциям для восстановления ее эксплуатационных свойств.

В задачу входит ознакомление с характеристиками основного и вспомогательного оборудования, а также изучение способов, приемов и наплавочных материалов для ремонтной сварки и наплавки.

В результате выполнения контрольной работы студент должен уметь:

- выбирать наиболее рациональную технологию восстановления и упрочнения деталей машин и механизмов;
- выбирать необходимое оборудование для ремонтной сварки и наплавки;
- составлять схему технологического процесса восстановления изношенных деталей.

Перечень литературы, рекомендуемой для подготовки к выполнению контрольной работы

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Есенберлин, Р.Е. Восстановление автомобильных деталей сваркой, наплавкой и пайкой / Р.Е. Есенберлин. – М. : Транспорт, 1994. – 256 с.
3. Ельцов, В.В. Оборудование для восстановления и упрочнения деталей машин и аппаратов / В.В. Ельцов // [CD] : альбом презентаций: наглядное учеб. пособие. – Тольятти : ТГУ, 2009. – 702 Мб.

4. Восстановление деталей машин : справочник / Н.В. Молодык, А.В. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
5. Ельцов, В.В. Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов : учеб. пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 204 с.

Общие положения о выполнении контрольной работы

Контрольная работа по дисциплине «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов» выполняется студентами заочной формы обучения (по направлению подготовки 190600.62). Своевременное и правильное выполнение контрольной работы наряду с выполнением практических работ с помощью обучающей компьютерной программы «НАПЛАВКА» является основанием для получения зачета по изучаемой дисциплине.

Контрольная работа по дисциплине «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов» является самостоятельной работой студента и призвана создать условия для приобретения навыка разработки технологического процесса для восстановления изношенной детали. Выполнение контрольной работы студентами позволяет преподавателю оценить их уровень освоения изучаемой дисциплины.

Тематика контрольных работ и варианты заданий, предлагаемые в данном учебном пособии, выдаются преподавателем в начале текущего семестра или в конце предыдущего, в зависимости от графика учебных занятий.

В отдельных случаях темой и заданием для контрольной работы может являться реальная задача по разработке технологии восстановления изделий на том предприятии, где работает студент. Для этого студент обязан согласовать тему контрольной работы с преподавателем, ведущим данную дисциплину.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ НАПЛАВКИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Наплавка — это нанесение слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением (ГОСТ 2601-84). В случае применения для этой цели сварки давлением употребляется термин наварка (плакирование).

Изготовительная наплавка (наварка) служит для получения новых биметаллических (многослойных) изделий. Такие изделия состоят из основы (основной металл), обеспечивающей необходимую конструкционную прочность, и наплавленного рабочего слоя (наплавленный металл) с особыми свойствами (износостойкость, термостойкость, коррозионная стойкость и т. д.).

Восстановительная наплавка (наварка) применяется для восстановления первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл по составу и свойствам может быть близок к основному (*восстановительная размерная наплавка*) или отличаться от него (*восстановительная износостойкая наплавка*).

Наплавленный металл вследствие перемешивания с основным металлом и взаимодействия с атмосферой дуги и шлаком отличается по составу от электродного (присадочного). *Доля основного металла в наплавленном*, обычно выражаемая в процентах, колеблется в широких пределах и зависит от способа и режима наплавки. Важная характеристика процесса — *производительность наплавки*, которая измеряется массой металла или площадью поверхности, наплаваемых в единицу времени (кг/ч, м²/ч). Кроме производительности способы наплавки могут характеризоваться *толщиной наплавленного слоя* (мм), наносимого за один проход.

Способы наплавки, как и способы сварки, классифицируются по трем типам признаков (ГОСТ 19621-74): физическим, техническим и технологическим. Наиболее распространена и удобна классификация по физическому признаку (используемый источник нагрева). По нему основные способы наплавки и наварки можно разделить на три группы:

- 1) *термические* (электродуговая, электрошлаковая, плазменная, электронно-лучевая, лазерная (световая), индукционная, газовая, печная);
- 2) *термомеханические* (контактная, прокаткой, экструдированием);
- 3) *механические* (взрывом, трением).

В свою очередь, большинство из этих способов могут подразделяться по техническим (способ защиты металла в зоне наплавки, степень механизации процесса, непрерывность наплавки) и технологическим (по роду тока, количеству электродов, наличию внешнего воздействия и т. п.) признакам.

1.1. Характеристики способов наплавки

Таблица 1

Характеристика способа, области его применения	Основные преимущества	Недостатки
<i>Ручная дуговая покрытыми электродами</i>		
<p>Универсальный способ, пригодный для наплавки деталей различной формы и назначения во всех пространственных положениях. Легирование наплавленного металла производится через стержень электрода и/или через покрытие. При толщине наплавленного слоя менее 2 мм применяют электроды диаметром 3 мм, при большей – диаметром 4...6 мм. Плотность тока составляет 11...12 А/мм²</p>	<p>Простота и доступность оборудования и технологии; возможность получения наплавленного металла практически любой системы легирования</p>	<p>Низкая производительность; тяжелые условия труда; непостоянство качества наплавленного слоя; большое проплавление основного металла</p>
<i>Полуавтоматическая и автоматическая электродуговая</i>		
<p>Механизированная наплавка под флюсом одной проволокой (сплошной или порошковой) или лентой (холоднокатаной, порошковой или спеченной). Легирование наплавленного металла осуществляется, как правило, через электродный материал, легирующие флюсы применяются реже. Дуговая наплавка самозащитными порошковыми проволоками и лентами; стабилизация дуги, легирование и защита расплавленного металла от азота и кислорода воздуха за счет компонентов сердечника электродного материала. Дуговая наплавка в среде защитных газов применяется относительно редко. При дуговой наплавке вследствие большого проплавления основного металла необходимый состав наплавленного металла удастся получить только в третьем-пятом слое. Электродуговая наплавка (ее различные способы) используется практически во всех отраслях промышленности</p>	<p>Универсальность, высокая производительность, возможность получения наплавленного металла практически любой системы легирования</p>	<p>Большое проплавление основного металла, особенно при наплавке проволоками</p>
<i>Электрошлаковая</i>		
<p>В горизонтальном, вертикальном или наклонном положениях, как правило, с принудительным формированием наплавленного слоя. Наплавка на горизонтальную поверхность как с принудительным, так и со свободным формированием. Применяется в металлургии для наплавки прокатных валков, в производстве заготовок для прокатки биметалла, в горнорудной промышленности для восстановления зубьев ковшей экскаваторов,</p>	<p>Устойчивость процесса в широком диапазоне плотностей тока (от 0,2 до 300 А/мм²); высокая производительность; возможность наплавки сталей и сплавов с повышенной склонностью к образованию трещин; возможность</p>	<p>Большая погонная энергия процесса вызывает перегрев основного металла и ЗТВ; невозможность получения наплавленных слоев малой толщины (кроме способа горизонтальной наплавки лентами);</p>

Характеристика способа, области его применения	Основные преимущества	Недостатки
зубьев крупномодульных шестерен, в машиностроении для наплавки штампов. Анतिकоррозионная наплавка лентами применяется в атомном, энергетическом и нефтехимическом машиностроении	наплавки за один проход слоев большой толщины; возможность придавать наплавленному металлу необходимую форму и сочетать наплавку с электрошлаковой сваркой	большая длительность подготовительных операций
<i>Плазменная наплавка</i>		
Наплавляемое изделие может быть нейтральным (наплавка плазменной струей) или включенным в электрическую цепь источника питания дуги (наплавка плазменной дугой). Требуемые свойства наплавленного металла можно получить уже в первом слое. Наибольшее распространение получила плазменно-порошковая наплавка, так как порошки можно изготовить практически из любого пригодного для наплавки сплава. Применяется для наплавки клапанов и седел двигателей внутреннего сгорания, деталей нефтехимической, энергетической и общепромышленной запорной арматуры, режущего инструмента различного назначения	Высокое качество наплавленного металла; малая глубина проплавления основного металла при высокой прочности сцепления; возможность наплавки относительно тонких слоев	Невысокая производительность; необходимость в сложном оборудовании
<i>Индукционная наплавка</i>		
Легко поддающийся механизации и автоматизации процесс, особенно эффективный в условиях серийного производства. Применяются два основных варианта индукционной наплавки: с использованием твердого присадочного материала (порошковой шихты, стружки, литых колец и т. п.), расплавляемого индуктором непосредственно на наплавляемой поверхности, и жидкого присадочного металла, который выплавляется отдельно и заливается на разогретую индуктором поверхность наплавляемой детали. Широко используется в сельскохозяйственном машиностроении	Малая глубина проплавления основного металла; возможность наплавки тонких слоев, высокая эффективность в условиях серийного производства	Низкий КПД процесса; перегрев основного металла; необходимость использования для наплавки только тех материалов, которые имеют температуру плавления ниже температуры плавления основного металла

Характеристика способа, области его применения	Основные преимущества	Недостатки
<i>Лазерная (световая)</i>		
<p>Разработано три способа лазерной наплавки: с подачей присадочного порошка в зону плавления, оплавление предварительно нанесенных паст; оплавление напыленных слоев. Требуемые составы и свойства наплавленного металла можно получить уже в первом слое небольшой толщины. В опытно-промышленном производстве лазерно-порошковым методом наплавляют коленчатые и распределительные валы двигателей внутреннего сгорания, клапаны и некоторые другие детали</p>	<p>Малое и контролируемое проплавление при высокой прочности сцепления; возможность получения тонких (менее 0,3 мм) слоев; небольшие деформации наплавляемых деталей; возможность наплавки труднодоступных поверхностей; возможность подвода лазерного излучения к нескольким рабочим местам, что сокращает время на переналадку оборудования</p>	<p>Низкая производительность, невысокий КПД процесса; сложное, дорогостоящее оборудование</p>
<i>Электронно-лучевая</i>		
<p>Использование для наплавки электронного луча позволяет отдельно регулировать нагрев и плавление основного и присадочного материалов, а также свести к минимуму их перемешивание. Наплавка производится с присадкой сплошной или порошковой проволоки. Поскольку наплавка выполняется в вакууме, то шихта порошковой проволоки может состоять из одних легирующих компонентов</p>	<p>Малое и контролируемое проплавление основного металла; возможность наплавки слоев малой толщины</p>	<p>Сложность и высокая стоимость оборудования; необходимость биологической защиты персонала</p>
<i>Газовая</i>		
<p>Металл нагревается и расплавляется пламенем газа, сжигаемого в смеси с кислородом в специальных горелках. Горючий газ – ацетилен или его заменители: пропан-бутановая смесь, природный газ, водород и др. Известна газовая наплавка с присадкой прутков либо с вдуванием порошка в газовое пламя. Широко используется при ремонте сельскохозяйственной и автомобильной техники, а также для наплавки релитом буровых долот и быстроизнашивающихся деталей горнорудной техники</p>	<p>Малое проплавление основного металла; универсальность технологии, возможность наплавки слоев малой толщины</p>	<p>Низкая производительность; нестабильность качества наплавленного слоя</p>

Характеристика способа, области его применения	Основные преимущества	Недостатки
<i>Печная наплавка композиционных сплавов</i>		
<p>Способ основан на пропитке слоя твердых тугоплавких частиц (карбидов) сплавом-связкой в условиях автовакуумного печного нагрева. В качестве износостойкой составляющей сплава наиболее часто используется карбид вольфрама (релит) грануляции 0,4...2,5 мм или дробленые отходы спеченных твердых сплавов типа УУС-Со. Сплав-связка содержит около 20% Mn, 20% Ni и 60% Cu. Применяется преимущественно в черной металлургии для восстановления и упрочнения конусов и чаш доменных печей, уравнильных клапанов и т. п., для изготовления универсальных футеровочных элементов, с помощью которых затем упрочняются различные быстроизнашивающиеся детали</p>	<p>Возможность наплавки уникальных изделий сложной формы</p>	<p>Необходимость изготовления металлоемкой оснастки, которая после окончания процесса удаляется в металллом; большая длительность подготовительных операций</p>
<i>Электроконтактная наварка</i>		
<p>Соединение основного и присадочного металлов осуществляется в результате их совместной пластической деформации, сопровождающейся пропусканием в месте контакта импульсов тока. В качестве оборудования используются модернизированные машины для шовной контактной сварки. Присадочные материалы – стальная лента, проволока, порошки и их смеси. Применяется при ремонте и восстановлении валов, осей, штоков, фланцев, барабанов и прочих деталей, износ которых по диаметру не превышает 1,0...1,5 мм</p>	<p>Отсутствие проплавления основного металла; минимальные деформации наплавленных деталей; возможность наплавки слоев малой толщины</p>	<p>Низкая производительность процесса; ограниченная номенклатура наплаваемых деталей</p>
<i>Плакирование прокаткой и экструдированием</i>		
<p>Плакированный металл производят из специальных многослойных слитков, из заготовок, полученных наплавкой, ЭШС, сваркой взрывом, из сварных герметизированных заготовок-пакетов. Применяется в основном для производства толстых и тонких листов, полос, фасонных профилей, прутков и проволоки. Изготавливают биметаллические листы (конструкционная сталь + нержавеющая сталь), износостойкий плакированный прокат для металлургии, горнодобывающей промышленности, сельскохозяйственного машиностроения</p>	<p>Высокая производительность; отсутствие перемешивания основного и плакирующего металлов; широкий диапазон соотношения толщин основного и плакирующего слоев; возможность получения спецпрофилей с местным плакированием; относительно небольшие остаточные деформации</p>	<p>Ограниченность сортамента материалов для плакирующих слоев биметалла; длительность подготовительных операций; ограниченная номенклатура деталей, которые могут изготавливаться из плакированного проката</p>

Характеристика способа, области его применения	Основные преимущества	Недостатки
<i>Плакирование с использованием энергии взрыва</i>		
<p>Для непосредственного плакирования деталей или получения многослойных заготовок наиболее широко применяется взрывное плакирование пластичными коррозионно-стойкими сталями и сплавами. Применение опор переменной жесткости и особых способов подготовки плакирующих листов позволило использовать энергию взрыва для плакирования малоуглеродистой стали малопластичными инструментальными сталями Х6Ф1, Х12, Р6М5, изготовления би- и триметалла для нефтехимического и сельскохозяйственного машиностроения</p>	<p>Возможность соединения металлов, сварка которых другими способами сложна или невозможна; отсутствие проплавления основного металла; минимальные деформации при сварке</p>	<p>Необходимость в специальных полигонах; большая длительность подготовительных операций</p>
<i>Наплавка трением</i>		
<p>Суть метода заключается в быстром вращении присадочного прутка (1500...4000 об/мин), который торцом прижимается к наплавленной поверхности. Металл нагревается, становится пластичным и как бы намазывается на поверхность изделия</p>	<p>Возможность наплавки тонких слоев; отсутствие перемешивания основного и наплавленного металла; низкие затраты электроэнергии</p>	<p>Низкая универсальность — для наплавки каждой детали необходимы присадочные материалы определенных геометрических размеров и специализированное оборудование или оснастка; малая производительность; отсутствие производства материалов для наплавки; дефекты наплавленного слоя — краевые несплавления, несплавления в местах перекрытия соседних валиков</p>

1.2. Классификация восстанавливаемых изделий

В зависимости от условий службы наплавляемые детали можно разбить на несколько групп.

1. Детали, работающие в условиях трения металла о металл. К этой группе обычно относят крановые колеса, детали гусеничных тракторов, бандажи колес локомотивов, оси, валы и т. д. Износ деталей происходит при больших контактных напряжениях. Наплавка этой группы деталей производится в основном для восстановления первоначальных их размеров без значительного повышения износостойкости, так как большая твердость одной контактной поверхности может вызвать повышенный износ другой. Для наплавки используют низкоуглеродистые и низколегированные стали, содержащие не более 5% легирующих элементов (08Г, 08ГС, 15Г2С, 18Г4 и т. д.).

2. Детали и инструменты, работающие в условиях абразивного износа при нормальных температурах. Наибольшей стойкостью против абразивного износа обладают сплавы, имеющие в своей структуре большое количество карбидов. Металл для наплавки легируют хромом и марганцем в сочетании с повышенным количеством углерода (У25Х28, У35Х7Г7, У30Х28Г2С). Это детали сельскохозяйственных машин, размольного оборудования, буровые долота, зубья дробилок и т. д.

3. Детали, эксплуатирующиеся в условиях абразивного износа с ударными нагрузками (ролики рольгангов, лемеха плугов, ножи бульдозеров) наплавляют высокохромистыми сплавами с более низким содержанием углерода (Х12, Х19М, Х13Н4). Сплавы в основном относятся к ледебуритным сталям типа Х12, они недорогие, обладают высокой твердостью и исключительной износостойкостью. Отлично сопротивляются ударно-абразивному износу высокомарганцевые аустенитные стали типа Г13. Изготавливаются детали дробилок, зубья ковшей экскаваторов, железнодорожных крестовин.

4. Детали и инструменты, работающие на термическую усталость и абразивный износ при повышенных температурах. Металл должен обладать высокой твердостью, износостойкостью, вязкостью и другими свойствами. Эти свойства достигаются за счет легирования металла наплавки хромом и вольфрамом. Прокатные валки, ножи блюминга, прессовый инструмент, керны для захвата слитков и т. д. Лучшей износостойкостью обладают хромовольфрамовые стали типа 3Х2В8.

5. Детали, работающие в условиях коррозии и эрозии, сочетающихся с износом при повышенных температурах. Это уплотнительные поверхности арматуры для пара высокого давления, детали, работающие в морской воде, лопасти гидротурбин и т. д. Для наплавки применяют высокохромистые сплавы типа 1Х13, 1Х25Н4Т и хромоникелевые аустенитные стали 0Х18Н9, 1Х18Н9Т. Детали, работающие в условиях абразивного износа, сопровождающегося эрозией при температурах до 800 °С, рекомендуется наплавлять твердыми сплавами типа стеллитов, т. е. сплавами на основе кобальта, легированными углеродом.

6. Детали подшипников, подпятников и других узлов трения скольжения. Хорошими антифрикционными свойствами обладают сплавы на основе меди – бронзы и латуни. Аллюминиево-железистые бронзы применяются при наплавке заготовок червячных шестерен, кулачков и других деталей. Оловянисто-фосфористые бронзы используются для наплавки вкладышей крупных подшипников. Также для наплавки

таких деталей применяют специальные сплавы – оловянные и свинцовые баббиты типа Б16, Б83, Б83С. **Баббит** – антифрикционный сплав на основе олова или свинца, предназначенный для использования в виде слоя, залитого или напыленного по корпусу вкладыша подшипника.

7. Режущий инструмент. Основные требования к металлу, наплавляемому на рабочие кромки режущего инструмента, – высокая твердость, износостойкость, красностойкость и удовлетворительная вязкость. Эти свойства достигаются при легировании металла ванадием, молибденом, вольфрамом. При наплавке применяются быстрорежущие стали типа P18, P9, P13K3 и PB6M5.

1.3. Классификация дефектов деталей

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Различают следующие группы дефектов, относящихся к деталям в целом.

Трещины. Они образуются в результате воздействия значительных местных нагрузок, ударов и перенапряжений, а также появляются в деталях, длительно работающих в условиях знакопеременных нагрузок (усталостные трещины). Трещины наиболее часто возникают в нагруженных местах корпусных деталей, рам, блоков, изготовленных из твердых и хрупких материалов, например, чугуна или магниевых сплавов.

Пробоины. Они появляются в результате ударов различных предметов о поверхности тонкостенных деталей.

Риски и надирь. Они образуются на рабочих поверхностях деталей вследствие загрязнения смазки или абразивного действия чужеродных частиц.

Выкрашивание. Дефект, характерный для поверхностей деталей, подвергнутых химико-термической обработке (зубчатые колеса, шестерни, зубчатые муфты). Он появляется вследствие динамических ударных нагрузок в процессе эксплуатации; выкрашивание может быть и результатом усталостных напряжений.

Обломы, сколы. Возникают при сильных ударах о детали. Они часто наблюдаются на литых деталях.

Изгибы и вмятины. Эти дефекты характеризуются нарушением формы детали и являются результатом ударных нагрузок.

Коробление. Происходит в результате воздействия высоких температур или открытого пламени, приводящего к возникновению структурных изменений и больших внутренних напряжений в металле.

Коррозия (сплошная и местная). Это процесс разрушения металлов вследствие химического и электрохимического взаимодействия с коррозионной средой. Общая коррозия проявляется в постепенном уменьшении первоначальной толщины деталей; местная коррозия (избирательная) проявляется на отдельных участках деталей, имеющих нарушение структуры и свойств металла, а также на участках, подверженных действию внешних факторов (температуры, давления, коррозионной среды и т. д.). Оценивать и прогнозировать процессы развития внешней коррозии практически невозможно, поэтому она во многих случаях приводит к незапланированному выходу конструкции из строя. Значительно снижают работоспособность сварной конструкции такие виды избирательной коррозии, как межкристаллитная

коррозия, ножевая коррозия по линии сплавления. Одним из видов разрушения является коррозионная усталость и растрескивание.

Коррозионно-механическое изнашивание. Фреттинг-коррозия. Наиболее распространенный вид дефектов технологического оборудования; происходит в результате механических воздействий, сопровождающихся химическим воздействием среды на металл. Коррозионно-механическое разрушение металлических конструкций в местах проскальзывания плотно пригнанных (прижатых друг к другу) деталей при колебаниях с малой амплитудой, вращениях, вибрациях. Фреттинг-коррозия наблюдается при различных прессовых посадках на вращающихся валах, в местах посадки лопаток турбин, в шлицевых, шпоночных, болтовых и заклепочных соединениях. Фреттинг-коррозии подвержены металлические канаты и канатные шкивы, контактные поверхности подшипников качения, рессор, пружин, клапанов и толкателей, кулачковых механизмов и т. п. Наиболее опасное последствие фреттинг-коррозии – растрескивание деталей из-за снижения коррозионно-усталостной прочности.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ

2.1. Очистка деталей, контроль, дефектация и сортировка

Очистка деталей

В большинстве случаев детали, поступающие в ремонт, сильно загрязнены, замаслены, покрыты ржавчиной или краской. Поэтому они должны быть предварительно очищены механическим путем или промывкой, а затем рассортированы по виду и степени износа.

Очистка может быть нескольких уровней:

- макроочистка;
- микроочистка;
- активационная очистка.

Приведенные уровни очистки отличаются массой остаточных загрязнений. Процесс удаления с поверхности наиболее крупных частиц, мешающих разборке, дефектации и механической обработке является макроочисткой. Удаление загрязнений от масла, остатков эмульсии, солей моющих растворов, пыли выполняется при микроочистке. Травление металла и очистка поверхности от остатков поверхностно-активных частиц, защитных пленок и посторонних веществ представляет собой активационную очистку, которую обычно выполняют при подготовке поверхностей деталей к хромированию, цинкованию и к другим видам электролитических покрытий.

Загрязнения с поверхностей деталей удаляют различными способами. Так, широко применяют специальные моющие средства, которые удаляют жидкие и твердые загрязнения с поверхности, используют синтетические моющие средства, растворы которых по моющей способности в несколько раз превосходят растворы едкого натра и различных щелочных смесей. Растворами из синтетических моющих веществ можно очищать детали из черных, цветных и легких металлов и сплавов.

Удаляют загрязнения и с помощью растворителей – керосина, бензина, уайт-спирита, дизельного топлива. В основном их используют для очистки деталей и элементов масляных фильтров, блоков, каналов коленчатых валов, топливной аппаратуры, обезжиривания поверхностей от асфальтосмолистых загрязнений.

Очистку от нагара, накипи, коррозии можно осуществлять химическими, механическими, химико-термическими и иными способами. Стальные и чугунные детали от нагара можно очистить химическим способом, который основан на использовании щелочных растворов повышенной концентрации. Например, детали из алюминиевых сплавов обрабатывают в растворе, не содержащем каустической соды. На 3 часа их погружают в ванну с раствором при температуре 90 °С, затем размягченный нагар снимают металлическими щетками, после чего детали промывают в слабом щелочном растворе.

При очистке дробленой скорлупой фруктовых косточек поток сжатого воздуха, который движется с высокой скоростью, вместе с косточковой крошкой подается на очищаемую поверхность под давлением 0,3–0,6 МПа, с силой ударяется о поверхность детали и разрушает нагар и другие загрязнения. Шероховатость поверхности детали при этом не изменяется, что важно для деталей из алюминиевых

сплавов, а также деталей и сборных единиц двигателей – шатунов, головок блоков, коленчатых валов и др.

Внутренние поверхности охлаждающей системы двигателя очищают от накипи щелочными растворами. Карбонаты магния и кальция, содержащиеся в накипи, растворяются в соляной кислоте, а силикаты и сульфаты кальция и магния разрыхляются в щелочном растворе. Разрыхленный слой затем смывают водой.

Для очистки деталей от окалины, ржавчины, подготовки поверхностей к окрашиванию, нанесению гальванических и других покрытий, а также для различных отделочных операций английской фирмой Abrasive Developments Ltd разработан специальный процесс, названный Vaqua . Его использование позволяет обходиться без дорогих химикатов, применение которых часто требует дополнительной очистки. Сущность процесса заключается в том, что поверхности деталей подвергают бомбардировке твердыми частицами, содержащимися в больших объемах циркулируемой в камере воды (обычно это частицы абразивов или стекла). Обработку детали производят в специальной камере при помощи пистолета, действующего под высоким давлением. Регулируемая струя сжатого воздуха подается к пистолету, а от него распыленная суспензия направляется на деталь. Вода, в которой находятся очищающие частицы, служит своего рода «подушкой» между ними и поверхностью деталей и полностью предотвращает образование пыли. Таким образом, целиком устраняется вопрос техники безопасности, а также проблема загрязнения окружающей среды.

Обезжиривание и травление

Обезжиривание деталей осуществляется в специальной ванне, содержащей раствор следующего состава:

- кальцинированная или каустическая сода – 100 грамм на один литр воды;
- мыло твёрдое – 30 грамм на один литр воды.

Обезжиривание ведётся при кипении раствора. После обезжиривания необходимо промыть детали в холодной проточной воде и охладить до комнатной температуры. Хорошо обезжиренная деталь должна полностью смачиваться водой. Если вода при промывке покрывает поверхность детали не полностью, а собирается каплями, то это указывает на недостаточное обезжиривание. При наличии на поверхности деталей толстого слоя смазки перед обезжириванием необходимо удалить её сухой ветошью.

Травление деталей должно осуществляться в специальной ванне в вытяжном шкафу.

Для приготовления раствора в отмеренное количество воды влить ингибированную соляную кислоту; воду в кислоту лить нельзя, так как это может привести к разбрызгиванию кислоты и сильным ожогам. Температура травильного раствора и погруженных в него деталей должна быть не выше 30 °С. Время выдержки деталей в травильной ванне устанавливается опытным путём; в зависимости от состава ванны, степени поражения ржавчиной поверхности очищаемых деталей и состава металла время выдержки может колебаться от 20 минут до трех часов. По истечении установленного времени травления вынуть детали из травильного раствора и тщательно промыть в ванне с холодной проточной водой, после чего отправить детали на промывку в растворе пассиваторов или на ремонт и оксидирование.

При травлении сильно поржавевших деталей следует растворять только часть ржавчины, так как оставшаяся ржавчина от действия кислоты сильно разрыхляется и может быть снята щеткой и смыта водой.

Контроль, дефектация и сортировка

Очищенные и обезжиренные детали подвергают контролю и сортировке на годные без восстановления, подлежащие ремонту и негодные, т. е. осуществляют операцию дефектации – контроля с целью обнаружения дефектов. Под дефектами детали понимают всякие отклонения ее параметров от величин, введенных техническими обстоятельствами либо рабочим чертежом.

К деталям, годным для дальнейшего использования, относят те, которые имеют допустимые размеры и шероховатость поверхности согласно чертежу и не имеют наружных и внутренних дефектов. Такие детали отправляют на склад запасных частей или в комплекточное отделение.

Детали, износ которых больше допустимого, но годные к дальнейшей эксплуатации, направляют на склад накопления деталей, а далее – в соответствующие ремонтные цеха для восстановления.

Негодные детали отправляют на металлолом, а вместо них со склада выписываются запасные детали.

Результаты дефектации и сортировки фиксируют посредством маркировки деталей краской. Обычно малахитовой (зеленой) краской помечают пригодные для дальнейшего основного использования детали, красной – негодные детали, яичной (желтой) – детали, требующие восстановления.

Количественные данные, позволяющие судить о свойствах и качествах дефектации и сортировки деталей, фиксируют в дефектовочных ведомостях. Эти сведения в дальнейшем после статистической обработки позволяют предопределять либо переправлять коэффициенты годности, сменности и восстановления деталей.

При дефектации выполняют следующие операции. Вначале внешним осмотром невооруженным глазом или с применением лупы, проверкой на ощупь, простукиванием выявляют следующие повреждения деталей: трещины, забоины, риски, обломы, пробоины, вмятины, задиры, коррозию, ослабление плотности посадки. Далее, используя универсальный и специальный измерительный инструмент, определяют геометрические параметры деталей. Для обнаружения скрытых дефектов, проверки на герметичность, упругость, контроля взаимного положения элементов деталей используют специальные приборы и приспособления.

Дополнительная технологическая подготовка деталей

К технологической подготовке деталей для ремонтно-восстановительной наплавки кроме очистки, обезжиривания и травления относятся также операции, связанные с удалением дефектного металла, защита поверхности, не подвергаемой наплавке, от брызг расплавленного металла, а также термическая подготовка.

Наплавка по плохо подготовленной поверхности приводит к непроварам, образованию пор и раковин, загрязнению шва неметаллическими включениями. Изношенная или поврежденная резьба перед наплавкой полностью удаляется. Это необходимо потому, что гребни резьбы препятствуют наплавке поверхности короткой дугой. Кроме того, в углубление резьбы впереди дуги затекает шлак, который затем остается внутри наплавленного валика, вызывая дефекты.

Имеющиеся на наплавляемой части поверхности детали отверстия, пазы или канавки, которые необходимо сохранить, заделываются медными, графитовыми или

угольными вставками. Способ закрепления вставки перед наплавкой выбирается применительно к каждой детали отдельно.

Поверхности детали, не подвергающиеся наплавке, в случае необходимости защищают от брызг окислов сухим или мокрым асбестовым картоном или стеклотканью.

Восстанавливаемые детали в зависимости от материала и его состояния (вида термической или химико-термической обработки) перед наплавкой могут подвергаться предварительному общему подогреву, степень которого зависит от склонности металла к трещинообразованию (технологическая прочность). В ряде случаев изделие перед наплавкой подвергают высокому отпуску для снятия остаточных напряжений или отжигу для устранения структуры закалки.

2.2. Выбор рационального способа наплавки

Для правильной организации подготовки деталей к наплавке и выполнения наплавочных работ необходимо после осмотра и замеров износа деталей составить карту технологического процесса ремонта. В ней должны быть отображены причины и характер износа, условия работы деталей, объем работ, вид и способ наплавки, марка и диаметр электродов или проволоки, режим и технология наплавки, время на выполнение работ, последовательность операций, припуск на механическую обработку, необходимость предварительной и последующей термической обработки.

В первую очередь необходимо обосновать выбор способа наплавки.

При выборе способа восстановления изделия, а также повышения его износостойкости следует учитывать особенности способов наплавки и применимость их к восстановлению тех или иных деталей. Особое внимание при выборе материала наплавки следует уделять тем свойствам наплавленного металла, которые наиболее характерны для работы детали, чтобы прочность и износостойкость ее была не ниже по сравнению с ненаплавленной деталью. Целесообразность применения какого-либо способа наплавки определяется и экономической эффективностью для каждого конкретного способа, для каждой детали. Если принять среднюю стоимость ручной дуговой наплавки за 100%, то автоматическая наплавка под флюсом составит 74%, вибродуговая наплавка – 82%. В значительной степени выбор способа наплавки (ручная или автоматическая) определяется однотипностью и массовостью восстанавливаемых деталей.

Средняя стоимость восстановления ручной дуговой наплавкой составляет 25...35% от стоимости изготовления новых деталей. При экономическом расчете выбора способа наплавки должны быть учтены следующие факторы: стоимость восстановления детали наплавкой по сравнению со стоимостью изготовления новой заготовки обычными методами (ковкой, литьем, штамповкой и т. д.); стоимость механической и термической обработки (до наплавки и после) по сравнению со стоимостью получения новой детали из заготовки; качество выпускаемой продукции (в тех случаях, когда оно зависит от детали, подвергающейся наплавке); затраты на эксплуатацию и ремонт машины или агрегата за длительные периоды времени до и после применения наплавленных деталей; изменение их производительности; влияние наплавки на расход дефицитных материалов; организация труда и механизации наплавочных работ. Особого внимания при выборе рационального способа наплавки требует электросварочное оборудование. Некоторые металлы и сплавы можно наплавливать

только определенным способом. В то же время многие способы наплавки требуют специализированного оборудования.

На выбор способа наплавки оказывают влияние размеры и конфигурация деталей, производительность и доля основного металла в наплавленном слое. Несмотря на невысокие показатели по производительности ручная дуговая наплавка (РДН) штучными электродами является наиболее универсальным способом, пригодным для наплавки деталей различных сложных форм и может выполняться во всех пространственных положениях. Для наплавки используют электроды диаметром 3...6 мм. При толщине наплавленного слоя до 1,5 мм применяются электроды диаметром 3 мм, а при большей толщине – диаметром 4...6 мм. Для обеспечения минимального проплавления основного металла при достаточной устойчивости дуги плотность тока составляет 11...12 А/мм². Основными достоинствами РДН являются универсальность и возможность выполнения сложных наплавочных работ в труднодоступных местах. Для выполнения РДН используется обычное оборудование сварочного поста.

К недостаткам РДН можно отнести относительно низкую производительность, тяжелые условия труда из-за повышенной загазованности зоны наплавки, а также сложность получения необходимого качества наплавленного слоя и большое проплавление основного металла. Для РДН применяют как специальные наплавочные электроды, так и обычные сварочные, предназначенные для сварки легированных сталей (ГОСТ 1005-75).

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТНОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

3.1. Электроды для наплавки

В группу электродов для наплавки входят электроды, предназначенные для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами. Электроды изготавливают и поставляют в соответствии с требованиями ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 10051-75. Для наплавочных работ в некоторых случаях также используют сварочные электроды, например, электроды, предназначенные для сварки высоколегированных коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей.

В зависимости от принятой системы легирования и условий работы получаемого наплавленного металла электроды для наплавки стальных деталей могут быть условно разделены на следующие шесть групп.

Таблица 2

Марка электрода	Тип электрода по ГОСТ 10051-75 или тип наплавленного металла	Диаметр, мм	Положение наплавки	Основное назначение. Твердость наплавленного металла
1-я группа				
ОЗН-300М	11Г3С	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка быстроизнашиваемых деталей из углеродистых и низколегированных сталей (например, валы, оси, авто сцепки, крестовины, другие детали автомобильного и железнодорожного транспорта). НВ 270–360
ОЗН-400М	15Г4С	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка быстроизнашиваемых деталей из углеродистых и низколегированных сталей (например, валы, оси, авто сцепки, крестовины, другие детали автомобильного и железнодорожного транспорта). НВ 360–430
ОМГ-Н	Э-65Х11НЗ	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка изношенных участков и заварка дефектов литья железнодорожных крестовин и других деталей из стали марки 110Г13Л. HRC ₂ 27–35
ЦНИИН-4	Э-65Х25Г13НЗ	4,0	Нижнее	Наплавка изношенных участков и заварка дефектов литья железнодорожных крестовин и других деталей из стали типа 110Г13Л. HRC ₂ 25–37

Марка электрода	Тип электрода по ГОСТ 10051-75 или тип наплавленного металла	Диаметр, мм	Положение наплавки	Основное назначение. Твердость наплавленного металла
2-я группа				
ОЗШ-1	Э-16Г2ХМ	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	Наплавка молотовых и высодочных штампов. НВ 320–365
УОНИ-13/НЖ 20Х13	Э-20Х13	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка штампов холодной и горячей (до 400 °С) обрезки, быстроизнашиваемых деталей машин и оборудования. HRC ₃ 41,5–49,5
ОЗШ-3	Э-37Х9С2	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Наплавка обрезных и вырубных штампов холодной и горячей (до 650 °С) штамповки, быстроизнашиваемых деталей машин и оборудования. HRC ₃ 53–59
ОЗШ-7	5Х10С3М	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Наплавка кузнечно-штамповой оснастки, работающей при температурах до 650 °С. HRC ₃ 56
ОЗШ-2	10Х5М10В2Ф	2,5; 3,0; 4,0	Нижнее, наклонное	Наплавка штампов горячей штамповки. HRC ₃ 57
ЭН-60М	Э-70Х3СМТ	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, полувертикальное	Наплавка штампов всех типов, работающих при температуре до 400 °С, быстроизнашиваемых деталей машин и оборудования. HRC ₃ 53–61
ОЗИ-3	Э-90Х4М4ВФ	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка штампов холодной и горячей (до 650 °С) штамповки, быстроизнашиваемых деталей горно-металлургического и станочного оборудования. HRC ₃ 59–64
3-я группа				
ОЗН-6	90Х4Г2С3Р	4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное, ограниченно потолочное	Наплавка быстроизнашиваемых деталей горнодобывающих и строительных машин и металлургического оборудования

Марка электрода	Тип электрода по ГОСТ 10051-75 или тип наплавленного металла	Диаметр, мм	Положение наплавки	Основное назначение. Твердость наплавленного металла
ОЗН-7	75X5Г4С3РФ	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка быстроизнашивающихся деталей, преимущественно из стали 110Г13Л
ОЗН-7М	75X5Н2СФР	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка быстроизнашиваемых деталей, преимущественно из стали 110Г13Л
ОЗН/ ВСН-9	115X17Н3Г2СРТ	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка деталей землеройных машин в условиях воздействия мерзлых грунтов
ВСН-6	Э-110X14В13Ф2	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка быстроизнашиваемых деталей из углеродистых и высокомарганцовистых сталей. HRC ₃ 51–56,5
ЭНУ-2	360X15Г3Р	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка быстроизнашиваемых стальных и чугунных деталей (ударные нагрузки умеренные)
Т-590	Э-320X25С2ГР	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка быстроизнашиваемых стальных и чугунных деталей машин (ударные нагрузки минимальные). HRC ₃ 58–64
Т-620	Э-320X23С2ГТР	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка быстроизнашиваемых стальных и чугунных деталей машин (ударные нагрузки умеренные). HRC ₃ 56–63
4-я группа				
ОЗИ-5	Э-10К18В11М10Х3СФ	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка металлорежущего инструмента и штампов горячей (до 800–850 °С) штамповки. HRC ₃ 63–67
ОЗИ-6	100X4М8В2СФ	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Наплавка при изготовлении металлорежущего инструмента, ремонте тяжело нагруженных штампов холодной и горячей (до 650 °С)

Марка электрода	Тип электрода по ГОСТ 10051-75 или тип наплавленного металла	Диаметр, мм	Положение наплавки	Основное назначение. Твердость наплавленного металла
5-я группа				
ЦН-6Л	Э-08Х17Н8С6Г	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка уплотнительных поверхностей деталей арматуры котлов, работающих при температурах до 570 °С и давлении до 78 МПа. HRC ₃ 29,5–39
ЦН-12М-67	Э-13Х16Н8М5С5Г4Б	4,0; 5,0	Нижнее	Наплавка уплотнительных поверхностей деталей арматуры энергетических установок, работающих при температуре до 600 °С и высоких давлениях. HRC ₃ 39,5–51,5
6-я группа				
ОЗШ-6	10Х33Н11М3СГ	2,5; 3,0; 4,0	Нижнее	Наплавка кузнечно-штамповочной оснастки холодного и горячего деформирования металлов, быстроизнашиваемых деталей металлургического, станочного и другого оборудования, работающего в тяжелых условиях термической усталости (до 950 °С) и больших давлений. HRC ₃ 52–60
ОЗШ-8	11Х31М3ГСЮФ	3,0; 4,0		Наплавка кузнечной оснастки горячего деформирования металлов, работающих в сверхтяжелых условиях термической усталости (до 1100 °С) и больших давлений. HRC ₃ 51–57

Электроды для сварки и наплавки чугуна

К группе электродов для сварки и наплавки чугуна относятся электроды, предназначенные для устранения с помощью холодной сварки и наплавки дефектов в чугунных отливках, а также электроды, используемые при ремонте вышедшего из строя оборудования и восстановлении изношенных деталей.

Таблица 3

Марка электрода	Диаметр, мм	Положение сварки	Тип наплавленного металла	Основное назначение	Особенность наплавленного металла
ЦЧ-4	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее	Сталь легированная	Сварка и заварка дефектов литья в деталях из серого, высокопрочного и ковкого чугунов. Сварка серого и высокопрочного чугунов со сталью	
ОЗЧ-2	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сплав на медной основе	Сварка, наплавка и заварка дефектов литья в деталях из серого и ковкого чугунов	
ОЗЧ-6	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сплав на медной основе	Сварка деталей (предпочтительно тонкостенных) из серого и ковкого чугунов	
МНЧ-2	3,0; 4,0; 5,0; 6,0	Нижнее, вертикальное	Сплав медно-никелевый	Сварка, наплавка и заварка дефектов литья в деталях из серого, высокопрочного и ковкого чугунов	Высокая технологичность при обработке резанием. Коррозионная стойкость в жидкостных агрессивных средах и горячих газах
ОЗЖН-1	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сплав железно-никелевый	Сварка, наплавка и заварка дефектов литья в деталях из серого и высокопрочного чугунов	
ОЗЖН-2	3,0	Нижнее, вертикальное	Сплав железно-никелевый	Сварка, наплавка и заварка дефектов литья в деталях из серого и высокопрочного чугунов	
ОЗЧ-3	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сплав на никелевой основе	Сварка и заварка дефектов литья в деталях из серого и высокопрочного чугунов	Высокая технологичность при обработке резанием
ОЗЧ-4	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сплав на никелевой основе	Сварка и наплавка деталей из серого и высокопрочного чугунов	Стойкость в условиях трения металла о металл, к воздействию ударных нагрузок

Электроды для сварки алюминия и его сплавов

Таблица 4

Марка электрода	Диаметр, мм	Положение сварки	Основное назначение
ОЗА-1	4,0; 5,0	Нижнее, ограниченно вертикальное	Сварка и наплавка технически чистого алюминия
ОЗА-2	4,0; 5,0	Нижнее, ограниченно вертикальное	Заварка дефектов литья и наплавка изделий из алюминиево-кремнистых сплавов
ОЗАНА-1	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Сварка и наплавка изделий из технически чистого алюминия
ОЗАНА-2	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, вертикальное	Заварка дефектов литья и наплавка изделий из алюминиево-кремнистых сплавов

Электроды для сварки меди и ее сплавов

Таблица 5

Марка электрода	Диаметр, мм	Положение сварки	Основное назначение
Комсомолец-100	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Сварка и наплавка изделий из технической чистой меди
АНЦ/ОЗМ-2	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Сварка и наплавка изделий из технической чистой меди, содержащей не более 0,01% кислорода
АНЦ/ОЗМ-3	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Сварка и наплавка изделий из технической чистой меди, содержащей не более 0,01% кислорода
АНЦ/ОЗМ-4	4,0; 5,0	Нижнее, наклонное	Сварка и наплавка изделий из технической чистой меди, содержащей не более 0,01% кислорода
ОЗБ-2М	3,0; 4,0	Нижнее, горизонтальное, вертикальное	Сварка и наплавка бронз, заварка дефектов бронзового и чугунного литья
ОЗБ-3	4,0; 5,0	Нижнее	Изготовление и восстановление электродов машин контактной сварки методом ручной дуговой наплавки

Марка электрода	Диаметр, мм	Положение сварки	Основное назначение
ОЗЛ-32	3,0; 4,0	Нижнее, вертикальное	Сварка технически чистого никеля, наплавка коррозионно-стойких слоев на углеродистые и высоколегированные коррозионно-стойкие стали. Сварка никеля с углеродистыми и высоколегированными коррозионно-стойкими сталями
В-56У	3,0; 4,0	Нижнее, полувертикальное	Сварка монель-металла, наплавка коррозионно-стойкого слоя на углеродистую сталь. Сварка двухслойных сталей (СтЗсп + монель) со стороны коррозионно-стойкого слоя. Сварка монель-металла с углеродистой сталью

3.2. Цельнометаллические наплавочные проволоки

Для механизированной электродуговой наплавки применяется стальная наплавочная проволока сплошного сечения по ГОСТ 10543-98.

Стандартом предусмотрен выпуск проволоки из углеродистой стали 9 марок, легированной стали 11 марок и высоколегированной стали 11 марок. Проволоки также классифицируются по химическому составу. Условное обозначение марки проволоки состоит из индекса «Нп» (наплавочная); следующие за индексом «Нп» цифры указывают среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента. Цифры, следующие за буквенными обозначениями химических элементов, указывают среднюю массовую долю элемента в процентах. Отсутствие цифр за буквенными обозначениями указывает, что их содержание не превышает 0,5%. Химические элементы, содержащиеся в металле проволоки, обозначены: В – вольфрам, Г – марганец, М – молибден, Н – никель, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Б – ниобий. Буква А указывает на повышенную чистоту металла проволоки по содержанию серы и фосфора.

Например, проволока Нп-30 расшифровывается: проволока углеродистая для наплавки со средним содержанием углерода 0,30% и содержанием других элементов до 2%. Диаметр проволоки указывается цифрой перед символом «Нп».

Химический состав стальных наплавочных проволок (массовая доля элементов, %)

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	S		Прочие элементы
									Не более	P	
Углеродистая											
Нп-30	0,27–0,35	0,50–0,80	0,17–0,37	Не более 0,25	Не более 0,30	–	–	–	0,040	0,0035	–
Нп-50	0,45–0,55	0,50–0,80	0,17–0,37	Не более 0,25	Не более 0,30	–	–	–	0,040	0,035	–
Нп-85	0,82–0,90	0,50–0,80	0,17–0,37	Не более 0,25	Не более 0,30	–	–	–	0,035	0,035	–
Легированная											
Нп-40Г	0,35–0,45	0,70–1,00	0,17–0,37	Не более 0,30	Не более 0,30	–	–	–	0,035	0,035	–
Нп-65Г	0,60–0,70	0,90–1,20	0,17–0,37	Не более 0,30	Не более 0,30	–	–	–	0,035	0,035	–
Нп-30ХГСА	0,25–0,35	0,80–1,20	0,80–1,20	0,80–1,20	Не более 0,40	–	–	–	0,025	0,025	–
Нп-30Х5	0,27–0,35	0,40–0,70	0,20–0,50	4,00–6,00	Не более 0,40	–	–	–	0,040	0,030	–
Нп-40Х3Г2МФ	0,35–0,45	1,30–1,80	0,40–0,70	3,30–3,80	Не более 0,40	–	0,10–0,20	0,30–0,50	0,035	0,035	–
Нп-40Х2Г2М	0,35–0,43	1,80–2,30	0,40–0,70	1,80–2,30	Не более 0,40	–	–	0,80–1,20	0,035	0,035	–
Нп-50ХНМ	0,50–0,60	0,50–0,80	Не более 0,35	0,50–0,80	1,40–1,80	–	–	0,15–0,30	0,030	0,030	–
Нп-50Х6ФМС	0,45–0,55	0,30–0,60	0,80–1,20	5,50–6,50	Не более 0,35	–	0,35–0,55	1,20–1,60	0,030	0,030	–
Нп-50ХФА	0,46–0,54	0,50–0,80	0,17–0,37	0,80–1,10	Не более 0,40	–	0,10–0,20	–	0,025	0,025	–

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	S		Прочие элементы
									Не более	P	
Высоколегированная											
Нп-20Х14	0,16–0,25	Не более 0,80	Не более 0,80	13,0–15,0	Не более 0,60	–	–	–	0,025	0,030	–
Нп-30Х13	0,25–0,35	Не более 0,80	Не более 0,80	12,0–14,0	–	–	–	–	0,025	0,030	–
Нп-40Х13	0,35–0,45	Не более 0,80	Не более 0,80	12,0–14,0	–	–	–	–	0,025	0,030	–
Нп-20Х17Н3М	0,18–0,25	Не более 0,60	Не более 0,80	16,0–18,0	2,00–3,00	–	–	1,2–1,70	0,025	0,030	–
Нп-30Х10Г10Т	0,25–0,35	10,0–12,0	Не более 0,35	10,0–12,0	Не более 0,60	–	–	–	0,030	0,035	Титан 0,15–0,30
Нп-45Х4В3ГФ	0,40–0,50	0,80–1,20	0,70–1,00	3,60–4,60	Не более 0,60	2,50–3,00	0,2–0,4	–	0,030	0,030	–
Нп-50Х3В10Ф	0,45–0,55	0,80–1,20	0,40–0,70	2,60–3,60	Не более 0,50	9,00–10,5	0,3–0,5	–	0,030	0,030	–
Нп-Г13А	1,00–1,20	12,5–14,5	Не более 0,40	Не более 0,60	Не более 0,60	–	–	–	0,030	0,035	–
Нп-03Х15Н35Г7М6Б	Не более 0,03	5,00–7,50	Не более 0,90	13,00–16,00	33,00–36,00	–	–	5,0–7,50	0,020	0,035	Ниобий 1,20–1,80

Область применения стальной наплавочной проволоки

Марка проволоки	Твёрдость наплавленного слоя	Пример наплавляемых деталей
Углеродистая		
Нп-30	НВ 160–220	Оси, шпиндели, валы
Нп-50	НВ 130–280	Натяжные колёса, скаты, тележки, опорные ролики
Нп-85	НВ 280–350	Коленчатые валы, крестовины карданов
Легированная		
Нп-40Г	НВ 180–240	Оси, шпиндели, ролики, валы
Нп-65Г	НВ 230–310	Крановые колёса, оси опорных роликов
Нп-30ХГСА	НВ 220–300	Обжимные прокатные валки, крановые колёса
Нп-30Х5	НRCэ 38,5–43,5	Прокатные валки сортопрокатных станов
Нп-40Х3Г2МФ	НRCэ 39,5–44,5	Детали, испытывающие удары и абразивное изнашивание
Нп-40Х2Г2М	НRCэ 38,5–44,5	Детали машин, работающие с динамическими нагрузками: коленчатые валы, поворотные кулаки, оси опорных катков
Нп-50ХНМ	НRCэ 41,5–51,5	Ковочные и вырубные штампы горячей штамповки, валки ковочных машин
Нп-50Х6ФМС	НRCэ 43,5–51,5	Валки трубопрокатных и сортопрокатных станов, обжимные прокатные валки, штампы горячей штамповки
Нп-50ХФА	НRCэ 45,5–51,5	Шлицевые валы, коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания, детали штамповой оснастки
Высоколегированная		
Нп-20Х14	НRCэ 34,0–39,5	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и воды
Нп-30Х13	НRCэ 39,5–46,5	Плунжеры гидропрессов, шейки коленчатых валов, штампы
Нп-40Х13	НRCэ 46,5–53,0	Штамповый инструмент, ножи горячей резки, детали транспортёров проходных печей
Нп-20Х17Н3М	НRCэ 38,5–44,5	Детали трубопроводной арматуры общего промышленного назначения
Нп-30Х10Г10Т	НВ 200–220	Лопасты гидротурбин, гребные валы морских судов, гребные винты
Нп-45Х4В3ГФ	НRCэ 39,5–46,5	Валки листопрокатных, сортопрокатных станов, штампы горячей штамповки
Нп-50Х3В10Ф	НRCэ 45,5–53,0	Валки трубопрокатных, сортопрокатных станов, станы горячей штамповки
Нп-Г13А	НВ 220–280	Железнодорожные крестовины, щеки дробилок, зубья ковшей экскаваторов
Нп-03Х15Н35Г7М6Б	—	Корпуса сосудов установок атомно-энергетического и химического машиностроения

Таблица 9

Химический состав сварочных проволок, применяемых для наплавки (%)

Марка проволоки	С, не более	Mn	Si, не более	Cr, не более	Ni, не более	Mo	Ti, V	S	P
								Не более	
СВ-0,8	0,1	0,35–0,60	0,03	0,15	0,3	–	–	0,040	0,040
СВ-0,8А	0,1	0,35–0,60	0,03	0,10	0,25	–	–	0,030	0,030
СВ-0,8АА	0,1	0,35–0,60	0,03	0,10	0,25	–	–	0,020	0,020
СВ-0,8ГА	0,1	0,80–1,10	0,03	0,10	0,25	–	–	0,025	0,030
СВ-10Г2	0,12	1,50–1,90	0,03	0,20	0,3	–	–	0,030	0,030
СВ-08ГС	0,10	1,40–1,70	0,60–0,85	0,20	0,25	–	–	0,025	0,030
СВ-08Г2С	0,05–0,11	1,80–2,10	0,70–0,95	0,20	0,25	–	–	0,025	0,030
СВ-08ГСМТ	0,06–0,11	1,00–1,30	0,40–0,70	0,30	0,30	0,20–0,40	Ti = 0,5–0,12	0,025	0,030
СВ-06Х19Н9Т	0,08	1,00–2,00	0,4–1,0	18,0–20,0	8,0–10,0	–	Ti = 0,5–1,0	0,015	0,030
СВ-08Х19Н9Ф2С2	0,10	1,00–2,00	1,3–1,8	18,0–20,0	8,0–10,0	–	V = 1,8–2,4	0,025	0,030
СВ-04Х19Н11М3	0,06	1,0–2,00	0,6	18,0–20,0	10,0–12,0	2,0–3,0	–	0,018	0,025

Таблица 10

Химический состав проволок из алюминия и его сплавов (ГОСТ 7871-75) в процентах

Марка	Al	Легирующие элементы							Другие элементы, не более
		Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zr	
СВА97	>=99,97	–	–	–	–	–	–	–	0,03
СВА85Т	Остальное	–	–	–	–	0,20–0,50	–	–	0,08
СВА5	>=99,5	–	–	0,20–0,35	0,10–0,25	–	–	–	0,05
СВАМЦ	Остальное	–	1,0–1,5	0,30–0,50	0,20–0,40	–	–	–	1,35
СВАМГ3	>>	3,2–3,8	0,3–0,6	–	0,5–0,8	–	–	–	0,85
СВАМГ4	>>	4,0–4,8	0,5–0,8	–	–	0,05–0,15	0,002–0,005	–	1,15
СВАМГ5	>>	4,8–5,8	0,5–0,8	–	–	0,10–0,20	0,002–0,005	–	1,4

Марка	Al	Легирующие элементы							Другие элементы, не более
		Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zr	
Св1557	>>	4,5–5,5	0,2–0,6	–	–	Cr 0,07–0,15	0,002–0,005	0,2–0,35	0,6
СВАМг6	>>	5,8–6,8	0,5–0,8	–	–	0,10–0,20	0,002–0,005	–	1,2
СВАМг63	>>	5,8–6,8	0,5–0,8	–	–	–	0,002–0,005	0,15–0,35	0,15
СВАМг61	>>	5,5–6,5	0,8–1,1	–	–	–	0,0001–0,0003	0,002–0,12	1,15
СВАК5	>>	–	–	–	4,5–6,0	0,10–0,20	–	–	1,0
СВАК10	>>	–	–	–	7,0–10,0	–	–	–	1,1
Св1201	>>	Cu 0,6–6,8	0,20–0,40	–	V 0,05–0,15	0,10–0,20	0,0001–0,0008	0,1–0,25	0,3

3.3. Порошковые проволоки, наплавочные порошковые смеси

Порошковую проволоку получают путем заполнения флюсующими и металлическими порошками тонкостенной металлической оболочки с последующей обработкой её для придания формы проволоки. Разработаны и применяются порошковые проволоки трех типов: для наплавки под флюсом, в среде защитных газов и открытой дугой в атмосфере воздуха. При автоматической дуговой наплавке под флюсом используют проволоку, сердцевина которой заполнена порошковым сплавом, а при автоматической и полуавтоматической наплавке в среде углекислого газа и открытой дугой применяют проволоку, сердцевина которой содержит раскислители, шлакообразующие компоненты, стабилизаторы дуги и порошковые сплавы.

Таблица 11

Проволоки порошковые для наплавки

Наименование продукции	Твердость, HRC Диаметр, мм	Область применения
ПП-12Х10Н9Г15* (аналог ППАНВ-2У)	ТУУ 20200793-001-2000 2,3–3,0	Самозащитная для сварки комбинированных соединений перлитных сталей типа 30Г с аустенитными типа 110Г13Л, а также электродуговая наплавка и металлизация деталей из низкоуглеродистых и высокомарганцовистых сталей типа 110Г13Л
ПП-Нп-200Х15С1ГРТ (ПП-АН-125)	ГОСТ 26101-84 50–56 2,6–3,2	Самозащитная, для наплавки деталей, испытывающих абразивный износ с умеренными ударными нагрузками, в частности, лемехов плугов, ножей бульдозеров и грейдеров; зубьев, козырьков и стенок ковшей экскаваторов, лопаток смесителей

Наименование продукции	Твердость, HRC Диаметр, мм	Область применения
ПП-Нп-80Х20Р3Т (ППАН-170)	ГОСТ 26101-84 58–67 2,6–3,2	Самозащитные для наплавки деталей, испытывающих интенсивный абразивный и газоабразивный износ, в частности, тарельчатых клапанов доменных печей, шламовых насосов, лемехов плугов, ножей бульдозеров и грейдеров, зубьев ковшей экскаваторов, лопаток смесителей
ПП-Нп-20Х13Г12М3Т	ТУУ 27.1-30268695-001-2001 230–300 2,6–3,6	Самозащитная, а также для наплавки под нейтральными флюсами типа АН-20, АН-26. Предназначена для наплавки деталей, подвергающихся интенсивному гидроабразивному износу при кавитационных и коррозионных воздействиях
ПП-Нп-80Х8М2С1ФТ	ТУУ 27.1-30268695-001-2001 53–57 2,6–3,6	Самозащитная, а также для наплавки под нейтральными флюсами типа АН-20, АН-26. Предназначена для наплавки деталей, работающих в условиях температурно-деформационного циклирования
ПП-08Х20Н9Г7Т	ТУУ 27.1-30268695-001-2001 150–180 НВ 3,6–6,0	Для сварки и наплавки низколегированных, высокомарганцовистых сталей типа Г13Л, разнородных сталей; наплавка валков пилигримовых станков, плунжеров гидропрессов, лопаток гидротурбин и др. Сварку и наплавку рекомендуется осуществлять под флюсами АН-20, АН-26
ПП-Нп-25Х5ФМС (ППАН-130)	ГОСТ 26101-84 40–46 3, 6–6	Для наплавки ножей горячей резки металла, прессовочного и штамповочного инструмента, штампов горячей штамповки, валков горячей прокатки, пресс-пуансонов. Рекомендуются для наплавки под флюсами АН-20, АН-26, АН-60
ПП-Нп-30Х4В2М2ФС (ППАН-132)	ГОСТ 26101-84 47–51 1,8–6	Наплавка направляющих линеек прокатных станков, штампов горячей штамповки и др.
ПП-Нп-60Х3В10ФТ	ТУУ 27.1-30268695-001-2001 400–495 НВ 3,6–6,0	Для наплавки под флюсами АН-20, АН-26 ножей горячей резки металла, прессового и штамповочного инструмента, прокатных валков непрерывных, раскатных станков, головок пресс-пуансонов прошивного пресса
ПП-Нп-50Х6ФМС	ТУУ 27.1-30268695-001-2001 360–400 НВ 3,6–6,0	Наплавка под флюсом АН-20 валков трубопрокатных, сортопрокатных станков, штампов горячей штамповки
ПП-Нп-14ГСТ ПП-Нп-19ГСТ (аналог ПП-ТН-250)	ГОСТ 26101-84 250–300 НВ 2,6–3,0	Самозащитные для наплавки валов, опорных катков, шкивов, автосцепок на ж/д транспорте. Применяются также для наплавки в атмосфере CO ₂

Наименование продукции	Твердость, HRC Диаметр, мм	Область применения
ПП-Нп-ПСТ2	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 210–260 HB 3,0–6,0	Наплавка лопастей гидротурбин, крановых колёс, валов, осей, шкивов, плунжеров гидроприводов и других деталей, работающих в условиях кавитации и трения
ПП-Нп-ПСТ3	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 22–28 HRC 2,0–6,0	Наплавка поверхностей тяжело нагруженных деталей передаточных узлов (например, шестерён), а также валов, осей, шкивов, роликов, валков, крановых колёс, автосцепок на железнодорожном транспорте, заварка дефектов литья
ПП-Нп-ПСТ4	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 48–56 HRC 3,6–6,0	Наплавка высокохромистого износостойкого чугуна на поверхность деталей, в частности, наплавка направляющих линеек прокатных станов
ПП-Нп-ПСТ8	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 180–300 HB 3,6–6,0	Наплавка деталей оборудования из конструкционных низколегированных сталей и сталей аустенитного класса в химическом аппарато- и машиностроении, нефтеперерабатывающей промышленности, работающих в агрессивных средах. Наплавленный слой обеспечивает стойкость к общей и межкристаллитной коррозии
ПП-Нп-ПСТ20	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 170–240 HB 3,2–6,0	Наплавка деталей, работающих в слабоагрессивных и агрессивных средах, таких как вода, пар, аммиак, влажный природный газ, жидкие и газообразные углеводородные среды. Наплавленный металл обеспечивает высокую коррозионную стойкость, жаропрочность и жаростойкость
ПП-Нп-ПСТ119	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 160–280 HB 3,0–6,0	Наплавка деталей из аустенитных марганцовистых сталей, работающих в условиях высоких удельных давлений, существенных ударных нагрузок и трения металла по металлу, в частности, наплавка бронеплит, а также заварка дефектов литья из марганцовистой стали типа 110Г13Л
ПП-Нп-ПСТ180	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 300–380 HB 2,2–6,0	Наплавка опорных катков, валов, осей, крановых колёс, деталей ходовой части гусеничных машин, звеньев агломерационных машин, роликов рольгангов
ПП-Нп-ПСТ189	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 7–24 HRC 3,6–6,0	Наплавка оборудования и арматуры, работающих в контакте со средами повышенной агрессивности в химической и нефтеперерабатывающей промышленности
ПП-Нп-ПСТ350	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 47–52 HRC 3,0–6,0	Наплавка валов трубопрокатных, сортопрокатных станов, штампов горячей прокатки

Наименование продукции	Твердость, HRC Диаметр, мм	Область применения
ПП-Нп-ПСТ1009	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 150-220 НВ 3,6–6,0	Наплавка и сварка марганцовистых, упрочняющихся и трудносвариваемых сталей. Используется также для создания буферного слоя при нанесении твёрдосплавных покрытий, для ремонта рельсов без их подогрева
ПП-Нп-ПСТ1795	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 24–34 HRC 3,6–6,0	Наплавка уплотнительных поверхностей трубопроводной арматуры, а также других деталей, работающих при повышенной температуре и высоком давлении в агрессивных средах. Металл наплавленного слоя отличается особыми требованиями к общей и межкристаллитной коррозии, стойкостью против эрозии и задирав
ПП-Нп-ПСТ2013	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 220–300 НВ 3,2–6,0	Наплавка деталей, подвергающихся интенсивному гидроабразивному износу, обусловленному кавитационным и коррозионным воздействиями. Наплавленный металл обеспечивает высокую жаропрочность и коррозионную стойкость
ПП-Нп-ПСТЭКБ	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 не менее 59 HRC 3,2–6,0	Наплавка лемехов плугов, ножей бульдозеров и грейдеров, зубьев ковшей экскаваторов, лопаток смесителей, рабочих колес, улиток насосов и др.
ПП-Нп-ПСТЭКБ2	ТУУ 28.7-30268695-006-2004 50–60 HRC 3,2–6,0	Наплавка конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, валков и бил коксовых дробилок, броневых плит, ножей бульдозеров
ПП-Нп-200X12М (ППАН-103)	ГОСТ 26101-84 40–44 3,6	Наплавка флюсами АН-20, АН-26 деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания и ударных нагрузок, роликов рольгангов, ножей холодной резки металла, шеек смесителей
ПП-Нп-30X5Г2СМ (ППАН-122)	ГОСТ 26101-84 50–56 2,0–3,6	Наплавка под флюсом АН-20 катков, валов, осей, шнеков и др.
ПП-Нп-350X10Б8Т2	ГОСТ 26101-84 50–56 2,8–4,0	Самозащитная для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и газоабразивного износа
ПП-Нп-18X1Г1М (ПП АН-120)	ГОСТ 26101-84 350–400 НВ 3,6	Для наплавки под флюсом АН-348 колёс кранов, тормозных шкивов, роликов рольгангов, посадочных мест валов, валков обжимных станов
ПП-Нп-90Г13Н4 (ПП АН-105)	ГОСТ 26101-84 160-240 НВ 2,8–3,0	Самозащитная для заварки дефектов литья деталей из стали 110Г13Л

Наименование продукции	Твердость, HRC Диаметр, мм	Область применения
ПП-Нп-10X14Т (ПП-АН106)	ГОСТ 26101-84 42–48 1,8–3,6	Наплавка под флюсом АН-20 уплотнительных поверхностей арматуры, газовой и нефтяной аппаратуры, плунжеров гидропрессов и др. Может использоваться для наплавки в атмосфере CO ₂
ПП-Нп-10X17Н9С5ГТ (ППАН-133)	ГОСТ 26101-84 27–34 2,8–3,6	Самозащитная, а также для наплавки под флюсами АН-20, АН-26 энергетической и химической аппаратуры
ПП-Нп-30X20МНФ*	ТУУ27.1-30268695-001-2001 38–44 2,2–3,6	Металлизация и наплавка под флюсом АН-20 плунжеров гидропрессов, лопаток турбин и др.
ПП-Нп-12X13	ТУУ27.1-30268695-001-2001 40–46 1,6–3,6	Наплавка под флюсом АН-20 деталей металлургического, энергетического и др. оборудования

Гранулированные порошки. В качестве присадочного материала при плазменной и индукционной наплавке используют гранулированные порошки, изготавливаемые путем распыления струи жидкого сплава водой или газом высокого давления. Форма частиц может быть сферической или осколочной.

Наплавочные смеси. Для дуговой наплавки угольным или графитовым электродом присадочным материалом является наплавочная смесь – сталинит, вокар, висхом-9, боридная смесь. Сталинит готовится перемешиванием порошков углеродистого феррохрома, ферромарганца и нефтяного кокса с чугушной стружкой. Более износостойкий слой обеспечивает смесь БХ (50% борида хрома и 50% железного порошка). Вокар представляет собой механическую смесь измельченного вольфрама с углеродом. Шихта висхом-9 состоит из измельченной стружки серого чугуна, феррохрома, серебристого графита, связанных между собой раствором жидкого стекла.

3.4. Защитные газы и флюсы для наплавки

Защитные газы делятся на две группы: химически инертные и активные. Газы первой группы с металлом, нагретым и расплавленным, не взаимодействуют и практически не растворяются в нем. Газы второй группы защищают зону сварки от воздуха, но сами либо растворяются в жидком металле, либо вступают с ним в химическое взаимодействие.

Инертные газы используют при сварке как неплавящимися, так и плавящимися электродами. Активные газы – при сварке плавящимся электродом (проволокой) и угольным электродами.

К химически инертным защитным газам для сварки относят аргон и гелий. При сварке меди в качестве инертного защитного газа может использоваться азот. Этот газ

является инертным только по отношению к химически чистой меди, но не к ее сплавам. Из химически активных газов основное значение имеет углекислый газ (CO_2). В ряде случаев для сварки может использоваться смесь углекислого газа с аргоном или углекислого газа с кислородом в соотношении 90 и 10% соответственно.

Аргон поставляется в баллонах серого цвета с зеленой надписью, в газообразном состоянии при давлении 150 атм. По ГОСТ 10157-73 аргон бывает трёх сортов: высший, первый и второй, — которые отличаются по содержанию примесей. Аргон высшего сорта предназначен для сварки химически активных металлов (титан, цирконий, ниобий); первого сорта — алюминия, магния и их сплавов; второго сорта — для сварки высоколегированной стали. Аргон тяжелее воздуха и при сварке хорошо защищает сварочную ванну от воздействия окружающей среды. Он не имеет цвета и запаха, и его присутствие может быть обнаружено лишь с помощью газоанализатора. Попадание аргона в легкие человека может вызвать удушье, а длительное вдыхание аргона приводит к летальному исходу.

Гелий поставляется в баллонах коричневого цвета с белой надписью при давлении 150 атм. В связи с тем что гелий в 10 раз легче аргона, расход гелия при сварке должен увеличиваться в 1,5...3 раза. Потенциал ионизации гелия выше, чем у аргона, поэтому напряжение на дуге при сварке в среде гелия почти в два раза выше, чем при сварке в среде аргона при одинаковом значении силы тока. Это означает, что мощность дуги, горящей в среде гелия, почти в два раза выше, чем дуги в среде аргона. Широкое распространение гелиево-дуговой сварки сдерживается высокой стоимостью этого инертного газа.

Углекислый газ поставляется по ГОСТ 8050-76 в баллонах черного цвета с желтой надписью, в сжиженном состоянии в виде углекислоты. Для сварки используют сварочную углекислоту I и II сортов, которые отличаются содержанием паров воды. Применение углекислого газа для сварки металла в качестве защитной среды вызывает необходимость применения специальной проволоки. Она должна содержать дополнительное количество легирующих элементов с большим сродством к кислороду, а именно марганца и кремния. Эти элементы раскисляют сварочную ванну, а пары воды, содержащиеся в CO_2 , устраняют путем осушки газа. Именно для осушки и интенсивной подачи углекислого газа в зону сварочной ванны на баллоне предусмотрен предредукторный осушитель и подогреватель газа.

Флюсы для автоматической наплавки.

Флюсы при наплавке выполняют следующие функции:

- способствуют стабилизации горения дуги;
- обеспечивают защиту её и расплавленного металла от окружающего воздуха;
- способствуют протеканию химических реакций раскисления, рафинирования и легирования металла сварочной ванны.

Для механизированной дуговой и электрошлаковой наплавки наиболее широко применяют плавные флюсы АН-348А, ОСЦ-45, АН-60, АН-20, АН-8, АН-25. Высокремнистые марганцевые флюсы АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-60 обеспечивают хорошее формирование шва, малую склонность к образованию пор и удовлетворительную отделимость шлаковой корки при наплавке сталей. Пемзовидный флюс АН-60 рекомендуют применять при наплавке электродной лентой, а также проволокой на больших скоростях. При наплавке среднелегированных и высоколегированных

сталей применяют флюсы АН-26, АН-20, АН-28, АН-70, 48-ОФ-6. Флюс АН-26 применяют для наплавки аустенитных хромоникелевых сплавов. Преимущества – отличное формирование наплавленного валика и малая склонность наплавленного слоя к порам; недостаток – сравнительно высокая окислительная способность. Флюс АН-20 обеспечивает высокую стабильность дуги, малую склонность к порам, хорошее формирование валиков. Флюс АН-28 рекомендуется для наплавки высокохромистых чугунов, он безмарганцевый и содержит мало кремнезема. Поэтому не происходит значительного окисления легирующих элементов.

Наиболее химически нейтральны флюсы АН-70 и 48-ОФ-6, применяемые для наплавки высоколегированных сплавов с высоким содержанием хрома, вольфрама, ванадия и титана. Для ЭШ наплавки применяют флюсы АН-8, АНФ-1П, АН-25. Они обеспечивают высокую устойчивость электрошлакового процесса. Флюс АН-25 предназначен для возбуждения электрошлакового процесса без дуги. Для наплавки высоколегированных сплавов применяют флюс АНФ-1П.

Для наплавки интерес представляют легирующие керамические флюсы, которые позволяют при использовании стандартных проволок получать легированный и наплавленный металл повышенной износостойкости. Керамические флюсы: ЖС-400, ЖС-500, ЖСН-1, КС-Х12Т, КС-3Х2В8, КС-Р18Б, АНК-18, ФК-45 и др. Однако применение нашли только флюсы АНК-18, АНК-19.

Флюс АНК-18 предназначен для механизированной наплавки проволокой Св-08 и Св-08А колес мостовых кранов, опорных катков и т. д. Флюс АНК-19 используют для широкослойной наплавки колеблющимся электродом рабочих кромок ножей бульдозеров, скреперов. Оба флюса обеспечивают хорошее формирование наплавленного металла, легкую отделимость шлаковой корки, высокую стойкость наплавленного металла против образования пор и трещин и возможность наплавки на переменном и постоянном токах.

Стандарты на флюсы для сварки углеродистых конструкционных сталей

ГОСТ 9087-69 включает 10 марок плавящихся флюсов.

ГОСТ 9087-81 включает 23 марки плавящихся флюсов.

ГОСТ Р 52222-2004 включает 53 марки плавящихся флюсов.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ

4.1. Источники питания сварочной дуги

Сварочные трансформаторы

<p><i>a)</i></p>  Сварочный трансформатор ТДМ-161У2. Это компактный аппарат с корпусом из красного и черного металла. На передней панели расположены регуляторы тока, выключатель и клеммы для подключения электродов. Сзади видны клеммы для подключения к электросети. К трансформатору подсоединены сварочные кабели.	<p>Напряжение сети (В) – 220 Частота сети (Гц) – 50 Ток сварки (А) – 160 Регулирование тока (А) – 50...160 Напряжение ХХ (В) – 40...50 Масса (кг) – 24 Габариты (мм) – 280x280x400</p>
<p><i>б)</i></p>  Сварочный трансформатор ТДМ-252У2. Этот аппарат имеет более крупный корпус, окрашенный в красный и черный цвета. Он оснащен ручкой сверху и колесиками снизу для удобства перемещения. На передней панели также присутствуют регуляторы и клеммы. Сзади видны клеммы для подключения к электросети. К трансформатору подсоединены сварочные кабели.	<p>Напряжение сети (В) – 220 Частота сети (Гц) – 50 Ток сварки (А) – 250 Регулирование тока (А) – 50...250 Напряжение ХХ (В) – 40...50 Масса (кг) – 40 Габариты (мм) – 310x570x420</p>

Рис. 1. Сварочные трансформаторы: *a* – ТДМ-161У2; *б* – ТДМ-252У2

<p><i>a)</i></p> 	<p>Напряжение сети (В) – 220/380 Частота сети (Гц) – 50 Ток сварки (А) – 400 Регулирование тока (А) – 80...400 Напряжение ХХ (В) – 60...70 Масса (кг) – 85 Габариты (мм) – 380x570x620</p>
<p><i>б)</i></p> 	<p>Напряжение сети (В) – 380 Частота сети (Гц) – 50 Ток сварки (А) – 600 Регулирование тока (А) – 120...600 Напряжение ХХ (В) – 70...80 Масса (кг) – 150 Габариты (мм) – 400x620x520</p>

Рис. 2. Сварочные трансформаторы: *a* – ТДМ-403У2; *б* – ТДМ-602У2



Рис. 3. Сварочные трансформаторы DECA серии ММА ТИТАН

Параметры:	TITAN-265	TITAN-550
Напряжение сети (В)	220	380
Напряжение ХХ (В)	44...50	62...70
Диаметр электрода (мм)	1,6...5,0	2,5...8,0
Потребляемая мощность (кВт)	7,3	17,0
Регулирование тока (А)	50...250	110...450
Масса (кг)	39	94
Габариты	380x460x900	780x490x640

Сварочные выпрямители

<p><i>a)</i></p> 	<p>Напряжение сети (В) – 380 Регулирование тока (А) – 60...315 Рабочее напряжение ХХ (В) – 32 Диаметр электрода (мм) – 2...6 Масса (кг) – 100 Габариты (мм) – 645x505x560</p> <p>Сварочный выпрямитель ВД-313 предназначен для ручной дуговой сварки и резки малоуглеродистых низколегированных и нержавеющей сталей штучными электродами на постоянном токе</p>
<p><i>б)</i></p> 	<p>Напряжение сети (В) – 380 Регулирование тока (А) – 60...500 Рабочее напряжение ХХ (В) – 22...40 Напряжение ХХ (В) – 85 Номинальный ток (А) – 500 Масса (кг) – 290 Габариты (мм) – 830x420x1080</p> <p>Сварочный выпрямитель ВДУ-506 предназначен для ручной дуговой сварки электродами и для комплектации автоматов и полуавтоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов. Он является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой вольтамперной характеристикой. Оптимальное применение его в цеховых условиях при сварке на токах до 450 А при ПВ=100%</p>

Рис. 4. Сварочные выпрямители: *a* – ВД-313; *б* – ВДУ-506

а)		<p> Напряжение сети (В) – 380 Регулирование тока (А) – 250...1250 Рабочее напряжение XX (В) – 24...56 Напряжение XX (В) – 85 Номинальный ток (А) – 1250 Первичная мощность (кВА) – 120 Первичный ток при номинальной нагрузке (А) - 180 Масса (кг) – 630 Габариты (мм) – 1080x650x825 </p> <p> Сварочный выпрямитель универсальный тиристорный ВДУ-1202 с принудительным охлаждением, имеющий падающие и жесткие вольтамперные характеристики предназначен для комплектации автоматов и полуавтоматов для сварки изделий из стали под слоем флюса и в среде защитных газов (MIG\MAG) </p>
б)		<p> Напряжение сети (В) – 220/380 Регулирование тока (А) – 50...300 Номинальный ток (А) – 300 Потребляемая мощность (кВА) – 8,3 Масса (кг) – 42 Габариты (мм) – 400x280x360 </p> <p> Сварочный выпрямитель «Дуга-318М1» предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами с основным и рутиловым покрытием (ММА) на постоянном токе углеродистых и легированных нержавеющей сталей и чугуна </p>

Рис. 5. Сварочные выпрямители: а – ВДУ-1202; б – «Дуга-318М1»



Рис. 6. Сварочные выпрямители: а – КИУ-501; б – КИУ-1201

Универсальный сварочный выпрямитель предназначен для автоматической и полуавтоматической сварки в среде защитных газов и под флюсом, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами всех типов. **Выпрямитель КИУ-501** средней мощности имеет отличные сварочные свойства: стабильное горение дуги, малое разбрызгивание металла, высокое качество сварного шва. Наличие колес делает источник особо мобильным.

Мощный выпрямитель КИУ-1201 имеет дополнительные веерные характеристики, предназначенные для расширения технологических возможностей. Может применяться как многопостовой источник при комплектации балластными реостатами. По требованию заказчика вместо стрелочных приборов (напряжение, ток) может быть установлен блок цифровой индикации режимов сварки.

Универсальные источники питания

	Технические характеристики	AL180	AL250
	Напряжение сети (В)	220	380
	Пределы регулирования тока (А)	1...180	4...250
	Сварочный ток при ПВ 100% (А)	125	195
	Напряжение холостого хода (В)	75	75
	Диаметр неплавящегося электрода	1,0...3,2	1,0...4,0
	Диаметр покрытого электрода (мм)	1,6...4,0	1,6...5,0
	Максимальная потребляемая мощность (кВА)	5,5	9,8

Рис. 7. Сварочный инвертор типа AL180, AL250

Инверторные сварочные аппараты для аргодуговой сварки серии AL предназначены для сварки на постоянном и переменном токе сталей, титана, меди, латуни, бронзы, алюминиевых и магниевых сплавов неплавящимися электродами (TIG AC/DC) с контактным и бесконтактным поджогом дуги (HF), а также штучными электродами с основным и целлюлозным покрытием.

Панель управления позволяет задавать следующие параметры:

- режим сварки (TIG LIFT/TIG HF/MMA),
- род сварочного тока (DC+/DC-/AC/MIX AC),
- форму импульса тока (синусоида, пилообразная, прямоугольная),
- частоту импульса при импульсной TIG-сварке (0...50 Гц),
- частоту переменного сварочного тока (20...200 Гц),
- режим работы кнопки «Старт»,
- время нарастания и время спада тока сварки (0...15 с),
- время продувки защитным газом (0...10 с).

4.2. Установки для наплавки

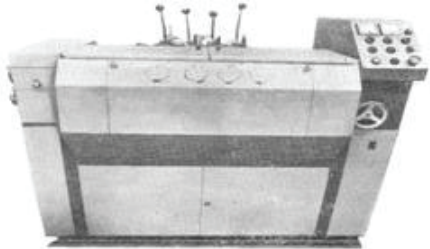
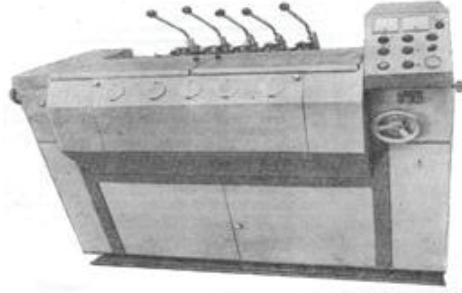
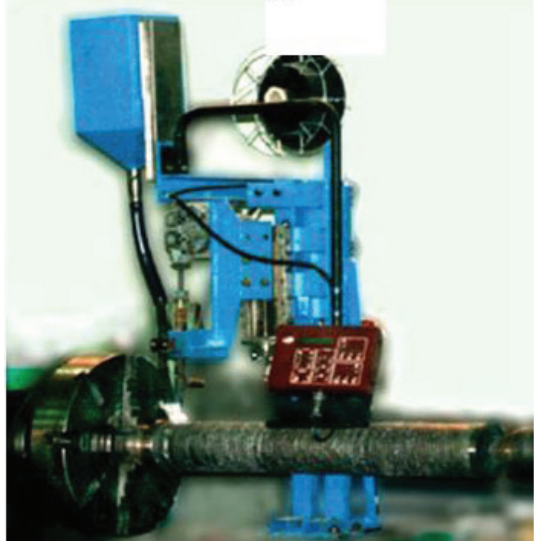
 <p>а)</p>	 <p>б)</p>
<p>Параметры: Диаметр проволоки – до 2 мм, диаметр наплавляемого изделия – до 64 мм, скорость подачи проволоки – до 340 м/час, скорость наплавки – до 240 м/час, сварочный ток – до 500 А, напряжение питания – 380 В, габаритные размеры – 1565x2000x1500 мм, масса – 980 кг</p>	
 <p>в)</p>	<p>Параметры: Диаметр проволоки – 1...3 мм Диаметр наплавляемого изделия – 100...300 мм Скорость подачи проволоки – 60...900 м/час Скорость наплавки – 10...100 м/час Количество ведущих роликов – 4 Сварочный ток постоянный – до 500 А Напряжение питания – 380 В Габаритные размеры – 1200x500x500 мм Масса установки без вращателя – 80 кг</p>

Рис.8. Универсальные установки для наплавки тел вращения:
а – УД-287; б – УД-288; в – УНВ-1

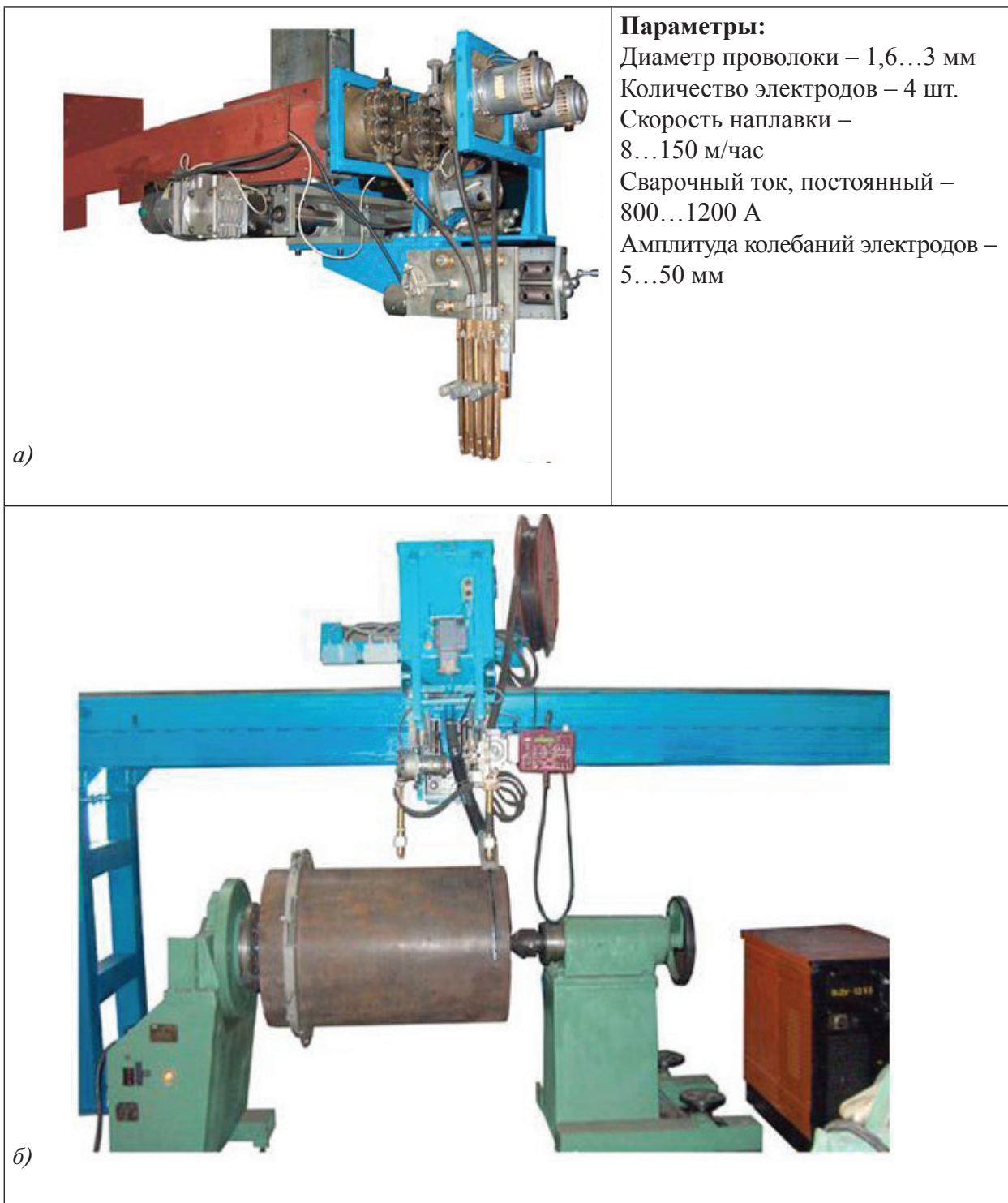


Рис. 9. Установки для наплавки изделий:
a – УНПБ, для наплавки плоской поверхности широким слоем;
б – УНВ-3-1, для наплавки цилиндрических поверхностей по винтовой линии



Параметры:

Напряжение питающей сети (В) – 380, потребляемая мощность (кВт) – 120, максимальная длина детали (мм) – 4200, диаметр изделия (мм) – 300...1500, максимальный вес изделия (кг) – 6300, диаметр электродной проволоки (мм) – 1...5, количество ведущих роликов (шт) – 4, скорость наплавки (м/ч) – 9...100, сварочный ток постоянный (А) – 1200, амплитуда колебаний электродов (мм) 2...50, габариты установки (мм) – 2200x1800x6100, масса установки без вращателя (кг) – 3200, система подачи и отсоса флюса, система подачи защитного газа, жидкостное охлаждение горелки.

Рис. 10. Установка УНВ-3-5 для наплавки тел вращения



Назначение:

Для автоматической сварки и наплавки в защитных газах кольцевых швов, а также для наплавки внутренних и наружных поверхностей тел вращения и плоских поверхностей.

Рис. 11. Автоматизированная установка для наплавки в среде защитных газов

**Технические характеристики
автоматизированной установки для наплавки в среде защитных газов**

Установленная мощность, кВт – 50

Предельный диаметр наплавляемых изделий, мм – 150...1100

Предельная длина наплавляемых изделий, мм – 2500

Грузоподъемность механического оборудования, кг

- для вращателя М31070 – 800

- для вращателя М11050 – 1000

- для вращателя М21070 – 2000

Диаметр сварочной проволоки, мм – 1,2...1,6

Защитная среда – смесь Ar и CO₂

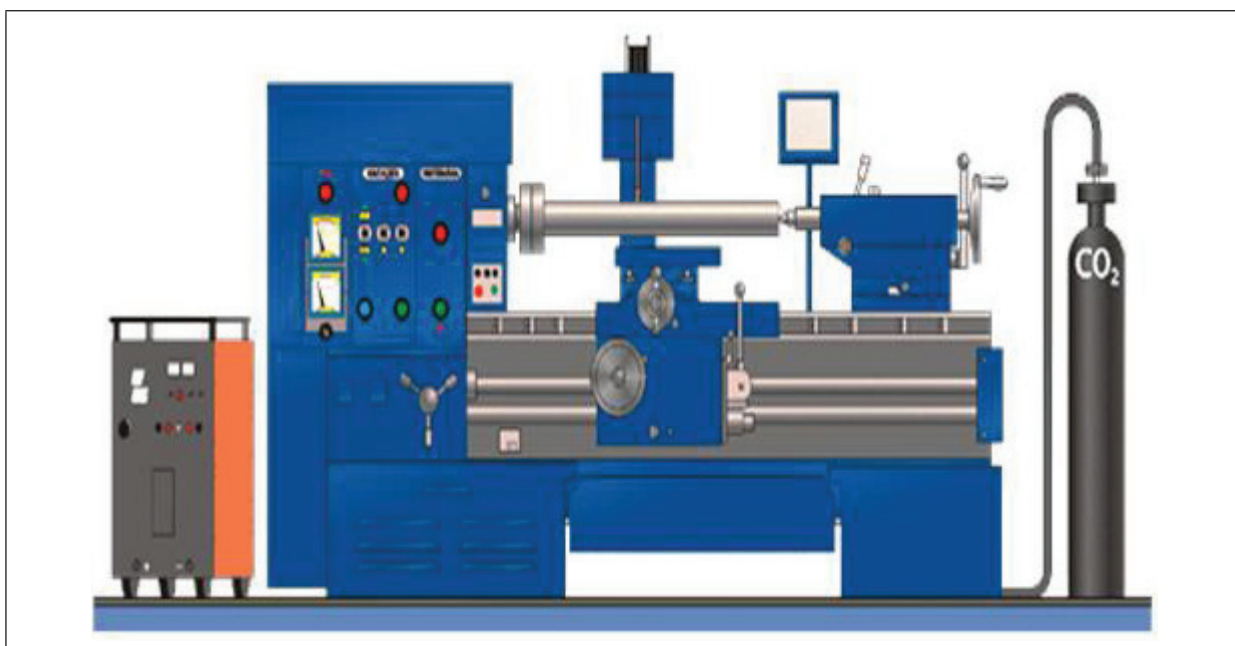


Рис.12. Схема установки для электродуговой наплавки штоков, шпинделей, арматуры и других тел вращения

Технические характеристики установки

Размеры наплавляемых изделий:

- длина, мм – до 1500

- диаметр, мм – 50...200

Напряжение сети, В – 380

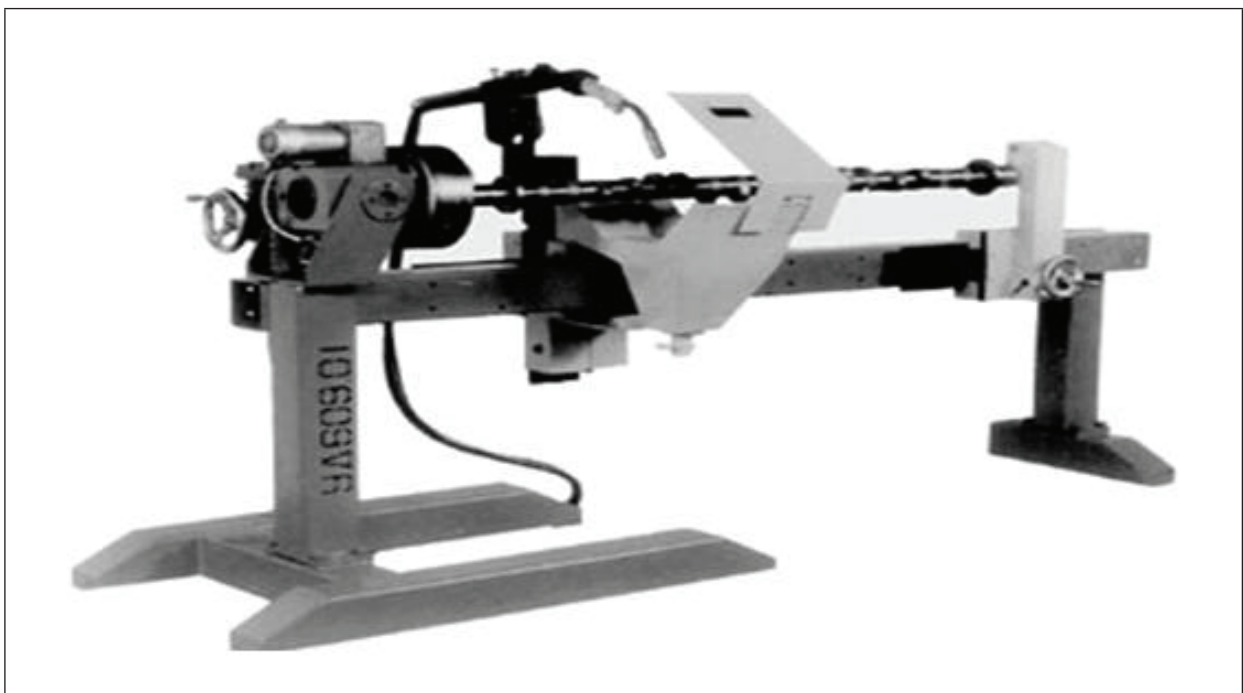
Потребляемая мощность, кВт – 50

Сила сварочного тока, А – до 500

Диаметр электродной проволоки, мм – 1,2...2,0

Скорость подачи проволоки, м/ч – 31...270

Скорость вращения планшайбы, об/мин – 0,3...1,2



Назначение:

Установка предназначена для восстановления и упрочнения цилиндрических, шлицевых, конических и плоских деталей дуговой наплавкой в среде углекислого газа и под слоем флюса цельнометаллическими и порошковыми проволоками.

Рис.13. Установка для наплавки УД-609

Технические характеристики УД-60

Диаметр наплавляемой детали (мм) – 40...500

Длина наплавляемой детали (мм) – до 2500

Сварочный ток (А) – до 500

Диаметр электродной проволоки (мм)

- цельнометаллической – 1,2...2,0

- порошковой – 1,8...3,2

Скорость подачи электродной проволоки (м/ч) – 100...960

Скорость наплавки (м/ч) – до 20

Скорость вращения детали (об/мин) – 0,25...170

Шаг наплавки (мм) – 2...10

Угол наклона горелки в плоскости оси изделия (град.) – 0...45

4.3. Сварочные полуавтоматы и автоматы для наплавки

а)	 A blue semi-automatic welding machine with a large spool of wire on top and a control panel on the front. It is mounted on a metal frame with wheels.	<p>Полуавтомат предназначен для дуговой механизированной сварки и наплавки в среде защитных газов, а также порошковой самозащитной проволокой изделий из малоуглеродистых и конструкционных сталей. Полуавтомат имеет плавное регулирование режимов сварки, подающий механизм с четырьмя ведущими роликами, пульт дистанционного управления. Комплектуется выпрямителем ВДУ-603</p>
б)	 A blue semi-automatic welding machine with a large spool of wire on top and a control panel on the front. It is mounted on a metal frame with wheels.	<p>Полуавтомат ПДГО-501-1 предназначен для полуавтоматической сварки и наплавки в среде защитных газов цельнометаллической и порошковой проволокой. Полуавтомат имеет ступенчатое регулирование скорости подачи проволоки от 95 до 725 м/час. Диаметр проволоки составляет от 1,2 до 3,2 мм. Комплектуется выпрямителем ВДГ-506, горелками для сварки порошковой проволокой на 500 А и цельнометаллической проволокой на 300 А, а также пультом дистанционного управления</p>

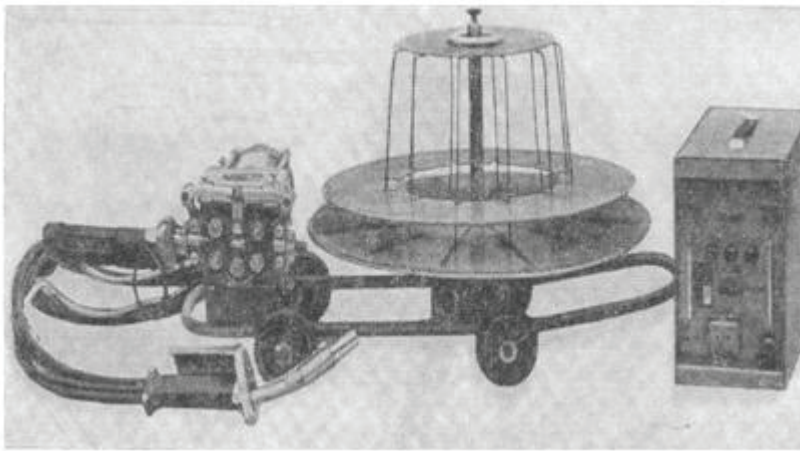
Рис. 14. Полуавтоматы для сварки и наплавки:
а – ПДГ-603; б – ПДГО-501-1

a)



Полуавтомат сварочный малогабаритный «Мидиком-160» предназначен для ручной дуговой сварки и наплавки на постоянном токе плавящимся электродом (проволокой в полуавтоматическом режиме) в среде защитных газов. Толщина свариваемых изделий до 4 мм

б)



Параметры:

Напряжение питания – 220/380 В

Диаметр электродной проволоки сплошного сечения – 1,6...2,0 мм

Скорость подачи проволоки – 90...900 м/час

Номинальный сварочный ток – 350 А

Диапазон регулирования тока сварки – 80...500 А

Габаритные размеры – 960x660x560 мм

Вес – 35 кг

Рис. 15. Полуавтоматы для сварки и наплавки:
а – «Мидиком-160»; б – полуавтомат А-1197


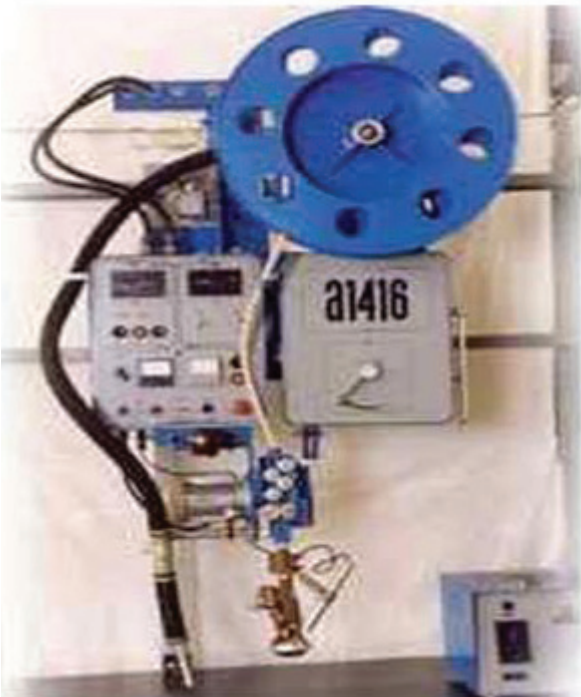
<p>a)</p> 	<p>Назначение: Самоходный подвесной автомат АПГН-1 предназначен для автоматической дуговой наплавки в среде защитных газов наружных и внутренних поверхностей тел вращения</p>
<p>б)</p> 	<p>Назначение: Предназначен для однодуговой сварки и наплавки сплошной проволокой под слоем флюса и в среде защитных газов низкоуглеродистых и легированных сталей на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки</p>

Рис.16. Автоматы для сварки и наплавки:
a – самоходный автомат АПГН-1; *б* – автомат А-1416



Рис. 17. Автоматы для сварки и наплавки

Технические характеристики.

Напряжение питания – 380 В

Номинальный сварочный ток – 1250 А

Диапазон регулирования тока – 250...1250 А

Диаметр электродной проволоки:

- сплошного сечения – 1,2...2,2 мм

- порошковой проволоки – 3,3...5,0 мм

Скорость подачи проволоки:

- 1-й диапазон – 15...150 м/час

- 2-й диапазон – 60...600 м/час

Ручное поперечное перемещение сварочной головки

Регулирование угла наклона электрода в пределах 30°

Амплитуда колебаний электрода при наплавке – 0...70 мм

Регулирование скорости сварки:

- 1-й диапазон – 12...60 м/час

- 2-й диапазон – 50...250 м/час

Маршевая скорость перемещения сварочной головки – до 950 м/час

Габаритные размеры – 805x600x1030 мм

Комплектуется сварочным источником питания КИУ-501 или КИУ-1201



Рис.18. Сварочные тракторы автоматизированного типа

Технические характеристики сварочных тракторов автоматизированного типа:

АДГ-515 в комплекте с ВДУ-506

Защитная среда – газовая

Диаметр электродной проволоки – 1,2...3,0 мм

Вес с источником питания – 290 кг

Габариты установки – 800x450x600 мм

Габариты источника питания – 790x700x900 мм

АДФ-1202 в комплекте с ВДУ-1202

Защитная среда – флюс

Диаметр электродной проволоки – 2,6...6,0 мм

Вес с источником питания – 540 кг

Габариты установки – 1100x450x770 мм

Габариты источника питания – 1080x700x900 мм

АДФ-10030 в комплекте с ВДМ-1202-2

Защитная среда – флюс

Диаметр электродной проволоки – 3,0...5,0 мм

Вес с источником питания – 350 кг

Габариты установки – 900x345x550 мм

Габариты источника питания – 1000x660x830 мм

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

5.1. Нагревательные печи для термообработки

Печи камерного типа

Камерные печи являются наиболее универсальными для процессов термической обработки. Благодаря широкой номенклатуре печи с разными размерами рабочей камеры используются и в инструментальном производстве и в термических цехах основной продукции.



Рис. 19. Нагревательные печи камерного типа

Особенности конструкции

- Трехсторонний обогрев (боковые стены и под).
- Подовые нагреватели защищены карбидокремниевыми плитами толщиной 25 мм.
- Опоры под спирали – керамические трубки с толщиной стенки не менее 5 мм.

- Опоры под керамические трубки через каждые 40 мм.
- Равномерное распределение температуры в камере печи.
- Защита от теплового излучения при открытии двери (дверь, открывающаяся вверх).
- Высокоэффективная многослойная изоляция – экономия электроэнергии.
- Система регулировки температуры (микропроцессорный контроллер).
- Индуктивные датчики отключения электроэнергии при открытии двери.



Рис. 20. Нагревательные печи с трехсторонним обогревом

Таблица 12

Технические характеристики нагревательных печей камерного типа

Наименование	Внутренние размеры, мм, длина–ширина–высота, (D–E–F)	Температура максимальная, °С	Мощность, кВт	Вес, кг
ПКМ 12.20.12/11М	2000–1200–1200	1100	150	6600
ПКМ 15.20.5/8М	2000–1500–500	800	110	4500
ПКМ 15.25.3/11М	2500–1500–300	1100	100	5000
ПКМ 2.4.2/11,5	400–200–200	1150	7	200
ПКМ 2.4.2/12,5	400–200–200	1250	7	200
ПКМ 20.37.5/10М	3700–2000–500	1000	220	9000
ПКМ 3.6.2/11,5	600–300–200	1150	12	410
ПКМ 3.6.2/12,5	600–300–200	1250	12	410
ПКМ 3.6.2/14	600–300–200	1400	16	600
ПКМ 4.8.2,5/11,5	800–400–250	1150	18	610
ПКМ 4.8.2,5/12,5	800–400–250	1250	18	610
ПКМ 4.8.4/11,5	800–400–400	1150	21	650
ПКМ 4.8.4/11,5М*	800–400–400	1150	21	1000
ПКМ 4.8.4/12,5	800–400–400	1250	21	1000

Наименование	Внутренние размеры, мм, длина–ширина–высота, (D–E–F)	Температура максимальная, °С	Мощность, кВт	Вес, кг
ПКМ 4.8.4/12,5М*	800–400–400	1250	21	1000
ПКМ 6.10.5/14	1000–600–500	1400	60	2200
ПКМ 6.12.5/11,5	1200–600–500	1150	35	1800
ПКМ 6.12.5/12,5	1200–600–500	1250	35	1800
ПКМ 6.12.5/12,5М*	1200–600–500	1250	35	2100
ПКМ 6.8.4/11,5	800–600–400	1150	27	1500
ПКМ 6.8.4/12,5	800–600–400	1250	27	1500
ПКМ 8.16.5/11,5	1600–800–500	1150	70	2500
ПКМ 8.16.5/11,5М*	1600–800–500	1150	70	2500
ПКМ 8.16.5/12,5	1600–800–500	1250	70	2500
ПКМ 8.16.5/12,5К	1600–800–500	1250	70	2500
ПКМ 8.16.5/12,5М*	1600–800–500	1250	70	2500

Печи шахтного типа с температурой нагрева до 1200 °С



Рис. 21. Нагревательные печи шахтного типа

Данные печи применяются для нагрева под закалку легированных сталей, обжига длинномерных деталей и других видов термической обработки, когда требуется нагрев до температуры не выше 1200 °С.

Особенности конструкции

- Каркас шестигранной формы из металлического профиля.
- Многослойная высокоэффективная теплоизоляция.
- Равномерный обогрев садки с шести сторон спиралями из суперфехраля.
- Регулировка температуры по высоте в нескольких зонах (не менее одной зоны на метр высоты).
- Футеровка крышки печи призмоблоками волокнистой изоляции фирмы Unifrax – высочайшая надежность, легкость и долговечность (10 лет межремонтного периода).
- Оптимальное распределение температуры не более ± 7 °С по высоте.
- Микропроцессорные контроллеры регулировки температуры по каждой зоне.

Таблица 13

Технические характеристики нагревательных печей шахтного типа

Наименование	Внутренние размеры, мм, диаметр–высота, (D–F)	Мощность, кВт	Вес, кг
ПШЗ 10.10/12 (И1)	1000–1000	90	2400
ПШЗ 10.15/12 (И1)	1000–1500	130	3000
ПШЗ 10.20/12 (И1)	1000–2000	150	4000
ПШЗ 10.25/12 (И1)	1000–2500	180*	3800
ПШЗ 10.30/12 (И1)	1000–3000	250	5000
ПШЗ 10.35/12 (И1)	1000–3500	260*	6000
ПШЗ 10.40/12 (И1)	1000–4000	330	7600
ПШЗ 10.60/12 (И1)	1000–6000	500	12000
ПШЗ 10.80/12 (И1)	1000–8000	660	15200
ПШЗ 12.40/12 (И1)	1200–4000	380*	9200
ПШЗ 15.20/12 И1	1500–2000	260*	7000
ПШЗ 15.30/12 И1	1500–3000	380	9000
ПШЗ 20.15/12 И1	2000–1500	280	12000
ПШЗ 5.10/12	500–1000	35	1000
ПШЗ 6.15/12	600–1500	55	1500
ПШЗ 6.20/12 И1	600–2000	60	3600
ПШЗ 8.12/12 (И1)	800–1200	90	2000

Печи с выдвижным подом

Для отжига, нормализации, закалки крупногабаритных, тяжелых деталей в температурном диапазоне от 800 до 1200 °С наиболее продуктивны печи с выдвижным подом.



Рис. 22. Нагревательная печь ПВП5000/12,5М с выдвижным подом

Особенности конструкции

- Пятисторонний обогрев (дверь, боковые стенки, задняя стенка, под).
- Механизированная дверь с электрическим или гидравлическим приводом (с исполнением М), поднимающаяся вверх.
- Механизированный выдвижной под с электромеханическим приводом (печи с исполнением М).
- Многослойная высокоэффективная теплоизоляция.
- Усиленный под (металлопрокат, огнеупоры, оснастка).
- Оригинальное исполнение приводов подъема двери и выдвижения пода, исключающее заклинивание.
- Равномерное распределение температуры по камере печи за счет обогрева с пяти сторон.
- Толстые (не менее 25 мм) карбидкремниевые и литые жаропрочные плиты для защиты пода от ударов при загрузке-выгрузке садки.
- Долговечная конструкция свода (применение качественных высокопрочных огнеупоров в кладке).
- Нагревательные элементы – спирали из суперфехраля на прочных керамических трубах.
- Многозонная регулировка температуры в габаритных печах.
- Компьютерная система регулировки разгона-торможения пода в печах с большими массами садки.
- Современная система микропроцессорного регулирования температуры в печи.



Рис. 23. Нагревательные печи с выдвижным подом:
a – ПВП1000М; *б* – ПВП300

Таблица 14

Технические характеристики нагревательных печей с выдвижным подом

Наименование	Размер рабочей камеры, мм длина–ширина–высота	Температура, max, °С	Мощность, кВт	Вес*, кг
ПВП 10.16.12/12,5	1600–1000–1200	1250	120	5500
ПВП 10.20.10/12,5М	2000–1000–1000	1250	120*	5500
ПВП 10.30.10/10М	3000–1000–1000	1000	150	3800
ПВП 1000	1600–780–780	1150/1250	75	1800
ПВП 1000/11,5 2ВП	1600–780–780	1150	75	2000
ПВП 1000/12.5М	1600–780–780	1250	75	2600
ПВП 1000/14	1600–780–780	1400	90	2500
ПВП 11.14.6/10,5М	1400–1100–600	1050	100	4200
ПВП 12.35.8/11М	3500–1200–800	1100	160	8000
ПВП 12.40.12/11,5М	4200–1200–1200	1150	340	12000
ПВП 13.25.13/12,5М	2500–1300–1300	1250	260	12500
ПВП 15.15.10/12,5М	1500–1500–1000	1250	150*	4900
ПВП 15.15.15/9М	1500–1500–1500	900	190	8500
ПВП 15.20.15/12,5М	2000–1500–1520	1250	240	12500
ПВП 15.22.8/12,5	2200–1500–800	1250	130	6000
ПВП 15.30.10/12,5МПВ	3000–1500–1000	1250	190	9000
ПВП 15.40.10/12,5М	4000–1500–1000	1250	260*	8900

5.2. Моечные машины

Стационарные моечные системы используются при производстве, обслуживании и ремонте машин и оборудования для мойки деталей и агрегатов. К стационарным моечным машинам относятся как небольшие установки для мойки деталей (в том числе мелких), так и промышленные крупногабаритные машины, и конвейерные комплексы для многостадийной подготовки серийно выпускаемых деталей.

В машиностроительной отрасли моечные машины актуальны для очистки деталей после механической обработки (от стружки, абразива, масел, СОЖ, окалина и ржавчины) и химической обработки для придания адгезионных и антикоррозионных свойств поверхности деталей.

В целях поддержания эксплуатационных свойств оборудования в течение длительного времени его детали в ходе ремонта снимают и подвергают мойке в струйных моечных машинах для обезжиривания и очистки деталей от смазок, нефтепродуктов, песка, нагара, остатков герметика.

Моечные машины – струйные моечные машины замкнутого цикла, основанные на физико-химическом методе очистки непрерывными струями водных растворов. При мойке деталей насос забирает предварительно нагретый моющий или другой раствор из ванн и под давлением подает через рампу с разнонаправленными форсунками на движущиеся детали. Раствор и смытые им загрязнения сливаются обратно в ванну, в которой загрязнения задерживаются встроенным фильтром, раствор вновь забирается насосом.

Преимущества струйных моечных машин:

- высокое качество за счет тройного воздействия;
- высокая производительность;
- использование раствора низкой концентрации и температуры;
- энергоэкономичность;
- безопасность и экологичность.

Безопасность моечных машин для мойки деталей и агрегатов обеспечивается за счет использования биоразлагаемых водных моющих растворов, которые безвредны для персонала и окружающей среды.

Моечные машины и комплексы делятся на несколько видов:

- для мойки мелких и небольших деталей, комбинированные;
- для мойки деталей, тупиковые;
- для мойки большого количества деталей, конвейерные;
- для мойки больших и тяжелых изделий;
- для мойки длинномерных изделий.

Моечные машины с одним баком

Моечные машины используются для мойки деталей средних массогабаритных характеристик в производстве с малым и средним объемом, в сфере обслуживания, при ремонте машин и оборудования.

Артикул	Давление, бар	Подача, л/мин	Нагрев раствора, °С	Рабочий диаметр корзины, см	Рабочая высота, см	Загрузка деталей, кг	Объем бака, л
UNIX 80	2	80	до 60	78	49	100	120
UNIX 100	2,7	160	до 60	98	49	200	210
UNIX 120	3	210	до 60	117	70	300	260

Моечные машины с одним баком для тяжелых деталей

Моечные машины тяжелой серии используются для мойки больших, тяжелых деталей и агрегатов в производстве, ремонте машин и оборудования.

Артикул	Давление, бар	Подача, л/мин	Нагрев раствора, °С	Рабочий диаметр платформы, см	Рабочая высота, см	Загрузка деталей, кг	Объем бака, л
ROBUR 1000	4	300	до 60	95	70	400	400
ROBUR 1200	4	300	до 60	115	80	600	500
ROBUR 1400	4	300	до 60	135	90	600	700
ROBUR 1800	5	500	до 60	175	110	800	1000
ROBUR 2200	5	800	до 60	215	120		

Обслуживание и ремонт машин и оборудования

Детали, снятые с машин для ремонта, в большинстве своем покрыты различной грязью: песком, масляной и жировой смазкой, резиной от прокладок, остатками герметика и различными замазками. Мойка деталей с такими загрязнениями лучше всего осуществляется в моечных машинах по возможности с насосом повышенного давления и нагревом раствора свыше 60 °С, но без дополнительных фильтрующих систем, поскольку такое большое количество грязи легко засорит любую систему тонкой фильтрации.

Раньше для этого использовали растворители и производные на базе нефти, которые растворяли жиры, а затем моечным пистолетом с детали смывались остаточные загрязнения. В основном использовалось оборудование погружного типа, где детали погружались в резервуар с растворителем, далее их ополаскивали водой и вручную вытирали. После нескольких промывок жидкость в резервуаре становилась грязной, и на вымытых деталях оседали остатки масла и грязи. А поскольку применялись токсичные растворители и соответствующие системы вытяжки отсутствовали, рабочие помещения были насыщены вредными парами.

Хлористые растворители канцерогенны, при наличии открытого огня (зажженных сигарет, горелок) они разлагаются и превращаются в нервно-паралитический смертельный газ. Ароматические растворители – производные нефти – горючи, канцерогенны, токсичны для дыхательных путей. Другие растворители также наносят

невосполнимый вред здоровью. В Европе на сегодняшний день запрещено применение растворителей. Они используются только в оборудовании для обезжиривания замкнутого цикла. В ближайшие годы будут введены запреты на производство любого типа хлористых растворителей, а также и других растворителей, влияющих на формирование озоновой дыры и опасных при нахождении в помещении. В некоторых областях, таких как космическая, военная и др., все еще используют опасные растворители, руководствуясь утвержденными много лет назад нормативными документами. Между тем промывку с помощью растворителей можно не только заменить на мойку растворами на водной основе, но и оптимизировать, применяя струйное оборудование с двумя или тремя стадиями мойки и промывки и системой фильтрации.

Современные моечные комплексы с вращающейся корзиной (платформой) и эффективным щелочным моющим средством, нетоксичным и невредным для экологии, позволяют достигать отличных результатов мойки деталей, которые обрабатываются в рамках операции по уходу или ремонту.

Особенности выбора типа моечной машины в сфере обслуживания и ремонта машин и оборудования

Модель моечной машины следует выбирать с учетом максимальных размеров промываемых деталей. Как показывает практика, наибольшей популярностью пользуются следующие модели моечных машин:

- UNIX 60-80 – для промывки небольших деталей в процессе ремонта и технического обслуживания автомобильной техники (для промывки двигателей и коробок передач в целом эта установка не подходит);
- UNIX 100-120 – для промывки деталей автомобилей и небольших фургонов (автомобильные двигатели с количеством цилиндров не более 6);
- ROBUR 1400 – для мойки любых деталей двигателей и коробок передач грузопассажирских транспортных средств;
- ROBUR 1800 – применяется для мойки самых крупных двигателей, двигателей машин военного назначения, машин для горнодобывающей отрасли и т. д.

Модели моечных машин с двумя ваннами, как правило, применяются для более тщательной промывки, к результатам которой предъявляются более строгие требования. Например, для промывки деталей самолетов, вертолетов, при шлифовке двигателей, когда благодаря ополаскиванию не только достигается более эстетичный внешний вид обработанных деталей, но и происходит удаление с их поверхности тех загрязнений, которые могли образоваться после предыдущих операций промывки.



Рис. 24. Моечные машины
a – серия UNIX; *б* – серия ROBUR (для больших изделий)

5.3. Металлообрабатывающие станки

Токарные станки

Токарно-винторезный станок ТВ-7М



Рис. 25. Токарно-винторезный станок ТВ-7М

Станок предназначен для выполнения основных токарных операций:

- проточка и расточка цилиндрических и конических поверхностей;
- сверление;
- отрезка;
- нарезка резьбы;
- подрезка торцов.

Технические характеристики токарно-винторезного станка ТВ-7М

Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой: — над станиной, мм — над суппортом, мм	220 100
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	275
Высота центров, мм	120
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	18
Центр в шпинделе Морзе	3
Значение шага обрабатываемых метрических резьб, мм	от 0,8 до 2,5
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	60/105/185/315/555/975
Электродвигатель, кВт/В	от 0,75 до 1,5/380
Значение продольных рабочих подач суппорта, мм/об	от 0,1 до 0,32
Перемещение на одно деление лимба, мм — продольное — поперечное	0,25 0,025
Центр пиноли в задней бабке Морзе	2
Габаритные размеры станка, мм, не более	1120×620×680
Масса станка, кг, не более	210±5%

Станок токарно-винторезный 16ВТ20П-21

Станок повышенной точности предназначен для выполнения широкого спектра токарных работ: операций наружного точения и растачивания внутренних цилиндрических и конических поверхностей, сверления, зенкерования и развертывания, а также нарезания наружной и внутренней метрической, дюймовой, модульной резьбы.



Рис. 26. Станок токарно-винторезный 16ВТ20П-21

Технические характеристики токарно-винторезного станка 16ВТ20П-21

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	
— над станиной	500
— над суппортом	275
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки	1000
Диаметр отверстия шпинделя, мм	57
Наибольшая длина перемещения резцовых салазок суппорта, мм	150
Наибольшая длина перемещения каретки: продольного (поперечного), мм	935 (285)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки, мм	150
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	12,5–1600
Количество скоростей шпинделя прямого (обратного) вращения	24 (12)
Пределы рабочих подач суппорта, мм/об.	
— продольных	0,05...2,8
— поперечных	0,025...1,4
Скорость быстрых перемещений суппорта, м/мин	
— продольных	3,8
— поперечных	1,9
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кНм	1,0
Мощность привода главного движения, кВт	11,0
Габаритные размеры станка, мм:	2800×1265×1505
Масса станка, кг	3000

Фрезерные станки**Вертикально-фрезерный станок (консольный)**

Вертикально-фрезерный станок консольной конструкции характеризуется вертикальным расположением оси шпинделя, имеет хобот с подвеской для крепления оправки фрезы и предназначен для работы с разными типами фрез. Вертикально-фрезерный станок имеет поворотный стол, что позволяет фрезеровать винтовые канавки; стол может перемещаться в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.



Рис. 27. Вертикальный консольно-фрезерный станок FSS31MR2/PS

Станок предназначен для фрезерования всевозможных деталей из различных материалов в условиях индивидуального и серийного производства. На станке можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса и др.

Основные преимущества станка

Основные узлы изготавливаются из чугуна марки СЧ25, имеют оптимальную форму и большую жесткость. Фторопластовое покрытие направляющих стола и стойки обладает хорошими антифрикционными свойствами и антизадириной способностью, что позволяет обеспечивать стабильность точностных параметров в течение длительного времени. Наличие автоматических циклов обработки (маятниковое фрезерование, фрезерование с ускоренным перескоком, фрезерование по прямоугольному циклу в трех плоскостях) позволяет использовать станки не только в мелкосерийном, но и в крупносерийном производстве. Наличие механизма опускания консоли исключает касание инструментом обработанной поверхности при обратном ускоренном ходе стола. Наличие механизма зажима стола при попутной подаче в продольной координате обеспечивает необходимую жесткость и исключает вибрацию. Фрезерование методом попутной подачи позволяет осуществлять эффективную обработку глубоких пазов и деталей из высокопрочных материалов. Высокие точностные характеристики станка позволяют производить детали самого высокого качества; например, неплоскостность поверхности стола на всей длине не превышает 16 мкм. Модульная конструкция максимально облегчает ремонт станка в случае его необходимости.

Таблица 17

*Основные технические характеристики
вертикального консольно-фрезерного станка FSS315 2/PS*

Рабочая поверхность стола, мм	315×1250
Количество пазов для зажима	4
Нагрузка на стол, кг	1000
Продольное перемещение стола, мм	850
Поперечное перемещение крестового суппорта, мм	270
Вертикальное перемещение консоли, мм	355
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм	925
Конус инструмента	ISO-50
Диаметр переднего подшипника, мм	100
Перемещение пиноли, мм	90
Угол поворота в обе стороны, град.	45
Количество подач	18
Знаменатель геометрической прогрессии	1,25
Диапазон частот вращения, об/мин	28...1400
Продольные и поперечные подачи/Вертикальные подачи, мм/мин	16...800/5...250
Ускоренный ход, вдоль и поперек, мм/мин	3150
Ускоренный ход по вертикали, мм/мин	1000
Скорость подачи СОЖ, л/мин	10
Масса нетто, кг	3150
Габаритные размеры, мм	2800×2420×2635

Горизонтально-фрезерный станок



Рис. 28. Горизонтально-фрезерный станок 6Т82Г

Станок предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ цилиндрическими, торцевыми, концевыми, фасонными и другими фрезами. Применяется для обработки горизонтальных и вертикальных плоскостей, пазов, рамок, углов, зубчатых колес, спиралей, моделей штампов, пресс-форм и других деталей из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов.

Особенности конструкции горизонтально-фрезерного станка 6Т82Г:

- различные автоматические циклы;
- автоматизированная смазка узлов и индивидуальная смазка направляющих;
- механизированное крепление инструмента в шпинделе;
- механизм пропорционального замедления подач;
- возможность поворота шпиндельной головки в обе стороны относительно вертикальной оси шпинделя;
- электромагнитные муфты управления переключениями перемещений по координатам;
- устройство ограничения зазора в винтовой паре продольного хода;
- механическая предохранительная муфта защиты привода подач от перегрузок;
- электромагнитная муфта торможения шпинделя при остановке;
- защитное устройство от разлетающейся стружки.

Таблица 18

Технические характеристики горизонтально-фрезерного станка 6Т82Г

Характеристика	6Т82Г (6Р82Г)
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1250×320
Наибольшее перемещение стола, мм	
– продольное	800 (850*)
– поперечное	320
– вертикальное	420
Поворот стола в обе стороны, град	–

Пределы частот вращения шпинделя, мин-1	31,5–1 600 (50–2500*)
Диапазон подач стола, мм/мин:	
– продольных	12,5–1 600
– продольных (бесступенчато регулируемый)	5–3 150*
– поперечных	12,5–1 600
– поперечных (бесступенчато регулируемый)	5–3 150*
– вертикальных	4,1–530
– вертикальных (бесступенчато регулируемый)	+
Ускоренное перемещение стола, мм/мин:	
– продольное	4 000
– поперечное	4 000
– вертикальное	1 330
Мощность электродвигателей приводов, кВт	
– основного шпинделя	7,5
– подач стола	3
Максимальная масса обрабатываемой детали с приспособлением, кг	1 000
Максимальное тяговое усилие приводов стола, Н:	
– продольное и поперечное	40 000
– вертикальное	25 000
Габаритные размеры, мм:	
– длина	2 280
– ширина	1 965
– высота	1 690
Масса станка с электрооборудованием, кг	3 050

Шлифовальные станки

Разновидности шлифовальных станков:

- 1) плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом;
- 2) круглошлифовальные станки;
- 3) внутришлифовальные станки;
- 4) обдирочно-шлифовальные;
- 5) специализированные шлифовальные станки;
- 6) продольно-шлифовальные;
- 7) заточные;
- 8) притирочные (хонинговальные) и полировальные станки.



Рис.29. Плоско-шлифовальный станок JPSG-1020A

Конструктивные особенности плоскошлифовальных станков серии JPSG:

- база, направляющие, стол и стойка изготовлены из высококачественного чугуна;
- автоматизированные операции по трём координатам;
- трехступенчатая вертикальная гидравлическая подача;
- быстрое вертикальное перемещение круга двигателем;
- 4 шпиндельных подшипника (7 класс) для работы с высокой точностью;
- автоматическая система смазки с индикатором минимального уровня масла;
- удобный пульт управления с размещенными на нем кнопками и переключателями.

Стандартное исполнение плоскошлифовальных станков серии JPSG:

- электромагнитный стол;
- система подвода СОЖ и система охлаждения;
- гидромотор и насос;
- балансировочное кольцо;
- галогенная лампа;
- балансировочная оправка;
- шлифовальный круг;
- фланцы шлифовального круга;
- алмазный карандаш для правки круга;
- ступенчатые блоки;
- съемник шлифовального круга;
- инструментальный ящик с инструментом.

Таблица 19

Основные технические характеристики плоскошлифовальных станков серии JPSG

Модель	JPSG-1020A	JPSG-1224A
Размер стола, мм	508×200	610×305
Площадь шлифования (ШхД), мм	550×210	650×310
Т-образный паз 1, мм	12	12
Максимальная нагрузка на стол, кг	290	385

Модель	JPSG-1020A	JPSG-1224A
Максимальный продольный ход стола (вручную), мм	610	710
Максимальный продольный ход стола (автом.), мм	565	650
Скорость продольного перемещения стола, мм/мин	3–25	3–25
Поперечный ход стола, мм	224	320
Поперечное перемещение стола за оборот маховика, мм	5	5
Диапазон поперечного перемещения за цикл, мм	0,5–8,2	0,5–8,2
Расстояние от оси шпинделя до стола, мм	415	508
Шаг вертикальной автоподачи, мм	0,002/0,006/0,01	0,002/0,006/0,01
Максимальный диаметр шлифовального круга, мм	200	305
Максимальная ширина шлифовального круга, мм	19	32
Диаметр отверстие шлифовального круга, мм	32	76
Частота вращения шпинделя, об/мин	3450	1725
Мощность двигателя поперечной подачи, кВт	0,15	0,15
Мощность двигателя вертикальной подачи, кВт	0,18	0,18
Мощность двигателя гидростанции, кВт	0,75	1,5
Мощность главного двигателя, кВт	1,5	2,2
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	2540×1580×2200	2800×1930×2260
Масса, кг	1260	1700

Круглошлифовальный станок в основном используют для шлифовки валов. Обработку резанием, выполняемую множеством абразивных зерен, называют абразивной. Шлифованием называют резание металлов абразивными кругами. При шлифовании главным движением резания является вращение режущего инструмента с очень большой скоростью. Различают шлифование периферией абразивного круга и торцом круга, в первом случае режущей частью является наружная поверхность круга, а во втором случае – торец круга.



Рис. 30. Универсальный круглошлифовальный станок 3U12RA

Станок предназначен для шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических и торцевых поверхностей при установке деталей в центрах, кулачковом патроне, на планшайбе или цангах. Обработка изделий производится продольным или врезным шлифованием с ручным управлением.

Технические характеристики полуавтомата круглошлифовального 3U12RA

Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм	200
Наибольшая длина устанавливаемой детали, мм	500
Рекомендуемый диапазон диаметров шлифуемых отверстий, мм	13...50
Высота центров, мм	125±2
Длина шлифования, мм	450
Диапазон регулирования скорости стола, м/мин (бесступенчатое)	0,03...5,0
Угол поворота верхнего стола, град.	±8,5
Угол поворота салазок шлифовальной бабки, град.	±30
Тип и размеры шлифовального круга, мм	400×50×203
Величина ручной толчковой подачи, мм на диаметр	0,001
Перемещение шлифовальной бабки на одно деление лимба, мм на диаметр	0,004
Перемещение шлифовальной бабки на 1 оборот маховика, мм/мин на диаметр	0,5
Частота вращения изделия, мин (бесступенчатое)	55...900
Суммарная мощность э/двигателей, кВт	9,2
Мощность главного привода, кВт	4
Габаритные размеры, мм	3640×2260×1680
Масса, кг	4400

**Станок внутришлифовальный универсальный высокой
и особо высокой точности модели 3К227ВМ и 3К227АМ**

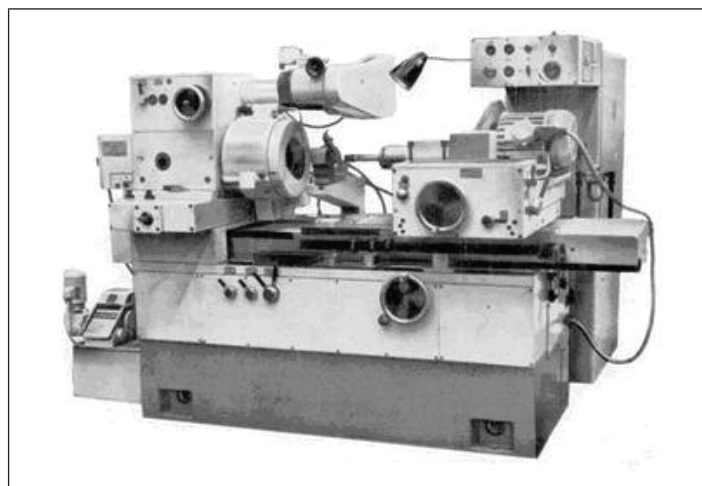


Рис. 31. Универсальный внутришлифовальный станок
высокой точности моделей 3К227ВМ и 3К227АМ

Станок предназначен для шлифования цилиндрических и конических, сквозных и глухих отверстий диаметром от 20 до 150 мм, длиной до 125 мм при наибольшем диаметре шлифуемого отверстия, с углом конуса при вершине до 90°. Станок снабжен торцешлифовальным приспособлением, позволяющим шлифовать наружный торец изделия за один установ со шлифованием отверстия. Область применения станков – машиностроительные заводы с мелкосерийным и серийным производством, а также инструментальные и ремонтные заводы и цеха.

*Технические характеристики внутришлифовальных
универсальных станков 3К227ВМ и 3К227АМ*

Наименьший и наибольший диаметр, шлифуемых отверстий, мм	20–150
Наибольшая длина шлифования (при наибольшем диаметре отверстия), мм	125
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	400
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия в кожухе, мм	250
Наибольший угол поворота бабки изделия (при шлифовании конусных отверстий), град.	45
Поперечное перемещение шлифовальной бабки (ручное) за один оборот маховика, мм:	
– грубое (наладочное)	2,5
– тонкое	0,25
– на одно деление лимба	0,001
– от рычага дозированной подачи	0,001
Скорость движения стола, м/мин:	
– при правке круга	0,1–2
– при шлифовании	1–7
– при быстром продольном подводе и отводе	10
Наибольший ход стола, мм	450
Пределы числа оборотов шпинделя изделия (регулировка бесступенчатая), об/мин	60–1 200
Число оборотов внутришлифовальных шпинделей, об/мин	5 000–28 000
Число оборотов торцевого шпинделя, об/мин	5 600
Общая мощность всех электродвигателей (без преобразовательных агрегатов), кВт	9,23
Размеры станка в плане с баком гидросистемы, баком эмульсии, электрошкафом, мм:	
– длина	2 815
– ширина	1 900
Масса станка с приставным оборудованием, кг	4 300

Хонинговальные станки



Рис.32. Вертикальный хонинговальный станок СС700М

Хонингование применяется для абразивной обработки внутренних цилиндрических поверхностей путем совместного вращательного и возвратно-поступательного движения хонинговальных головок, закрепленных на подвижном шпинделе. Шпиндель обеспечивает хонинговальным головкам определенную частоту вращения и необходимый ход по длине обрабатываемого отверстия. Пользоваться шпинделем можно при работе вала металлорежущего станка. При хонинговании достигается высокая геометрическая точность отверстий при заданной шероховатости поверхности. Хонинговальные станки широко используются для обработки отверстий в блоках цилиндров, гильзах цилиндров и шатунах двигателей внутреннего сгорания и других деталях в различных отраслях автомобилестроения и металлообработки.

Вертикальный хонинговальный станок СС700М предназначен для хонингования алмазными и абразивными брусками отверстий в блоках цилиндров, гильзах цилиндров, отверстий шатунов.

Таблица 22

Технические характеристики вертикального хонинговального станка СС700М

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	20...160
Длина обрабатываемого отверстия, мм	15...400
Ход шпинделя, мм	600
Количество скоростей шпинделя	3
Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	140...280
Частота вращения вала двигателя, об/мин	1500
Размеры рабочей поверхности стола, мм	250×630
Мощность двигателя механизма управления, кВт	0,37
Мощность главного привода, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	1860×1550×2030
Масса, кг	600

Основные технологические параметры хонинговального станка

- диаметр и длина обрабатываемого отверстия (мм);
- ход шпинделя (мм);
- размеры рабочей поверхности стола (мм);
- расстояние от оси шпинделя до направляющих (вылет) (мм);
- количество скоростей и диапазон частот вращения шпинделя;
- скорость возвратно-поступательного движения (м/мин).

Сверлильные станки

Вертикально-сверлильный станок 2С132

Станок вертикально-сверлильный 2С132 предназначен для обработки деталей из различных конструкционных материалов в условиях как единичного, так и мелко-серийного производства. Выполняет операции сверления, зенкования, зенкерования, растачивания, нарезания резьбы метчиками.

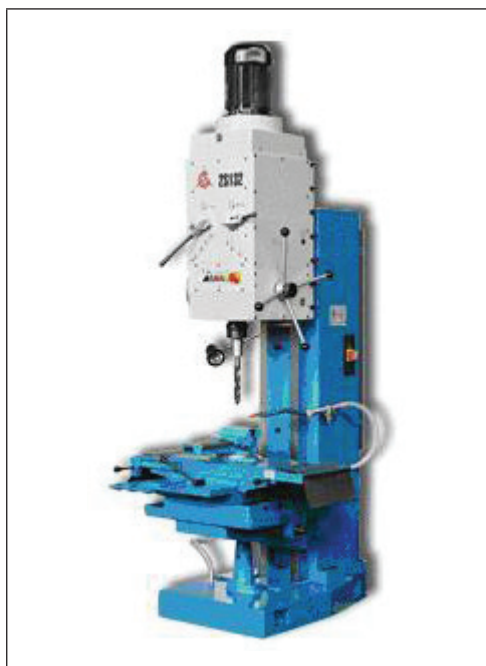


Рис. 33. Вертикально-сверлильный станок 2С132

Таблица 23

Технические характеристики вертикально-сверлильного станка 2С132

Максимальный диаметр сверления стали, мм	50
Диапазон нарезаемой резьбы	М3–М33
Размер рабочей поверхности стола, мм	500×500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина направляющего паза	18Н12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	31,5...1400 (2000, 4000)
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1 350×1 100×2 370
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870×1 110×2 700

5.4. Контрольно-измерительные инструменты и приборы

Общие сведения о системе СИ

Система СИ была принята XI Генеральной конференцией по мерам и весам, некоторые последующие конференции внесли в СИ ряд изменений.

Система СИ определяет семь основных и производные единицы измерения, а также набор приставок. Установлены стандартные сокращённые обозначения для единиц измерения и правила записи производных единиц.

В России действует ГОСТ 8.417-2002, предписывающий обязательное использование системы СИ. В нем перечислены единицы измерения, приведены их русские и международные названия и установлены правила их применения. По этим правилам в международных документах и на шкалах приборов допускается использовать только международные обозначения. Во внутренних документах и публикациях можно использовать либо международные, либо русские обозначения (но не те и другие одновременно).

Основные единицы системы СИ: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин, моль и кандела. В рамках системы СИ считается, что эти единицы имеют независимую размерность, т. е. ни одна из основных единиц не может быть получена из других.

Производные единицы получаются из основных с помощью алгебраических действий, таких как умножение и деление. Некоторым из производных единиц в системе СИ присвоены собственные названия.

Приставки можно использовать перед названиями единиц измерения; они означают, что единицу измерения нужно умножить или разделить на определенное целое число, степень числа 10. Например, приставка «кило» означает умножение на 1000 (1 километр = 1000 метров). Приставки СИ называют также десятичными приставками.

Микрометры

Серия 101



Рис. 34. Микрометр DIN863-1. Компактная модель

Диапазон измерений, мм – 0–15

Масса, г – 125

- Стандартный микрометр серии 293с с цифровой индикацией, степень защиты IP-65, большие цифры, разрешение 1 мкм.



Рис. 35. Микрометр DIGIMATIC

Диапазон измерений до 50 мм

- Стандартный микрометр с цифровым отсчетом, диапазон измерений 200–500 мм.



Рис. 36. Микрометр DIGIMATIC

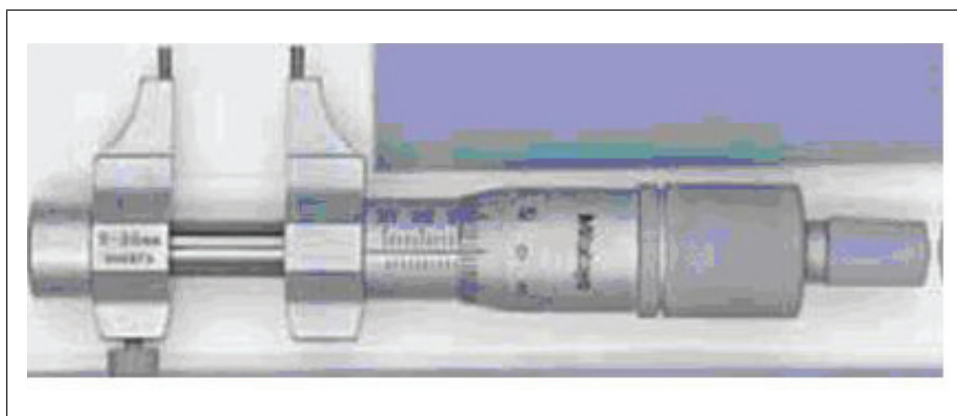


Рис. 37. Нутромер аналоговый микрометрический для измерения внутренних размеров с измерительными губками. Серия 145



Рис. 38. Модель DIGIMATIC с выводом данных

Штангенциркули

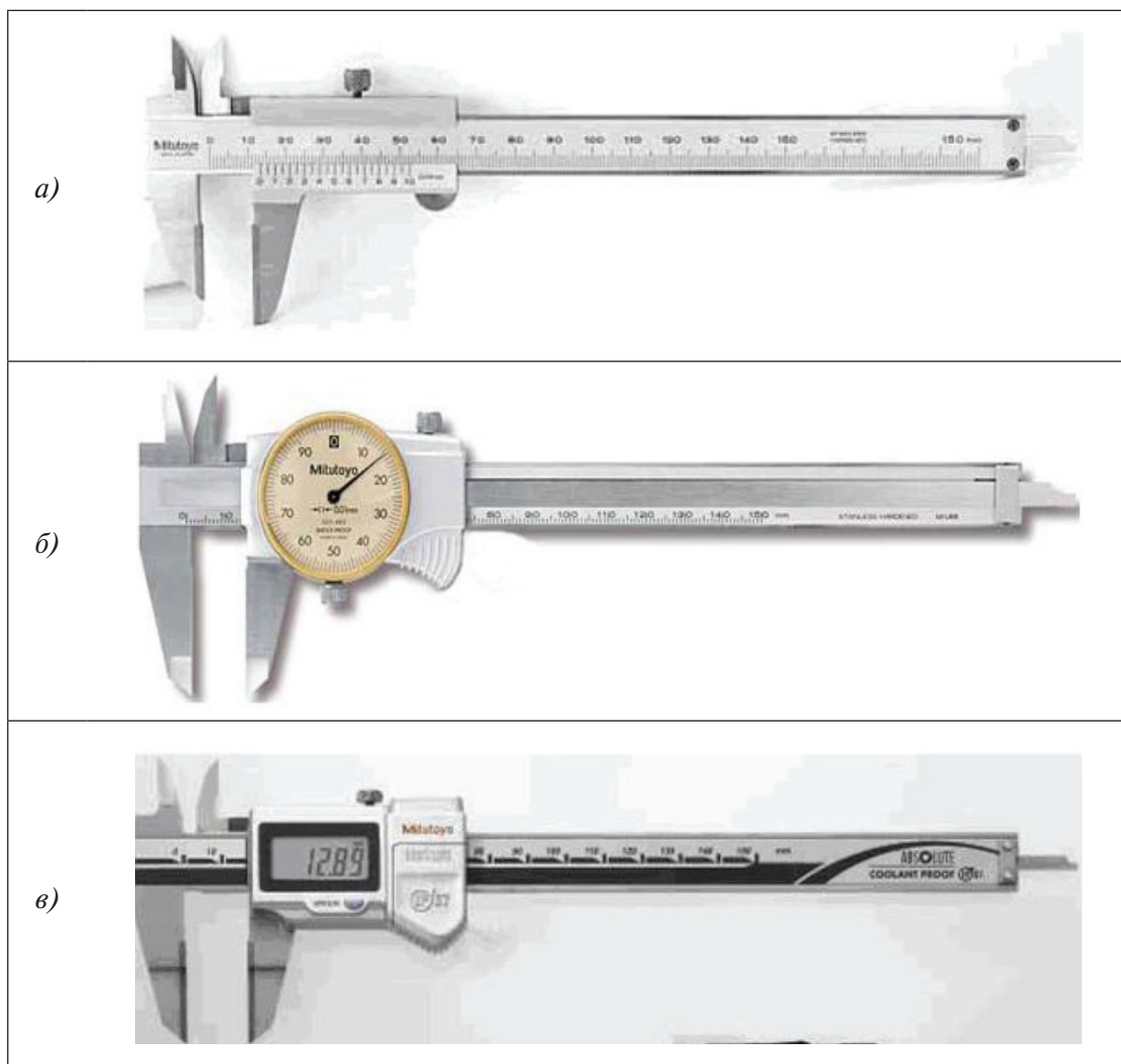


Рис. 39. Штангенциркули. *a* – разметочный с глубиномером; *б* – с круговой шкалой; *в* – для измерений узких пазов

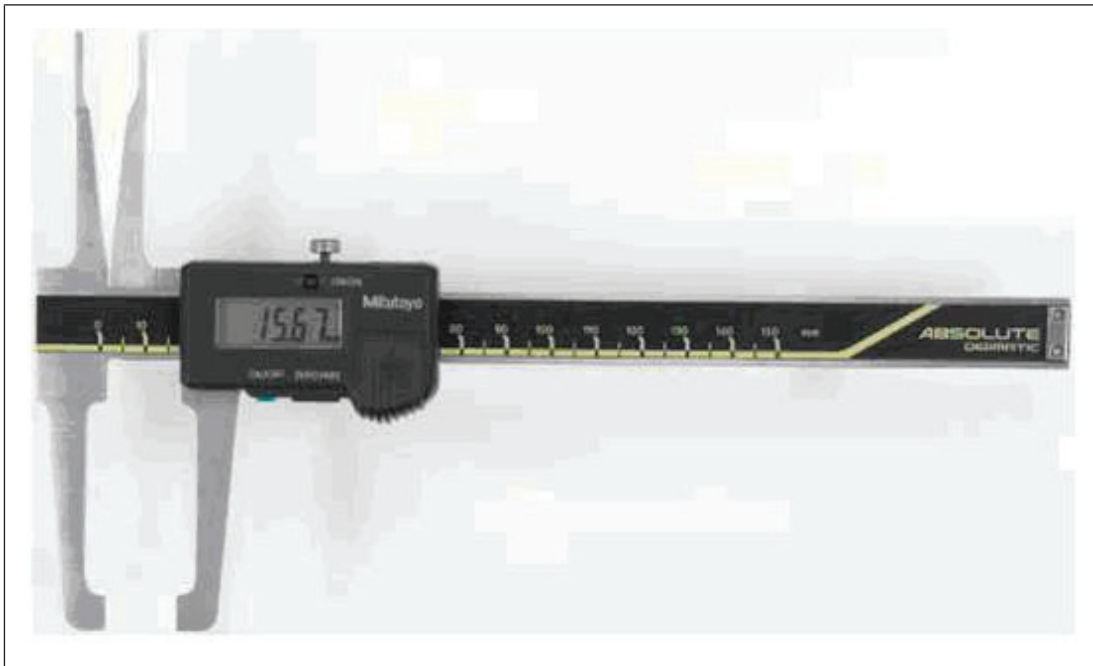


Рис. 40. Штангенциркуль с угловыми губками для измерений тормозного диска и тормозных колодок

Лупа для точных измерений

- Для линейных измерений, измерений углов, диаметров, толщины линии, шага резьбы и т. д.
- Быстрая смена измерительных пластин.
- Простота в использовании.



Рис. 41. Лупа для точных визуальных измерений

**Мобильный измерительный прибор для быстрого измерения
и анализа шероховатости поверхностей в процессе производства**



Рис. 42. Прибор для измерения шероховатости поверхностей SJ-210



Рис. 43. Прибор для измерения шероховатости поверхностей,
профилометр-профилограф Surftest SJ-301

Встроенный термопринтер быстро и четко распечатывает профилограмму.

Прибор для измерений отклонений от формы

Компактный настольный прибор для проведения измерений на рабочем месте или на линии. С большим дисплеем и встроенным принтером.

- Подходит для работы в цехах, легок в использовании.
- Удобен в применении.



Рис. 44. Кругломер Roundtest RA-120

Твердомеры

- Стационарные, удобные в использовании твердомеры по шкалам Rockwell, Super Rockwell и Brinell.
- Определение твердости по шкалам Rockwell, Super Rockwell (шкалы N, T) и Brinell.
- Электронное распределение нагрузки в режиме реального времени для точной настройки. Это предотвращает возможность прикладывания чрезмерной нагрузки.
- Подъемный стол с автостопом с автоматически прикладываемой предварительной нагрузкой.
- Ключообразное измерительное плечо для улучшенного доступа к внутренним и наружным измеряемым поверхностям.
- Графическое отображение статистических результатов и широкое разнообразие важнейших статистических параметров.
- Функция определения допусков GO/NG.
- Автоматический выбор нагрузки: необходимая твердость определяется заранее, и автоматически выбирается измерительная нагрузка.

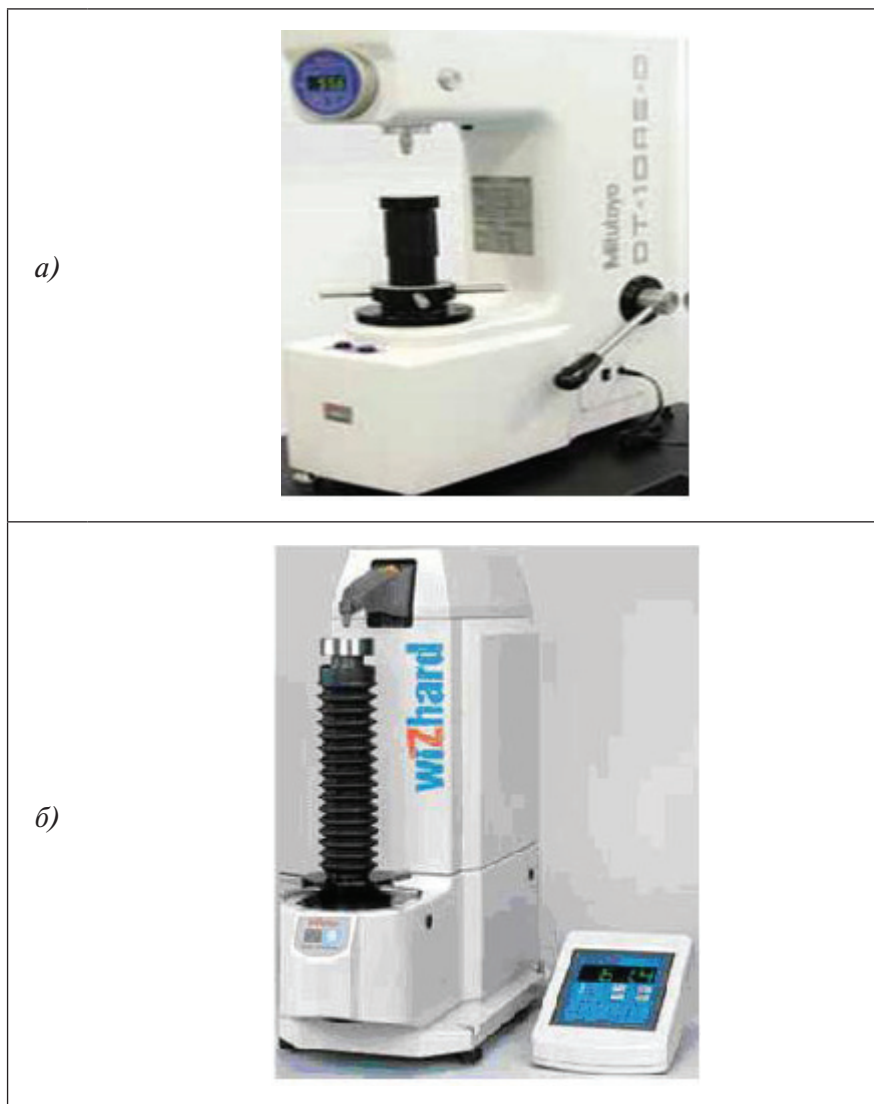


Рис. 45. Твердомеры:

a – Rockwell/Super Rockwell модель Durotwin Plus. Серия 963;
б – Rockwell/Super Rockwell/Brinell модель Wizhard. Серия 810

6. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

6.1. Варианты заданий для контрольной работы

Разработать маршрутную схему технологического процесса восстановления изношенной детали.

№ варианта	Наименование детали	Вид износа (дефекта)	Параметры изношенной поверхности	Материал детали	Состояние поверхности	Материал контролера или среда
1	Коленчатый вал ДВС	Истирание	Изношены коренные и шатунные шейки на 0,6 мм на диаметр	Ст45Х	Закаленная	Металл со смазкой
2	Головка блока цилиндров	Прогар	Разрушена часть контактной поверхности с блоком цилиндров. Длина 30 мм ширина 10 мм глубина 0,5 мм	Алюминиевый сплав АЛ25	—	Высокотемпературные газы. Прокладка металлокерамическая
3	Блок цилиндров	Трещины	Наружная трещина в водяной рубашке длиной 40 мм	Чугун	—	Охлаждающая жидкость
4	Каток гусеничного трактора	Истирание	Диаметр катка занижен на 15 мм	Ст30, Ст45	—	Металл с абразивом
5	Распределительный вал ДВС	Истирание	Размер кулачков занижен на 2 мм по высоте	Ст30ХГСА	Цементированная	Металл со смазкой
6	Полуось ведущего моста	Смятие и истирание шлицов	Диаметр шлицевой части уменьшен на 1 мм	Ст20Х	Закаленная	Металл
7	Тормозной барабан	Истирание	Внутренний диаметр барабана увеличился на 4 мм	Чугун	—	Абразив
8	Крестовый подшипник карданного вала (крестовина)	Истирание	Износ поверхностей под роликоподшипник на 0,5 мм	Ст20Х	Закаленная	Металл

№ варианта	Наименование детали	Вид износа (дефекта)	Параметры изношенной поверхности	Материал детали	Состояние поверхности	Материал контртела или среда
9	Выпускной клапан ДВС	Прогорание фаски	На фаске клапана диаметром 55 мм разрушен слой стеллита	55X20Г9АН4		Высокотемпературные газы, абразив
10	Рама грузового автомобиля	Трещина	Сквозная трещина в сварном шве угла рамы длиной 80 мм	Ст22К		Окружающая среда
11	Коленчатый вал дизельного двигателя	Неравномерное истирание, эллипсность шеек	Изношены коренные и шатунные шейки на 0,6...0,8 мм на диаметр	Чугун	Закаленная	Металл со смазкой
12	Крыло грузового автомобиля	Трещина	Разрыв в месте крепления длиной 20 мм	Ст08кп		Окружающая среда
13	Поддон масляного картера	Пробоина	Диаметр пробоины 30 мм	Ст10		Масло, окружающая среда
14	Валик водяного насоса	Истирание	Износ поверхности под сальниковый уплотнитель. Диаметр 15 мм. Износ 0,3 мм на диаметр	Ст45		Сальниковый уплотнитель
15	Ведущий вал КПП	Фреттинг-коррозия	Изношены места под подшипниками, диаметром 45 мм	Ст30ХГС	Цементированная	Металл
16	Радиатор автомобиля	Пробоина	Отверстие в трубке радиатора диаметром 2 мм	АМг-61		Охлаждающая жидкость
17	Шестерня редуктора ведущего моста	Выкрашивание	Износ контактных поверхностей зубьев. Высота зубьев 8 мм	30ХГСА	Цементированная	Металл
18	Шнек для подачи абразива	Истирание	Изношена кромка шнека по всей поверхности длиной 600 мм. Величина износа 2 мм	Ст110Г13	Закаленная	Абразив незакрепленный

№ варианта	Наименование детали	Вид износа (дефекта)	Параметры изношенной поверхности	Материал детали	Состояние поверхности	Материал контртела или среда
19	Шестерня зацепления стартера	Истирание	Изношены кромки зубьев на величину до 2 мм	30ХГСА	Цементированная	Металл
20	Нож бульдозера	Скол	Величина скола ножа: длина 600 мм, ширина 40 мм, глубина 20 мм	Ст45	Закаленная	Абразив
21	Кулаки поворотные	Истирание	Износ поверхностей под подшипники на величину 0,2 мм	СТ45Х		Металл
22	Винт автоподъемника	Смятие	Износ шпоночной канавки под шкивом. Длина 40 мм, ширина 10 мм, глубина 6 мм	Ст40Х		Металл

6.2. Объем и содержание контрольной работы

Контрольная работа должна состоять из пояснительной записки, в которой описываются технологические операции восстановления детали и приводится маршрутная карта-схема восстановления детали, указанной в вариантах задания.

В пояснительную записку входят:

- титульный лист (см. подраздел 6.4);
- содержание (оглавление);
- задание на контрольную работу;
- обоснование выбора способа восстановления детали;
- обоснование назначения каждой технологической операции по восстановлению;
- обоснование назначения оборудования и материалов для наплавки или ремонтной сварки изделия. Допускается в обосновании выбора оборудования помещать его схему или рисунок с внешним видом и характеристиками;
- обоснование последовательности проведения соответствующих технологических операций;
- маршрутная карта-схема проведения ремонтно-восстановительных операций;
- список литературы и интернет-ресурсов, используемых для выполнения задания по контрольной работе.

Общий объем пояснительной записки вместе с маршрутной картой-схемой проведения технологических операций по восстановлению работоспособности изделия должен быть в пределах 8–10 страниц, включая титульный лист, вариант задания и список используемых источников информации.

6.3. Порядок выполнения и оформления контрольной работы

Последовательность выполнения контрольной работы

1. Получить вариант задания на проектирование технологии восстановления детали. В пояснительной записке этот пункт должен быть озаглавлен «**1. Задание на выполнение контрольной работы**».

2. Проанализировать конструкцию детали. По возможности представить ее схему или фотографию. Определить вид и степень износа изделия, дать характеристику материала, из которого оно изготовлено. В записке – пункт «**2. Анализ изношенной детали**».

3. Выбрать и обосновать способ ремонтной сварки или наплавки, степень механизации и автоматизации процесса. В записке – пункт «**3. Выбор способа восстановления изделия**».

4. Назначить способ подготовки изделия к восстановлению, учитывая степень загрязнения изделия, а также условия его работы, материал контртела. Выбрать оборудование и материалы для очистки восстанавливаемой поверхности исходя из габаритов изделия и степени его загрязнения. В записке – пункт «**4. Подготовка к наплавке**».

5. Выбрать наплавочный и защитный материалы (электроды, проволоку цельнометаллическую или порошковую), исходя из способа наплавки и учитывая требования по твердости наплавляемого слоя и химического состава металла основы:

- твердость поверхности меньше, чем твердость основного металла;
- одинаковая твердость;
- твердость поверхности больше, чем твердость основного металла;
- твердость восстанавливаемой поверхности больше, чем твердость поверхности контртела;
- твердость восстанавливаемой поверхности меньше, чем твердость поверхности контртела;
- твердость восстанавливаемой поверхности равна твердости поверхности контртела.

В записке – пункт «**5. Выбор наплавочного и защитного материалов**».

6. Определить необходимость использования предварительного подогрева или термообработки изделия перед наплавкой. Предварительный подогрев изделий перед наплавкой обеспечивает получение качественного ремонта, снижая вероятность образования трещин или сколов в месте наплавки или заварки дефекта. Необходимость предварительного подогрева изделия перед наплавкой определяется содержанием углерода и легирующих элементов в составе стали (высокоуглеродистые стали, чугуны, а также жаропрочные стали наплавляются с предварительным подогревом). Чем более высокоуглеродистая сталь, тем выше должна быть температура подогрева. Кроме того, необходимость подогрева определяется сложностью и точностью изготовления конструкции. Наиболее сложные изделия и изготовленные с высокой точностью детали типа блока цилиндров или головки блока подогревать не рекомендуется, поскольку предварительный подогрев всего изделия может вызвать его коробление и отклонение размеров за поле допуска.

Необходимость термообработки (отжиг или высокий отпуск) детали перед наплавкой определяется состоянием поверхности и общим напряженным состоянием изделия (закаленная или не закаленная поверхность или вся деталь). Как правило, закаленные детали перед наплавкой подвергаются отжигу. Если деталь находится

в общем напряженном состоянии (например, деталь, изготовленная методом литья, или деталь «жесткая», сложной конфигурации), то перед наплавкой назначается высокий отпуск для снятия внутренних напряжений. В пояснительной записке это пункт **«6. Предварительный подогрев или термообработка изделия»**.

7. Выбрать сварочное оборудование (источник питания, установку для наплавки) в соответствии с выбранным ранее способом ремонтной сварки или наплавки. Технические характеристики установки для наплавки должны соответствовать габаритным размерам восстанавливаемой детали. В пояснительной записке это пункт **«7. Выбор сварочного оборудования»**.

8. Выбрать способ и оборудование для механической обработки наплавленного слоя. Способ обработки зависит от формы поверхности детали (цилиндрической формы детали подвергают токарной обработке, плоские поверхности – фрезеровке), а также от требуемой шероховатости поверхности детали. Наименьшую шероховатость дает шлифование. В пояснительной записке это пункт **«8. Механическая обработка»**.

9. Выбрать способ термообработки восстановленной поверхности детали. Необходимость термообработки обуславливается изначальным состоянием поверхности. Если деталь перед восстановлением была в закаленном состоянии, то после восстановительных работ ее требуется привести в соответствие с этими требованиями. В пояснительной записке это пункт **«9. Термическая обработка»**.

10. Выбрать способ и инструмент для контроля параметров восстановленной детали. Контролируются размеры восстановленной поверхности, а также при необходимости ее твердость. Точность контроля размеров зависит от выбранного инструмента, а поле допуска отклонений от номинального размера задается на чертеже восстанавливаемой детали. В пояснительной записке это пункт **«10. Контроль качества изделия»**.

11. В соответствии со всеми выбранными выше параметрами и условиями восстановления изношенной детали назначить основные технологические операции для достижения заданной цели – восстановления эксплуатационных характеристик изделия. Свести в единую карту-схему все назначенные технологические позиции в виде соответствующей таблицы. В пояснительной записке это пункт **«11. Карта-схема технологического процесса»**.

Примечание. Выбор и обоснование способа сварки или наплавки, материалов или другого оборудования можно проводить на основании данных, приведенных в этом учебно-методическом пособии либо взятых из справочной литературы или с интернет-сайтов.

Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка должна быть отпечатана на бумаге формата А4 с одной стороны листа. Поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу по 20 мм. Ориентация бумаги – книжная. Для карты-схемы технологического процесса ориентацию бумаги применять альбомную. Размер абзацного отступа – 1,25 см. Межстрочный интервал – полуторный, шрифт – Times New Roman, размер 14 пунктов, цвет – черный.

Разделы пояснительной записки должны быть пронумерованы арабскими цифрами. Номер соответствующего раздела ставят в начале заголовка. Заголовок располагают по центру страницы. Нумерация страниц проставляется снизу справа. Первой страницей является титульный лист. Он включается в список нумерации, но номер страницы на нем не проставляется, а также на содержании и введении.

Иллюстрации именуются рисунками, располагаются на отдельных страницах контрольной работы или в тексте пояснительной записки и имеют сквозную нумерацию по всей пояснительной записке. Например: «Рисунок 4 – Схема полуавтомата для наплавки».

Нумерацию таблиц также выполняют арабскими цифрами. Номер таблицы представляется над ее правым верхним углом, например: «Таблица 3. Параметры режима наплавки изделия».

Формулы, на которые имеются ссылки в тексте, должны быть пронумерованы. Значение каждого символа и коэффициента в формулах должно быть расшифровано и записано ниже формулы.

При ссылке в тексте на источник информации следует приводить порядковый номер по списку используемой литературы, заключенный в квадратные скобки. Список используемых источников информации, в том числе и веб-сайтов, приводится в конце пояснительной записки.

6.4. Пример выполнения контрольной работы

Министерство образования и науки РФ
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

**Разработка схемы технологического процесса
для восстановления деталей машин сваркой**

по дисциплине
«Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов»

Вариант № 4
«Каток гусеничного трактора»

Студент _____ П.А. Окунев
Группа _____ АХз(См)–631
Преподаватель _____ В.В. Ельцов

Тольятти – 2013 г.

1. Задание на выполнение контрольной работы

№ варианта	Наименование детали	Вид износа (дефекта)	Параметры изношенной поверхности	Материал детали	Состояние поверхности	Материал контролера или среда
4	Каток гусеничного трактора	Истирание	Диаметр катка занижен на 15 мм	Ст30	–	Металл с абразивом

2. Анализ изношенной детали

Каток гусеничного трактора (рис. 1) работает в условиях ударно-абразивного износа. Отливается каток из стали 30 или стали 45 с последующей механической обработкой. Длина (ширина) катка 220 мм, диаметр по реборде 200 мм, диаметр по рабочим поверхностям 170 мм, минимальный наружный диаметр 140 мм (в этом месте диаметр не обрабатывается), каток имеет внутреннее отверстие диаметром 100 мм, обеспечивающее его вращение на оси, которая крепится к раме трактора. После механической обработки каток проходит термообработку, твердость после которой должна быть не менее 38 HRC. С торцов каток имеет углубление, куда ставятся крышки, предохраняющие от попадания абразива в зону вращения катка на оси. Для крепления крышки в катке имеются 4 отверстия глубиной 25 мм с внутренней резьбой М10. Ширина рабочей поверхности 40 мм, угол скоса реборд 30°.

Изнашивается цилиндрическая поверхность в месте ее контакта с траками гусеницы. Износ поверхности катка приводит к занижению диаметра рабочей поверхности, в результате чего происходит ослабление натяга гусеницы и повышается вероятность ее схода с направляющей и ведущей звездочек трактора.

Материал катка – сталь 30(45) – относится к группе среднеуглеродистых сталей, способных воспринимать термообработку в виде закалки. Однако состояние поверхности катка, согласно заданию, не имеет структуры закалки. Поэтому перед восстановлением детали проводить термообработку в виде отжига не следует. Механические характеристики стали 30 приведены ниже в таблице.

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$s_{0,2}$, МПа	s_B , МПа	d_5 , %	d_4 , %	y , %	НВ
Сталь калиброванная со специальной отделкой: нагартованная без термообработки			560	7		40	229

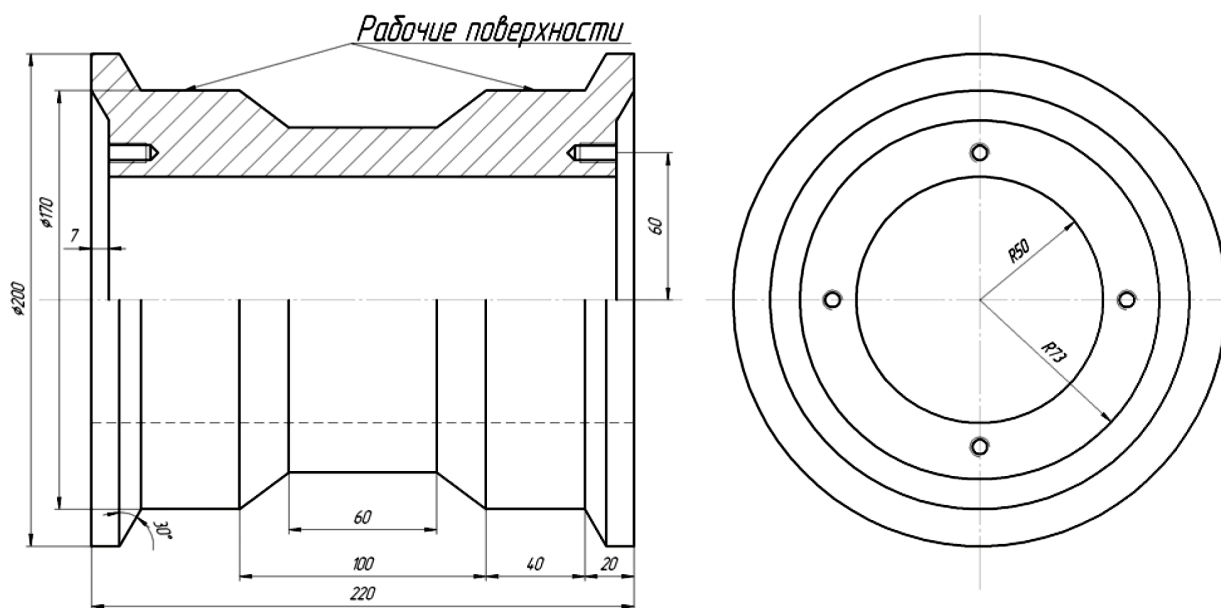


Рисунок 1 – Схема опорного катка гусеничного трактора

3. Выбор способа восстановления изделия

Поскольку каток гусеничного трактора представляет собой цилиндрическое изделие и изношенная поверхность является его частью, то восстанавливать такое изделие удобнее механизированным способом при вращении самой детали. Степень механизации или даже автоматизации процесса определяется не только формой поверхности, но и программой запуска (количеством восстанавливаемых деталей). Количество опорных катков только на одном тракторе типа Т-4 составляет 12 штук и еще четыре катка поддерживающих. Поэтому для повышения производительности ремонтно-восстановительных работ необходимо выбрать способ механизированной наплавки цельнометаллической или порошковой проволокой в среде защитных газов или под флюсом. Кроме того, различаются способы механизированной наплавки по технике ее выполнения. Бывает наплавка по винтовой линии, по образующей цилиндрической поверхности и широкослойная наплавка с поперечными колебаниями электродной проволоки. Поскольку ширина восстанавливаемой поверхности катка составляет всего 40 мм (см. рис. 1), то удобнее ее наплавлять широкослойной наплавкой с амплитудой колебаний электрода, равной 20 мм.

Поэтому выбираем способ механизированной широкослойной наплавки.

4. Подготовка к наплавке

Мойка

Детали, поступающие на восстановление, подвергаются очистке для того, чтобы их можно осмотреть и выявить дефекты. При очистке деталей удаляются продукты коррозии, остатки смазочных материалов и жировых пятен, абразивные и металлические частицы и др. Очистка деталей от загрязнений является специфической операцией

процесса восстановления. От качества и полноты её проведения зависит долговечность восстановленных изделий. Так, недостаточно качественно удаленные загрязнения с поверхностей восстанавливаемых деталей приводят при наплавке к образованию в наплавленном материале пор и раковин и, как следствие, снижению ресурса их работы.

Каток гусеничного трактора имеет внутреннее отверстие для крепления в нем оси. Этот узел обычно обильно смазывается солидолом. При разборке часть смазки может попасть на восстанавливаемую поверхность. Поэтому деталь следует промыть в моечной машине. Поскольку катков достаточно много (только с одного трактора до 12 штук), то моечную машину лучше выбрать с большим объемом загрузочной корзины. Например:

Артикул	Давление, бар	Подача, л/мин	Нагрев раствора, °С	Рабочий диаметр корзины, см	Рабочая высота, см	Загрузка деталей, кг	Объем бака, л
UNIX 120	3	210	до 60	117	70	300	260

При отсутствии моечной машины промыть катки можно в ванне с горячим раствором кальцинированной соды. Удалить продукты загрязнения можно с помощью металлической щетки, а затем извлечь деталь из ванны и высушить техническим феном.

5. Выбор наплавочного и защитного материалов

Согласно выбранному способу восстановления изделия (механизированной широкослойной наплавки) необходимо выбирать металлическую проволоку для наплавки и материал для защиты сварочной ванны от воздействия окружающей среды. Поскольку деталь цилиндрическая, то в качестве защитной среды использовать сыпучие материалы (например, флюс) невыгодно вследствие больших его потерь. Нужно использовать активный или инертный защитный газ. Поскольку изделие выполнено из черного металла, то в качестве защитного газа можно выбрать углекислый газ, относящийся к группе активных газов, но зато имеющий низкую (по сравнению с инертными газами) стоимость.

В то же время известно достаточно большое количество марок порошковой проволоки (см. табл. 11 учебно-методического пособия), которыми можно наплавлять изделие без использования дополнительной защиты сварочной ванны.

Поэтому для наплавки выбираем порошковую проволоку марки

ПП-Нп-ПСТ180	ТУУ28.7-30268695-006-2004 300-380 НВ 2,2-6,0	Наплавка опорных катков, валов, осей, крановых колёс, деталей ходовой части гусеничных машин, звеньев агломерационных машин, роликов рольгангов
--------------	--	---

Сравнивая характеристики основного металла катка гусеничного трактора (сталь 30) и наплавочного материала (ПП-Нп-ПСТ180) по твердости, видим, что твердость

порошковой проволоки составляет 300...380 НВ, а твердость стали 30 составляет около 230 НВ. Это означает, что при наплавке поверхности катка гусеничного трактора данной проволокой твердость наплавленного слоя будет составлять вследствие перемешивания металла в сварочной ванне среднее значение между 230 и 300 НВ. То есть твердость наплавленного слоя не будет опускаться ниже, чем твердость основного металла.

6. Предварительный подогрев или термообработка изделия

Каток гусеничного трактора изготовлен из среднеуглеродистой стали (сталь 30), поэтому применять предварительный подогрев его перед наплавкой не обязательно. Наплаваемая поверхность в исходном состоянии, согласно заданию, была не закаленной. Это означает, что и термообработку в виде отжига перед наплавкой применять не нужно.

7. Выбор сварочного оборудования

Для наплавки порошковой проволокой лучше всего использовать постоянный ток обратной полярности. Поэтому в качестве источника питания сварочной установки выбираем выпрямитель сварочный. Характеристики сварочного выпрямителя по мощности и назначению должны соответствовать выбранному способу наплавки и наплавочному материалу. Поэтому выбираем из подраздела 4.1 данного пособия выпрямитель ВДУ-1202. Он предназначен для автоматической и механизированной сварки и наплавки металлическими проволоками, в том числе и порошковыми на токе до 1250 А (рис. 2).



Рисунок 2 – Сварочный выпрямитель для наплавки порошковой проволокой катка гусеничного трактора

Для наплавки тел вращения, к каковым относится и каток гусеничного трактора, разработано достаточно большое количество установок. Особенностью выбранного нами способа наплавки является «широкослойная наплавка», то есть с применением поперечных колебаний электродной проволоки в процессе выполнения наплавки.

Поэтому необходимо выбрать установку для наплавки с колебателем, причем амплитуда колебания электродной проволоки должна быть не менее 20 мм. Из имеющихся в подразделе 4.2 данного учебно-методического пособия установок приведена только одна установка УНВ-3-5, имеющая требуемые характеристики (рис. 3).

(Другие установки аналогичного типа можно найти на веб-сайтах по сварочной технике.)

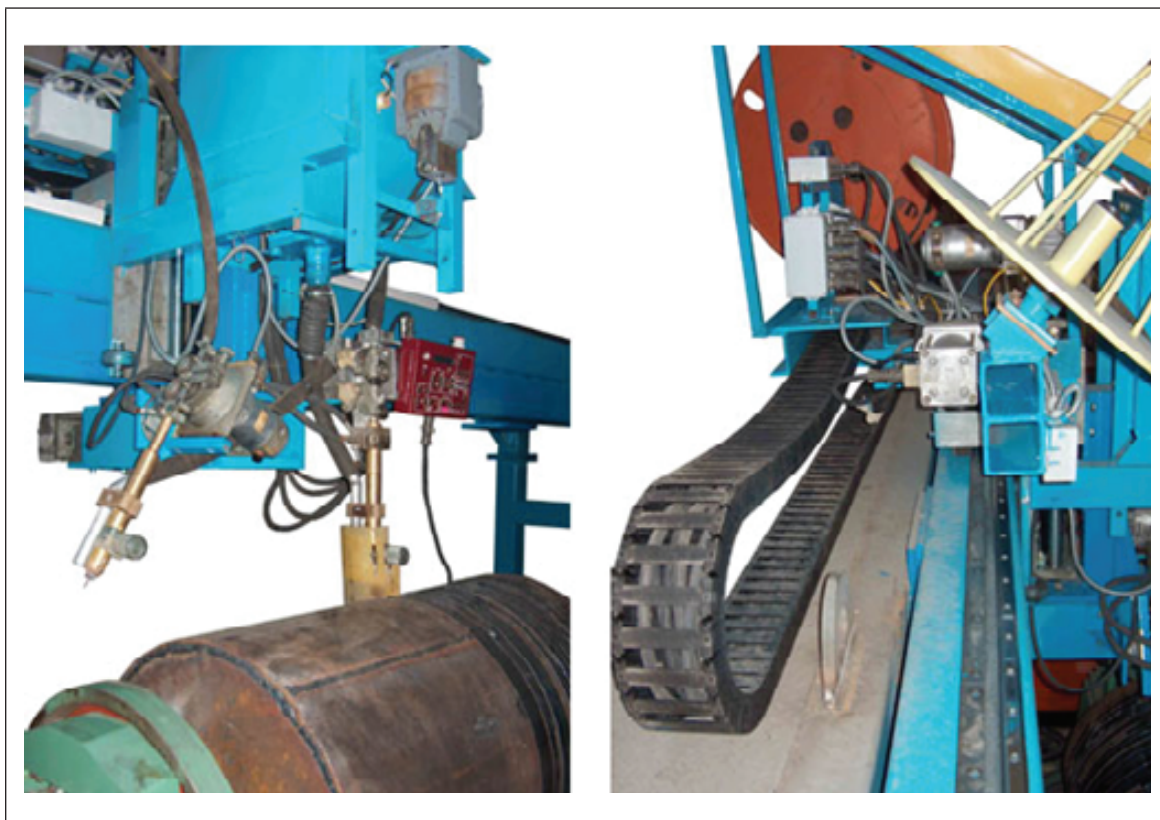


Рисунок 3 – Установка для наплавки катка трактора

8. Механическая обработка

Поскольку восстановленная деталь цилиндрическая, то для механической обработки выбираем токарный станок. Основное условие выбора станка – это габаритные размеры детали, которые не должны превышать возможностей токарного станка по длине и диаметру обрабатываемых изделий. В подразделе 5.3 данного пособия выбираем соответствующее металлорежущее оборудование.

Станок токарно-винторезный 16ВТ 20П-21

Станок повышенной точности предназначен для выполнения широкого спектра токарных работ: операций наружного точения и растачивания внутренних цилиндрических и конических поверхностей, сверления, зенкерования и развертывания, а также нарезания наружной и внутренней метрической, дюймовой, модульной резьбы.



Рисунок 4 – Токарный станок для обработки наплавленной поверхности

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	
- над станиной	500
- над суппортом	275
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки, мм	1000
Диаметр отверстия шпинделя, мм	57
Наибольшая высота резца, устанавливаемого на станке, мм	25
Наибольшая длина перемещения резцовых салазок суппорта, мм	150
Наибольшая длина перемещения каретки: продольного (поперечного), мм	935 (285)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки, мм	150

(Если соответствующего оборудования в этом подразделе нет, то поиск его необходимо осуществить через Интернет или в справочной литературе.)

9. Контроль качества изделия

Наплавленный и механически обработанный каток гусеничного трактора должен согласно чертежу иметь определенные размеры и шероховатость поверхности с полем допуска их отклонений. Если на чертеже не указаны эти характеристики, то это означает, что шероховатость не контролируется, а допустимые отклонения линейных размеров определяются погрешностью измерений самого измерительного прибора. Поэтому для контроля размеров (диаметра восстановленной поверхности) применяем микрометр. В подразделе 5.4 данного пособия находим соответствующий контрольно-измерительный прибор с диапазоном измерения диаметра не менее 200 мм (рис. 5).

(Если соответствующего оборудования в этом подразделе нет, то поиск его необходимо осуществить через Интернет или в справочной литературе.)



Рисунок 5 – Микрометр для измерения диаметра восстановленной поверхности катка гусеничного трактора

10. Карта-схема технологического процесса

Деталь – каток гусеничного трактора

№ п/п	Наименование операции	Оборудование и материалы
1	Мойка	Моечная машина UNIX 120, раствор кальцинированной соды
2	Механизированная наплавка	Установка для наплавки УНВ-3-5 Сварочный выпрямитель ВДУ-1202 Порошковая проволока ПП-Нп-ПСТ180
3	Механическая обработка поверхности – точение	Станок токарно-винторезный 16ВТ20П-21
4	Контроль качества. Определение диаметра восстановленной поверхности	Микрометр DIGIMATIC 200...500 мм

11. Список источников информации

1. Интернет-сайт http://s-metall.com.ua/stal_30.html
2. Интернет-сайт http://konveer.ru/catalogue/detail/?catalogue_id=46&item
3. Разработка схемы технологического процесса для восстановления деталей машин сваркой : учеб.-метод. пособие / Сост. В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 95 с.

Библиографический список

1. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Восстановление деталей машин : справочник / Н.В. Молодык, А.В. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
3. Грохольский, Н.Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой / Н.Ф. Грохольский. – М. : Л. : Машиностроение, 1966. – 270 с.
4. Есенберлин, Р.Е. Восстановление автомобильных деталей сваркой, наплавкой и пайкой / Р.Е. Есенберлин. – М. : Транспорт, 1994. – 256 с.
5. Ельцов, В.В. Ремонтная сварка и наплавка изделий из легких сплавов : учеб. пособие / В.В. Ельцов, В.Ф. Матягин. – Тольятти : ТГУ, 2007. – 215 с.
6. Ельцов, В.В. Оборудование для восстановления и упрочнения деталей машин и аппаратов : альбом презентаций: наглядное учеб. пособие / В.В. Ельцов // [CD]. – Тольятти : ТГУ, 2009. – 702 Мб.
7. Каракозов, Э.С. Справочник молодого электросварщика / Э.С. Каракозов, Р.И. Мустафаев. – М. : Высш. шк., 1992. – 304 с.
8. Микотин, В.Я. Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования / В.Я. Микотин. – М. : Колос, 2000. – 368 с.
9. Шадричев, Е.А. Основы технологии автостроения и ремонта автомобилей / Е.А. Шадричев. – М. : Машиностроение, 1976. – 486 с.
10. Интернет-сайт http://www.streetriding.nm.ru/8_1.html.
11. Интернет-сайт <http://avtocam.ru, svarka.dukon.ru>.
12. Интернет-сайт http://s-metall.com.ua/stal_30.html
13. Интернет-сайт http://konveer.ru/catalogue/detail/?catalogue_id=46&item

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ НАПЛАВКИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ	5
1.1. Характеристики способов наплавки	6
1.2. Классификация восстанавливаемых изделий	11
1.3. Классификация дефектов деталей	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ	14
2.1. Очистка деталей, контроль, дефектация и сортировка	14
2.2. Выбор рационального способа наплавки	17
3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТНОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ	19
3.1. Электроды для наплавки	19
3.2. Цельнометаллические наплавочные проволоки	25
3.3. Порошковые проволоки, наплавочные порошковые смеси	30
3.4. Защитные газы и флюсы для наплавки	34
4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ	37
4.1. Источники питания сварочной дуги	37
4.2. Установки для наплавки	42
4.3. Сварочные полуавтоматы и автоматы для наплавки	47
5. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА	52
5.1. Нагревательные печи для термообработки	52
5.2. Моечные машины	58
5.3. Металлообрабатывающие станки	61
5.4. Контрольно-измерительные инструменты и приборы	73
6. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	80
6.1. Варианты заданий для контрольной работы	80
6.2. Объем и содержание контрольной работы	82
6.3. Порядок выполнения и оформления контрольной работы	83
6.4. Пример выполнения контрольной работы	85
Библиографический список	93

Учебное издание

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ

Учебно-методическое пособие

Составитель

Ельцов Валерий Валентинович

Редактор *О.И. Елисева*

Технический редактор *Э.М. Малявина*

Компьютерная верстка: *И.И. Шишкина*

Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 03.09.2013. Формат 84×108/16.

Печать оперативная. Усл. п. л. 9,97.

Тираж 100 экз. Заказ № 1-24-11.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

