

**ГАОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

*Утвержден решением
Ученого совета ДГУНХ,
протокол №9 от 21 марта 2026 г.*

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ «ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ
(НАПЛАВКИ) И РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ»**

**ПРОФЕССИЯ 15.01.05 СВАРЩИК (РУЧНОЙ И
ЧАСТИЧНО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ
(НАПЛАВКИ))**

**УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ – СРЕДНЕЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ**

Махачкала – 2026

Составитель – Гасинов Магомед Абасович, старший преподаватель кафедры специальных дисциплин СПО Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

Внутренний рецензент – Хасболатов Руслан Алиевич, старший преподаватель кафедры специальных дисциплин СПО Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

Внешний рецензент – Аразов Асрет Абдулович, старший преподаватель ГБПОУ РД «Колледж Строительства и Дизайна».

Фонд оценочных средств междисциплинарного курса «Техника и технология ручной дуговой сварки(наплавки) и резки металлов» разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки), утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 15 ноября 2023 г. N 863, в соответствии с приказом Министерства просвещения Российской Федерации 24 августа.2022 г., № 762 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования»,

Фонд оценочных средств междисциплинарного курса «Техника и технология ручной дуговой сварки(наплавки) и резки металлов» размещен на официальном, на сайте www.dgunh.ru.

Гасинов М.А. Фонд оценочных средств междисциплинарного курса «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) и резки металлов» для профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)). – Махачкала: ДГУНХ 2026. – 177 с.

Рекомендован к утверждению Учебно-методическим советом ДГУНХ 10 марта 2026 г.

Рекомендован к утверждению руководителем образовательной программы СПО – программы подготовки квалифицированных рабочих и служащих по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки), Салаховой И.Н.

Одобен на заседании кафедры специальных дисциплин СПО 24 февраля 2026 г. протокол № 7

СОДЕРЖАНИЕ

Назначение фонда оценочных средств.....	4
I. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
1.1. Перечень формируемых компетенций.....	5
1.2. Компонентный состав компетенций.....	6
II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	13
2.1. Структура фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	13
2.2. Критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования по видам оценочных средств.....	21
2.3. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по междисциплинарному курсу при экзамене.....	25
III. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	26
3.1. Типовые контрольные задания для текущего контроля успеваемости обучающихся.....	26
3.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации обучающихся.....	152
IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	175
Лист актуализации фонда оценочных средств по междисциплинарному курсу.....	177

Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями ФГОССПО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей Программой подготовки квалифицированных рабочих и служащих (ППКРС) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является требованиям образовательных программ, рабочих программ дисциплин.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

Фонд оценочных средств разработан на основе рабочей программы междисциплинарного курса «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки)» и в соответствии с Программой подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами.

I. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Компетенции выпускников, формируемые в результате освоения междисциплинарного курса «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) и резки металлов» как часть планируемых результатов освоения образовательной программы

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.
ОК 04.	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках
ПК	Профессиональные компетенции
ПК 2.1.	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом.
ПК 2.2.	Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.
ПК 2.3.	Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке.

ПК 2.4.	Выполнять ручную дуговую сварку (наплавку, резку) плавящимся покрытым электродом простых деталей неотчетливых конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва.
ПК 2.5.	Выполнять дуговую резку металла

1.2 Планируемые результаты обучения по междисциплинарному курсу

<i>Код и формулировка компетенции</i>	<i>Компонентный состав компетенции</i>		
	<i>Знать:</i>	<i>Уметь:</i>	<i>Навыки:</i>
ОК	ОБЩИЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
ОК01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	31-актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; 32-основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; 33-алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; 34-методы работы в профессиональной и смежных сферах; 35-структуру плана для решения задач; 36-порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	У1-распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; У2-анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; У3-определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; У4-составлять план действия; определять необходимые ресурсы; У5-владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; У6-реализовывать составленный план; У7-оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	
ОК 02. Использовать современные средства поиска,	37-определять задачи для поиска информации; определять	У8-определять задачи для поиска информации; определять	

анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	необходимые источники информации; 31-планировать процесс поиска; 38-структурировать получаемую информацию; 39-выделять наиболее значимое в перечне информации; 310-оценивать практическую значимость результатов поиска; 311-оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; 312-использовать современное программное обеспечение; 313-использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	необходимые источники информации; У9-планировать процесс поиска; У10-структурировать получаемую информацию; У11-выделять наиболее значимое в перечне информации; У12-оценивать практическую значимость результатов поиска; У13-оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; У14-использовать современное программное обеспечение; У15-использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой	314-содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; 315-возможные траектории профессионального развития и	У16-определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; У17-применять современную научную терминологию; У18-определять и выстраивать	

грамотности различных жизненных ситуациях	в	самообразования; основы предпринимательско й деятельности; 316-основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; 317-порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты	траектории профессионального развития и самообразования; У19-выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; У20-презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; У21-оформлять бизнес- план; У22-рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования; У23-определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; У24-презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования	
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде		318-психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; 319-основы проектной деятельности	У25-организовывать работу коллектива и команды; У26-взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской		320-особенности социального и культурного контекста; 321- правила оформления документов и построения устных	У27-грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять	

Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	сообщений	толерантность в рабочем коллективе	
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	322-сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; 323-значимость профессиональной деятельности по профессии; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения	У28-описывать значимость своей профессии; применять стандарты антикоррупционного поведения	
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	324-правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; 325-основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; 326-пути обеспечения ресурсосбережения; принципы бережливого производства; 327-основные направления изменения климатических	У29-соблюдать нормы экологической безопасности; У30-определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства; У31-организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.	

		условий региона.		
ОК	08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	328-роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; 329-основы здорового образа жизни; 330-условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии; средства профилактики перенапряжения	У32-использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; У33-применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; У34-пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии
ОК	09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	331-правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; 31-основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); 332-лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; 333-особенности произношения; 334-правила чтения текстов профессиональной направленности	У35-понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; У36-участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; У37-строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; У38-кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); У39-писать простые связные сообщения на

		знакомые интересующие профессиональные темы	или	
ПК	ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ			
ПК.2.1. Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом (далее – для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом)	31-устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	У1-проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом		Н1-проверки оснащённости сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом; Н2-проверки работоспособности и исправности оборудования поста для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом; проверки наличия заземления сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом
ПК 2.2. Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой	32-основные группы и марки материалов, свариваемых для ручной дуговой сварки (наплавка,	У2-настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резка)		Н3-настройки оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка,

сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом	резка) плавящимся покрытым электродом; 33-сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом	плавящимся покрытым электродом	резка) плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки
ПК 2.3. Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке	34-выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла; 35-причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях	У3-владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке	Н4-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла
ПК 2.4. Выполнять ручную дуговую сварку (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом простых деталей неответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва	36-техника и технология ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом простых деталей неответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва; 37-угловая резка простых деталей;	У4-владеть техникой ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом простых деталей неответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва; У5-владеть техникой дуговой резки металла	Н5-выполнения ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом простых деталей неответственных конструкций; Н6-выполнение дуговой резки простых деталей

	38-основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом; 39-сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом		
ПК 2.5. Выполнять дуговую резку металла	310-дуговая резка простых деталей	У6-владеть техникой дуговой резки металла	Н7-владения техникой дуговой резки металла

2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины	Код контролируемо й компетенции или ее части	Планируемые результаты обучения характеризую щие этапы формирования компетенций	Наименование оценочного средства	
				Текущий контроль	Промежу точная аттестаци я
1.	Тема 1.1. Ручная дуговая сварка: область применения; преимущества и недостатки	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9- У15 ОК 03. 314-320,У61- У23 ОК 04. 321,322,У24- У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27- У28	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическа я работа	Вопросы к экзамену.

			ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6		
2.	Тема 1.2. Параметры режима ручной дуговой сварки: определение «режим сварки»; основ-ные параметры режима сварки; способы определения параметров режи-ма сварки расчетный, опытный, табличный и графический); влияние параметров режима сварки на геометриче-ские размеры сварного шва	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1.	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическа я работа	Вопросы к экзамену.

			31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6		
3.	Тема 1.3. Технология ручной дуговой сварки: способы зажигания дуги; способы выполнения сварных швов; особенности вы- полнения швов в различных пространственны х по-ложениях	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9- У15 ОК 03. 314-320,У61- У23 ОК 04. 321,322,У24- У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27- У28 ОК 07. 327-329,У29- У30 ОК 08. 330-32,У31- У33 ОК 09. 333-36,У34- У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическа я работа	Вопросы к экзамену.

4.	Тема 1. 4. Сварка углеродистых и легированных сталей: свойства и классификация сталей; группы свариваемости; технология ручной дуговой сварки сталей	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическая работа	Вопросы к экзамену.
5.	Тема 1. 5. Сварка цветных металлов: алюминия и его сплавов; меди и ее сплавов; никеля и его сплавов	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическая работа	Вопросы к экзамену.

		ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6		
6.	Тема 2.1. Общие сведения о наплавке: назначение; сущность наплавки; способы и их характеристика	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08.	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практической работа	Вопросы к экзамену.

			330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6		
7.	Тема 2.2. Материалы для наплавки: электроды; флюсы; твёрдые сплавы	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическая работа	Вопросы к экзамену.

			34, 35, У3, Н3 ПК 2.4. 36, У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37, У5, Н6		
8.	Тема 2.3. Техника наплавки различных поверхностей: тел вращения и плоских по- верхностей	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35, У1-У8 ОК 02. 36-313, У9- У15 ОК 03. 314-320, У61- У23 ОК 04. 321, 322, У24- У25 ОК 05. 323, У26 ОК 06. 324-326, У27- У28 ОК 07. 327-329, У29- У30 ОК 08. 330-32, У31- У33 ОК 09. 333-36, У34- У38 ПК 2.1. 31, 32, У1, Н1 ПК 2.2. 33, У2, Н2 ПК 2.3 34, 35, У3, Н3 ПК 2.4. 36, У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37, У5, Н6	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическа я работа	Вопросы к экзамену.
9.	Тема 3.1. Дуговые способы резки: сущность, назначение и	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04.	ОК 01. 31-35, У1-У8 ОК 02. 36-313, У9-	-Тестовые задания -вопросы для	Вопросы к экзамену.

	область применения	ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06. 324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6	обсуждения практическая работа	
10	Тема 3.2. Технология ручной дуговой резки плавящимся электродом	ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5.	ОК 01. 31-35,У1-У8 ОК 02. 36-313,У9-У15 ОК 03. 314-320,У61-У23 ОК 04. 321,322,У24-У25 ОК 05. 323,У26 ОК 06.	-Тестовые задания -вопросы для обсуждения практическая работа	Вопросы к экзамену.

			324-326,У27-У28 ОК 07. 327-329,У29-У30 ОК 08. 330-32,У31-У33 ОК 09. 333-36,У34-У38 ПК 2.1. 31, 32,У1, Н1 ПК 2.2. 33,У2, Н2 ПК 2.3 34, 35,У3, Н3 ПК 2.4. 36,У4, Н4, Н5 ПК 2.5. 37,У5, Н6		
--	--	--	--	--	--

2.2 Критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования по видам оценочных средств

Балльно-рейтинговая система является базовой системой оценивания сформированности компетенций обучающихся.

Итоговая оценка сформированности компетенций обучающихся в рамках балльно-рейтинговой системы осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и определяется как сумма баллов, полученных обучающимися в результате прохождения всех форм контроля.

Оценка сформированности компетенций по дисциплине складывается из двух составляющих:

✓ первая составляющая – оценка преподавателем сформированности компетенций в течение семестра в ходе текущего контроля успеваемости (максимум 100 баллов). Структура первой составляющей определяется технологической картой дисциплины, которая в начале семестра доводится до сведения обучающихся;

✓ вторая составляющая – оценка сформированности компетенций обучающихся на зачете с оценкой (максимум – 20 баллов).

✓

Пятибалльная шкала	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»
	«зачтено»			«не зачтено»

100-балльная шкала	85 и $\geq$	70 – 84	51 – 69	0 – 50
-------------------------------	-------------	---------	---------	--------

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	наименование оценочного средства	характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
1	собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
5	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	комплект контрольных заданий по вариантам

А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	критерии оценивания	количе ство баллов	оценка/зачет
1.	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;	10	отлично

	2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.		
2.	обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3.	ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	5	удовлетворительно
4.	обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	0	неудовлетворительно

Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	количество баллов	оценка/зачет
1	90-100 %	9-10	
2	80-89%	7-8	
3	70-79%	5-6	
4	60-69%	3-4	
5	50-59%	1-2	
6	менее 50%	0	

Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ

№ п/п	критерии оценивания	количество баллов	оценка/зачет
1	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	9-10 баллов	
2	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8 баллов	
3	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы.	4-6 баллов	
4	тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3 баллов	
5	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.	0 баллов	

К) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНКИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

№ п/п	критерии оценки	максимальное количество баллов
1	титульный слайд с заголовком	5
2	дизайн слайдов	10
3	использование дополнительных эффектов (смена слайдов, звук, графика, анимация)	5
4	список источников информации	5
5	широта кругозора	5
6	логика изложения материала	10

7	текст хорошо написан и сформированные идеи ясно изложены и структурированы	10
8	слайды представлены в логической последовательности	5
9	грамотное создание и сохранение документов в папке рабочих материалов	5
10	слайды распечатаны в форме заметок	5
	средняя оценка:	

2.3. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по междисциплинарному курсу при экзамене

№ n/n	Критерии оценивания	Шкала оценок	
		Количество баллов	Оценка
1.	Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся продемонстрировал знание дисциплины в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок	24-30	«Отлично» (высокий уровень сформированности компетенции)
2.	Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.	17-23	«Хорошо» (достаточный уровень сформированности компетенции)
3.	Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, явлений, процессов, недостаточным умением давать	10-16	«Удовлетворительно» (приемлемый уровень сформированности компетенции)

	аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.		
4.	Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся не глубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	0-9	«Неудовлетворительно» (недостаточный уровень сформированности компетенции)

III. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Типовые контрольные задания для текущего контроля успеваемости обучающихся

Задания для оценки освоения МДК.02.01 «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами»

Вариант №1

- 1) Подберите тип и марку электрода для сварки стали 10Г2СД. Обоснуйте свой выбор.
- 2). В процессе сварки произошёл непровар корня шва. Предложите перечень мер, позволяющих избежать возникновения данного дефекта.
- 3). Составьте маршрутную карту технологического процесса наплавки твердыми сплавами бурового инструмента. Выберите способ наплавки наплавочный материал, оборудование, инструмент, технику наплавки.
- 4). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 15Г толщиной 10 мм.

- А. Выберите способ резки стали.
- Б. Выберите оборудование для резки.
- В. Определите режимы резки стали.
- 5). Произведите сравнительный анализ представленных на рисунках способов резки металла.

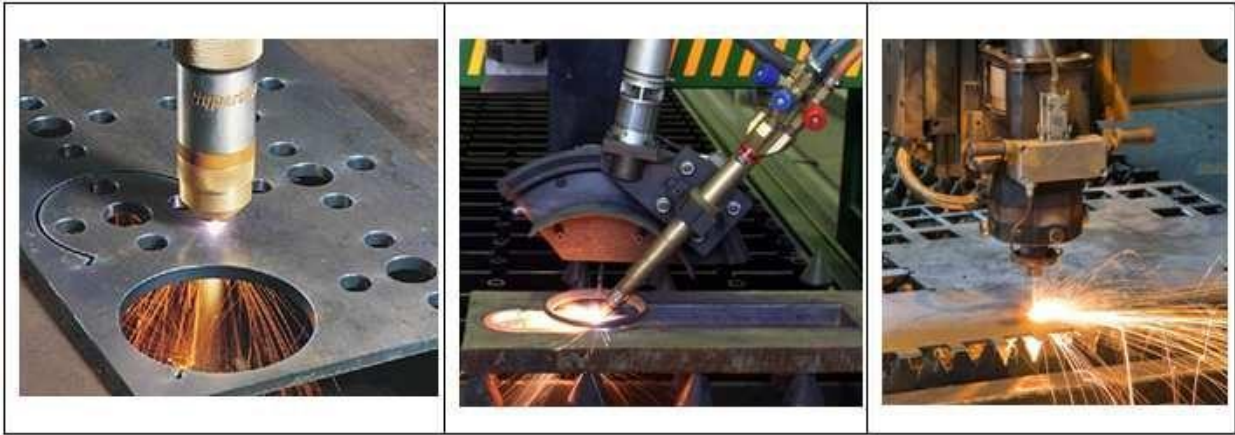


Рис.1

Рис.2 Рис.3

Вариант 2

1) Необходимо произвести сварку стальных (Ст3) пластин длиной 1300 мм. и толщиной 3 мм. встык.

Сделайте подбор материалов, инструментов и приспособлений.

Изобразите схематически последовательность наложения сварочного шва.

2). Произведите сравнительный анализ конструкции и функциональных возможностей электрододержателей, изображённых на рисунках

3). Необходимо составить схему технологического процесса восстановления изношенного зуба ковша экскаватора, с указанием оборудования, наплавочного материала, инструмента, параметров режима наплавки, геометрических размеров наплавляемых валиков и их количество.

4). После наплавки провели ультразвуковой контроль направленного слоя детали и обнаружили шлаковые включения и поры. Обоснуйте причины их появления и предложите способы устранения этих дефектов

5). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 30Г толщиной 8 мм.

А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

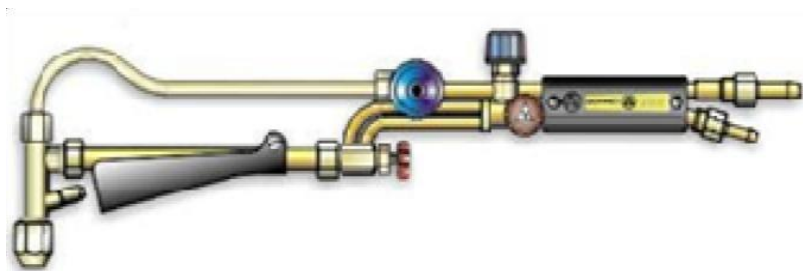
В. Определите режимы резки стали.

Произведите сравнительный анализ конструктивных и технологических свойств резачков, представленных на рисунке



Вариант №3

- 1) Подберите основные параметры режима сварки для металла толщиной 8 мм. Сварка в нижнем положении.
- 2) Составьте схему технологического процесса ручной дуговой наплавки штампа с указанием марки электродов, режима наплавки, режима термической обработки деталей до и после наплавки, оборудования.
- 3). После наплавки и провели контроль внешним осмотром и обнаружили пластическую деформацию детали (коробление). Предложите способы устранения дефекта и поясните причины его возникновения.
- 4). Необходимо произвести поверхностную резку листовой стали марки 18ХГМ толщиной 20 мм.
 - А. Выберите способ резки стали.
 - Б. Выберите оборудование для резки.
 - В. Определите режимы резки стали.
- 5). Произведите анализ конструктивных и технологических свойств резака, представленных на рисунке.



- 1) Расшифруйте условное обозначение электрода
Э46 – ОЗС- 12 – 3,0УД _____ ГОСТ9467 - 75 Е432(3) – Р12
- 2) Сделайте анализ влияния напряжения на сварочной дуге на характер переноса электродного металла.
- 3). Необходимо составить технологический процесс наплавки лемеха плуга твердыми сплавами с указанием наплавочного материала, оборудования, параметров режима наплавки и техники выполнения наплавки.
- 4). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 40ХГМ толщиной 7 мм.
 - А. Выберите способ резки стали.
 - Б. Выберите оборудование для резки.
 - В. Определите режимы резки стали.
- 5) Произведите сравнительный анализ технологических особенностей способов резки металла, представленных на рисунках.

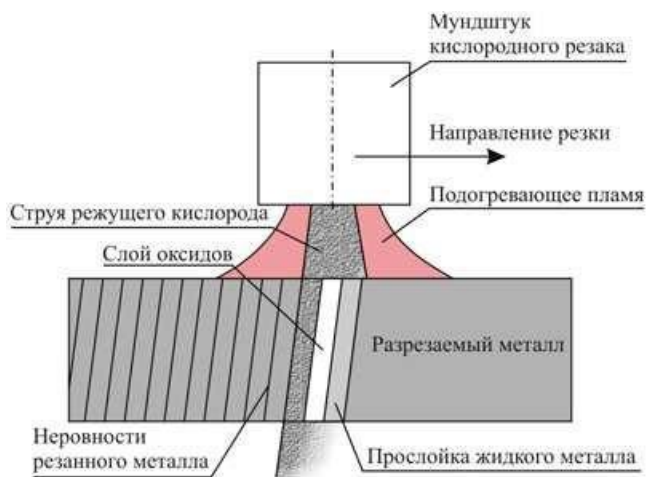


Рис. 1

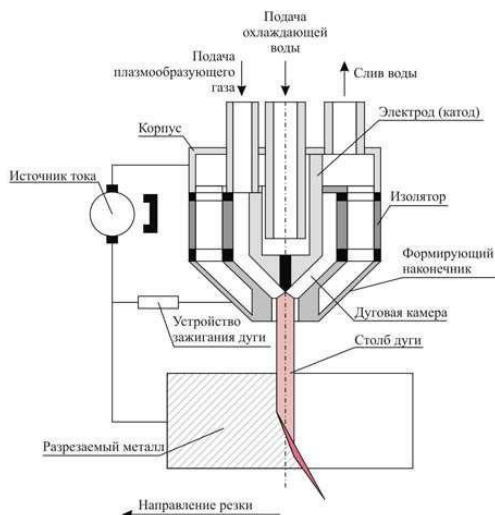


Рис. 2

Вариант №5

1) Необходимо произвести сварку стыкового соединения пластин, изготовленных из стали марки Ст.3 толщиной 3 мм. в потолочном положении.

А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Составьте последовательность технологических операций.

2) Проведите сравнительный анализ технологических особенностей способов ведения электрода.

3). Необходимо провести внутреннюю наплавку цилиндрической детали.

Предложите методы достижения качественной наплавки и обоснуйте свой выбор.

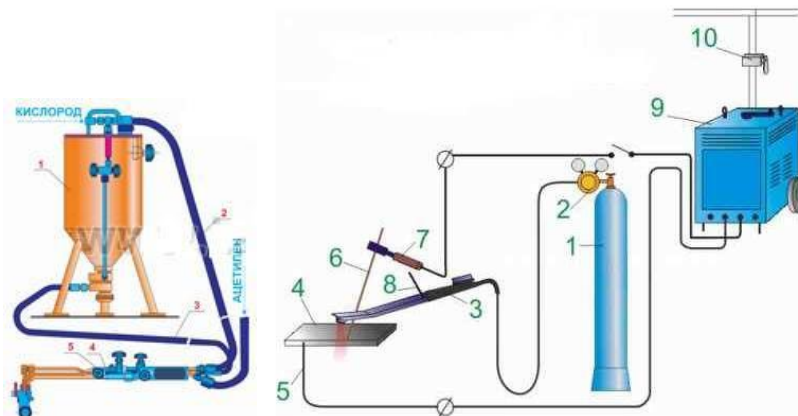
4). Необходимо произвести поверхностную резку листовой стали марки 35 толщиной 15 мм.

А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

В. Определите режимы резки стали.

5) Произведите сравнительный анализ технологических особенностей способов резки металла, представленных на рисунках.



Вариант №6

1) Необходимо произвести сварку стыкового соединения пластин изготовленных из стали марки Ст.2 толщиной 4 мм.

А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Составьте последовательность технологических операций.

2) Сделайте сравнительный анализ технологических особенностей электродов марок УОНИ- 13/55 и УОНИ-13/НЖ.

3). Составьте маршрутную карту технологического процесса наплавки твердыми сплавами бурового инструмента. Выберите способ наплавки наплавочный материал, оборудование, инструмент, технику наплавки.

4). Предложите меры по предупреждению появления трещин при наплавке.

5). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 15Г толщиной 10 мм.

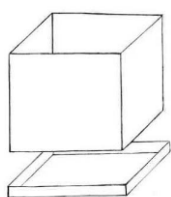
А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

В. Определите режимы резки стали.

Вариант №7

1) Необходимо произвести сварку металлического ящика в нижнем положении.



A=600мм., b=1000мм., C=1000мм., толщина свариваемого металла 5мм., материал сталь 30.

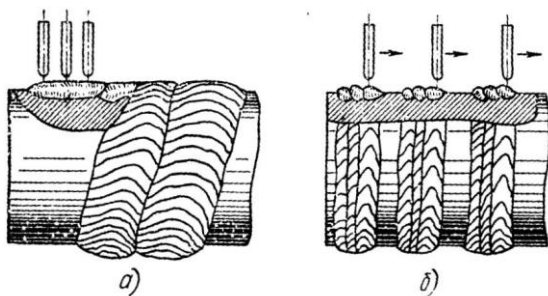
А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

В. Составьте последовательность технологических операций.

2) Спрогнозируйте последствия в случае сварки стали марки 35 электродами ОЗС-2.

3) Опишите технологию многодуговой наплавки крупногабаритных деталей цилиндрической формы с указанием наплавочного материала, параметров режима наплавки, оборудования, преимущества перед однодуговой наплавкой.



- 4) Необходимо произвести разделительную резку вала изготовленного из стали марки 20Г диаметром 50 мм. А. Выберите способ резки стали.
Б. Выберите оборудование для резки.
В. Определите режимы резки стали.
- 5). Произведите сравнительный анализ технологических особенностей резакон, представленных на рисунках.

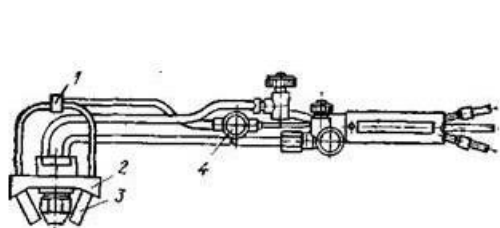


Рис.1

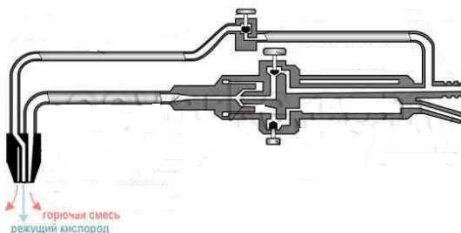
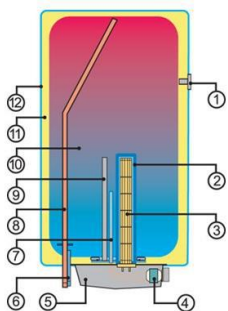


Рис.2

Вариант №8

- 1) Необходимо произвести сварку бойлера (2 кольцевых и 1 продольный швы) в горизонтальном положении

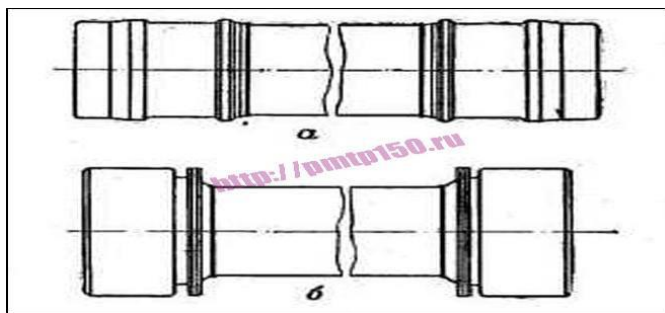


- D=1020мм., а=650мм., толщина свариваемого металла 6мм., материал сталь 10.
- А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- Б. Определите длину, количество и месторасположение прихваток.
- В. Составьте последовательность технологических операций.
- 2) При работе тиристорного выпрямителя не обеспечиваются параметры падающих внешних характеристик. Предложите способы ликвидации данной неисправности.

- 3). Необходимо наплавить поверхностный слой $S = 10$ мм на вал диаметром $\varnothing 300$ мм, длиной $L = 2000$ мм. Обоснуйте выбор способа наплавки и наплавочных материалов, техники наложения наплавленного слоя.
- 4). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 35Г2 толщиной 12 мм.
- А. Выберите способ резки стали.
- Б. Выберите оборудование для резки.
- В. Определите режимы резки стали.
- Произведите сравнительный анализ разрезаемости стали марок 10ХФ, 40ЧГ, 5ХНМ, 15М.
- 5) Необходимо провести улучшение механических свойств поверхностного слоя пуансона и матрицы штампа, выполненных из легированной стали. Предложите способ наплавки и наплавочный материал. Обоснуйте свой выбор.

Вариант №9

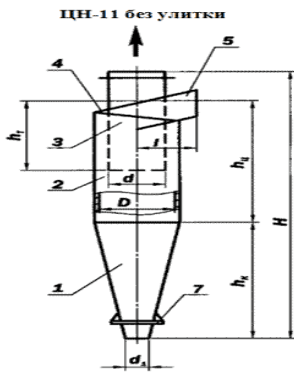
- 1) Необходимо произвести сварку линии трубопровода (9 стыков) из трубы диаметром 125мм. Соединение стыковое, материал сталь 12Х.



- 3). Необходимо получить с помощью наплавки особые свойства наплавленного слоя детали. Предложите наиболее эффективные методы и соответственно технику наплавки. Подберите наплавочный материал для каждого метода.
- 4). Необходимо произвести поверхностную резку листовой стали марки 20Х3 толщиной 10 мм.
- А. Выберите способ резки стали.
- Б. Выберите оборудование для резки.
- В. Определите режимы резки стали.
- 5). Произведите сравнительный анализ способов резки металла, представленных на рисунках.

Вариант №10

- 1) Необходимо произвести сварку пирамидального бункера (12 угловых швов) в горизонтальном положении.



$a=1200\text{мм.}$, $b=650\text{мм.}$, $c=450\text{мм.}$, толщина свариваемого металла 3мм., материал сталь 06X13.

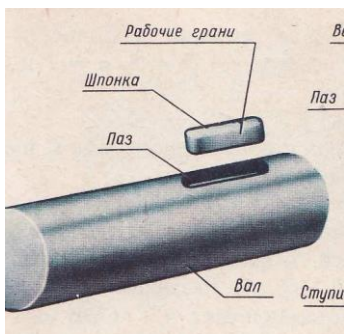
А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

В. Составьте последовательность технологических операций.

2) Сделайте сравнительный анализ электрических схем, представленных на Рисунках

3). Опишите схему вибродуговой наплавки вала с указанием оборудования, инструмента, наплавочных материалов и параметров режима наплавки.



4). Произведите сравнительный анализ представленных на рисунке способов рез
4). Произведите сравнительный анализ представленных на рисунке способов резки металла.

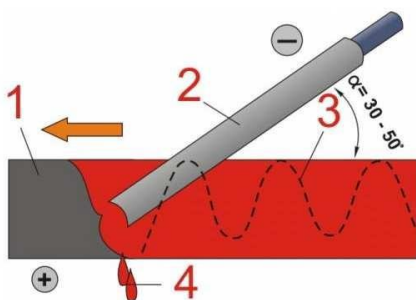


Рис.1

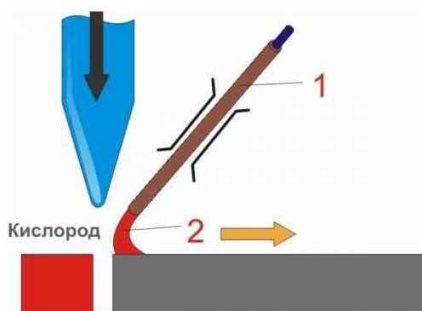


Рис.2

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.

Практическая работа №1

Тема: Расшифровка условных обозначений сварочной проволоки

Цель работы: Приобрести практические навыки при расшифровке условные обозначения сварочной проволоки для сварки различных сталей

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить условное обозначение сварочной проволоки для сварки и наплавки углеродистых, низколегированных и легированных сталей.
3. Расшифровать условное обозначение сварочной проволоки (по карточкам).
4. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Сварочными называют материалы, обеспечивающие возможность протекания сварочных процессов и получения качественных сварных соединений.

К ним относят:

- присадочные металлы,
- покрытые электроды,
- флюсы,
- защитные газы.

Большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Присадочные материалы (металлы). В большинстве случаев состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции. Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений.

Присадочные металлы используют в виде:

- металлической проволоки сплошного сечения,
- металлической проволоки с порошковым сердечником,
- прутков,
- пластин,
- лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям.

Проволока стальная сварочная и наплавочная.

Для дуговой сварки и наплавки применяют специальные сварочные и наплавочные проволоки. Холоднокатаную стальную **сварочную проволоку** сплошного сечения выпускают по **ГОСТ 2246-70***, где она классифицируется по группам и маркам стали. ГОСТ предусматривает **77** марок разного химического состава.

Сварочную проволоку разделяют на 3 группы:

1. **6** марок из низкоуглеродистой стали с содержанием легирующих элементов *до 2,5%* – **Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2А**;
2. **30** марок из легированной стали с содержанием легирующих элементов *от 2,5 до 10%* - **Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-18ХГС** и др.;
3. **41** марку из высоколегированной стали с содержанием легирующих элементов *более 10%* - **Св-12Х11НМФ, Св-10Х17НТ, Св-06Х18Н9Т**.

Обозначение марок проволок состоит из сочетания букв и цифр и расшифровывается следующим образом:

Св – сварочная; цифра после Св – содержание углерода в сотых долях процента (например **08** означает 0,08% углерода);

А – повышенная чистота металла по содержанию серы и фосфора;

АА – более пониженное содержание серы и фосфора по сравнению с проволокой Св-08А; последующие буквы – условное обозначение легирующих элементов; цифры после буквенных обозначений – среднее содержание легирующих элементов в процентах (при содержании легирующего элемента менее 1% цифра не ставится).

Химические элементы в сталях условно обозначают следующим образом:

Пример обозначения проволоки диаметром 4 мм из легированной стали, содержащей 0,06-0,10 % С; 0,45-0,70 % Si; 1,15-1,45 % Мп; 0,85-1,15 % Сг; не более 0,3 % Ni; 0,40-0,60 % Мо; не более 0,025 % Р, обозначается : **Проволока 4Св-08ХГСМА ГОСТ 2246-70.**

Проволоку различают по назначению:

- ✚ Для сварки (наплавки) и для изготовления электродов (условное обозначение – **Э**).
- ✚ Низкоуглеродистую и легированную проволоку выпускают неомеднённой и омеднённой (условное обозначение – **О**) для предохранения её поверхности от коррозии. Омеднённую поставляют по особому требованию заказчика.

Кроме того, **по особому требованию заказчика** изготавливают проволоку из стали, **выплавленной**:

- + электрошлаковым (**Ш**),
- + вакуумно-дуговым (**ВД**) или
- + вакуумно-индукционным (**ВИ**) методами (переплавом).

При этом оговариваются дополнительные требования к металлу проволоки с точки зрения допустимого содержания в нем вредных примесей и газов.

Пример:

1. Проволока 3Св - 08А - О ГОСТ 2246-70 - сварочная проволока диаметром 3 мм, марки Св-08А с омеднённой поверхностью.
2. Проволока 2,5 Св-08ХГСМФА-ВИ-Э ГОСТ 2246-70 – сварочная проволока диаметром 2,5 мм, марки Св-08ХГСМФА из стали, выполненной в вакуумно-индукционной печи, предназначенная для изготовления электродов.

Стальная **наплавочная проволока** по **ГОСТ 10543-98** изготавливается диаметром от 0,3 до 8,0 мм, по химическому составу разделяется на три группы:

- 1) 9 марок из углеродистой стали – Нп-25, Нп-30 и т.д.;
- 2) 11 марок из легированной стали – Нп-10Г, Нп-50Г, Нп-30ХГС и др.;
- 3) 11 марок из высоколегированной стали – Нп-20Х14, Нп-30Х10Г10Т и др.

Проволока используется для наплавки под флюсом, в защитных газах, при электрошлаковой наплавке и для изготовления покрытых электродов. Марку проволоки выбирают в зависимости от назначения и требуемой твёрдости металла наплавленного слоя. Используемая для наплавки обрезаемая холоднокатанная лента имеет толщину от 0,4 до 1,0 мм при ширине от 20 до 100 мм. Ленту поставляют в рулонах

Контрольные вопросы:

1. Какие материалы называют сварочными?
2. Как выбирают присадочные материалы?
3. Какие виды присадочных материалов вы знаете?
4. Перечислите требования, предъявляемые к сварочной проволоке.
5. В каком виде поставляется сварочная проволока?
6. Что содержит сертификат, сопровождающий партию сварочной проволоки?
7. Как очищают присадочный материал?
8. Назовите ГОСТ, по которому выпускают сварочную проволоку?
9. Как классифицируется сварочная проволока по химическому составу?
10. Для чего предназначена сварочная проволока марки Св-18ХГС, Св-08А.
11. Как обозначают проволоку для сварки (наплавки) и для изготовления электродов?
12. Какую проволоку выпускают по требованию заказчика?
13. Какой диаметр имеет стальная наплавочная проволока?
14. Как классифицируют наплавочную проволоку по химическому составу?
15. Для чего используют стальную наплавочную проволоку?

16. Как выбирают стальную наплавочную проволоку?
17. Назовите параметры наплавочной ленты.
18. Как поставляют ленту?

Практическая работа №2 и №3

Тема: Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов

Цель работы: Приобрести практические навыки при расшифровке условные обозначения сварочных электродов

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить структурную схему условного обозначения металлического электрода
3. Изучить условное обозначение сварочных электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей.
4. Изучить условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов.
5. Изучить международные и национальные системы обозначения электродов.
6. Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале).
7. По описанию составить структурную схему условного обозначения электрода: *Тип электрода Э46А, марка УОНИ-13/45, предел прочности наплавленного металла менее 600 МПа, ГОСТ 9467-75, электроды имеют диаметр 3 мм, предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей, покрытие - среднее; содержание серы в наплавленном металле допускается до 0,04 %, фосфора – до 0,045 %, электроды имеют минимальное временное сопротивление разрыву 430 МПа, вид покрытия – основное, сварка возможна во всех пространственных положениях, производится на постоянном токе обратной полярности. Номер стандарта, определяющего общие требования к электродам – 9466-75.*
8. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Условное обозначение электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей

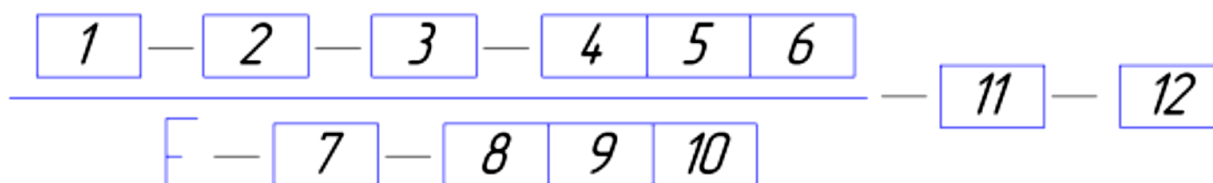


Рис. 1 Структурная схема условного обозначения металлического электрода

Обозначение электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа и электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа.

А)Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75Е432(5)-Б10

Б)Э85-УОНИ-13/85-2,0-ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75 Е-13Г2СМ-0-Б20

А)- обозначение электрода для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа;

Б)- обозначение электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600МПа

В наименовании типа электрода содержится буква **Э**, после которой приведено временное сопротивление разрыва, кгс/мм² (например, Э38, Э42, Э50). У некоторых типов электродов после цифр поставлена буква **А**, что указывает на более высокие характеристики пластичности наплавленного металла. У электродов этих типов регламентированы механические характеристики (*временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, коэффициент наплавки и угол изгиба*), а также содержание серы и фосфора в наплавленном металле.

Согласно требованиям **ГОСТ 9466-75** в условном обозначении электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа в знаменателе (*рис.1и рис. 2, А*) группа индексов, относящаяся к показателям наплавленного металла, должна быть записана следующим образом: первые два индекса указывают минимальное значение временного сопротивления разрыву (**σв, кг/мм²**), а третий индекс характеризует одновременно минимальные значения относительного удлинения (**δs, %**) и температуры (**Тх,°С**), при которой определяется ударная вязкость.

В условном обозначении электродов (*рис. 2, Б*) для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа группа индексов, обозначающих характеристики наплавленного металла и металла шва, указывают среднее содержание основных химических элементов в наплавленном металле и минимальную температуру, при которой ударная вязкость не менее 35 Дж/см².

Эта запись (**13Г2СМ-0**) включает: **а)первый индекс** – двузначное число, соответствующее среднему **содержанию углерода в сотых долях процента**;

б)последующие индексы, каждый из которых состоит из буквенного обозначения соответствующего химического элемента и расположенного за ним числа,показывающего среднее **содержание элемента в наплавленном металле**

(с погрешностью до 1 %); **в) последний индекс**, характеризующий **минимальную температуру**, при которой ударная вязкость составляет не менее 35 Дж/см²

Условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов

Обозначение электродов для сварки теплоустойчивых сталей.

ГОСТ 9467-75 предусматривает **9 типов** электродов для сварки теплоустойчивых сталей. В основу классификации электродов положены химический состав наплавленного металла и его механические свойства – временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и ударная вязкость. Обозначение типов электродов состоит из индекса **Э** (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв. **Две первые цифры** соответствуют среднему **содержанию углерода в наплавленном металле в сотых долях процента**. Среднее содержание основных **химических элементов** указано в процентах после буквенных обозначений химических элементов. У электродов для сварки теплоустойчивых сталей вводится **дополнительный индекс**, указывающий максимальную температуру T_x , 0С, при которой нормированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва

Например, электроды типа **Э-09Х1МФ** для сварки теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9466-75 имеют маркировку:

Э-09Х1МФ - ЦЛ-20 - 4,0 - ТДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75 Е-27 - Б10

Марка покрытия (**ЦЛ-20**), диаметр электрода (**4 мм**), вид свариваемых сталей (**Т** - теплоустойчивые), обозначение толщины покрытия (**Д** – толстое), группа электродов по качеству (**3**). В знаменателе: первый индекс (**2**), аналогичный третьему индексу (0, см. выше, пример Б), для легированных конструкционных сталей с $\sigma_B > 600$ МПа и характеризует минимальную температуру $T_x = 00$, следующий индекс, равный **7** - температура эксплуатации 570...5850 С вид электродного покрытия (**Б** – основное). Сварка выполняется во всех пространственных положениях (**1**) на постоянном токе обратной полярности (**0**).

Обозначение электродов для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.

ГОСТ 10052-75 устанавливает **49 типов** электродов для сварки хромистых и хромоникелевых сталей, коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких легированных сталей мартенсито-ферритного, ферритного, аустенито-ферритного и аустенитного классов. В основу классификации электродов положены химический состав и механические свойства наплавленного металла. Для некоторых типов электродов нормируется также содержание в структуре металла шва ферритной фазы, его стойкость к межкристаллитной коррозии и максимальная температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности металла шва.

Обозначение таких электродов отличается только группой индексов (**2075**), характеризующих наплавленный металл и металл шва: **2** - стойкость против межкристаллитной коррозии при **0** – требования в отношении максимальной рабочей температуры наплавленного металла и металла шва **7** – максимальная рабочая температура сварных соединений, при которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, составляет 910...1000°C **5** – содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2...10 % Если структура металла не двухфазная (А + Ф), то числовой индекс, характеризующий наплавленный металл, будет содержать только три цифры.

Обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

ГОСТ 10051-75 регламентирует **44 типа** электродов для наплавочных работ.

Э-10ГЗ - ОЗН-300У - 4,0 - НД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75
Е-300/2-1 - Б40

Принцип обозначения химического состава прежний. В группе индексов характеризующих наплавленный металл (**300/2-1**) *первый индекс (300)* указывает среднюю твердость наплавленного металла по Виккерсу; *первая цифра* после косой черты (**2**) характеризует твердость HRC. *Вторая цифра (1)* показывает условия получения регламентируемой твердости: 1 – непосредственно после наплавки; 2 – после термообработки.

Международные и национальные системы обозначения электродов.

В разных странах используют различные системы обозначения электродов. Классификация электродов может быть по *международному* **ISO**; *европейскому* **EN**; *американскому* **AWS** и *немецкому* **DIN** стандартам.

Пример: классификация электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей в соответствии с ISO 2560E 432 RR 160 4 6

Е 432предел прочности **430...510** МПа, минимальное относительное удлинение **20 %**, минимальная температура для обеспечения ударной вязкости **28 Дж/см²**, 0С - **20**; **RR** – рутиловое покрытие большой толщины; **160**– производительность (переход металла в шов) – **155-165 %**; **4**– нижнее положение (стыковые и угловые швы); **6**– обратная полярность, напряжение холостого хода источника питания 70 В.

Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале):

1. Э42 - УОНИ-13/45 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 2(5) - Б10
2. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20
3. Э42 - ВСЦ-4 - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 0 (3)-Ц14
4. Э85 – НИАТ-3М - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20
5. Э46-АНО-4-3,0-УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3)-Р21
6. Э60 - ВСЦ-60 - 2,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14
7. Э46 - ОЗС-4 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р25
8. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
9. Э46 - ОЗС-6 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – РЖ23
10. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
11. Э46 - ОЗС-12 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р12
12. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 – ЛМ1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 2 – БР46
13. Э46 - МР-3 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 1 (3) – РБ23
14. Э85 - НИАТ-3М - 4,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20
15. Э46А - УОНИ-13/55К - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 3 – Б20

16. Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 – ЛС2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14
17. Э46А - ОЗС-22Р - 3,0 - УД2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3) - БРЖ14
18. Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20
19. Э50А - ТМУ-21У - 3,0 – УД3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – Б20
20. Э85 – НИАТ-3М - 5,0 – ЛД2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20
21. Э50А – ЦУ-5 - 3,0 - УД2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 (0) – Б20
22. Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 - ЛС3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14
23. Э50А - УОНИ-13/55 - 3,0 – УД1ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 7 – Б20
24. Э85-УОНИ-13/85-4,0-ЛД1ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ - 0 - Б20
25. Э50А – ОЗС-18 - 3,0 - УД2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 – Б20
26. Э85 - НИАТ-3М - 4,0 - ЛД3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20
27. Э50 – ВСЦ-4А - 3,0 - УС2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 (3) - Ц14
28. Э85 - УОНИ-13/85 - 5,0 - ЛД3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
29. Э55 - УОНИ-13/55У - 3,0 - УД2ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467- 75
Е 51 3 – Б26
30. Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

Контрольные вопросы:

1. Какой документ определяет структурную схему условного обозначения электродов?
2. Сколько пунктов в структурной схеме?
3. Как устанавливается тип электрода?
4. Какой буквой обозначается тип электрода?
5. Какими буквами в структурной схеме обозначены электроды исходя из их назначения?
6. Для чего предназначены электроды, обозначенные буквой "У"?
7. Какой буквой обозначены электроды для наплавки?
8. Определите толщину покрытия, если $d = 3,0$, $D = 5$?
9. Как определить величину покрытия?
10. Чему равно отношение D/d у толстопокрытых электродов?
11. Как обозначается покрытие, у которого $D/d > 1,8$?
12. Назовите покрытие, у которого $D/d < 1,2$.
13. Какие химические элементы регламентирует группа качества в покрытии?
14. Назовите группу качества у самых качественных электродов.
15. Что характеризует группа цифр, обозначенная цифрой 7 в структурной схеме?
16. Назовите типы покрытий? Как они обозначаются?
17. Как обозначаются смешанные покрытия?
18. Если в состав покрытия входит более 20 % железа, как оно обозначается?
19. Как обозначаются электроды для сварки в любом пространственном положении?

Практическая работа №4

Тема: Самостоятельное изучение и конспектирование материала "Функции покрытий электродов"

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении материала "Функции покрытий электродов"

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить и законспектировать "Функции покрытий электродов"
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Классификация покрытий электродов

В качестве сварочных материалов для электродуговой сварки применяются штучные электроды, сварочная и порошковая проволока

Электроды для дуговой сварки бывают двух основных типов: **плавящиеся и неплавящиеся**.

Для ручной дуговой сварки сталей широко применяются **плавящиеся металлические электроды** в виде стержней длиной **до 450 мм** из сварочной проволоки с нанесенным на них слоем покрытия **4**. Один из концов электрода **1** на длине **20...30 мм** освобожден от покрытия для зажатия его в электрододержателе с целью обеспечения электрического контакта.

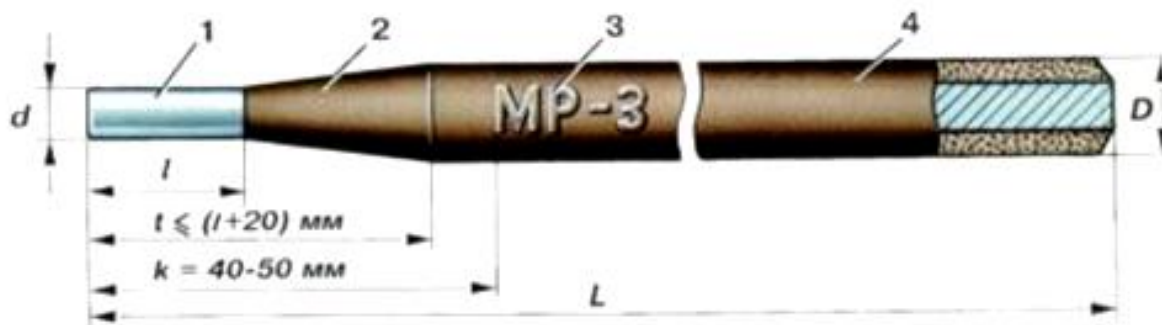


Рис. Плавящийся электрод: **1** - стержень, **2** - участок перехода, **3** - марка электрода, **4** - покрытие.

Стержни электродов для сварки стали изготавливаются из низкоуглеродистой, легированной или высоколегированной сварочной проволоки. Стандартом предусматривается **77 марок** стальной проволоки, идущей на изготовление штучных электродов диаметром **от 1,6 до 6 мм**.

Покрытие сварочных электродов представляет собой смесь порошкообразных материалов, нанесенных на металлический стержень. Оно выполняет множество функций, которые направлены на достижение двух основных целей, преследуемых в процессе сварки - обеспечение стабильности горения дуги и придание металлу сварного шва необходимых свойств.

Покрытие сварочных электродов оказывает множественное действие: образует атмосферу защищающую металл от кислорода и азота, находящихся в воздухе, стабилизирует горение дуги, удаляет вредные примеси из расплавленного металла, легирует его с целью улучшения свойств.

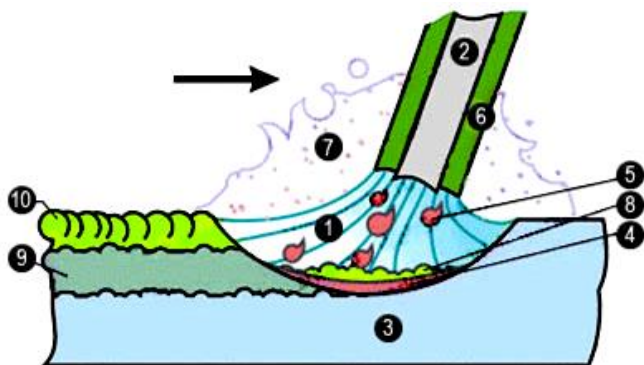


Рис. Покрытие электрода в действии: 1 - дуга, 2 - электрод, 3 - свариваемый металл, 4 - сварочная ванна, 5 - капли расплавленного электрода, 6 - покрытие, 7 - газовое облако, 8 - шлаковая ванна, 9 - сварочный шов, 10 - шлаковая корка.



Для сварки цветных металлов и их сплавов наряду с неплавящимися применяют плавящиеся электроды из соответствующих металлов и сплавов - алюминия, меди, никеля, бронзы, латуни и т.п.

Рис. Сварочные электроды

Все покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

- ❖ обеспечивать стабильное горение дуги;
- ❖ физические свойства шлаков, образующихся при плавлении электродов, должны обеспечивать нормальное формирование шва и удобное манипулирование электродом;
- ❖ не должны проходить реакции между шлаками, газами и металлом, способные вызвать образование пор в сварных швах;
- ❖ материалы покрытия должны хорошо измельчаться и не вступать в реакцию с жидким стеклом или между собой при изготовлении покрытия;
- ❖ должны обеспечивать получение металла шва требуемых химического состава и свойств;
- ❖ обеспечивать равномерное расплавление электродного стержня и покрытия;
- ❖ обеспечивать высокую производительность при небольших потерях электродного материала на угар и разбрызгивание;

- ❖ состав покрытий должен обеспечивать приемлемые санитарно-гигиенические условия труда при изготовлении электродов и в процессе их сгорания;
- ❖ шлаки, образующиеся при плавлении покрытия должны быть иметь плотность меньшую, чем плотность металла сварочной ванны, что обеспечит его всплывание из сварочной ванны;
- ❖ шлак должен покрывать сварной шов по всей поверхности ровным слоем;
- ❖ шлак должен легко отделяться от сварного шва.

Функции покрытий электродов:

Кислое покрытие - обозначается буквой **А** и свидетельствует, что в состав этих покрытий имеется значительное количество материалов рудного происхождения

Марки электродов: **АНО-2, СМ-5, ЦМ-7**, содержащие кислые компоненты: *оксиды железа, марганцевую руду, кремнезем, титановый концентрат*, обеспечивающие *шлаковую защиту* и большое количество *ферромарганца*, необходимого для *раскисления* металла шва и увеличения производительности за счет *железа*, переходящего из покрытия в металл шва.

Сварку электродами с этим видом покрытия можно производить на *переменном и постоянном токах любой полярности во всех пространственных положениях*. В процессе сварки этими электродами сварочная ванна бурно кипит вследствие активного раскисления металла сварочной ванны углеродом, поэтому при сварке длиной дугой и на форсированных режимах по окалине или ржавчине получаются плотные швы без пор.

Преимущества:

- хорошая стабильность горения дуги при сварке переменным током,
- можно производить сварку по ржавым и окисленным поверхностям,
- легкое зажигание дуги,
- высокую производительность процесса сварки.

Недостатками кислых покрытий электродов являются:

- склонность металла шва к образованию кристаллизационных трещин;
- повышенное разбрызгивание металла;
- значительное выделение в процессе сварки вредных марганцевых соединений;
- большая склонность металла к механическому старению;
- склонность шва к образованию пор (из-за большого содержания марганца) .

Электроды с кислым покрытием **применяют** для сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей в строительстве и машиностроении в заводских и монтажных условиях.

Основное покрытие - обозначается буквой **Б**. Это покрытие содержит: карбонат кальция CaCO_3 , карбонат магния, фтористый шпат CaF_2 , мрамор, мел – обеспечивающие шлаковую защиту; ферросплавы и некоторое количество кремнезема.

Марки электродов: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ОЗС-2.

Электроды с покрытием этого вида применяются для сварки швов во всех пространственных положениях с получением сварных соединений повышенной прочности и пластичности.

Для сварки используют в основном **постоянный ток обратной полярности**. Чтобы использовать электроды этого вида для сварки на переменном токе, в покрытие вводят материалы, содержащие легко ионизирующие элементы: **калиевое жидкое стекло, поташ, кальцинированную соду и др.**

Преимущества:

- Металл шва, наплавленный электродами с основным покрытием, обладает минимальным содержанием кислорода и азота, мало насыщается водородом,
- Минимально загрязнен неметаллическими включениями и вредными примесями серы и фосфора,
- Обладает хорошей стойкостью против образования кристаллизационных трещин и старения, высокими показателями ударной вязкости как при положительных, так и при отрицательных температурах.

Поэтому эти электроды **предназначаются** для сварки конструкций, трубопроводов, сосудов из углеродистых и конструкционных сталей, жестких конструкций из литых углеродистых и низколегированных высокопрочных и высоколегированных сталей и сплавов в заводских и монтажных условиях.

Недостатками основного покрытия является:

- низкая стабильность горения дуги: образование большого числа отрицательных ионов фтора при плавлении покрытия приводит к уменьшению проводимости дугового разряда и снижению устойчивого горения дуги, поэтому сварка возможна только на постоянном токе обратной полярности,
- повышенная склонность к образованию пор в швах при сварке удлиненной дугой, при больших зазорах, при наличии окалина и коррозии на поверхности свариваемого металла, при увлажнении покрытия

Целлюлозное покрытие - обозначается **буквой Ц**. Оно содержит преимущественно (до 40 %) материалы органического происхождения (**крахмал, , оксицеллюлозу, древесную муку**), которые, разлагаясь под действием теплоты дуги, обеспечивают интенсивную *газовую защиту* расплавленного металла. *Шлакообразующим* в данном покрытии служит **титановый концентрат, рутил TiO_2** раскислителем – **ферромарганец**.

Марки электродов: ВЦС-1, ВЦС-2, ВЦС-4, ОЗЦ-1-1

При сварке на торце электрода появляется конусная втулка из нерасплавляющегося покрытия, что способствует образованию направленного потока газов, который обеспечивает оттеснение жидкого металла из-под дуги и обеспечивает более глубокое проплавление основного металла, хорошая стабильность горения дуги при использовании переменного и постоянного тока.

Они образуют небольшое количество шлака, что позволяет применять их для сварки швов ***во всех пространственных положения переменном и постоянном токах любой полярности***.

По механическим свойствам соответствуют электродам типа Э-42.

Недостатками электродов с целлюлозным покрытием являются:

- повышенная склонность металла шва к холодным трещинам (наводороживание металла) и к горячим трещинам при повышенном содержании углерода и серы,
- значительное разбрызгивание металла,
- большая чувствительность покрытия к перегреву при просушке и прокалке электродов (выгорание органических составляющих)

Применяют для сварки трубопроводов и конструкций из низкоуглеродистых сталей, в том числе корневых швов неповоротных магистральных трубопроводов методом опирания сверху вниз с высокой скоростью, достигающей 25 м/ч из низколегированных сталей в монтажных условиях. Применяются для сварки деталей малой толщины.

Рутиловое покрытие - обозначается буквой **Р**.

Марки электродов: АНО-3, АНО-4, АНО-6, МР-3, МР-4, ОЗЦ-3, ОЗЦ-4, ОЗЦ-6,

Это покрытие содержит минералы: **рутил TiO_2 , рутиловый концентрат, мусковит, магнезит**, обеспечивающие *устойчивость горения дуги, шлаковую защиту*, а за счет диссоциации некоторых элементов частичную газовую защиту. *Раскисление и легирование* достигается наличием **ферромарганца**, а газовая защита – **целлюлозой**.

Сварку электродами с этим видом покрытия можно производить на **переменном и постоянном токах любой полярности во всех пространственных положениях.**

Преимущества:

- не склонны к образованию пор в металле шва при коррозии и окалине на свариваемых кромках, при удлинении дуги.
- наименее вредны для сварщиков,
- обладают хорошими сварочно-технологическими свойствами:
- хорошая стабильность горения дуги при сварке на переменном и постоянном токе,
- низкая разбрызгиваемость металла,
- легкая отделяемость шлаковой корки,
- хорошее формирование швов во всех пространственных положениях, легкое зажигание дуги.

Недостатками электродов с рутиловым покрытием являются:

- склонность к появлению пор при сварке на повышенных режимах тока, при сварке угловых швов тавровых соединений с зазорами.
- металла швов характеризуется низкой длительной пластичностью.

Применяются для сварки конструкций из низкоуглеродистой и низколегированной сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа в строительстве и машиностроении. **Прочие покрытия** - обозначаются буквой **П**.

Смешанные покрытия. К ним относят электроды с кисло-целлюлозным (**АЦ**), рутилово-основным (**РБ**), кисло-рутиловым (**АР**), рутилово-целлюлозным (**РЦ**) и другими видами покрытий. К электродам **с кисло-целлюлозным покрытием** причисляют электроды марки **ОМА-2**, предназначенные для сварки тонколистовых конструкций (толщиной 1...3 мм) из углеродистых низколегированных сталей постоянным и переменным током. К электродам с **кисло-рутиловым (ильменитовым) покрытием** относят электроды марок **ОММ-5, АНО-6, АНО-6М, АНО-17** и др. Они содержат в покрытие ильменит ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) и предназначены для сварки конструкций из углеродистых сталей во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Электроды с **рутилово-основным** покрытием предназначены для сварки оборудования из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 490 МПа, когда предъявляются повышенные требования к пластичности и ударной вязкости металла сварных швов. К ним относятся электроды марок **МР-3, АНО-30, ОЗС-28** и др.

Кроме указанных видов покрытий имеются **специальные электродные покрытия: гидрофобные**, для сварки и наплавки цветных металлов, а также их сплавов и др.

Гидрофобные покрытия предназначены для выполнения сварочных работ в особо влажных условиях: при повышенной влажности воздуха, под водой и т. д. В них добавляют до 10 % специальных гидрофобных полимеров, которые в процессе полимеризации заполняют поры между частицами покрытия и

перекрывают пути проникновения влаги в его внутренние слои. Для сварки лежачим или наклонным электродом используют специальные электроды марок **НЭ-1, НЭ-5, ОЗС-17Н** и др. В этом случае часто применяют удлиненные конструкции электродов **до 2 м, диаметром до 8 мм** с покрытием большой толщины. Конкретный состав покрытия и стержня определяет марка данного электрода. Ее обозначение часто содержит начальные буквы организации, в которой был разработан электрод, и порядковый номер разработки.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение плавящегося электрода.
2. Назовите основные части плавящегося электрода.
3. На какую часть поверхности стержня наносят покрытие?
4. Для чего наносят покрытие на стержень электрода?
5. Назовите составляющие электродного покрытия.
6. Какие химические элементы обеспечивают стабильное горение дуги?
7. В каких материалах присутствуют К, Na, Са?
8. Для чего предназначены шлакообразующие компоненты?
9. Как шлакообразующие компоненты защищают электродный металл и поверхность металла шва?
10. Какие материалы относятся к шлакообразующим?
11. Назовите температуру плавления шлака.
12. Каким образом газообразующие компоненты обеспечивают защиту сварочной ванны?
13. Почему химические элементы, входящие в состав покрытия удаляют кислород из сварочной ванны?
14. Какие вещества вводят в покрытия для раскисления сварочной ванны?
15. Для чего в состав покрытия вводят легирующие элементы?
16. Зачем в состав покрытия добавляют жидкое число?
17. Как называются компоненты, улучшающие формирование покрытия на электродном стержне?
18. Назовите материалы, входящие в покрытие одновременно выполняющие несколько функций.
19. Какие функции при сварке выполняют ферросплавы, входящие в состав покрытия?
20. Какие требования предъявляют к электродным покрытиям?
21. Какие компоненты кислого покрытия обеспечивают раскисление металла шва и газовую защиту?
22. Назовите основное достоинство кислых покрытий.
23. Назовите недостатки кислых покрытий.
24. Чем обеспечивается газовая защита при сварке основным покрытием?
25. Дайте характеристику наплавленного металла при использовании основного покрытия.
26. Для каких конструкций предназначены электроды с основным покрытием?
27. Какие материалы входят в состав целлюлозного покрытия?

- 28.Какую защиту обеспечивают материалы органического происхождения?
- 29.Для чего в целлюлозное покрытие введен титановый концентрат (рутил)?
- 30.Назовите основные компоненты рутилового покрытия.
- 31.Какую защиту обеспечивает магнезит?
- 32.Какие материалы обеспечивают раскисление и легирование металла шва при использовании рутилового покрытия?
- 33.Как обозначаются прочие покрытия?
- 34.Какие смешанные покрытия вы знаете?
- 35.Для чего предназначены гидрофобные покрытия?
- 36.Как "ведут" себя гидрофобные полимеры во время сварки при повышенной влажности воздуха?

Практическая работа №5, №6, №7

Тема: Составление инструкционно - технологической карты «Сварка пластин из низкоуглеродистой стали в нижнем положении»

Составление инструкционно - технологической карты «Сварка деталей из низколегированной стали угловым однопроводным швом в вертикальном положении»

Составление инструкционно - технологической карты «Сварка деталей из низколегированной стали угловым однопроводным швом в горизонтальном положении»

Цель работы: Приобрести практические навыки при составлении инструкционно - технологических карт

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Составление инструкционно - технологической карты «Сварка пластин из низкоуглеродистой стали в нижнем положении» (*согласно вариантам заданий*)
3. Составление инструкционно - технологической карты «Сварка деталей из низколегированной стали угловым однопроводным швом в вертикальном положении» (*согласно вариантам заданий*)
4. Составление инструкционно - технологической карты «Сварка деталей из низколегированной стали угловым однопроводным швом в горизонтальном положении» (*согласно вариантам заданий*)

Теоретические сведения

Сварка – сложный процесс, выполнение которого должно производиться в строгой последовательностью определенных действия, которые связаны с подготовкой металла, выполнением сварного соединения и последующим контролем. Сварной шов, если не уделить ему должного внимания, является уязвимым местом в любой сварной конструкции.

Причиной этому может послужить недостатки в разработке технологии сварки или вообще ее отсутствие, недостаточный контроль, неудачный выбор сварочного оборудования и материалов. Как результат — большое количество брака и убытки, понесенные организацией для его устранения. Предотвратить убытки можно корректно разработав инструкцию на выполнение сварочных работ и проконтролировав ее исполнение.

Так что же такое технологическая карта на сварку? Карта технологического процесса сварки или как ее еще называют технологическая карта сварки — это документ, который является результатом разработки технологии сварки конкретного соединения, в котором прописаны самые важные технологические параметры создания сварного соединения, по сути это инструкция по сварке соединений. Технологическая карта сварки была утверждена и введена в активное действие первого января 1984 года, более 30 лет назад. При разработке технологии сварки металлоконструкций каждое сварное соединение должно быть изготовлено в соответствии с разработанной для нее технологической картой сварки.

Технологическая карта по сварке должна содержать следующие данные:

1. Сведения о основном металле.
2. Сведения о качестве и подготовке соединения под сварку: данные о разделке (величина зазора, величина притупления, угол наклона разделки и т.д.), о количестве и расположении прихваток, данные о предварительной очистке кромок, размеры шва.
3. Данные о фиксации свариваемого изделия и о возможном подогреве. А также последовательность выполнения проходов в сварном шве.
4. Сведения об используемом сварочном оборудовании и сварочных материалах. Подбор сварочных материалов и оборудования основывается на различных сведениях, полученных из литературы, в том числе профессиональной сварочной (журналы, статьи), на собственном опыте, а также на отзывах организаций.
5. Сведения о режиме сварки в зависимости от способа сварки могут включать: сварочный ток, напряжение дуги, скорость сварки, полярность при сварке, расход защитного газа, скорость подачи проволоки и др. Нарушение рекомендованных режимов сварки может привести к охрупчиванию металла шва и околошовной зоны.
6. Сведения о форме сварного соединения, способах и объемах контроля качества сварного соединения.

Разработка карты технологического процесса сварки начинается с анализа свариваемого материала и подбора способа сварки. После этого производится анализ условий, при которых будет работать сварная конструкция и определяется, какими нормативными документами нормируется изготовление и работа этой конструкции. Далее по данным нормативной литературы и по расчетным данным определяется режим сварки, рассчитывается необходимое количество проходов, геометрия сварного соединения и другие параметры.

Каждая технологическая карта по сварке получает свой идентификационный номер, который в дальнейшем используется для указания в технической документации и спецификациях проекта. Визирует карту технологического процесса сварки сам разработчик, он же ставит свою подпись внизу формуляра.

При строительстве объекта на производстве должен находиться комплект технологических карт всех используемых типов сварных соединений. Полный комплект карт технологического процесса сварки хранится в отделе главного сварщика. Сварщик при выходе на смену получает технологические карты для сварных соединений, которые он выполняет в процессе работы. Осмотр и контроль подготовленных кромок и готового сварного соединения выполняется службой технического контроля в соответствии с разделом контроля качества и испытаний сварных соединений. Таким образом, не происходит никакой путаницы между службами, так как всё необходимое указано в технологической карте сварного соединения.

На каждом предприятии, при организации сварочного производства обязательно составляются карты технологического процесса сварки, иначе сложно выдержать параметры, предъявляемые к качеству выполняемой работы.

Для получения качественного результата проделанной работы при производстве сварочных работ, сварщик должен руководствоваться документом, в котором корректно описаны все этапы выполнения сварки на объекте строительства. Несоблюдение рекомендаций, приведенных в технологической карте может привести к разрушению сварного соединения при эксплуатации, что может повлечь за собой необратимые последствия.

В таблице представлен пример инструкционно - технологической карты

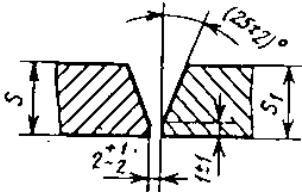
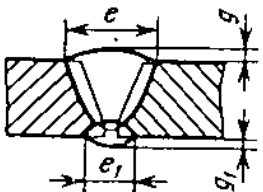
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА на ручную дуговую сварку углеродистых и низколегированных сталей
Объект: _____ _____ _____
Производственная аттестация технологии сварки <u>ТИ.РД1-1.1,14</u>
Сварочное оборудование <u>Выпрямитель сварочный ВД-401 УЗ</u>

Вид сварки РД Основной материал (марка) 1(М01)

Наименование НД (шифр) ГОСТ 5264-80 Тип шва СШ

Тип соединений (по НД) С21 (стыковое)

Конструктивные размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = s_1$	e		e_1 □ 2	$g = g_1$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Ном. ин.	Пред. Откл.		Ном. ин.	Пред. Откл.
C21			От 3 до 5	8		8		
			Св.5 до 8	12	□ 2			+1,5
			Св.8 до 11	16				-0,5
			Св.11 до 14	19				
			Св.14 до 17	22				
			Св.17 до 20	26		10		
			Св.20 до 24	30				
			Св. 24 до 28	34	□ 3		0,5	
			Св. 28 до 32	38				

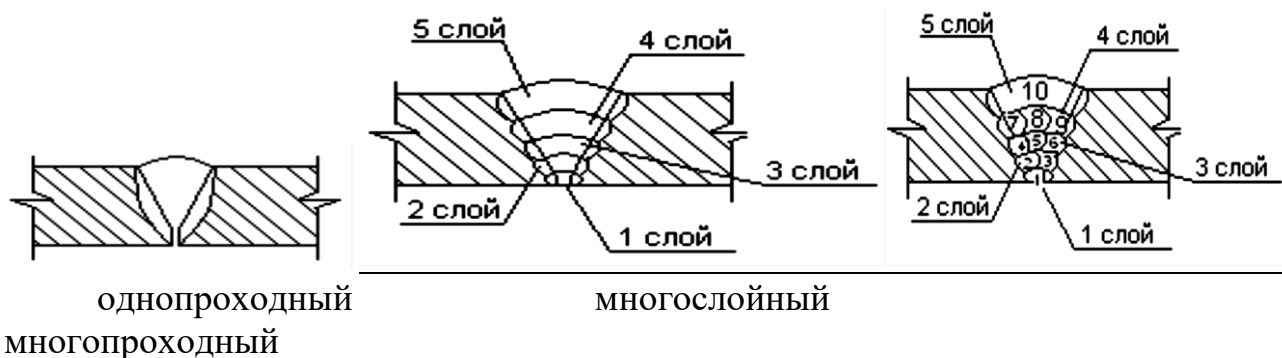
Сварочный материал

Марка электродов	Режим проковки
УОНИ 13/45	350 ^{0C} в течение 1 ч.
УОНИ 13/55	350 ^{0C} в течение 1 ч.

Режим сварки

Диаметр электрода	Положение шва в пространстве		
	Горизонтальное	Вертикальное	Потолочное
3	80-100	60-80	70-90
4	130-160	100-130	120-140
Род тока, полярность	Постоянный, обратная		

Последовательность наложения валиков



Требования к контролю качества

Метод контроля	Наименование (шифр)	Нужное отметить
	НД	
1. Визуальный и измерительный	РД 03 – 606 - 03	100%
2. Радиографический	ГОСТ7512-82; ГОСТ23055-83	
3. Ультразвуковой	ГОСТ14782-86	
4. Капиллярный	ГОСТ18442-80	
5. Магнитопорошковый	ГОСТ21105-87	

Общие требования.

1. Пооперационный контроль постоянно проводят сварщик и руководитель сварочных работ.
2. Электроды применять только после контрольной проверки их качества согласно ГОСТ9466
3. При атмосферных осадках или ветре со скоростью свыше 10 м/с сварочные работы выполнять при наличии инвентарных укрытий.
4. При температуре наружного воздуха ниже -20°C сварочные работы не производить.
5. Перед сваркой электроды прокалить по режиму, указанному в таблице. Электроды хранить в термопепаллах.

Разработал:

Специалист сварочного производства III уровня

С технологической картой ознакомлены:

Мастер

«___» _____ 200 г.

Бригадир

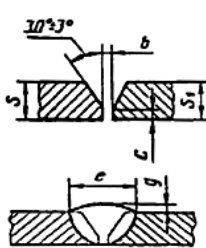
«___» _____ 200 г.

Сварщик

200 г.

Сварщик

«___» _____ 200 г.

Объект строительства	Организация, проводящая работы					Способ сварки	Диаметр	Стыкуемые элементы					Шифр карты
Характеристика труб для сварки						Схема сборки, геометрические параметры шва С17						Режимы прокатки сварочных материалов	
Марка стали	Стандарт	Диаметр мм	Толщина стенки, S _{ст.}	Временное сопротивление, МПа	C _{экв.} %		S, S ₁	b	c	e	g	Примечание: 1. Режимы прокатки электродов указывается на упаковке сварочных материалов завода изготовителя.	
							9	2 ⁻¹	1	13	1-2		
							10 11	2 ⁻¹	1	16	1-2		
							16	2 ⁻¹	1	23 ⁻⁴	1-2		
							18 34	2 ^{-1,5} 3 ^{-1,5}	1 ^{-0,5} 1 ^{-0,5}	26 ⁻⁴ 34,40	1-2 1-3		
Н о р м а т и в н ы е п а р а м е т р ы с в а р к и													
С л о й ш в а	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Полярность	Величина сварочного тока, А			Температура прокатки электродов, °С	Время прокатки, Час					
				Пространственное положение сварки									
				Потолочное, РЕ	Вертикальное, РВ	Нижнее, РА							
Прихватка и «корень» шва		2,5	п р я м а я	50 - 70	50 - 75	60 - 80	350-400	2					
Заполняющие		2,5 – 3,25	Обратная	70 - 120	80 - 130	90 - 140	350-400	2					
Заполняющие слои и «облицовоч		3,25 – 4,0	Обратная	110 - 130	110 - 140	120 - 160	350-400	2					

Практическая работа №8

Тема: "Технология сварки разнородных и двухслойных сталей"

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении технологии сварки разнородных и двухслойных сталей

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Самостоятельно изучить тему: «Технология сварки разнородных и двухслойных сталей»
3. Начертить таблицу №1 «Классификация сталей, применяемых в сварных соединениях разнородных сталей»
4. Зарисовать схему комбинированной наплавки свариваемой кромки
5. Ответь на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Назначение комбинированных конструкций и классификация разнородных сталей

Для экономии дорогостоящих высоколегированных сталей используют комбинированные конструкции, которые изготавливают из нескольких сталей. Сварка высоколегированных сталей с низко - или средне легированными и углеродными не всегда обеспечивает достаточную прочность соединения

Высоколегированные стали содержат дорогие, дефицитные элементы, что обуславливает необходимость их экономии. Одним из путей экономии высоколегированных сталей является изготовление установок, машин и механизмов из разнородных сталей. Такое изготовление вполне возможно, так как

во многих случаях в условиях, требующих применения специальных сталей, работает не вся конструкция, а лишь её отдельные узлы или детали.

Остальная часть конструкции работает в обычных условиях и может быть изготовлена из среднелегированной, низколегированной или обычной углеродистой стали.

*Конструкции, сваренные из разнородных сталей, называют **комбинированными**.*

Они применяются в тех случаях, когда условия работы отдельных частей конструкции отличаются температурой, агрессивностью среды, особыми механическими воздействиями.

Таблица.1.

Классификация сталей, применяемых в сварных соединениях разнородных сталей.

Класс сталей и сварочных материалов	Группа	Характеристика сталей	Марки (примеры)
Перлитные и бейнитные	I	Углеродистые	Ст3, 20
	II	Низколегированные	09Г2С, 10ХСНД, 20ХГСА
	III	Легированные среднеуглеродистые	30ХГСА, 40Х, 40ХН2МА, 38ХВ
	IV	Теплоустойчивые (Cr-Mo и Cr-Mo-V)	12МХ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф
	V	Хладостойкие (Fe-Ni)	0Н3, 0Н6, 0Н9
Мартенситные, ферритные, ферритно-мартенситные, аустенитно-мартенситные, ферритно-аустенитные	VI	12%-е хромистые, жаростойкие	08Х13, 12Х13
	VII	Высокохромистые, жаростойкие	08Х17Т, 15Х25Т, 20Х17Н2
	VIII	12%-е хромистые, жаропрочные	15Х11МФ, 15Х12ВНМФ
	IX	Хромоникелевые коррозионностойкие	12Х21Н5Т
Аустенитные стали и сплавы на никелевой основе	X	Коррозионностойкие аустенитные	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т
	XI	Аустенитные жаропрочные	10Х15Н35ВТ, 20Х25Н20С2
	XII	Аустенитные коррозионностойкие и криогенные	Х18Н20, 06Х23Н28М3Д3Т
	XIII	Жаропрочные никелевые сплавы	ХН70ВМТЮФ, ХН56ВМТЮ

Основные трудности при сварке разнородных сталей и способы их преодоления

Проблема сварки разнородных сталей (высоколегированных хромоникелевых с низколегированными или углеродистыми) оказалась одной из наиболее сложных в современной сварочной науке и технике.

Трудности при сварке разнородных сталей:

- ❖ В процессе изготовления сварного соединения или при его эксплуатации в шве *часто образуются трещины*, проходящие по его середине или у границы сплавления.
- ❖ В зоне сплавления *образуется структурная неоднородность*, которая приводит
- ❖ к механической неоднородности, а её наличие сказывается на работоспособности сварного соединения. Характерным признаком структурной неоднородности в зоне сплавления является наличие обезуглероженной прослойки со стороны менее легированной стали и науглероженной – со стороны высоколегированной. Эти прослойки образуются вследствие перемещения углерода из менее легированной стали в более легированную и образуют механическую неоднородность в виде мягкой и твёрдой прослоек. Влияние таких прослоек на работоспособность соединения зависит от их относительной толщины.
- ❖ Вследствие существенного различия коэффициентов линейного расширения сплавляемых металлов *соединения остаются чрезмерно напряжёнными* даже после термообработки, которая в случае сварки однородных металлов снимает такие напряжения.

Появление структурной неоднородности и степень ее развития определяются всеми факторами, способствующими перемещению углерода из менее легированного металла в более легированный. Решающие факторы: последующий нагрев сварного соединения до температур, вызывающих заметную миграцию углерода; время выдержки сварного соединения при этих температурах и химический состав сплавляемых металлов, в особенности содержание в них углерода и карбидообразующих элементов. Структурная неоднородность в зоне сплавления разнородных сталей возникает лишь при нагреве сварного соединения до температуры **350°C**. Существенное развитие она получает при более высоких температурах (**около 500°C**). Наиболее интенсивно развивается эта неоднородность при температуре **600–800°C**.

Отмеченные трудности обусловили особенности сварки разнородных сталей. Для получения качественных и надёжно работающих в специфических условиях сварных соединений необходимо применять технологию сварки, которая предотвращает образование трещин в металле шва и структурной неоднородности в зоне сплавления, и обеспечивает получение сварных соединений с возможно более близкими коэффициентами линейного расширения сплавляемых металлов.

Поэтому при выборе способов и режимов сварки отдают предпочтение технологии, при которой толщина кристаллизационной прослойки минимальна.

Этого достигают следующими методами:

- ✓ Применением высококонцентрированных источников тепла (электронный луч, лазер, плазма);

- ✓ Разделкой кромок или их наплавкой, уменьшающей долю участия сталей, как показано на *рис.1.*;
- ✓ Выбором режимов сварки с минимальной глубиной проплавления;
- ✓ Переходом к дуговой сварке в защитных газах, обеспечивающей интенсивное перемешивание металла ванны.

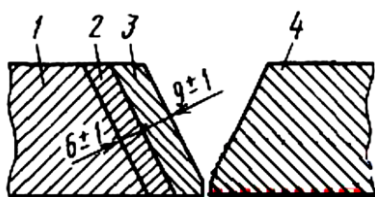


Рис.1.Схема комбинированной наплавки свариваемой кромки: **1** – углеродистая сталь; **2** – перлитный стабилизированный слой; **3** – аустенитный слой; **4** – аустенитная сталь

Выбор сварочных материалов для сварки сталей разных структурных классов

Выбор сварочных материалов должен исключить образование трещин различных видов и обеспечить эксплуатационную надежность сварных соединений. Применяют аустенитные сварочные материалы, обеспечивающие получение композиций наплавленного металла с таким запасом аустенитности, чтобы компенсировать участие в шве перлитной стали и гарантированно получить в высоколегированном шве или наплавке аустенитную структуру.

Большой запас аустенитности металла шва позволяет предотвратить образование малопластичных участков с мартенситной или карбидной структурой в корневых швах и слоях, примыкающих к перлитной стали в условиях неизбежного колебания долей их участия. Однако для этого варианта технологии будет характерна высокая склонность к возникновению горячих трещин в однофазном аустенитном металле шва, образующихся по границам зерен, сформированных в результате миграции. Для их предотвращения в швах со стабильно аустенитной структурой наплавленный металл

легируют элементами, снижающими диффузионные процессы при высоких температурах, применяют электроды типа **X15H25AM6**, содержащие **6% Mo** и **0,2–0,3% N**. Они препятствуют развитию высокотемпературной ползучести и межзеренного проскальзывания в твердом металле при сварке, повышая при этом пластичность в температурном интервале хрупкости и тем самым предотвращают образование горячих трещин. При сварке жестких узлов из аустенитной и среднеуглеродистой стали мартенситного класса корневые слои выполняют электродами, содержащими **до 60 % Ni** и **15 % Mo**. Эти электродные материалы с однофазной аустенитной структурой шва применяют и при сварке перлитных сталей с жаропрочными аустенитными сталями и никелевыми сплавами.

В большинстве таких случаев **при сварке перлитных и аустенитных сталей IX группы** применяют аустенитно-ферритные электроды, образующие в наплавленном металле **10–12% ферритной фазы** и допускающие долю участия **перлитной стали** в металле шва **до 30 %**. При смешивании материала электрода и расплава в том же соотношении будет получен шов, содержащий **4–6% δ-**

феррита, что исключает образование горячих трещин, но несколько увеличивает толщину кристаллизационной прослойки.

Такой вариант технологии допустим **при сварке аустенитных сталей с перлитными (группы II–III)**, содержащими активные карбидообразователи для ограничения диффузии углерода, либо содержащих весьма малое количество углерода путем его частичной замены азотом. Для сварных узлов, эксплуатирующихся при высоких температурах, необходимо применение высоконикелевых электродов типа **XH60M15**. Швы, выполненные такими электродами, хорошо работают в условиях теплосмен из-за равенства коэффициента линейного расширения с перлитной сталью. Этими электродами заваривают дефекты литья сталей **групп IV и V** без последующей термообработки.

При недостаточности или неприемлемости указанных технологических вариантов прибегают к сварке через проставки или к предварительной наплавке кромки перлитной стали аустенитным металлом с последующей сваркой таких заготовок аустенитно-ферритными сварочными материалами с регламентированным количеством **δ -Fe(2–6 %)**.

При сварке высокохромистых ферритных сталей (гр. VIII) с аустенитными (гр. XI–XIII) возможно применение как аустенитных, аустенитно-ферритных, так и высокохромистых электродов. С повышением температуры эксплуатации выше 500°C предпочтительны высокохромистые электроды.

При сварке перлитных сталей с 12%-ми хромистыми сталями необходимо предотвратить образование мартенсита и холодных трещин, а также развития диффузионных прослоек при отпуске и высокотемпературной эксплуатации. При выборе сварочных материалов следует исключить образование хрупких переходных участков в зонах перемешивания сталей. Для обеспечения наибольшей пластичности шва применяют сварочные материалы перлитного класса. Для снижения размеров диффузионных прослоек перлитный наплавленный металл должен легироваться определенным количеством более активных, чем хром, карбидообразующих элементов.

При сварке деталей больших толщин целесообразно электродами типа **Э-ХМ** делать наплавку на кромки высоколегированной стали (барьерный слой), а заполнение разделки осуществлять без подогрева электродами типа **Э42** или **Э50** в зависимости от требований прочности перлитного шва. Температуру предварительного подогрева и отпуска определяют по характеристикам более легированной, т.е. 12%-хромистой стали, но для уменьшения размеров диффузионных прослоек применяют отпуск при минимально допустимой температуре.

При сварке перлитных сталей с более высоколегированными хромистыми сталями группы VII, содержащими 17–28 % Cr применяют электроды аустенитно-ферритного, а также аустенитного классов. Однако при этом следует учитывать описанную структурную неоднородность в зоне сплавления аустенитного шва и перлитной стали. Термообработка в этом случае не требуется.

При сварке разнородных сталей одного структурного класса, но различного легирования, как правило, дополнительных требований к выбору способа сварки и режимов не вводят. Это обусловлено тем, что стали имеют близкие теплофизические свойства, а переходные слои в области границ сплавления мало отличаются от металла шва.

При сварке сталей различных структурных классов, особенно перлитной стали с аустенитной, выбирают способ сварки и режимы, обеспечивающие минимальное проплавление соединяемых металлов. Это позволяет получить высоколегированный шов, приближающийся по составу к присадочному металлу.

Во всех случаях сварочные материалы выбирают из условий предотвращения формирования хрупкого металла шва, а также предотвращения возможности образования в зоне сплавления хрупких прослоек: кристаллизационных и диффузионных.

При сварке сталей одного структурного класса в большинстве случаев используют сварочные материалы, близкие по составу к менее легированной стали. В случае выполнения соединений сталей разного структурного класса (например, перлитного с аустенитной) в большинстве случаев используют высоколегированные сварочные материалы, а в некоторых случаях сплавы на никелевой основе, которые позволяют значительно снизить ширину диффузионных прослоек.

Поскольку при сварке легированных сталей в зоне термического влияния возможно формирование структур закалки, то для предотвращения их образования используют подогрев. Температуру подогрева назначают исходя из свойств стали, наиболее склонной к формированию структур закалки. При этом с целью снижения вероятности формирования диффузионных прослоек назначают минимально допустимую температуру подогрева. При выборе температуры подогрева необходимо учитывать не только свойства свариваемых сталей, но и свойства металла шва. В тех случаях, когда в металле шва возможно образование структур закалки, температуру подогрева назначают исходя из свойств металла шва. Структуру металла шва обычно оценивают по структурной диаграмме.

Когда применение подогрева встречает трудности, используют сварочные материалы, обеспечивающие получение аустенитных швов. Пластичный аустенитный шов позволяет снизить внутренние напряжения в зоне сварки и тем самым предотвратить образование холодных трещин. Следует отметить, что аустенитный шов сдвигает температуру мартенситного превращения перлитной (мартенситной) стали в область более высоких температур. Этому способствуют внутренние напряжения, образующиеся из-за различия коэффициентов линейного расширения.

Развитие мартенситного превращения в области высоких температур позволяет получить более пластичный мартенсит, так как проявляется эффект самоотпуска. Иногда для исключения подогрева при выполнении соединения используют предварительную наплавку на сталь, склонную к закалке, слоя незакаливающейся стали. Наплавку слоя ведут с подогревом или используют отпуск наплавленной детали. Толщину наплавленного слоя назначают из условий,

чтобы в процессе сварки закаливающаяся сталь в зоне термического влияния не нагревалась выше температуры A1 (обычно толщина слоя до 9 мм).

В некоторых случаях для придания определенных свойств металлу в зоне соединения разнородных сталей или снятия внутренних напряжений назначают термообработку. Однако необходимо иметь в виду, что снятие внутренних напряжений возможно только в соединении разнородных сталей одного структурного класса. В сварных соединениях разнородных сталей различного структурного класса из-за различия в коэффициентах линейного расширения в результате термообработки величина внутренних напряжений может возрасти. При назначении термообработки соединений из разнородных сталей необходимо провести оценку возможности формирования диффузионных прослоек.

Таким образом, при назначении термообработки необходима всесторонняя оценка возможных изменений свойств металла в зоне сварного соединения, а также величины внутренних напряжений. В большинстве сложных случаев термообработку (обычно отпуск) назначают, если это приводит к получению в зоне сварного соединения более пластичного металла. Благодаря повышению пластических свойств снижается вероятность хрупкого разрушения сварного соединения.

Очень часто вместо высокотемпературного отпуска, который приводит к развитию диффузионных прослоек, используют нормализацию, которая позволяет снизить интенсивность развития диффузионных прослоек. Последнее обусловлено, во-первых, снижением скорости диффузии углерода в аустените при нагреве выше точки A3, во-вторых, снижением стойкости карбидов.

Сварка разнородных сталей одного структурного класса

Для сталей перлитного класса используют сварочные материалы, рекомендуемые для менее легированной, стали. Например, при ручной дуговой сварке низкоуглеродистой стали с теплоустойчивой хромомолибденовой используют *электроды* типа Э42А или Э50А с покрытием основного вида. При большом различии в легировании рекомендуется использовать сварочные материалы, обеспечивающие наплавку металла промежуточного легирования. Например, при *сварке ВСт3 с хромомолибденовой 15Х1М1Ф* рекомендуются электроды типа Э-09Х1М.

Режим сварки и температуру подогрева назначают исходя из свойств более легированной стали.

При выполнении соединений между высокохромистыми ферритными, ферритно-аустенитными и мартенситными сталями с целью предотвращения образования хрупких кристаллизационных прослоек, а также хрупкого металла шва сварочный материал выбирают ферритно-аустенитного класса. В этом случае обеспечивается формирование металла шва с более мелкой структурой, чем при использовании ферритного сварочного материала.

Сварка ведется с подогревом; после сварки высокий отпуск (700—750 °С).

Для сварки аустенитных и аустенитно-ферритных сталей разного легирования сварочные материалы выбирают исходя из соотношения Cr/Ni. Если в свариваемых сталях соотношение больше единицы, то выбирают аустенитно-

ферритные сварочные материалы. Это позволяет избежать образования горячих трещин в металле шва. Если соотношение в свариваемых сталях $Cr/Ni < 1$ (стали обладают большим запасом аустенитности), то выбирают сварочные материалы, обеспечивающие аустенитную или аустенитно-карбидную структуру. Подобные сварочные материалы используют и при соединении аустенитных сталей с различным соотношением Cr/Ni .

Термообработку разнородных сварных соединений аустенитных и аустенитно-ферритных сталей назначают исходя из их свойств. Если они не упрочняются термообработкой, то после сварки ее обычно не назначают. В отдельных случаях ее назначают для снятия внутренних напряжений. Если свариваемые стали подвергаются термическому упрочнению, то в зависимости от требований используют термообработку.

Сварка разнородных сталей разного структурного класса

Можно выделить две подгруппы разнородных сварных соединений сталей разного структурного класса:

- сварные соединения перлитных сталей с высокохромистыми мартенситными, ферритными и аустенитно-ферритными;
- сварные соединения перлитных, мартенситных и ферритных сталей с аустенитными.

Соединения из перлитных сталей с высокохромистыми мартенситными, ферритными и аустенитно-ферритными характеризуются тем, что в сварном соединении возможно появление холодных трещин, а также развитие кристаллизационных и диффузионных прослоек в зоне сплавления. Соединения перлитной стали с 12 %-ной хромистой обычно выполняют, используя **перлитные электроды** типа **Э-09Х1М** для ручной сварки или **проволоку Св-08ХМ** для сварки под флюсом. Подобные сварочные материалы позволяют получить металл шва с содержанием хрома до 5 %, что обеспечивает достаточную прочность и пластичность металла шва и переходных слоев. Температурный режим сварки назначают применительно к свойствам высоколегированной стали.

Очень часто, особенно при соединении элементов большой толщины, выполняют облицовку кромок 12 %-ной хромистой стали (например, электродами типа Э-09Х1М), а дальнейшую сварку ведут электродами типа Э42 или Э50А, состав которых обеспечивает наплавку металла, близкого к составу менее легированной стали. В тех случаях, когда металл шва работает при температурах, близких к предельной для 12 %-ной хромистой стали, для снижения вероятности образования диффузионных прослоек наплавку на высокохромистую сталь вначале осуществляют электродами типа Э-09Х1МФ или Э-10ХЗМФ6, а затем электродами типа Э-09Х1М.

Для сварки перлитных сталей с высокохромистыми ферритными, аустенитно-ферритными и мартенситными перлитные сварочные материалы нежелательны из-за неблагоприятного легирования металла шва. В этом случае

наблюдается формирование хрупких кристаллизационных прослоек. Для указанных сочетаний обычно используют сварочные материалы аустенитно-ферритного класса, например, электроды типа

Э-08Х24Н6ТАМФ. Эти электроды позволяют получить более стабильную и пластичную структуру металла шва в переходных участках со стороны перлитной стали. Применяют *также аустенитные электроды*. Однако в этом случае химическая неоднородность будет повышенной, и в случае эксплуатации в области высоких температур возможно образование хрупких диффузионных прослоек, что может привести к преждевременному разрушению сварного соединения.

Соединения перлитных, мартенситных и ферритных сталей с аустенитными характеризуются наибольшей химической, структурной и механической неоднородностью. Поскольку применение 142 перлитных сварочных материалов неизбежно приводит к формированию хрупких кристаллизационных слоев, то для выполнения соединений используют аустенитные сварочные материалы, которые выбирают в зависимости от соотношения **Cr/Ni** в аустенитной стали.

- ✓ При соотношении **Cr/Ni > 1** применяют аустенитно-ферритные сварочные материалы, например, *электроды* типа **Э-10Х25Н13Г2**, которые при разбавлении металла шва перлитным основным металлом *до 30 %* обеспечивают получение аустенитно-ферритного шва.
- ✓ Если в свариваемой аустенитной стали отношение **Cr/Ni < 1**, то в этом случае используют сварочные материалы, например, электроды типа **Э-Х15Н25М6АГ2**, обеспечивающие при возможном проплавлении перлитной стали *до 20—30 %* однофазную аустенитную структуру металла шва.

Как правило, соединения перлитных, мартенситных и ферритных сталей с аустенитными термообработке не подвергают, так как это не приводит к снижению внутренних напряжений из-за различия в коэффициентах линейного расширения. Отпуск применяют в тех случаях, если свариваемая сталь склонна к образованию структур закалки в зоне термического влияния. Однако температуру отпуска необходимо назначать минимальную с целью предотвращения образования диффузионных прослоек. Если по условиям для всего изделия отпуск применить нельзя, то выполняют облицовку кромок закаливающейся стали аустенитными электродами. Затем проводят отпуск облицованной стали; после этого выполняют разнородное соединение.

Технология сварки двухслойных сталей.

Чаще всего они состоят из низко углеродистой стали, покрытой слоем коррозионные стали. В качестве антикоррозионного слоя используют аустенитные стали марок **08Х18Н10Т, 08Х17Н13МЗТ** и др.

По химическому составу электроды должны быть однородны с металлом плакированного слоя. Например, для стали **08Х17Н16МЗТ** используют электроды

с покрытием марки **НЖ-16** и проволока марки **Св-06Х19Н10МЗТ**. Для сварки аустенитными электродами применяют постоянный ток обратной полярности.

Чаще всего шов выполняется сначала со стороны углеродистой стали, а затем наплавленный металл со стороны плакированного слоя защищается и сваривается уже плакированный слой. Дуговая сварка двухслойных сталей за техникой выполнения швов аналогичное сварке однослойного металла.

Сварка двухслойных сталей производится следующими способами:

1. Автоматической сваркой под слоем флюса основного и плакирующего слоя,
2. Ручной дуговой сваркой основного и плакирующего слоя,
3. Автоматической сваркой под слоем флюса основного слоя и ручной дуговой сваркой плакирующего слоя,
4. Полуавтоматической сваркой в среде защитным газов основного слоя и аргонодуговой сваркой плакирующего слоя.

При ручной дуговой сварке после выполнения сварного шва со стороны основного слоя производится вырубка или выплавка углеродистого шва со стороны плакирующего слоя. Для сварки плакирующего слоя аустенитными электродами применяют постоянный ток обратной полярности.

Сварку производить короткой дугой. При сварке в несколько проходов последующие слои накладывают после охлаждения предыдущего слоя до температуры не выше **100 °С**

После сварки двухслойных сталей с основным слоем из стали 12ХМ, 12МХ применяют последующую термообработку по режиму высокого отпуска. Нагрев до **температуры**

680-710 °С с выдержкой **2 часа** и охлаждением на воздухе. Во избежание трещинообразования сварку этих сталей рекомендуется вести с **предварительным и сопутствующем** подогревом кромок **до 200-250 °С**.

Контрольные вопросы:

1. Назначение комбинированных конструкций и классификация разнородных сталей
2. Перечислить основные трудности при сварке разнородных сталей и
3. способы их преодоления.
4. Какими методами достигается минимальная толщина кристаллизационной прослойки?
5. Выбор сварочных материалов для сварки сталей разных структурных классов
6. Сварка разнородных сталей разного структурного класса.
7. Сварка двухслойных сталей.

Практическая работа №9

Тема: Расшифровка маркировок сталей, чугуна и цветных металлов по карточкам

Цель работы: Приобрести практические навыки при расшифровке маркировок сталей, чугуна и цветных металлов

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить расшифровку маркировки сталей, чугуна и цветных металлов.
3. Расшифровать марки конструкционных материалов (*Таблица. 1*).

Теоретические сведения

Маркировка сталей

Углеродистые конструкционные стали по качеству (в зависимости от содержания вредных примесей) подразделяют на две группы: стали обыкновенного качества и качественные стали.

- **Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества**

Маркировка углеродистых сталей обыкновенного качества начинается с букв «Ст», после которых стоит цифра от 0 до 6.

Например: Ст2кп, БСт3кп, ВСт3пс, ВСт4.

- ✓ **Ст** – индекс данной группы стали.
- ✓ Цифры **от 0 до 6** - это условный номер марки стали.

Условный номер не связан с химическим составом стали. С увеличением номера возрастает прочность и снижается пластичность стали.

В зависимости от способа раскисления стали могут быть:

- спокойными (сп),
- полуспокойными (пс)
- кипящими (кп).

Допускается в спокойных сталях буквы (сп) не писать.

Перед обозначением «Ст» могут стоять буквы **А, Б и В**. Для сталей группы А при поставке гарантируется соответствие механических свойств ГОСТу, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется соответствие химическому составу, приведенному в ГОСТе, механические свойства в этом случае не регламентируются. Для сталей группы В при поставке гарантируются точное соответствие и механических свойств, и химического состава.

Примеры маркировки:

- ❖ **ВСт4** – сталь углеродистая обыкновенного качества, спокойная, с гарантированным соответствием ГОСТу химического состава и механических свойств;
- ❖ **Ст5кп** - сталь углеродистая обыкновенного качества, кипящая, с гарантированным соответствием ГОСТу механических свойств.

- **Качественные углеродистые конструкционные стали**

В маркировке углеродистых сталей повышенного качества указывается слово «стали» двухзначное число, указывающее среднее содержание углерода в

сотых долях процента. Кроме этого указывается степень раскисления, если сталь отличается от спокойной. Стали с содержанием углерода **до 0,25%** могут поставляться спокойными (**сп**), полуспокойными (**пс**) и кипящими (**кп**). Стали с содержанием углерода больше **0,25%** поставляются только спокойными.

Качественные стали поставляют только группы **В** – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом, поэтому в обозначении не указывается. Буква **Г** в маркировке обозначает, что сталь имеет повышенное содержание марганца (**до 1,2%**). Буква **Л** в конце марки обозначает, что сталь предназначена для получения отливок.

Примеры маркировки:

1. **Сталь 15кп** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием 0,15% углерода, 99,85% железа, кипящая;
2. **Сталь 30Л** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,30%, 99,7% железа, спокойная, применяется для деталей получаемых методом литья;
3. **Сталь 30Г** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,30%, спокойная, содержащая повышенное количество марганца;
4. **Сталь 45** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,45%, остальное – железо; спокойная.

Маркировка легированных конструкционных сталей

Конструкционные легированные стали применяются для ответственных деталей ма-

шин и металлических конструкций.

Принята буквенно-цифровая система маркировки легированных сталей.

Основные легирующие элементы обозначают буквами:

Х – хром **Т** – титан **Г** – марганец
К – кобальт **Н** – никель **Б** – ниобий **М** – молибден **С** –
кремний **Ю** – алюминий **Ц** – цирконий **В** – вольфрам **Р** – бор
Ф – ванадий **Д** – медь **П** – фосфор
А (в середине) – азот

- Маркировка начинается с двухзначного числа, показывающего содержание углерода в сотых долях процента. Если в начале цифр нет, то содержание углерода **около 1%**.
- Далее перечисляются легирующие элементы.

- Число, следующее за условным обозначением элемента, показывает его содержание в процентах. Если число не стоит, то содержание этого легирующего элемента не превышает **1,0 %**.
- Буква **«А»** в конце маркировки указывает, что сталь относится к категории высококачественных (**30ХГСА**),
- Если буква **«А»** находится в середине маркировки - то сталь легирована азотом (**16Г2АФ**),
- Если в начале маркировки буква **«А»** указывает на то, что сталь автоматная с повышенной обрабатываемости резанием (**А35Г2**). Эти стали имеют повышенное содержание серы.
- Индекс **«АС»** в начале маркировки указывает, что автоматная сталь дополнительно содержит свинец.
- Особо качественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву, обеспечивающему очистку от сульфидов, оксидов и других примесей, обозначают добавлением в конце маркировки через тире буквы **«Ш»**.

Примеры маркировки:

1. **45ХН2МФ** - конструкционная сталь, содержащая: 0,42-0,50%С; 0,5-0,8% Мп; 0,8-1,0 % Cr; 1,3-1,8 % Ni; 0,2-0,3 % Мо; и 0,10-0,18 % V, остальное - железо.
2. **Г13** - конструкционная сталь, содержащая: 1% С, 13% Мп, остальное - железо.
3. **15Х25Н19ВС2**- конструкционная сталь, содержащая: 0,15%С, 25%Cr, 19%Ni,
4. до 1,5%W, до 2 %Si, остальное - железо.
5. **20ХГНТР-Ш** высококачественная сталь после ЭШП, содержащая 0,2%С, по 1% хрома, марганца, никеля, титана, бора, остальное - железо.

Маркировка шарикоподшипниковых сталей

- Стали, предназначенные для изготовления подшипников качения, обозначаются буквами **«ШХ»** и цифрой. Буквы означают:
 - **«Ш»** - шарикоподшипниковая,
 - **«Х»** – хромистая.
 - **Цифра** после буквы **«Х»** указывает содержание хрома в десятых долях процента.
 - **Содержание углерода** в подшипниковых сталях составляет **около 1%**. С увеличением содержания хрома и легирующих элементов увеличивается глубина прокаливаемости, то есть увеличивается возможность изготовления деталей большего размера с обеспечением заданных свойств.

Примеры маркировки:

ШХ6 - шарикоподшипниковая сталь, содержащая 1% углерода и 0,6% хрома;

ШХ15СГ - шарикоподшипниковая сталь; содержащая 1% углерода, 1,5% хрома, кремния и марганца до 1%, остальное - железо.

Маркировка порошковых сталей

Маркировка сталей, полученных методом порошковой металлургии, начинается с букв

СП – сталь порошковая.

- Первая цифра после букв «**СП**», как и в случае конструкционных сталей, показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента.
- Последующие буквы обозначают легирующие элементы, а цифры после них - их среднее содержание в процентах (отсутствие цифры означает, что содержание соответствующего элемента $\leq 1\%$).
- В конце марки через тире указывается плотность материала в г/см³.

Пример маркировки:

1. **СП40ХНЗМ-3** - сталь порошковая, содержащая: 0,35-0,45%С; 0,8-1,1%Сг; 2,5-3,5%Ni; 0,3-0,6%Мо, остальное - железо; плотность около 3 г/см³.

Маркировка чугунов

Чугун маркируется буквами, показывающими основной характер или назначение чугуна, и цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления при растяжении **s_b в МПа/10**. Для антифрикционного чугуна в начале маркировки указывается буква «**А**» (АСЧ, АВЧ, АКЧ).

Маркировка серых чугунов

Серый чугун маркируется буквами «**СЧ**» и цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления при растяжении **s_b в МПа/10**. Наибольшее распространение получили чугуны марок: **СЧ12; СЧ15; СЧ18; СЧ21; СЧ24; СЧ28; СЧ32; СЧ38**.

Прочность серых чугунов всех марок при сжатии значительно превышает прочность при растяжении. Например, для чугуна марки **СЧ 24**, имеющего предел прочности **при растяжении 240 МПа**, предел прочности **при сжатии** составляет **850 МПа**.

Пример маркировки:

1. **СЧ10** - серый чугун с пластинчатым графитом, временное сопротивление при испытаниях на растяжение $s_b=100$ МПа;

Маркировка высокопрочных чугунов

Высокопрочные чугуны маркируют **буквами «ВЧ» и цифрами**, которые характеризуют временное сопротивление чугуна при растяжении ***σв в МПа/10***.

Пример маркировки:

1. **ВЧ70** - высокопрочный чугун с шаровидным графитом с пределом прочности на растяжение $\sigma_b=700$ МПа;
2. **ВЧ35** - высокопрочный чугун, временное сопротивление растяжению $\sigma_b=350$ МПа;

Маркировка ковких чугунов

Ковкие чугуны маркируют **буквами «КЧ» и цифрами**, обозначающими временные сопротивления при растяжении ***σв в МПа/10*** и относительное удлинение ***d в %***.

Пример маркировки:

1. **КЧ33-8** - ковкий чугун с хлопьевидным графитом, временное сопротивление растяжению $\sigma_b=330$ МПа, относительное удлинение $d=8\%$.

Маркировка антифрикционных чугунов

Для работы в узлах трения со смазкой применяют отливки из антифрикционного чугуна **АЧС-1, АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-2** и др., что расшифровывается следующим образом:

- **АЧ** - антифрикционный чугун;
- **С** - серый,
- **В** - высокопрочный,
- **К** - ковкий.
- **Цифры** обозначают порядковый номер сплава согласно **ГОСТу**

1585-79.

Маркировка легированных чугунов

Легированные чугуны маркируют аналогично сталям буквами и цифрами. Маркировка начинается с **буквы Ч** – чугун. **Остальные буквы** указывают содержание легирующих элементов в процентах. При содержании легирующего элемента **менее 1,0% цифры** за соответствующей буквой не ставятся. Условное обозначение химических элементов такое же, как и при обозначении сталей.

Пример маркировки:

1. **ЧН19ХЗ** — чугун, содержащий 19% Ni и 3% Cr, остальное - железо.

Если в легированном чугуне регламентируется шаровидная форма графита, в конце марки **добавляется буква «Ш» (ЧН19ХЗШ)**.

Маркировка меди и ее сплавов

Технически чистая медь маркируется: **М00** (99,99 % Cu), **М0** (99,95 % Cu), **М2, М3** и **М4** (99 % Cu).

Маркировка латуни

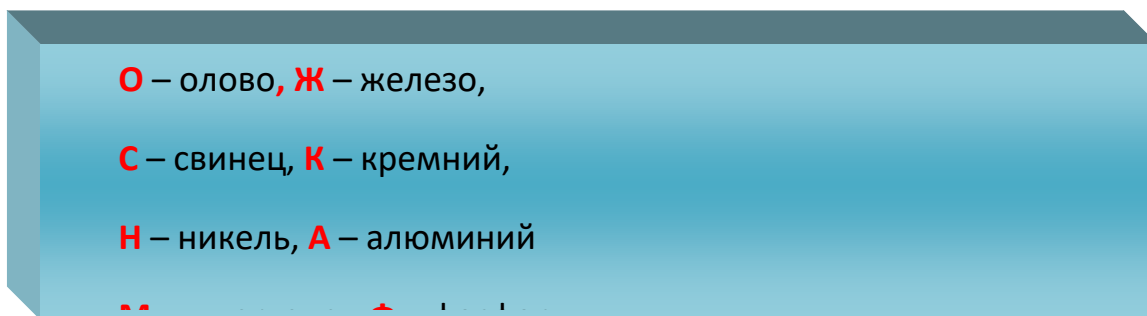
Латунями называются двойные или многокомпонентные сплавы на основе меди, где основным легирующим элементом является цинк.

Обозначают:

- начальной буквой сплава **Л** - латунь,
- после чего следуют первые буквы основных элементов, образующих сплав и цифры, которые показывают содержание элементов в целых процентах.

В латунях не указывается содержание цинка (цинк-остальное).

Основные легирующие элементы в латунях:



Латуни делятся на:

- ✓ Деформируемые,
- ✓ Литейные.

✚ В маркировке **деформируемой** латуни сначала перечисляются все буквы, а потом все цифры через дефис. В маркировке деформируемой латуни не указывается содержание цинка (цинк-остальное).

✚ В маркировке **литейной** латуни после буквенного обозначения легирующего элемента ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Остальное – медь.

Примеры маркировки:

1. **Л62** - латунь деформируемая, содержащая меди 62%, остальное - цинк;
2. **ЛЖМц59-1-1** - деформируемая латунь, содержащая 59% Cu, 1% Fe, 1% Mn, остальное цинк.
3. **ЛАЖ60-1-1** деформируемая латунь содержит 60 % Cu, 1 % Al, 1 % Fe и 38 % Zn.
4. **ЛЦ23А6ЖЗМц2** литейная латунь содержит 23 % Zn, 6 % Al, 3 % Fe, 2 % Mn, остальное - медь.

Маркировка бронзы

Бронзы -сплавы меди с другими элементами (алюминием, свинцом, бериллием, кремнием и т.д.).

Элементы обозначаются такими же буквами, как в латунях. Бронзы маркируют **буквами Бр**, **цифры** за буквами указывают содержание легирующих элементов. *В бронзах не указывается содержание меди (медь - остальное).*

Бронзы подразделяются на:

- ✓ Деформируемые,
- ✓ Литейные.

✚ **При маркировке деформируемых бронз** на первом месте ставятся буквы **Бр**, затем перечисляются буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры через дефис, показывающие содержание этих элементов в сплаве.

✚ **Маркировка литейных бронз** также начинается с букв **Бр**, но цифры, указывающие содержание легирующих элементов в сплаве, ставятся непосредственно после соответствующей буквы.

Примеры маркировки:

1. **БрОФ10-1** – оловянистая деформируемая бронза содержит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.
2. **БрКМц3-1** – кремнистая деформируемая бронза, содержащая 3% кремния и 1% марганца, остальное – медь.
3. **БрО4Ц4С17** - литейная оловянистая бронза содержит 4 % олова, 4 % цинка, 17 % свинца, остальное – медь.
4. **БрС30**- свинцовая литейная бронза содержит 30% свинца, остальное - медь.
5. **Некоторые бронзы имеют специальные названия:**
 - 1). **БрН20** - мельхиор (20% Ni , 80% Cu),
 - 2). **БрН40** - константан (40% Ni , 60% Cu).

Маркировка сплавов алюминия

Алюминий высокой чистоты маркируется **A99 (99,99 % Al), A8, A7, A6, A5, A0**(содержание алюминия *от 99,85 % до 99,0 %*).

Сплавы на основе алюминия бывают:

- ✓ Деформируемыми,
- ✓ Литейными.

Основной легирующий элемент литейных сплавов - кремний (**Si**) и называются они **силуминами**.

Деформируемые сплавы бывают:

- ✓ Ковкими - обозначаются (**АК**) ,
- ✓ Обработанные прокаткой или волочением дуралюмины (**Д**).

В маркировке сплава после букв следует условный номер сплава.

Примеры маркировки:

1. **АЛ-2** - литейный алюминиевый сплав силумин;
2. **Д16** - деформируемый алюминиевый сплав дуралюмин;
3. **АК5** - деформируемый алюминиевый сплав дляковки (алюминий ковочный).

Сплавы алюминия с повышенным содержанием марганца или магния обозначают, соответственно, **АМц**, **АМг**; после обозначения элемента указывается содержание легирующего элемента (**АМг3** – алюминий с содержанием марганца **3%**).

Маркировка порошковых конструкционных материалов на основе цветных металлов

Марки порошковых конструкционных материалов на основе цветных металлов обозначают:

Ал – алюминий,	Бе - бериллий,
Бр - бронза,	Л - латунь,
В - вольфрам, Г – марганец,	
Д - медь, Ж - железо,	
М - молибден, Мг -магний,	
Н - никель,	О - олово,
С - кремний, Св - свинец,	

- **Первый буквенный индекс** обозначает тип материалов:
- **Второй индекс «П»** указывает, что материал получен методом порошковой металлургии.
- **Следующие после него буквы и цифры** обозначают легирующие элементы в целых процентах.
- **Цифра в конце марки после тире**, как и для черных металлов, обозначает группу пористости материала г/см³.

Примеры маркировки:

1. **АлПМг6Г4-4** - конструкционный материал из порошка алюминия с содержанием магния 6%, марганца 4%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см³);
2. **БрПО-4** - конструкционный материал из порошка бронзы, содержащий олова 4%, меди 96%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см³);

3. **ЛП80-4** - конструкционный материал из порошка латуни, содержащий меди 80%, цинка 20%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см³);
4. **ТПАл6М2-4** - конструкционный материал из порошка титана, содержащий алюминия 6%, молибдена 2%, остальное - титан, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см³);
5. **ЖГр0,4Д4НЗ-7,3** - конструкционный порошковый материал на основе порошка железа (Ж), содержащий 0,4% графита, 4% меди, 3% никеля и имеющий плотность 7,3 г/см³

Таблица. 1.

Условное обозначение сварочных материалов

№ варианта	Условное обозначение сварочных материалов
1.	Сталь 08кп, 12ХН, 15Х2МА, 35ХГЛ, ШХ4-Ш, Х18Н10Т, 40Г2, 38Х2МЮА, 55С2, ШХ15, 08Х16Н13М2, Л70, ЛАЖ60-1-1, ЛЖС58-1-1, ЛС74-3, ЛЦ40Мц3А, ЛЦ35НЖА, МНЦС16-29-1,8, БрОЦ4-4, БрО19, БрО10Ц2, БрАЖМц10-3-1,5, СЧ30, СЧ38, ВЧ70, КЧ65-3, ЧХ32, ЧНХТ, ЧС5, КЧ45-6 БрО3Ц12С5.
2.	Сталь 20, 18ХГ-Ш, А12, 16Х18Н12С4Л, 09Г2, 17ГС18Х2Н4МА, 30Х, 9Х16, ШХ15, 12Х18Н9, 40Х10С2М, 50ХН, 35ГЛ, 20Х13Л, Л75, ЛА85-0.5, ЛЦ30А3, ЛЦ35Н2Ж, ЛЦ36Мц20О2С2, ЛЦ16К4, ЛЦ40Мц3Ж, БрО3Ц7С5Н, БрОФ6,5-0,4, СЧ24, ВЧ100, АЧС-4, ЧС17, ЧН15Д7Х2, КЧ60-3, ЧХ3. БрО4Ц4С17.
3.	Сталь 60, 20ХГНТР-Ш, 20Г1ФЛ, ШХ20СГ, А20, 08Х19Н10Т, 03Н18К9М5Т38ХА, 20ХН, 34ХНМ, 70С2ХА, 10ХН13М3Т, 9Х, 35Л, 20ГСЛ, 20ХМФЛ, Л60, ЛОМн72-2-2, ЛЦ40АЖ, ЛС59-1. БрОФ7-0.2. БрО8Н4Ц2. БрО5Ц5С2, МНЦ15-20, СЧ18; СЧ12; ВЧ50, АСЧ-4, КЧ30-6. ЧЮ22-Ш, ЧХ2.
4.	Сталь 45, 12Х2Н4А, 15Л, А40Г, ШХ15, 30Х3МФ, 09Х16Н4Б, 18Г2АФ, 30Х3МФ, 38ХН3МА, 110Г13Л, 08Х15Н4ДМЛ, 20Л, 4Х5МФС, Л96, ЛН65-5, ЛА77-2, ЛО60-1, ЛЦ14К3С3, БрО3Ц12С5, БрАЖ9-4, МН19, МНЖМц30-1-1, СЧ20, СЧ32; ВЧ45, АСЧ-3, ЧС5-Ш, КЧ37-12, КЧ50-4.
5.	Сталь 15, 06Х16Н15М3Б-Ш, 15Х, 12ХН3А, 30ХН2МА, 08Х14НДЛ, 20Х25Н20С2, ШХ4-Ш, 20ГСЛ, 65С2ВА, 3Х3М3Ф, 30ХМА, ШХ20СГ, ШХ15, 15Л, ЛЖМц59-1-1, ЛО90-1, ЛО63-3, ЛЦ23А6Ж3Мц2, БрА7, БрО8С12, СЧ28,

	СЧ10, ВЧ40, ЧХ12, ВЧ30, КЧ30-6, ЧХ3, ЧН15Д7Х2, ЧС5.
6.	Ст6пс, 12Х3НА, 30ХН24ФА, 30ХН2МФА, 15ХФ, 20Х2Н4А, ШХ15СГ, 45Х, 25Г, 15ХРА, МНЦ12-24, БрНХК2,5-0,7-0,6, МНЖКТ5-1-0,2-0,2, БрХ, МН25, КЧ33-8, ЧХ12М, ЧХ18НМ, КЧ55-4, АЧВ-1, АЧК-2, СЧ18, ВЧ100, ЧН2Х, 20Х20Н14С2, Л96, БрО5Ц5С2, ЛАЖ60-1-1, ШХ4-Ш, ЛО60-1.

Практическая работа №10

Тема: Трудности при сварке чугуна и цветных металлов

Цель работы: Приобрести знания и умения при изучении трудностей при сварке чугуна и цветных металлов

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Произвести конспектирование материала «Трудности при сварке чугуна и цветных металлов»
3. Ответить на контрольные вопросы

Теоретические сведения

Трудности при сварке цветных металлов

1. Высокая химическая активность при взаимодействии с газами воздуха. Это приводит к окислению металлов, насыщению их азотом и водородом. В результате наблюдается резкое ухудшение свойств сварных соединений, появление пор и трещин. Это предопределяет необходимость применять более качественные виды защиты (инертными газами, специальными флюсами и покрытиями) по сравнению со сваркой черных металлов, проводить более качественную подготовку под сварку.
2. Высокая чувствительность к сварочному нагреву, которая проявляется в образовании крупнокристаллической структуры металла шва, росте зерна в зоне термического влияния, а для термически упрочняемых сплавов – в неблагоприятных структурных изменениях с образованием охрупчивающих выделений и последующем старении металла. Возможно выпадение эвтектических составляющих, вызывающих местные оплавления границ зерен, что приводит к существенному изменению свойств по сравнению с исходным материалом. Поэтому для цветных металлов необходимо более тщательно выбирать условия сварки и соблюдать стабильность рекомендуемых режимов.

3. Для некоторых цветных металлов и их сплавов характерна высокая склонность к горячим трещинам в связи с большой линейной усадкой кристаллизующегося металла, образованием грубокристаллической структуры и наличием примесей (алюминиевые, магниевые, никелевые сплавы).
4. При взаимодействии металлов с водородом могут образовываться хрупкие гидриды (титан и его сплавы), выделяющиеся в металл, с увеличением объема, что приводит к развитию внутренних напряжений и способствует образованию холодных трещин. Последние могут развиваться даже при вылеживании конструкций после сварки. Одним из характерных дефектов является также пористость, связанная преимущественно с насыщением сварного соединения газами, в первую очередь водородом. Вследствие различной растворимости газов в твердом и жидком состояниях, перемещения их из основного металла в зону сварки, протекания химических реакций с выделением газообразных продуктов создаются благоприятные условия для зарождения и развития пористости. Отмеченные особенности требуют высокой культуры производства при сварке цветных металлов и сплавов.

Трудности при сварке чугунов объясняются следующими их свойствами:

1. *Отсутствие площадки текучести чугуна и низкая пластичность* приводят к появлению трещин при напряжениях, достигающих временного сопротивления. Эти напряжения могут быть внутренними, возникающими при неравномерном нагреве и охлаждении во время отливки или сварки деталей, и внешними - от перегрузок при эксплуатации изделия. Трещины могут возникать как в целом металле, так и в металле шва в процессе сварки и при охлаждении сварного изделия.
2. *Склонность чугуна при высоких скоростях охлаждения закаливаться* с образованием закалочных структур (мартенсита, бейнита, троосхита). В закаленных участках чугун становится твердым (800 НВ) и не поддается механической обработке. Закалочные структуры вредны еще и потому, что их образование сопровождается появлением закалочных напряжений и образованием трещин. Удельная плотность закалочной микроструктуры в виде мартенсита значительно ниже удельной плотности железа (см. гл. VI), разница в удельных плотностях приводит, к напряжениям и межзеренным трещинам.
3. *Способность чугуна к отбеливанию* при быстром охлаждении места сварки обычно приводит к образованию тонкой отбеленной прослойки на границе сварного шва и металла изделия. Эта отбеленная прослойка имеет низкую пластичность по сравнению с другими участками сварного соединения, и под влиянием растягивающей силы, образующейся при охлаждении сварного соединения, она вместе с наплавленным металлом

откалывается от основного металла или вызывает трещину по границе отбеленной прослойки с основным металлом.

4. **Чугуны быстро переходят от жидкого состояния к твердому.** Это свойство чугуна затрудняет сварку его в наклонном и вертикальном положениях и не позволяет вести сварку в потолочном положении.
5. **Склонность к образованию пористости,** что объясняется низкой температурой плавления (**$T_{пл} \text{ чугуна } 1142^{\circ}\text{C}$** при содержании углерода **4,3%**; **промышленные чугуны** обычно имеют **$T_{пл}=1200-1250^{\circ}\text{C}$**) и быстрым переходом из жидкого в твердое состояние. Поэтому газы (в основном СО и СО₂, образующиеся при окислительной атмосфере) не успевают выделиться из металла.
6. **Разнородность чугунных изделий по химическому составу,** термической обработке и структуре, что требует разнообразной технологии и приемов сварки. Мелкозернистые серые чугуны свариваются лучше, чем крупнозернистые. Плохо свариваются так называемые черные чугуны, которые в изломе имеют крупнозернистое строение темного цвета. Такие чугуны называют графитными, так как в них весь углерод находится в виде свободного графита. При сварке чугуна с такой структурой не получается необходимое качество сварного соединения.
7. **Чугунные детали, работающие длительное время при высоких $T^{\circ}\text{C}$** почти не поддаются сварке. Это происходит в результате того, что под действием высоких $T^{\circ}\text{C}$ углерод и кремний окисляются и чугун становится очень хрупким.
8. **Чугунные детали, работающие длительное время в соприкосновении с маслом и керосином** плохо поддаются сварке. Это происходит в результате того, что поверхность чугуна как бы "пропитывается" маслом и керосином, которые сгорая при сварке, образуют газы, способствующие появлению сплошной пористости в сварном шве.

Контрольные вопросы:

1. Каковы основные трудности и технология сварки чугуна? Почему чугуны свариваются хуже сталей?
2. Когда применяют горячую и холодную сварки чугунов?
3. Назовите примерные составы флюсов, которыми пользуются при сварке чугунов.
4. Назовите марки электродов для холодной сварки чугунов.
5. Какие флюсы применяют для пайки чугунов?

Практическая работа №11

Тема: Вычерчивание схем высокопроизводительных способов сварки и дать их характеристику

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении высокопроизводительных способов сварки

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями.
2. Начертить схемы высокопроизводительных способов сварки.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Высокопроизводительные способы ручной дуговой сварки

Повышение производительности ручной дуговой сварки является весьма актуальной задачей в связи с тем, что в промышленности, строительстве и других, отраслях народного хозяйства ручной сваркой занимаются еще десятки тысяч рабочих электросварщиков.

Ручная дуговая сварка может быть более экономичной при снижении массы наплавленного металла и достигается в результате таких мероприятий:

- применения прогрессивных видов проката (низколегированного высокопрочного, низколегированного термически упрочненного), позволяющих уменьшить толщину свариваемых деталей и катеты швов;
- использования экономичных видов разделок кромок под сварку;
- подготовки кромок толстолистного металла под сварку с X-образной разделкой;
- соблюдения технологической дисциплины при подготовке кромок основного металла под сварку;
- внедрения кондукторов и манипуляторов для сварки конструкций в нижнем положении;
- выбора электродов оптимальных марки и диаметра для данной операции;
- применения специализированных марок покрытых электродов, обеспечивающих глубокий провар корня шва.

Чтобы облегчить труд сварщика и повысить производительность труда в промышленности, применяют различные высокопроизводительные способы сварки:

1. Сварка опиранием
2. Сварка пучком электродов
3. Сварка наклонным электродом
4. Сварка лежащим электродом

5. Сварка трехфазной дугой
6. Сварка электродами с железным порошком в покрытии;
7. Безогарковая сварка

Сварка опиранием

Еще в пятидесятые годы широко применялась сварка способом опирания (погруженной дугой, ультракороткой дугой).

При сварке этим способом электрод *опирался на деталь чехольчиком покрытия и затем под легким нажимом сварщика самостоятельно плавился полузакрытой дугой, наплавляя валик металла в стыковое или угловое соединение.*

Для сварки опиранием не требовалось высокой квалификации сварщика, нужны были только его небольшие практические навыки. Электроды для этой сварки применялись с повышенной толщиной покрытия, сила сварочного тока допускалась **на 20—40 %** выше обычной. В результате скорость сварки увеличивалась примерно **на 40—50%**, увеличивалась глубина провара, разбрызгивание было минимальным. Этот способ успешно применялся, особенно для сварки однопроводных угловых и стыковых швов.



Рис. 1. Сварка опиранием

Для сварки опиранием применяются рутиловые электроды с высокой степенью наплавки.

Рутиловые электроды выпускаются также с обмазкой, обеспечивающей высокую степень наплавки для повышения производительности сварки.

Сварка пучком электродов

Сварка пучком электродов - при этом методе сварки электроды, составляющие пучок, по всей длине, за исключением оголенных концов, плотно прилегают друг к другу, соприкасаясь электродным покрытием, являющимся хорошим электрическим изолятором.

Голые концы собранных в пучок электродов соединяются друг с другом в держателе специальной конструкции, или прихватываются электродуговой сваркой. Благодаря прихваткам между концами электродов создается надежный электрический контакт.

При сварке пучком дуга горит поочередно между каждым электродом и изделием. Дуга загорается вначале у того электрода, который ближе других

находится к поверхности свариваемого изделия. После расплавления некоторой части этого электрода дуга на нем гаснет, но в тот же момент она возникает на торце другого электрода, конец которого в это время оказался наиболее близким к изделию. Автоматически возникая то на одном, то на другом электроде, сварочная дуга расплавляет по очереди все электроды.

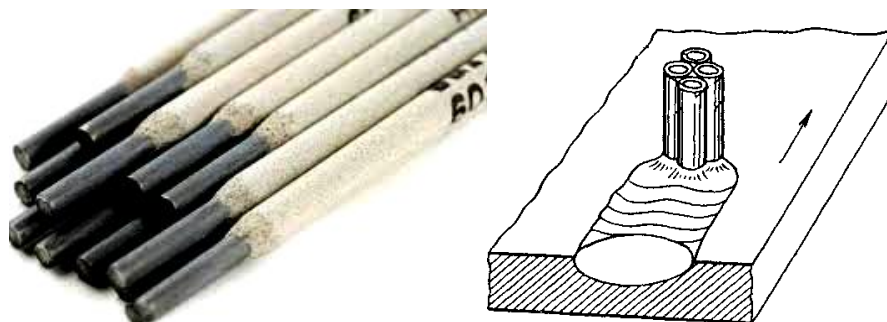


Рис. 2. Электроды. Сварка пучком электродов

Благодаря попеременному плавлению электродов нагрев каждого из них получается меньшим, чем нагрев при сварке одним электродом. Это дает возможность сварку пучком производить на большем токе при меньших потерях металла на угар и разбрызгивание.

При больших скоростях расплавления электродов достигается и большая производительность сварки. Кроме того, в процессе плавления электродов в пучке лучше используется тепловая энергия дуги, которая производит, подогрев электродов перед их плавлением.

Дальнейшим развитием способа сварки пучком электродов явилась сварка опирающимся пучком. Сварка пучком электродов может применяться для всех типов соединений.

К основным преимуществам сварки пучком электродов относятся:

- 1). Повышение производительности сварки **до 100%**;
- 2). Увеличение коэффициента использования сварочного поста и уменьшение удельного расхода электроэнергии **на 20—30%**;
- 3). Улучшение качества швов за счет уменьшения перерывов на смену электродов.

К недостаткам следует отнести непригодность пучка для сварки первого слоя в разделке стыкового шва, а также при сварке вертикальных и потолочных швов на тонкостенных изделиях.

Способ изготовления пучков. Сборку электродов в пучки можно производить в процессе изготовления толстопокрывных электродов, на заводе или непосредственно на месте сварки путем связывания нескольких электродов в пучки. При изготовлении электродов в электродных мастерских или на электродных заводах соединение электродов в пучки производят после их кратковременного воздушного просушивания. Собранные таким образом

электроды слегка сжимают и после склеивания их в местах соприкосновения окончательно просушивают и прокаливают. Оголенные концы электродов пучка соединяют прихватками.

Сборку пучков на месте сварочных работ производят в случае отсутствия пучков заводского изготовления. В этих случаях электроды укладывают так, чтобы они плотно прилегали по всей длине один к другому без зазора, затем туго перевязывают их крепкими нитями, тонким шпагатом или мягкой тонкой отожженной стальной проволокой. По длине пучка располагают две или три перевязки.

Для удобства закрепления пучка в электрододержателе прихватки обычно располагают *на расстоянии 20—30 мм* от торца пучка. *Размеры прихваток* в зависимости от диаметра электродов получаются *от 6 до 10 мм* в диаметре.

Сварка наклонным электродом

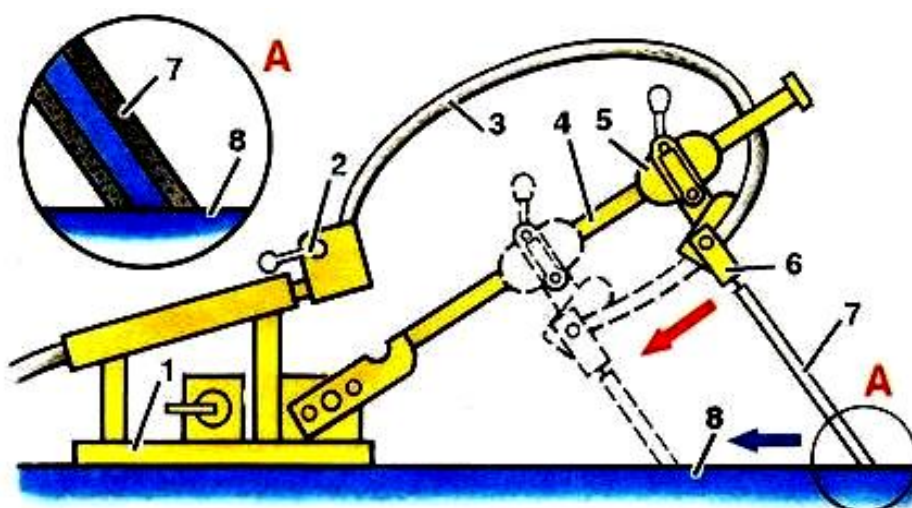


Рис. 3. Сварка наклонным электродом. 1. Опора с магнитом; 2. Рубильник; 3. Питающий кабель; 4. Направляющая штанга; 5. Каретка; 6. Электрододержатель;

7. Электрод диаметром 6 мм, длиной не более 700 мм; 8. Свариваемая деталь

Магнит с выключателем является основным элементом, обеспечивающим фиксацию приспособления на свариваемой поверхности. Направляющую штангу можно устанавливать под определенным углом к свариваемой поверхности с последующей фиксацией. Ее можно закреплять на левой или правой стороне опоры, что обеспечивает левую или правую сварку. Каретка имеет корпус, в котором на осях закреплены шарикоподшипники, обеспечивающие плавность хода по штанге.

Электрододержатель крепится к каретке на рычаге шарнирно и имеет отключающее устройство, дающее возможность разорвать дугу в конце сварки. Положение электрододержателя можно фиксировать на рычаге, что позволяет устанавливать электрод под разными углами к свариваемой поверхности. Перемещение каретки по штанге происходит под собственным весом по мере

сгорания электрода. Рубильник служит для обесточивания сварочной цепи на период установки приспособления на свариваемое изделие. Он состоит из корпуса и контактной группы. Приспособление присоединяют к сварочному кабелю с помощью быстросъемной муфты.

Приспособление работает следующим образом:

Направляющую штангу устанавливают под необходимым углом к нижней плоскости на левой или правой стороне опоры. Изменение угла дает возможность получать при сварке электродом одного диаметра катеты различной величины. Электрододержатель фиксируют под определенным углом к нижней плоскости. Каретку заводят на штанге в верхнее положение. В электрододержатель вставляют электрод. Приспособление устанавливают на свариваемом изделии в рабочее положение, т. е. боковая грань опоры совпадает с линией шва, а конец электрода опирается о металл в начале шва. В этом положении приспособление фиксируют включением магнита.

Включают рубильник и начинается процесс сварки. Каретка плавно опускается под собственным весом по штанге по мере сгорания электрода. Когда **огарок электрода** достигнет **25—30 мм**, срабатывает отключающее устройство и происходит разрыв сварочной дуги. Применяемые электроды имеют **диаметр 6 мм** и **длину более 700 мм**. **Максимальный сварочный ток 350 А**. **Минимальная ширина листа** в месте сварки **200 мм**.

Приспособление предназначено для сварки угловых, тавровых и нахлесточных соединений металлоконструкций в нижнем положении.

Основной особенностью электродов является образование при сварке на его конце козырька из покрытия, которым он опирается на свариваемое изделие, поддерживая, таким образом, постоянную длину дуги при сварке. Козырек с верхней стороны несколько удлинен, что способствует отклонению дуги в сторону свариваемого изделия. Постоянство расположения козырька в процессе сварки обеспечивается нанесением покрытия с высокой степенью концентричности.

С целью увеличения времени плавления электроды изготавливают **длиной 550—900 мм**. Для обеспечения легкого возбуждения дуги на конец электродов наносят ионизирующее покрытие, а для предотвращения наплывов в местах стыковки швов используют электроды с углублением в концах стержней.

Техника сварки наклонным электродом сравнительно проста и для ее освоения не требуется капитальных затрат и длительного обучения операторов-сварщиков. Для овладения этим способом сварки достаточно **4—5 дней**. Этим способом сварки можно изготавливать сплошностенчатые фермы, двутавровые балки, колонны, башмаки и другие строительные конструкции. При сварке поясных швов двутавровых балок и колонн **один сварщик**, применяя **3—4** приспособления, заваривает **за 1 час около 40 м** шва.

По сравнению с обычной электродуговой сваркой покрытыми электродами при сварке наклонным опирающимся электродом **производительность** труда

повышается **в 2—2,5** раза. Благодаря маневренности, простоте оборудования и его обслуживания сварка наклонным электродом в нижнем положении может быть с большой эффективностью применена на заводах строительных металлоконструкций для изготовления несерийной продукции, индивидуальных заказов, а в некоторых случаях и при серийном производстве.

В настоящее время сваркой наклонным электродом начинают выполнять вертикальные тавровые сварные соединения металлоконструкций. Сварочное устройство несложно по конструкции, удобно в работе, на свариваемую конструкцию устанавливается с помощью постоянных магнитов, применяется для сварки конструкций из металла толщиной **4—10 мм**. **Угол наклона электрода к оси шва 45°**. **Масса** движущейся части устройства **900 г**. Устройство обеспечивает надежный и стабильный процесс сварки, увеличивая в **1,5—2** раза **производительность** труда по сравнению с обычной ручной сваркой.

Сварка лежачим электродом

Толстопокрытый электрод кладется в разделку шва. С помощью вспомогательного угольного или металлического электрода возбуждается дуга между свариваемым металлом и концом лежачего электрода. Дуга горит под слоем электродного покрытия и перемещается по длине электрода по мере его плавления.

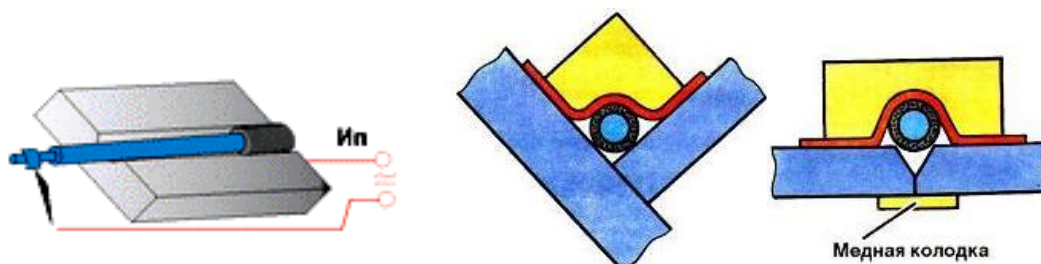


Рис. 4. Сварка лежачим электродом

Для ускорения процессов можно вторым электродом вести сварку обычным способом, плавя его позади дуги лежачего электрода. **Длина** лежачего электрода во избежание сильного перегрева его должна быть **не больше 1200 мм**. Покрытия наносятся на электрод более толстым слоем, чем обычно, — **толщиной от 1,5 до 3 мм** в зависимости от диаметра электрода. При многослойной сварке в шов можно закладывать одновременно несколько электродов. Каждый из электродов, уложенных в шов, питается от отдельного сварочного трансформатора.

Так как один сварщик может обслуживать несколько рабочих мест, то при использовании этого способа можно повысить производительность труда. Сварку лежачим электродом целесообразно использовать в местах, куда доступ для выполнения сварки обычными способами затруднен или исключен.

Сварка трехфазной дугой

При сварке трехфазной дугой подключение к сети производится одновременно к трем фазам: к двум подключается два электрода, а к третьей фазе — свариваемое изделие. При таком подключении электродов, в отличие от обычного способа дуговой сварки, горят три дуги: две между электродами и изделие и третья дуга между электродами.

Третья дуга повышает скорость расплавления электродов, благодаря чему на **100 — 120%** повышается **производительность сварки**, на **10—15%** повышается **коэффициент наплавки**. В зависимости от взаимного расположения электродов и детали может быть несколько схем сварки трехфазной дугой.



1-я схема. Сварка двумя электродами, находящимися в двух электрододержателях.

Изменяя угол между электродами и расположение их относительно свариваемого изделия, можно получить различную глубину проплавления и ширину валика. **К недостатку** этой схемы следует отнести наличие двух электрододержателей, усложняющих процесс сварки.

Рис. 5. Сварка двумя электродами, в двух электрододержателях



2-я схема. Сварка двумя параллельными электродами, находящимися в одном специальной конструкции электрододержателе.

Электроды между собой изолированы толстым слоем покрытия. Сварка по этой схеме более проста и удобна.

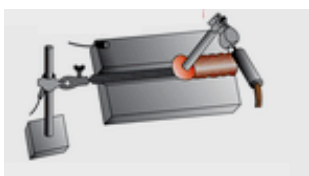


Рис. 6. Сварка двумя параллельными электродами

3-я схема. Электрод, расположенный на изделии.

Один электрод с толстым или качественным покрытием уложен на свариваемое изделие, второй электрод укреплен в обычном однофазном электрододержателе.

Рис. 7. Электрод, расположенный на изделии

4-я схема. Сварка независимой дугой тремя параллельно расположенными электродами.

Каждый электрод подключен к одной фазе. Изделие в сварочную цепь не включено. По этой схеме так же, как и при второй, требуется изготовление электрододержателя специальной конструкции.

К недостаткам сварки трехфазной дугой следует отнести:

- Трудность выполнения сварных швов, расположенных на вертикальной плоскости или находящихся в потолочном положении;

- Быструю утомляемость сварщика вследствие большого веса и размеров электрододержателя, особенно в случае применения электродов большого диаметра;
- Необходимость изготовления специальных, нестандартных спаренных электродов;
- Потребность в специальных трехфазных трансформаторах и необходимых устройствах, предназначенных для быстрого тушения дуги между электродами.

Сварка электродами с железным порошком в покрытии

Для повышения производительности (увеличения коэффициента наплавки) ручной дуговой сварки и наплавки, а также других способов дуговой сварки покрытыми электродами (в состав покрытия электродов добавляют **железный порошок**).

Содержание железного порошка в покрытии составляет (**40—60%**). Высокая производительность электродов достигается за счет дополнительного металла, содержащегося в покрытии, снижения потерь металла от разбрызгивания и более высоких допустимых сварочных токов.

Коэффициент наплавки высокопроизводительных электродов с железным порошком составляет в зависимости от диаметра стержня, режима сварки и коэффициента массы покрытия **12—20 г/А-ч**. В электродах некоторых марок масса наплавленного металла в **1,5—2 раза** превышает массу электродного стержня.

Рассмотрим 2 электрода

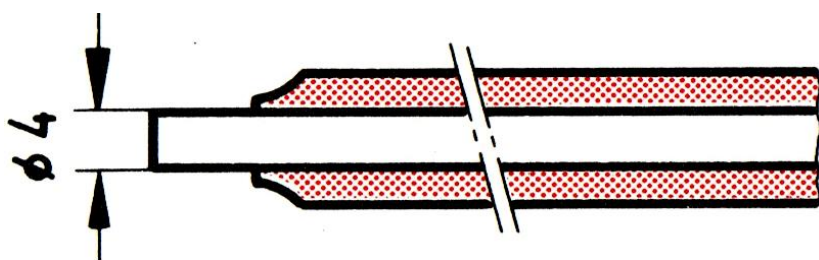


Рис. 8. Электрод для ручной дуговой сварки

Диаметр электрода **4 мм**, длина электрода **450 мм**. Масса стержня **40 грамм**.

$$\text{Коэффициент наплавки} = \frac{40}{40} \times 100\% = 100\%$$

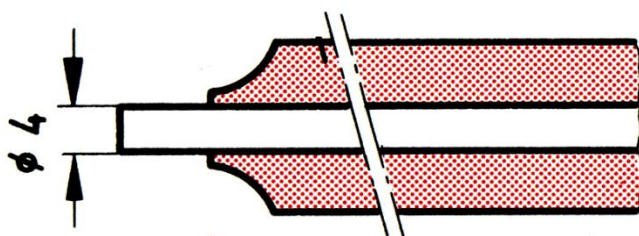
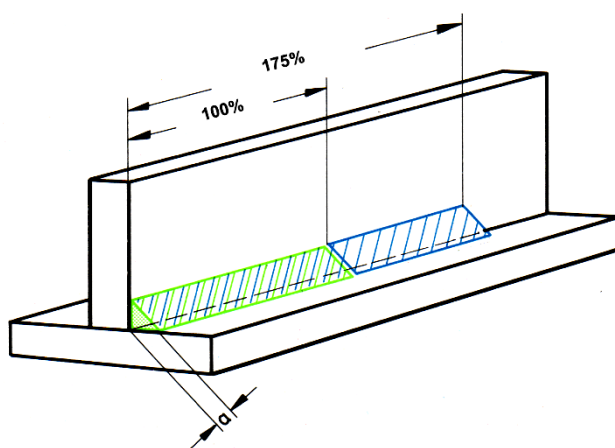


Рис. 9. Электрод для ручной дуговой сварки

Диаметр электрода **4 мм**, длина электрода **450 мм**. Масса стержня **40 грамм**. Масса железного порошка **30 грамм**.

$$\text{Коэффициент наплавки} = \frac{30+40}{40} \times 100\% = 175\%$$



Время расплавления обоих электродов одинаково, составляет примерно **70 сек.**

Рис. 10. Длина швов, наплавленных первым электродом (зеленый цвет), вторым электродом - зеленый + синий цвет.

Вывод: электродом с железным порошком в покрытии можно получить шов **на 75%** длиннее.

Основное преимущество этих электродов - высокая производительность наплавки.

Недостатки электродов:

- Сварка только в нижнем положении;
- Высокий уровень задымленности;
- При сварке большими диаметрами необходимы мощные источники тока (**до 600А**);
- Потери времени на удаление шлака и замену электродов

E42 2 R 53 H10 коэффициент перехода **150%**

E38 4 B 73 H10 коэффициент перехода **240%**



Безогарковая сварка

Безогарковая сварка это ручная сварка металлическим электродом, характеризующаяся полным использованием каждого из штучных электродов, без огарка, для чего перед началом сварки электроды привариваются торцами к электрододержателю.

Электрододержатель (рис. 12) состоит из цилиндрической рукоятки, в которую с одной стороны вмонтирован провод, а с другой — изогнутый штырь, к концу которого прихватываются торцами электроды.

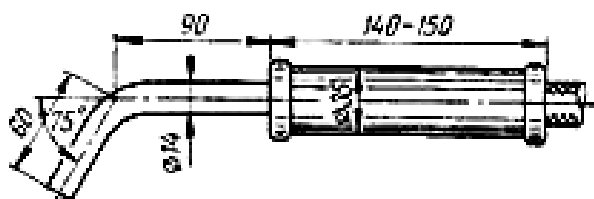


Рис. 12. Электрододержатель для безогарковой сварки

Преимущества:

- Безогарковая сварка позволяет увеличивать **сварочный ток** на **10 - 15 %**,
- Уменьшает смену электродов, а, следовательно, увеличивается производительность труда.

Многие сварщики применяют безогарковую сварку. Для этого пользуются электрододержателем без зажимов, имеющим стальной стержень, к которому приваривается верхний торец электрода. Для приварки электрод нижним концом упирают в свариваемый металл, а к верхнему торцу прикасаются рабочей плоскостью электрододержателя. В месте контакта электрод приваривается к электрододержателю. При сварке электрод расплавляют на всю длину, не оставляя огарка. Затем приваривают к электрододержателю новый электрод и продолжают сварку. Операция приварки электрода занимает меньше времени, чем освобождение огарка и зарядка нового электрода. При приварке электрода необходимо отворачивать лицо, чтобы не облучать глаза.

Безогарковая сварка увеличивает производительность труда, однако она не свободна от недостатков.

Недостатки:

- Затрудняется манипулирование электродом, что при недостаточном опыте сварщика отрицательно сказывается на качестве сварного соединения;
- Приварка электрода по сравнению с закреплением его в обычном электрододержателе - более сложная операция.

Ванная сварка

Ванный способ применяют при сварке стыков арматуры железобетонных конструкций. Сущность способа заключается в следующем: к стержням арматуры в месте стыка приваривают стальную форму, в которой теплотой дуги создают ванну расплавленного металла, непрерывно подогреваемую дугой. От теплоты металла ванны плавятся торцы свариваемых стержней, образуется общая ванна металла шва и затем при остывании - сварное соединение.

При сварке вертикальных швов в качестве формующей детали применяют штампованную форму из листовой стали, которую приваривают к нижнему стержню. Затем прихватывают конец верхнего стержня к нижнему и переходят к заполнению формы наплавляемым металлом. Для выпуска шлака прожигают электродом отверстия в стенке формы, которые затем заваривают.

Процесс сварки ведут при больших токах. Например, для электродов диаметром

5...6мм сварочный ток достигает **400 ... 450 А**. Сварку при низких температурах выполняют **током** выше установленного **на 10... 12%**. **Зазор** между торцами свариваемых стержней должен **быть не менее удвоенного диаметра электрода**.

Сварку можно выполнять одним или несколькими электродами одновременно. Рекомендуется применять электроды **марки УОНИ-13/55**.

Преимущества:

- Ванный способ значительно уменьшает расход электродов и электроэнергии,
- Снижает трудоемкость и себестоимость сварочных работ.



Рис. 13. Ванночки для сварки арматуры

Ванночки для сварки арматуры (скобы-накладки) применяются для создания арматурных стержней, длина которых больше стандартной длины выпускаемой арматуры.

Ванный способ сварки широко применяется при строительстве зданий и сооружений, железобетонных конструкций и арматурных каркасов.

Ванная сварка позволяет получить

единый силовой каркас без потери жесткости и прочности по всей длине конструкции.

Выполнять стыковку арматуры при таком виде сварки возможно как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.

Разъемные формы чаще всего изготавливают из меди любых марок с помощью штамповки, литья или механической обработки, а также из графита. Запрещается изготавливать формы из сплавов меди (латуни, бронзы). Для сварки горизонтальных стыков арматуры при очень стесненных, условиях работы применяют неразъемные медные желобчатые подкладки.

Наиболее долговечны инвентарные формы, изготовленные *из меди*. Их **оборачиваемость** (количество стыков, сваренных в одной форме без ее ремонта) в зависимости от способа изготовления составляет **100—150 стыков**. **Оборачиваемость графитовых** форм примерно в **2—2,5 раза** меньше, чем медных. Кроме того, графитовые формы гигроскопичны и требуют прокалки перед сваркой.

Любая инвентарная форма может быть испорчена при сварке первого стыка, если не будет соблюдаться техника сварки.

Контрольные вопросы:

37. Выбери один правильный ответ

- 1). В чем заключаются преимущества сварки пучком электродов?
 - а). *повышается производительность труда,*
 - б). *увеличивается ширина шва,*
 - в). *хорошо варить в вертикальном и потолочном положении.*
- 2). При безогарковой сварки электрод приваривают:
 - а). *к другому электроду,*
 - б). *к электрододержателю,*
 - в). *к свариваемой детали,*
- 3). Для чего применяется ванная сварка?
 - а). *для сварки ванн,*
 - б). *для сварки арматуры встык,*
 - в). *для сварки в ваннах под водой*
- 4). Какие электроды называют высокопроизводительными?
 - а). *электроды с кислым покрытием*
 - б). *электроды с железным порошком в покрытии*
 - в). *электроды с толстым покрытием*

38. Заполни люки

1. Повысить производительность труда можно применив сварку электродами с

порошком в покрытии.

2. Для сварки опиранием применяют электроды с высокой скоростью
3. При сварке опиранием сила сварочного тока % выше обычной.
4. При сварке пучком электродов, электроды плотно прилегают к
5. При сварке наклонным электродом сварщик может заварить за 1 ч около м сварного шва.
6. Длина лежачего электрода во избежание сильного перегрева его должна быть не больше мм.
7. Ванный способ применяют при сварке стыков железобетонных щей.
8. Зазор между торцами свариваемых стержней должен быть удвоенного электрода.
9. При сварке трехфазной дугой подключение к сети производится одновременно к фазам: к двум подключают электрода, а к третьей фазе —
10. Содержание железного порошка в покрытии составляет %
11. Электродом с железным порошком в покрытии можно получить шов % длиннее.
12. В электроде Е42 2 R 53 Н10 коэффициент переход %.
13. При безогарковой сварке перед началом сварки электроды приваривают
14. Безогарковая сварка позволяет увеличивать сварочный ток на — %, уменьшает время на смену

Практическая работа №12

Тема: "Сварка алюминия"

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении сварки алюминия

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Самостоятельно изучить тему: «Сварка алюминия».
3. Составить описание «Сварка алюминия».
4. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Наиболее важные области применения алюминиевых сплавов в настоящее время – авиационная и ракетная техника. Высокие удельные характеристики, технологичность, ценовая доступность – ценные свойства, изначально определившие выбор авиаконструкторов. Для работы узлов в реальных условиях эксплуатации в космосе необходима также стойкость материалов к воздействию факторов космического пространства: высокого вакуума, перепадов температур, радиации и пр. В настоящий момент этим требованиям максимально отвечают алюминиевые деформируемые сплавы, которые и используются наиболее активно.

Наглядные примеры – материалы конструкции планеров отечественного орбитального корабля «Буран» и американского космического корабля "Space Shuttle".

Алюминий обладает низкой прочностью ($\sigma_{\text{в}}=8-10 \text{ кгс/мм}^2$), поэтому его применяют в основном в химическом аппаратостроении, рамных конструкциях, для оконных и дверных переплетов и декоративных изделий в строительстве. Он обладает малой плотностью $2,7 \text{ г/см}^3$, повышенной коррозионной стойкостью и большой пластичностью по сравнению с низкоуглеродистой сталью. Теплопроводность алюминия **в три раза** выше теплопроводности малоуглеродистой стали. Температура плавления чистого алюминия **658° С**. При нагревании алюминий легко окисляется, образуя тугоплавкую окись алюминия (Al_2O_3), плавящуюся при температуре свыше **2060° С**. Чистый алюминий поставляют по **ГОСТ 11069—64**.

В технике применяют не только чистый алюминий, но и сплавы его с марганцем, магнием, медью и кремнием. Сплавы алюминия обладают большей прочностью, чем чистый алюминий.

Повышенную прочность имеют сплавы алюминия с марганцем, магнием, кремнием, цинком и медью.

Алюминий и его сплавы делят на:

1. Литейные
2. Деформируемые (катаные, прессованные, кованые).

Деформируемые сплавы подразделяют на:

- 1). Термически не упрочняемые, к которым относятся сплавы алюминия с марганцем и магнием

2). *Термически упрочняемые*, к которым относятся сплавы алюминия с медью, цинком, кремнием.

Наиболее высокой прочностью обладают термически упрочняемые алюминиевые сплавы.

Однако термически упрочненные алюминиевые сплавы разупрочняются при сварке со значительной потерей механических свойств. Применение этих сплавов для сварных конструкций возможно лишь при условии обеспечения термической обработки после сварки для повышения прочности сварных соединений.

Из термически неупрочняемых сплавов наибольшей прочностью обладают сплавы системы **Al - Mg - Ti**, например сплав **АМг6**, механические свойства которого следующие: $\sigma_{\text{в}}=32-38 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{\text{т}}=16-18 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_5=15 - 20\%$ и $\text{ак}=3-4 \text{ кгс}\cdot\text{м/см}^2$. Конструкции из алюминий-магниевого сплава АМг6 изготавливаются в основном сварными.

В Российской Федерации **ГОСТ 4784** "Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки" дает *маркировку сплавов тремя способами*:

- в буквенно-цифровом виде,
- только в цифровом виде,
- с учетом требований международного стандарта (международная маркировка) ИСО 209-1 (ISO 209-1 Wrought aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and forms of products - Part 1: Chemical composition).

При этом цифровая маркировка по ГОСТ не совпадает с международной маркировкой алюминиевых сплавов.

Цифровая маркировка по ГОСТ:

- ✓ **первая цифра** - основной металл (1-алюминий);
- ✓ **вторая цифра** - легирующая система;
- ✓ **третья и четвертая цифры** - марка и модификация.

Помимо приведенной цифровой маркировки, в настоящее время повсеместно используется *смешанная* буквенная и буквенно-цифровая маркировка алюминиевых сплавов.

Например, деформируемые сплавы обозначаются буквами **Д, АД, АК, АМ, АВ**; *литейные* – **АЛ**.

- ✚ Буквой **Д** обозначают сплавы *дуралюминия* **Д1, Д16** и т.д.
- ✚ Буквы **АВ** означают сплав *авиаль*.
- ✚ Буквы **АМг и АМц** обозначают *сплав алюминия с магнием (Mg) и марганцем (Mn)*, причем *цифры*, следующие за буквами **АМг1; АМг6** соответствуют примерному содержанию магния в этих сплавах.
- ✚ Буквы **АД** отвечают алюминию деформированному, цифра указывает чистоту алюминия.
- ✚ Чистота сплавов обозначается следующими буквами, стоящими после маркировки сплава: **Пч, Ч, Оч** – соответственно практически чистый,

чистый и очень чистый, по примесям железа, кремния и других контролируемых элементов.

✚ Состояние полуфабрикатов из алюминиевых сплавов обозначается следующей маркировкой:

- ❖ **М** – мягкий, отожженный;
- ❖ **Т** – закаленный и естественно состаренный;
- ❖ **Т1** – закаленный и искусственно состаренный;
- ❖ **Н** – нагартованный;
- ❖ **Н1** – усилено нагартованный (нагартовка листа ~20%) и т.д

Свариваемость алюминия и его сплавов.

1. *Алюминий и его сплавы имеют большую теплопроводность, теплоемкость и скрытую теплоту плавления. Теплопроводность алюминия в три раза выше теплопроводности низкоуглеродистой стали; при нагреве от 20 до 600°C разница в теплопроводности еще более возрастает. Следовательно, сварка алюминия и его сплавов должна выполняться с относительно мощным и концентрированным источником нагрева.*
2. *Коэффициент линейного расширения алюминия в два раза выше, чем коэффициент расширения железа. Это способствует увеличенным деформациям и короблению при сварке алюминиевых изделий.*
3. *Низкая удельная плотность (2,7 г/см³) и температура плавления (660°C) алюминия по сравнению с высокой удельной плотностью окисла алюминия Al₂O₃(3,85 г/см³) и его температурой плавления (2050°C) затрудняют процесс сварки. Тугоплавкий и тяжелый окисел Al₂O₃ может оставаться в металле шва и снижать работоспособность сварного соединения. При сварке алюминия и его сплавов необходимо применять различные способы борьбы с окислом Al₂O₃. Во всех случаях поверхность металла изделия должна зачищаться непосредственно перед сваркой и процесс сварки должен протекать с защитой расплавленного металла от действия газов воздуха.*

Используют три способа борьбы с окислом алюминия:

1. Сварка с растворителем окислов (электродные покрытия, флюсы),
2. Сварка без растворителей, но с так называемым катодным распылением,
3. Сварка с механическим удалением окислов из сварочной ванны.

Сварка с растворителем. Растворителями окисла Al₂O₃ и других окислов являются *галогенные соли щелочноземельных металлов (хлористый, фтористый литий и др.)*, которые растворяют окислы и вместе с ними поднимаются из сварочной ванны в сварочный шлак. Так как раствор обладает пониженной температурой плавления, меньшей удельной

плотностью и меньшей вязкостью, чем каждый компонент в отдельности, то он выводится из металла шва в сварочный шлак.

Сущность катодного распыления состоит в том, что при дуговой сварке в аргоне на постоянном токе при обратной полярности происходит дробление окисной пленки Al_2O_3 с последующим распылением частиц окисла на поверхности сварного изделия. Тонкая окисная пленка, покрывающая сварочную ванну, разрушается под ударами тяжелых положительных ионов, защитного газа аргона, образующихся при горении дуги. Так как положительный ион обладает большей массой, чем электрон, то образующийся поток ионов способен дробить окисные пленки алюминия и магния, которые создаются при сварке. При этом надо учитывать большую скорость движения ионов, позволяющую распыленным окислам через защитную газовую среду выходить из сварочной зоны.

Другие газы, обладающие низкой атомной массой (например, 4 у гелия вместо 40 у аргона), не способны дробить и распылять окислы.

Механический способ удаления окисла Al_2O_3 из сварочной ванны заключается в том, что сварщик опускает в сварочную ванну стальной прутком диаметром **3 - 4 мм** и вынимает его с прилипшим к поверхности прутка окислом, который легко отделяется от прутка при его встряхивании и легком ударе. Опытные рабочие, выполняющие газовую или дуговую сварку угольным электродом, часто используют этот способ, не прибегая к флюсам.

Алюминиевые сплавы обладают повышенной склонностью к образованию пор. Пористость металла при сварке алюминия и его сплавов вызывается водородом, источником которого служит адсорбированная влага на поверхности основного металла и особенно проволоки, а также воздух, подсасываемый в сварочную ванну. В этом случае алюминий в сварочной ванне взаимодействует с влагой по реакции:



Для получения беспористых швов при сварке алюминия и его сплавов даже небольшой толщины иногда требуется подогрев, снижающий скорость охлаждения сварочной ванны и способствующий более полному удалению водорода из металла при медленном охлаждении. Так, например, при наплавке на лист алюминия толщиной **8 мм** беспористый шов может получить при подогреве металла **до $150^\circ C$** . При увеличении толщины металла **до 16 мм** даже подогрев до температуры $300^\circ C$ не обеспечивает беспористых швов.

Однако подогрев листов для сварки некоторых сплавов следует применять осторожно. Например, при сварке толстолистовых алюминиево-магниевого сплава допускается, подогрев до температуры не выше **$100 - 150^\circ C$** . Более высокая температура подогрева может усилить пористость шва за счет выделения из твердого раствора магния и образования при этом водорода по реакции **$Mg + H_2O \rightarrow MgO + 2H$** . Кроме того, при сварке

подогретого металла (алюминиево-магниевых сплавов) снижаются механические свойства сварных соединений.

При аргонодуговой сварке алюминия и его сплавов борьбу с порами ведут с помощью окислительной атмосферы. Наилучшие результаты получаются при добавке к аргону **1,5% кислорода**. Окислительная атмосфера в районе поверхности сварочной ванны не дает водороду растворяться в металле, поэтому поры к концу охлаждения шва не образуются.

Алюминий и его сплавы склонны к большему перегреву, чем углеродистые стали. Поэтому сварку алюминиевых сплавов следует производить с меньшей погонной тепловой энергией, шов по возможности выполнять за один проход или в два прохода с двух сторон на больших скоростях.

Виды сварки алюминия и его сплавов.

Детали из алюминия и его сплавов можно соединят как сваркой плавлением, так и сваркой давлением.

Широкое распространение получили следующие виды сварки:

- Ручная или механизированная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитном инертном газе;
- Механизированная дуговая сварка плавящимся металлическим электродом в защитном газе;
- Автоматическая дуговая сварка плавящейся сварочной проволокой по слою дозированного флюса;
- Стыковая или точечная контактная сварка.
- Кроме указанных видов сварки алюминия и его сплавов, возможно применение сварки:
 - ✓ газокислородным пламенем;
 - ✓ дуговой сварки неплавящимся угольным или графитовым электродом, алюминиевым электродом с покрытием;
 - ✓ электрошлаковой сварки и сварки электронным лучом.

Ручную сварку алюминия дугой или газовым пламенем выполняют с подогревом листов **от 100 до 400°C**; чем толще деталь, тем выше температура подогрева. Для сварки употребляют **флюс**, чаще всего марки **АФ-4а**, содержащий **50%** хлористого калия, **14%** хлористого лития, **8%** фтористого натрия и **28%** хлористого натрия. Составы **электродных покрытий** могут быть следующие: покрытие **I** - **65%** флюса АФ-4а и **35%** криолита и покрытие **II** - **50%** хлористого калия, **30%** хлористого натрия и **20%** криолита (Na_3AlF_6).

Технология сварки.

Для дуговой сварки алюминия применяют электроды марки **ОЗА-1** со стержнем из алюминиевой проволоки.

Сварка производится в нижнем и вертикальном положениях постоянным током обратной полярности, короткой дугой без поперечных колебаний. При

диаметре электрода **4 мм** ток берется **120:140 А**, при **5 мм** - **150:170 А**, а при **6 мм** - **200:240 А**.

Сварку осуществляют с подогревом изделия до температуры **200 - 250°C** при толщине металла **6 - 10 мм**, **300 - 350°C** при **10 - 16 мм**,

Электроды перед употреблением обязательно просушивают до температуры **200°C** в *течение 2 ч*. После сварки шлак немедленно удаляют стальной щеткой с промывкой его горячей водой.

Для заварки литейных пороков в изделиях применяют покрытые алюминиевые электроды марки **ОЗА-2**.

Форма подготовки кромок под сварку алюминиевых сплавов подобна подготовке при сварке сталей. Швы по возможности выполняются односторонними и на больших скоростях.

Сварка угольным электродом производится дугой прямого действия, постоянным током при прямой полярности. Листы толщиной **до 3 мм** желательно сваривать с отбортовкой кромок без присадочного материала, Сварка **более толстых** листов требует разделки кромок под углом **60 - 75°** и применения присадки. Желательно применение массивных медных или стальных подкладок под свариваемые листы. Можно использовать флюс **АФ-4а** или флюс следующего состава: **45% хлористого калия; 15% хлористого лития; 30% хлористого натрия; 7% фтористого калия и 3% сернистого натрия**.

Таблица.1.

Примерные режимы сварки алюминия угольным электродом

Толщина свариваемого металла, мм	1—2	2—4	4—6	6—8	8—12	15
Диаметр угольного электрода, мм	6—8	8—9	10—12	10—12	12—15	15
Диаметр присадочного прутка, мм	—	3—4	4—5	4—5	5—6	6—8
Сила сварочного тока, А	100—180	180—240	220—300	250—350	300—400	350—600

Газовая сварка алюминия и его сплавов обеспечивает удовлетворительное качество сварных соединений. Мощность газового пламени при сварке подбирается в зависимости от толщины металла.

Флюс **АФ-4а** разводят дистиллированной водой и наносят на свариваемые кромки и присадочный прутки.

Таблица.2.

Режим газовой сварки алюминия.

--

При газовой сварке применяют присадочную проволоку той же марки, что и свариваемый металл.

*Для получения и сохранения мелкозернистой структуры изделие после сварки в некоторых случаях, например, при сварке литых деталей, подвергают отжигу при **300 - 350°C** с последующим медленным охлаждением.*

Контрольные вопросы:

1. Опишите технологию выполнения сварки алюминия и его сплавов.
2. Трудности при сварке алюминия и его сплавов.
3. Какие свойства алюминия определяют его свариваемость?
4. Маркировка алюминия и его сплавов.
5. Приведите марки сварочных алюминиевых проволок.
6. Какие существуют способы борьбы с оксидной пленкой алюминия?

Практическая работа №13

Тема: "Сварка титана и магния"

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении сварки титана и магния

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Составить описание «Сварка титана и магния»
3. Законспектировать материал по теме: «Сварка титана и магния»
4. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Сварка титана и его сплавов

Титановые сплавы являются сравнительно новыми конструкционными материалами. Они обладают рядом ценных свойств, обуславливающих их широкое применение в авиационной промышленности, ракетостроении, судостроении, химическом машиностроении и других отраслях производства.

Главные достоинства этих материалов:

- ❖ Сочетание высоких механических характеристик и коррозионной стойкости с малой плотностью ($4,5 \text{ г/см}^3$),
- ❖ Возможность получения высоких механических свойств при повышенных температурах,
- ❖ Пригодность для работы при очень низких температурах, вплоть до температуры жидкого азота,
- ❖ Сравнительно хорошая свариваемость,

- ❖ Малый коэффициент линейного расширения,
- ❖ Ненамагничиваемость,
- ❖ Высокой антикоррозионная стойкость,
- ❖ При удельной плотности в $4,5 \text{ г/см}^3$ титан и его сплавы имеют временное сопротивление *от 45 до 150 кгс/мм²*.
- ❖ Замена стали титаном уменьшает массу изделий **на 20 - 30%**.
- ❖ Большинство сплавов обладают высокими технологическими характеристиками:
 - достаточно пластичны,
 - поддаются обработке давлением без нагрева,
 - удовлетворительно свариваются.

Эти материалы по своим свойствам относятся к теплостойким. Использование сплавов на основе титана особенно эффективно по сравнению с *коррозионностойкими сталями* до температуры **300–350 °С**, а с *алюминиевыми сплавами* – начиная с **200 °С**. Общеизвестным температурным пределом применения большинства современных титановых сплавов в технике являются температуры порядка **500 °С**, а при кратковременных воздействиях высоких температур этот предел может быть еще выше.

Для сварных изделий используется технический титан, содержащий примеси газов:

- ✓ кислорода, азота, водорода (**марки ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ-1**),
- ✓ алюминия, хрома, молибдена, олова, ванадия, марганца, церия (**марки ВТ-5, ВТ5-1, ВТ6, ВТ8, ВТ 14**).

Титан более активен по сравнению с алюминием к поглощению кислорода, азота и водорода в процессе нагрева. Поэтому при сварке технического титана необходима особо надежная защита от этих газов. Такая защита осуществляется при дуговой сварке в инертных газах (аргоне, гелии) или флюсом-пастой, наносимой на кромки свариваемых частей соответствующим слоем. Институт электросварки им. Е. О. Патона разработал серию специальных флюсов-паст (от АН-ТА до АН-Т17А), которые по составу являются бескислородными фториднохлоридными. Дуговая сварка титана и его сплавов покрытыми электродами, угольной дугой, а также газовым пламенем не применяются. Этими видами сварки невозможно обеспечить высокое качество сварных соединений из-за слишком большой активности титана к кислороду, азоту и водороду.

Трудности при сварке титана:

- ❖ Высокая химическая активность титана при высоких температурах по отношению к активным газам (азоту, кислороду, водороду). Поэтому содержание этих газов должно строго ограничиваться:
 - **$O_2 < 2 \%$** ,
 - **$N_2 < 0,05 \%$** ,
 - **$H_2 < 0,01 \%$** .
- ❖ Большая склонность титана к росту зерна при нагреве до высоких температур и сложный характер фазовых структурных превращений.

Результатом этого является снижение пластичности и возникновение большой неоднородности свойств сварного соединения,

❖ Титан и его сплавы не склонны к образованию горячих трещин.

В связи с этим необходимое условие получения качественных соединений, особенно при сварке плавлением, – обеспечение надежной защиты от газов не только сварочной ванны, но остывающих участков металла шва и околошовной зоны, нагретых до температуры выше **350°C**.

Сварку сплавов различных классов необходимо вести на режимах, обеспечивающих наиболее оптимальный интервал скоростей охлаждения, при которых степень снижения пластических свойств оказывается наименьшей. Исходя из этого α -сплавы целесообразно сваривать на режимах с минимальной погонной энергией, для $(\alpha+\beta)$ -сплавов рекомендуются мягкие режимы с малыми скоростями охлаждения и для β -сплавов – режимы, обеспечивающие высокую скорость охлаждения.

Титан и его сплавы не склонны к образованию горячих трещин. Это обусловлено благоприятным сочетанием физико-химических свойств титана и его сплавов, а именно малой величиной литейной усадки в сочетании с повышенной прочностью и пластичностью в области высоких температур. При сварке в большинстве случаев используют электродную проволоку, по составу аналогичную основному металлу.

Одним из основных дефектов металла шва при сварке титана его сплавов является пористость. Часто встречается также образование холодных трещин, возникающих при пониженной пластичности, вследствие насыщения металла газами, в первую очередь водородом, причем холодные трещины в таких соединениях могут образовываться при хранении сварных конструкций.

С целью предупреждения пор при сварке титана и его сплавов используют различные способы, которые можно разделить на три группы:

1. Уменьшение количества адсорбированной влаги на кромках свариваемых деталей и поверхности сварочной проволоки, а также создание условий для удаления влаги из зоны сварки до формирования сварочной ванны;
2. Использование режимов сварки, обеспечивающих наиболее полное удаление из сварочной ванны водорода;
3. Связывание и интенсификация выделения водорода из сварочной ванны с использованием флюсов.

Снижение количества адсорбированной влаги достигается за счет повышения чистоты обработки, а также регламентации условий и срока хранения подготовленных к сварке деталей. Другим направлением снижения пористости из-за адсорбированной влаги может быть предотвращение формирования замкнутых полостей в зоне стыка. Это достигается **при сварке с гарантированным зазором**. Наиболее эффективное **предотвращение пор** при сварке титана и его сплавов достигается при использовании флюсов на основе

галогенов. При аргонодуговой сварке флюсом покрывают торцовые поверхности свариваемых кромок тончайшим слоем в виде пасты, замешанной на спирте.

Для соединения деталей из титановых сплавов применяют основные способы сварки плавлением (дуговую с местной или общей защитой в инертных газах, под флюсом, электрошлаковую и др.). При сварке в атмосфере инертных газов неплавящимся и плавящимся электродами используют аргон высшего сорта или гелий. При сварке с местной защитой используют различные насадки, обеспечивающие защиту основного металла, нагретого свыше температуры **400 °С**. Защита создается не только с лицевой стороны детали, но и с обратной стороны соединения. Для этого используют подкладки из пористого материала или специальных конструкций, обеспечивающих подвод газа с нижней стороны шва. Наиболее стабильной защитой является общая защита. О качестве защиты зоны сварки можно судить по внешнему виду сварных соединений. При хорошей защите поверхность металла в зоне сварки имеет серебристый цвет. При недостаточной защите появляются цвета побежалости, а при плохой – серые и бурые налеты.

Титан более активен по сравнению с алюминием к поглощению кислорода, азота и водорода в процессе нагрева. Поэтому при сварке технического титана необходима особо надежная защита от этих газов. Такая защита осуществляется **при дуговой сварке в инертных газах (аргоне, гелии) или флюсом-пастой**, наносимой на кромки свариваемых частей соответствующим слоем. Институт электросварки им. Е. О. Патона разработал серию специальных флюсов-паст (от АН-ТА до АН-Т17А), которые по составу являются бескислородными фториднохлоридными. **Дуговая сварка титана и его сплавов покрытыми электродами, угольной дугой, а также газовым пламенем не применяются.** Этими видами сварки невозможно обеспечить высокое качество сварных соединений из-за слишком большой активности титана к кислороду, азоту и водороду.

Технический титан соединяют:

- ✓ аргонодуговой,
- ✓ дуговой под флюсом
- ✓ и некоторыми видами сварки давлением (например, диффузионной).

Для сварки под флюсом применяют бескислородные фторидные флюсы серии **АНТ**. Марку флюса выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла. Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности и выполняют на медной, флюсо-медной подкладке или флюсовой подушке. *Флюс перед сваркой прокаливают* при температуре **200–300 °С**.

При электрошлаковой сварке титана и его сплавов для швов небольшой протяженности используют пластинчатые электроды **толщиной 8–12 мм** и шириной, равной толщине свариваемого металла, пластинчатый электрод выполняют из металла, по химическому составу аналогичному составу свариваемого металла.

Сварные соединения, выполненные электрошлаковой сваркой, имеют крупнокристаллическую структуру. Однако в большинстве случаев и прочностные свойства близки к основному металлу при хорошей пластичности.

Сварка магниевых сплавов

Магний обладает еще большим сродством к кислороду, чем титан; поэтому его свариваемость хуже свариваемости титана.

Магний, соединяясь с кислородом, образует тугоплавкую и тяжелую окись магния. Температуры плавления магния и окиси магния соответственно равны **651 и 2150°C**, удельные плотности - соответственно **1,74 и 3,2 г/см³**, т.е. почти в **1,5** раза меньше плотности *алюминия* и в **4,5** раза меньше плотности *железа*, поэтому удельные показатели механических характеристик многих сплавов на основе магния превосходят аналогичные показатели свойств других материалов. Плотность магниевых сплавов - **около 1,8 г/см³**. Временное сопротивление сплавов при растяжении составляет **от 21 до 34 кгс/см²**.

Магний и его сплавы являются наиболее *легкими конструкционными материалами*. Наиболее распространенными легирующими элементами в магниевых сплавах являются алюминий и цинк.

Отличительной чертой магния и его сплавов является повышенная чувствительность к коррозии во многих средах. Это объясняется тем, что оксидная пленка на поверхности металла рыхлая и не обладает высокими защитными свойствами, например оксидная пленка на алюминии.

Магний – один из наиболее активных по отношению к кислороду металлов. В результате его окисления образуется оксид **MgO**, покрывающий поверхность металла пленкой. Температура плавления **оксида магния 2800 °C**, плотность **3,65 г/см³**. В связи с высокой температурой плавления оксидная пленка на магниевых сплавах, также как и при сварке алюминия, затрудняет образование общей сварочной ванны и должна быть разрушена или удалена в процессе сварки. *Оксидная пленка на магниевых сплавах отличается рыхлостью и способна удерживать большое количество влаги.*

Водород обладает способностью растворяться в магнии в гораздо больших количествах, чем в алюминии. При температуре плавления металла в нем растворяется **до 50 см³/100 г** металла и резко снижается при кристаллизации. В связи с понижением растворимости водорода в жидком металле при охлаждении имеется возможность выделения его в виде пузырьков и образования газовых пор. Мерами снижения пористости при сварке магниевых сплавов является уменьшение поверхности основного и присадочного металлов, участвующих в образовании швов, и применение тщательной обработки поверхности проволоки и свариваемых кромок перед сваркой. При кристаллизации магния в металле шва образуется крупнокристаллическая структура. Появление эвтектики по границе зерен в виде сплошных прослоек приводит к образованию горячих трещин.

Повышение сопротивляемости сплавов к образованию горячих трещин достигается введением в их состав модификаторов.

При сварке магниевых сплавов, упрочняемых термообработкой наряду с укрупнением зерна в зоне термического влияния, возможен распад твердого раствора и оплавление границ зерен. Это приводит к разупрочнению металла околошовной зоны (до 0,7–0,9 прочности основного металла) и иногда к образованию трещин. В связи с высоким коэффициентом теплового расширения магниевых сплавов в сварных соединениях возникают остаточные напряжения при сварке, вызывающие коробление конструкций. Деформации могут способствовать возникновению трещин. Для предупреждения трещин и уменьшения деформаций, особенно для толстых деталей, в некоторых случаях рекомендуется сварка с подогревом, а иногда и последующая термообработка для снятия напряжений.

Магниевые сплавы свариваются вольфрамовым электродом в защитной среде аргона.

Газовая сварка, дуговая сварка покрытыми электродами и угольным электродом применяются редко. Аргонодуговую сварку рекомендуется применять для всех магниевых сплавов. Газовую сварку можно применять только для сплавов марок **МА1, МА2, МА8, МЛ2, МЛ5 и МЛ7** и лишь с применением флюса из фтористых солей.

Наилучшим флюсом считают **флюс ВФ-156** (33,3% фтористого бария, 24,8% фтористого магния, 19,5% фтористого лития, 14,8% фтористого кальция, 4,8% натриевого криолита, 2,8% окиси магния).

Из всех способов сварки основное значение в настоящее время имеют способ ыдуговой сварки магниевых сплавов в среде аргона вольфрамовым и плавящимся электродами. При сварке этими способами исключается опасность коррозии, вызванной остатками флюсов. Основное и наиболее желательное соединение стыковое. Сварка их производится на подкладках с достаточно глубокими канавками, обеспечивающими удаление оксидных включений в проплав. В связи с недостаточной пластичностью магниевых сплавов отбортовка кромок даже для металла малых толщин практически не применяется. Встык без скоса кромок рекомендуется сваривать соединения только за один проход при односторонней сварке на прокладках. Двусторонняя сварка стыковых соединений без разделки кромок не рекомендуется из-за опасности появления в швах большого количества оксидных включений.

При сварке соединений из металла толщиной **более 6–10 мм** применяют разделку с односторонним скосом кромок и для металла толщиной **более 20 мм** при наличии двустороннего подхода – разделку с двусторонним скосом кромок. В последнем случае перед выполнением шва с обратной стороны необходима предварительная разделка корня первого шва.

Непосредственно перед сваркой поверхность кромок свариваемых деталей подвергают специальной обработке для удаления оксидной или защитной пленок и имеющихся загрязнений. *Для этой цели поверхность зачищают шабером или стальными щетками, или обрабатывают в химических ваннах специального состава.*

Для сварки конструкций из магниевых сплавов применяют: ручную и автоматическую аргонодуговую сварку вольфрамовым электродом и автоматическую сварку вольфрамовыми электродами трехфазной дугой в среде аргона первого состава. Сварку выполняют на стальных подкладках с канавками для формирования проплава. С целью разрушения оксидной пленки используют переменный ток.

Ручной и автоматической сваркой вольфрамовым электродом встык без разделки кромок за один проход могут быть сварены листы толщиной **2–6 мм**. Для металла толщиной **более 5 мм** может быть использована дуговая сварка плавящимся электродом со струйным переносом электронного металла. Процесс ведется на постоянном токе обратной полярности. Сварка плавящимся электродом особенно эффективна для соединения металла большой толщины. При сварке встык без скоса кромок за один проход плавящимся электродом могут быть сварены листы толщиной **5–10 мм**.

Контрольные вопросы:

1. Какое напряжение холостого хода допустимо для сварочных источников питания дуги?
2. В чем заключаются особенности сварки технического титана и его сплавов? Их поведение при сварке.
3. В чем заключаются основные трудности сварки плавлением титана и его сплавов?
4. Почему плохо свариваются магний и его сплавы?
5. Почему не применяют дуговую сварку покрытыми электродами для титановых сплавов?

Практическая работа №14

Тема: Общая характеристика процесса наплавки.

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении общей характеристики процесса наплавки, свойств наплавленного слоя и применение наплавки.

Ход выполнения работы:

5. Ознакомление с теоретическими сведениями
6. Ответить на вопросы тематического диктанта по теме «Общая характеристика процесса наплавки»

Теоретические сведения

Одной из важных отраслей современной сварочной техники является наплавка.

Наплавкой называется процесс *нанесения слоя расплавленного металла на поверхность металлического изделия.*

Наплавкой на изделия образуют поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами:

- износостойкость,
- кислотоупорность,
- жаростойкость,
- антифрикционность и др.

Износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу. (способность материала обеспечивать низкий коэффициент трения скольжения и тем самым низкие потери на трение и малую скорость изнашивания сопряженной детали).

Наплавку используют как в ремонтном деле, так и при изготовлении новых деталей.

Наплавленный металл связан с основным металлом весьма прочно и образует одно целое с изделием. Толщина слоя **от 0,5 до 10 мм** и более. Это один из наиболее распространенных способов повышения износостойкости и восстановления деталей и конструкций.

Наплавка позволяет создавать биметаллические изделия, у которых высокая прочность и низкая стоимость сочетаются с большой долговечностью в условиях эксплуатации.

Многократное повторное восстановление изношенных деталей во много раз уменьшает расход металла для изготовления запасных частей оборудования.

Из-за износа деталей ежегодные убытки в промышленности всех стран мира составляют многие миллиарды долларов, поскольку при остановках оборудования (связанных с его ремонтом) выпуск продукции на предприятии снижается.

В процессе эксплуатации изделия подвергаются следующим видам износа:

1. **Износ «металл по металлу»**— при трении качения и скольжения деталей относительно друг друга с недостаточным количеством смазки или совсем без нее.
2. **Ударный износ**— происходит при ударных и сжимающих нагрузках, которые приводят к смятию, сжатию и растрескиванию рабочей поверхности.
3. **Совместный ударно-абразивный износ** – происходит при воздействии ударных нагрузок и режущего действия скользящих по инструменту твердых частиц, что приводит к выкрашиванию, растрескиванию и стачиванию рабочих поверхностей.
4. **Интенсивный абразивный износ**— происходит в результате воздействия сыпучих материалов, приводящего к стачиванию и эрозии рабочей поверхности. Его разновидностью является износ типа «металл по земле», встречающийся у оборудования, используемого при землеройных работах. Также разновидностью его можно считать эрозионный износ при воздействии на рабочую поверхность запыленного газового потока.
5. **Коррозионный износ**— происходит в результате коррозионного воздействия окружающей среды, а также вследствие окисления при повышенных температурах.
6. **Кавитационный износ**— имеет место в гидравлических системах.

На практике обычно реальный износ является результатом комбинированного воздействия нескольких указанных выше видов износа, причем почти всегда один из них превалирует.

Путем наплавки на рабочей поверхности изделия получаем сплав, обладающий комплексом свойств - износостойкостью, кислотоупорностью, жаростойкостью и т.д. *Масса наплавленного металла не превышает нескольких процентов от массы изделия.* При ремонте восстанавливаются первоначальные размеры и свойства поверхности деталей.

Увеличение стойкости важно, если от нее зависит работа того или иного агрегата, а его замена связана с простоем.

Для противостояния износу рабочие поверхности необходимо упрочнять. Один из наиболее эффективных способов упрочнения – электродуговая наплавка. Это недорогой метод продления срока службы металлических изделий нанесением на их поверхность защитного слоя. Он применяется не только для ремонта изношенных элементов конструкции, но и для придания особых свойств поверхностям новых изделий перед вводом их в эксплуатацию.

Помимо увеличения срока эксплуатации изделий, метод наплавки имеет и другие достоинства:

- ❖ Сокращается количество запасных частей эксплуатируемого оборудования.

- ❖ Увеличивается эффективность эксплуатации оборудования в связи с сокращением времени его простоя.
- ❖ Основная часть (основа) детали может быть выполнена из дешевой низколегированной стали.
- ❖ Снижаются расходы на обслуживание оборудования.

Применяется:

- дуговая,
- плазменно-дуговая,
- вибродуговая,
- импульсно-дуговая,
- электрошлаковая,
- индукционная,
- газовая наплавка.

Наибольший объем наплавочных работ выполняется электрической сварочной дугой.

При наплавке в отличие от сварки в процессе участвует небольшое количество основного металла в связи с небольшой глубиной проплавления; поэтому внутренние напряжения и деформации изделия, склонность к образованию трещин незначительны.

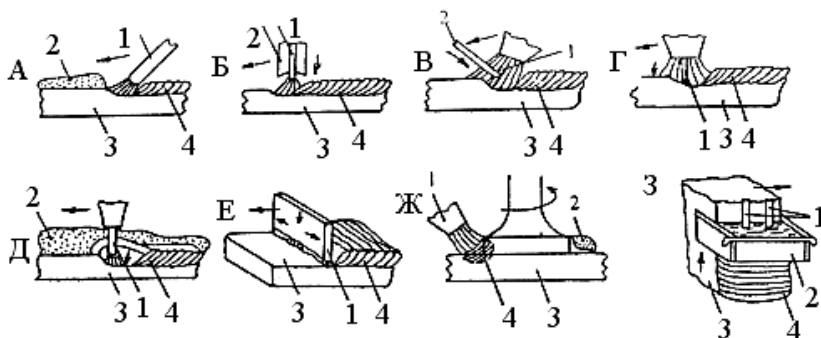


Рис. 1. Основные способы наплавки плавлением:

- А** — угольным электродом (1), расплавлением сыпучего наплавочного сплава (2);
Б — покрытым электродом (1) или легирующим покрытием (2);
В — неплавящимся вольфрамовым электродом (1) в инертных газах с задействованием присадочного прутка (2);
Г — плавящимся электродом (1) в защитном газе;
Д — сварка плавящейся проволокой (1) под флюсом (2);
Е — лентой плавящейся (1) в защитном газе (под флюсом);
Ж — струей плазмоторона (1) с наложенным или спеченным из порошков наплавочного материала (2);
З — плавящимся электродом (1) с перемещаемым медным ползуном (2), наплавляемая деталь (3); наплавленный слой (4)

Заданные свойства наплавленного слоя получают введением в его состав легирующих элементов. Способы легирования различны: за счет взаимодействия металла и шлака, поглощения элементов из окружающей газовой среды, введения

в сварочную ванну металлических добавок. Чаще всего применяют последний способ, как наиболее надежный и обеспечивающий нужный состав наплавленного слоя.

Особенно важно при наплавке получить однородность химического состава наплавленного металла, а следовательно, его свойств на всей поверхности наплавливаемой детали.

Дуговая наплавка в отличие от сварки развивалась гораздо медленнее. Ручная износостойкая наплавка открытой дугой известна с 20-х годов прошлого столетия, но ее промышленное применение ограничивалось коренными ее недостатками: низкой производительностью, высококвалифицированной рабочей силой, тяжелыми условиями труда, непостоянным качеством наплавленного металла, обилием различных дефектов.

Для наплавки наибольшее применение получила дуговая сварка плавящимся электродом.

Требования к качеству наплавленного металла строже чем к сварным швам. *Наплавленный металл по свойствам должен существенно отличаться от основного металла. Часто в нем недопустимы поры, трещины и иные пороки, поэтому требования к нему строже, чем к сварным швам.*

Автоматическая наплавка свободна от перечисленных недостатков и способствовала успешному ее внедрению.

Механизированная наплавка – это непрерывность процесса, которая достигается использованием электродной проволоки или ленты в виде больших мотков; в подводе тока к электроду на минимальное расстояние от дуги, что позволяет применять токи большой силы без нагрева электрода; в применении различных способов защиты расплавленного металла от вредного воздействия воздуха.

Оптимальный состав наплавленного металла должен быть выбран с учетом особенностей его эксплуатации, а электродная проволока, флюс, термический режим наплавки – так, чтобы наплавленный металл обладал необходимым химическим составом и физическими свойствами.

Процессы наплавки применяются при ремонте и восстановлении первоначальных размеров и свойств изделий, изготовлении новых изделий с целью обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей. При восстановлении наплавку обычно выполняют тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако это не всегда целесообразно. Иногда необходимо получить металл, отличающийся от металла детали, так как условия эксплуатации поверхностных слоев могут значительно отличаться от условий эксплуатации всего изделия. Изготовление изделия целиком из металла, который обеспечивает эксплуатационную надежность работы его поверхностей не экономно. Целесообразно изготавливать изделие из более дешевого, но достаточно работоспособного металла и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь по толщине необходимый слой другого материала (применять биметалл). Это может быть достигнуто: поверхностным упрочнением (поверхностная закалка, электроискровая и другие виды обработки); нанесением тонких поверхностных слоев значительной толщины на поверхность (на низкоуглеродистую сталь нанесением бронзы, коррозионностойкой стали и др.)

Для успешного развития наплавки промышленностью выпускается:

- ✓ углеродистая, легированная стальная проволока **56** марок,
- ✓ специальная наплавочная проволока **28** марок,
- ✓ различные флюсы,
- ✓ специальные наплавочные электроды.

Развитие наплавки направлено в первую очередь на полную механизацию трудоемких наплавочных работ за счет автоматической и полуавтоматической наплавки. Разрабатываются новые технологии.

Восстановление изношенных поверхностей и наплавка слоев с особыми свойствами

Восстановление изношенных элементов оборудования, а также изготовление новых деталей с прочным поверхностным слоем часто разделят на три основных этапа:

1. *Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя* – для снижения содержания углерода и легирующих элементов в поверхностных слоях основного металла (применяется не всегда).
2. *Восстановление первоначальных размеров изношенного изделия (достройка)* – с использованием пластичных трещиностойких материалов, позволяющих наплавлять неограниченное число слоев. Если изделие эксплуатируется не в экстремальных условиях, этот этап наплавки становится завершающим. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров, меньших первоначальным на толщину конечного слоя.
3. *Наплавка слоев с особыми свойствами* – для придания специальных свойств рабочим поверхностям изделия с целью увеличения срока его службы. Применяется как для реставрации изношенных, так и для изготовления новых деталей. Обычно осуществляется в один – два, реже в три и более слоя.

Износостойкая наплавка обычно осуществляется на изделия из:

- Углеродистых и низколегированных сталей
- Марганцовистых аустенитных сталей.

Рекомендации по наплавке на такие стали прямо противоположны:

- *При наплавке на углеродистые и низколегированные стали*, как правило, нужен предварительный нагрев изделия и медленное охлаждение. Иногда после наплавки применяется термообработка. Параметры этих процессов зависят от содержания углерода и легирующих элементов в металле основы и наплавляемого материала, габаритов изделия.
- *Наплавка на марганцовистые аустенитные стали*, наоборот, должна производиться без предварительного подогрева и последующей термообработки. Нагрев изделия при наплавке должен быть минимальным; если его температура превысит **260 °С**, изделие может стать хрупким.

Углеродистые и низколегированные стали магнитны, а марганцовистые аустенитные немагнитны, поэтому их можно легко отличить с помощью магнита.

Контрольные вопросы:

1. Износостойкостью называется
2. Коррозионной стойкостью называется
3. Жаропрочностью называется
4. Жаростойкостью называется
5. Антифрикционностью называется
6. Хладостойкостью называется
7. Толщина наплавленного слоя должна быть
8. Ударный износ – происходит при
9. Износ «металл по металлу» – происходит при
10. Интенсивный абразивный износ – происходит в результате
11. Коррозионный износ – происходит в результате
12. Совместный ударно-абразивный износ – происходит при
13. Кавитационный износ – имеет место
14. Основная часть (основа) детали может быть выполнена из
15. Применяются следующие виды наплавки:
 - а).
 - б).
 - в).
 - г).
 - д).
 - е).
 - ж).
16. Процессы наплавки применяются при
17. Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя выполняется для ...
18. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров,
19. Наплавка слоев с особыми свойствами выполняется для
20. При наплавке на углеродистые и низколегированные стали, как правило, нужен ...

Критерии оценивания:

«5» 20 – 17 балла;

«4» 16 – 13 балла;

«3» 11 – 8 балла;

«2» 7 – 4 балла;

«1» 3 – 0 балла;

Практическая работа №15 и №16

Тема: Выбор сварочных материалов для наплавки.Расшифровка сварочных материалов для наплавки.

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении и расшифровке сварочных материалов для наплавки

Ход выполнения работы:

6. Ознакомление с теоретическими сведениями
7. Изучить и законспектировать электроды для наплавки и законспектировать материал.
8. Изучить сварочную проволоку для наплавки и законспектировать материал.
9. Расшифровать условные обозначения наплавочных материалов (*таблица 1*)

Теоретические сведения

Электроды для наплавки.

Электроды наплавочные применяются при одной из разновидностей электродуговой наплавки - износостойкой наплавке штучными покрытыми электродами.

Электродуговая наплавка - это один из наиболее распространенных и эффективных способов противостояния износу с помощью упрочнения поверхности. Это недорогой, экономически выгодный метод продлить срок эксплуатации металлических деталей путем нанесения на них защитного слоя.

Несомненным достоинством ручной электродуговой наплавки штучными электродами является возможность наплавить практически любой состав. Помимо этого, наплавка производится при помощи относительно несложного и недорогого сварочного оборудования.

Электродуговая наплавка имеет и ряд других достоинств:

- Сокращение количества запасных и расходных частей рабочего оборудования;
- Увеличение эксплуатационной эффективности оборудования из-за сокращения сроков простоя;
- Возможность выполнения основы требуемой детали из недорогой низколегированной стали;
- Снижение расходов на обслуживание рабочего оборудования.

Наиболее распространенными являются наплавочные электроды **T-590** и электроды **T-620**.

Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки. Типы электродов. Технические условия по ГОСТ

Типы металлических покрытых электродов для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами устанавливаются **ГОСТ 10051-75**.

ГОСТ 10051-75 не распространяется на электроды для наплавки поверхностных слоев из цветных металлов и их сплавов.

Технические условия на электроды для наплавки - по **ГОСТ 9466-75**.

Типы электродов для наплавки, твердость наплавленного металла - по **ГОСТ 10051-75**

ГОСТ 10051-75 устанавливает **44 типа** покрытых металлических электродов для ручной дуговой наплавки (*таблица 1*).

Твердость наплавленного металла после наплавки, в зависимости от типа электродов, устанавливается без термической обработки и после термической обработки.

Таблица 1.

Типы электродов для наплавки по ГОСТ 10051-75

Тип электрода для наплавки	Твердость, HRC		Марки электродов	Область применения
	Без ТО после наплавки	После ТО		
Э-10Г2	22,0-30,0	-	ОЗН-250У	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, железнодорожных крестовин, рельсов и др.)
Э-11Г3	29,5-37,0	-	ОЗН-300У	
Э-12Г4	36,5-42,0	-	ОЗН-350У	
Э-15Г5	41,5-45,5	-	ОЗН-400У	
Э-30Г2ХМ	32,5-42,5	-	НР-70	
Э-16Г2ХМ	36,5-41,0	-	ОЗШ-1	Наплавка штампов для горячей штамповки
Э-35Г6	51,0-58,5	-	ЦН-4	
Э-30В8Х3	-	41,5-51,5	ЦШ-1	
Э-35Х12В3СФ	-	51,0-59,0	Ш-16	
Э-90Х4М4ВФ	-	59,0-64,0	ОЗИ-3	
Э-37Х9С2	53,0-59,0	-	ОЗШ-3	Наплавка штампов для холодной штамповки
Э-70Х3СМТ	-	53,0-61,0	ЭН-60М	
Э-24Х12	41,5-49,5	-	ЦН-5	
Э-20Х13	-	34,5-49,5	48Ж-1	
Э-35Х12Г2С2	-	55,0-63,0	НЖ-3	
Э-100Х12М	-	54,0-61,0	ЭН-Х12М	
Э-120Х12Г2СФ	-	55,0-63,0	Ш-1	
Э-10М9Н8К8Х2СФ	-	56,0-61,0	ОЗШ-4	
Э-65Х11Н3	27,0-35,0	-	ОМГ-Н	Наплавка изношенных деталей из
Э-65Х25Г13Н3	25,0-37,0	-	ЦНИИН-4	

				высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л
Э-80В18Х4Ф	-	58,0-63,0	ЦИ-1М	Наплавка металлорежущего инструмента, а так же штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, прошивка, вытяжка)
Э-90В10Х5Ф2	-	58,0-63,0	ЦИ-2У	
Э-105В6Х5М3Ф3	-	61,0-65,0	И-1	
Э-10К15В7М5Х3СФ	-	53,0-59,0	ОЗИ-4	
Э-10К18В11М10Х3СФ	-	63,0-67,0	ОЗИ-5	
Э-95Х7Г5С	27,0-34,0	-	12АН/ЛИВТ	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием
Э-30Х5В2Г2СМ	51,0-61,0	-	ТКЗ-Н	
Э-80Х4С	57,0-63,0	-	13КН/ЛИВТ	Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания
Э-320Х23С2ГРТ	56,0-63,0	-	Т-620	
Э-320Х25С2ГР	58,0-64,0	-	Т-590	
Э-350Х26Г2Р2СТ	59,0-64,0	-	Х-5	
Э-300Х28Н4С4	49,0-55,5	-	ЦС-1	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками
Э-225Х10Г10С	41,5-51,5	-	ЦН-11	
Э-110Х14В13Ф2	51,0-56,5	-	ВСН-6	
Э-175Б8Х6СТ	53,0-58,5	-	ЦН-16	
Э-08Х17Н8С6Г	-	29,5-39,0	ЦН-6М, ЦН-6Л	Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры для котлов, нефтеаппаратуры и трубопроводов
Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ	-	30,5-36,0	ВПИ-1	
Э-09Х31Н8АМ2	-	41,5-49,5	УОНИ-13/Н1-БК	
Э-13Х16Н8М5С5Г4Б	-	39,5-51,5	ЦН-12М, ЦН-12Л	
Э-15Х15Н10С5М3Г	36,5-46,5	-	ЦН-18	
Э-15Х28Н10С3ГТ	-	36,5-42,0	ЦН-19	
Э-15Х28Н10С3М2ГТ	-	41,5-46,5	ЦН-20	
Э-200Х29Н6Г2	41,5-51,5	-	ЦН-3	
Э-190К62Х29В5С2	41,5-51,5	-	ЦН-2	

Размеры электродов для наплавки

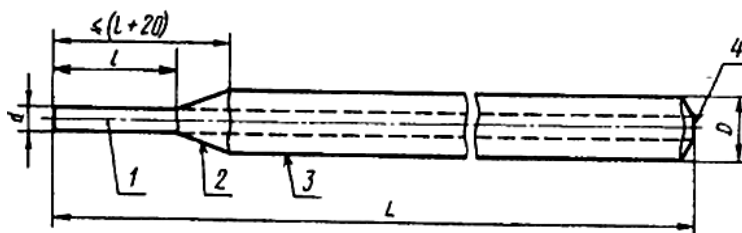


Рис..1.Эскиз электрода: **1** - стержень; **2** - участок перехода; **3** - покрытие; **4** - контактный торец без покрытия

Таблица 2.

Размеры электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-75)

Номинальный диаметр электрода, определяемый диаметром стержня, d	Номинальная длина электрода L (пред. отклонение ±3 мм) со стержнем из сварочной проволоки		Длина зачищенного от покрытия конца l (пред. откл. ±5)
	низкоуглерод. или легированной	высоколегиров.	
1,6	200 250	150 200 (250)	20
2,0	250 (300)	200 250 (300)	
2,5	250 300 (250)	250 (300)	
3,0	300 350 (450)	300 350	25
4,0	350 450	350 (450)	
5,0	450	350 450	
6,0			
8,0			
10,0			
12,0			
			30

Примечания:

- В скобках - размеры применять ГОСТом не рекомендуется;
- Допускаются электроды номинальными диаметрами 3,15; 3,25; 6,3 и 12,5 мм;

- По соглашению - длина может быть иная, покрытие с конца электрода на длине l допускается не зачищать (торцы должны быть зачищены как контактные).

Классификация электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-95)

Условное обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - **Н** (индекс в условном обозначении)

По толщине покрытия электроды для наплавки подразделяются:

- ❖ с тонким покрытием - **М** ($D/d \leq 1,20$)
- ❖ со средним покрытием - **С** ($1,20 < D/d \leq 1,45$)
- ❖ с толстым покрытием - **Д** ($1,45 < D/d \leq 1,80$)
- ❖ с особо толстым покрытием - **Г** ($D/d > 1,80$),

где: **D** - диаметр покрытия, **d** - диаметр электрода, определяемый диаметром стержня.

По виду электродного покрытия наплавочные электроды подразделяются:

- ❖ с кислым покрытием - **А**;
- ❖ с основным покрытием - **Б**;
- ❖ с целлюлозным покрытием - **Ц**;
- ❖ с рутиловым покрытием - **Р**;
- ❖ с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение;
- ❖ с прочими видами покрытий - **П**.

При наличии в составе покрытия *железного порошка* в количестве более **20 %** к обозначению вида покрытия электродов добавляется буква **Ж**.

По допустимым пространственным положениям наплавки электроды подразделяются:

- ❖ для всех положений - **1**;
- ❖ для всех положений, кроме вертикального сверху вниз - **2**;
- ❖ для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - **3**;
- ❖ для нижнего и нижнего в лодочку - **4**

По роду и полярности применяемого при наплавке тока, по номинальному напряжению холостого хода используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой **50 Гц** электроды для наплавки подразделяются:

- ❖ Цифрой **0** - электроды для наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

Индексы характеристик наплавленного металла (два индекса):

- ❖ первый - средняя твердость наплавленного металла;
- ❖ второй:

- **1** - твердость наплавленного металла обеспечивается без термической обработки после наплавки,
- **2** - после термической обработки

Пример условного обозначения электродов для наплавки (на этикетках, в маркировке коробок, пачек и ящиков):

Электроды *типа* **Э-11ГЗ** по *ГОСТ 10051-75*, марки **ОЗН-300У**, диаметром **4,0 мм**, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами **Н**, с толстым покрытием **Д**, обеспечивающие среднюю твердость **300НВ (HRC_с 33; ~300HV) - 300/33**, без термической обработки после наплавки - **1**, с основным покрытием **Б**, для наплавки в нижнем положении **4** на постоянном токе обратной полярности **(0)**:

Э-11ГЗ-ОЗН-300У-4,0-НД ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75
Е-300/33-1-Б40

В документации: **Электроды ОЗН-300У-4,0 ГОСТ 9466-75.**

Контроль качества

Для проверки сварочно-технологических свойств наплавочных электродов выполняется наплавка на один образец (пластина из Ст3 или стали, для наплавки которой предназначены электроды). Размер пластины - **120 х 80 х 20 мм** (отклонение длины и ширины +/- 5 мм, толщины +/- 2 мм).

Наплавка на образец выполняется в четыре слоя в нижнем положении. Длина наплавки не менее **80 мм**, ширина - не менее **8-мм диаметров контролируемых электродов**.

Для электродов, обеспечивающих среднюю твердость наплавленного **HR C_с > 42** допускается наплавка в образцов в три или два слоя.

На наплавочных образцах, проверка сплошности наплавленного металла проверяется после снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

При средней твердости наплавленного металла **HRC_с > 42** допускается зашлифовка поверхности наплавки без снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

Для проверки химического состава наплавленного металла выполняется **8-ми слойная** наплавка на образец (размеры выше), площадь наплавки - **не менее 80 х 40 мм**.

Для электродов диаметром **менее 5 мм** толщина пластин **не менее 4-х диаметров электрода**.

Для электродов со средней твердостью наплавленного металла **HRC_с > 42** допускается наплавка в пять слоев.

Проверка твердости наплавленного металла производится на поверхности 8-ми слойной или 5-ти слойной наплавки, выполненной для проверки химического состава наплавленного металла.

Упаковка

Масса электродов в коробке или пачке не должна превышать:

- **3 кг** - для электродов диаметром **до 2,5 мм**;
- **5 кг** - для электродов диаметром **3,0 - 4,0 мм**;
- **8 кг** - диаметром более **4,0 мм**.

Наплавочная проволока.

По ГОСТ 10543 - 75 изготавливается стальная наплавочная проволока диаметром **от 0,3 до 8 мм**.

Стандартом предусмотрена:

- углеродистая проволока **9 марок** (Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-45, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-85);
- легированная проволока, **11 марок** (Нп-40Г, Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА, Нп30Х5, Нп-40Х3Г2МФ, Нп-40Х2Г2М, Нп-5ХНМ, Нп-50ХФА, Нп-50Х6ФМС, Нп-105Х),
- высоколегированная проволока **10 марок** (Нп-20Х14, Нп-30Х13, Нп-30Х10Г10Т, Нп-40Х13, Нп-45Х4В3Ф, Нп-45Х2В8Т, Нп-60Х3В10Ф, Нп-ГВ, Нп-Х15Н60, Нп-Х20Н80Т).

Проволока для наплавки подбирается в зависимости от назначения и требуемой твердости металла наплавки (*табл. 3*). **Минимальную твердость металла** можно получить при наплавке углеродистой проволокой марки **Нп-25 (HRC 40)**; **максимальная твердость металла** достигается высоколегированной проволокой марки **Нп-40Х13 (HRC 45 - 52)**. Обычно наплавка проволокой выполняется пол флюсом на автоматах, шланговых полуавтоматах и электродами с покрытиями - вручную.

Техника наплавки предусматривает наложение ниточных валиков с перекрытием предыдущего валика на 1/3 его ширины или валиков с поперечными колебаниями электрода.

Если необходимо восстановить размеры или форму детали, то используются обычная сварочная проволока, которая дает наплавленный металл низкой твердости.

Для наплавки согласно Госту 2247-70 используют сварочная проволока марок:

1. **Св-08** (с твердостью наплавленного слоя **HB120-160**); **Св-10Г2 (HB180-210)**;
Св-08ГС (НП 180-200); **Св-12ГС (HV 190-220)**; **Св-08Г2С (HV 180-210)** - оси,
валы, ролики (где проходит трения металла с смазкой);
2. **Св-18ХГС (HV240-300)** - трение металла с смазкой и без смазки (опорные ролики, натяжные колеса гусеничных машин, Цапфы);

3. **Св-20 X13 (HRC 42-48); Св-07X27T (HRC 30-38)** - кавитационно-коррозионный износ при температурах до 450 Ос (уплотнительные поверхности запорной и пропускной арматуры для пара и воды);
4. **Св-06X19Н9Т (HB160-190); Св-08X19Н9Ф2С2 (HB200-230)** - кавитационно-коррозионный износ при температурах выше 450 °С.

Для получения наплавленного металла высокой твердости используют специальный стальной наплавляющий провод, который выпускают диаметром: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 6,5; 8,0 мм.

Таблица. 3.

Марки проволоки для наплавки

Основной металл	Марка проволоки	Ориентировочная твердость наплавленного металла, HRC	Примерное назначение
Углеродистые и низколегированные стали (менее 0,4% С)	Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-40Г	40	Коленчатые валы, оси, шпиндели
Углеродистые и низколегированные стали (более 0,4% С)	Нп-45, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА и др.	60	Крановые колеса, оси опорных тракторов и др.
Аустенитные высокомарганцевые стали	Нп-ГВА и др.	50	Железнодорожные крестовины, щеки дробилок, зубья ковшей
Хромистые стали	Нп-20X14, Нп-30X13, Нп-40X13	48	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и воды
Хромовольфрамовые теплоустойчивые стали	Нп-45X2В8Т, Нп-60X3В10Ф	45	Ножи для резки горячего металла, штампы для горячей штамповки

Согласно Госту 10543-82 используют стальной наплавляющий проволока марок:

1. **Нп-25, Гп-30, Нп-35 (НП 160-220); Нп-40, Чп-45 (НП 170-230); Нп-50 (НП 180-240); Нп-65 (НВ220-300); Нп-80 (НП 260-340); Нп-40Г (НП 180-240)** - трение металла при наличии смазки (оси, валы, шпиндели);
2. **Нп-50Г (НП 200-270); Нп-65Г (НП 230-310); Нп-40X13 (HRC 45-50)** - трение металла без смазки со значительным контактным нагружкой (оси опорных роликов, крановые колеса, натяжные колеса гусеничных машин);
3. **Нп-40X2Г2М (HRC 45-56); Нп-50 ХФА (HRC 43-50)** - трение металлов с смазкой в сочетании с динамической нагрузкой (шлицевые и коленчатые валы, поворотные кулаки);
4. **Нп-30 ХГСА (НП 220-300); Нп-30X5 (HRC37-42); Нп-50ХНМ (HRC 40-50);**
5. **Нп-50 Х6ФМС (HRC 42-48); Нп-50Х (HRC 32-38); Нп-45X2В8Г (HRC 40-46);**

6. **Нп-60ХЗВЮФ (HRC42-50); Нп-45Х4ВЗГФ (HRC38-45)** - термическая усталость, тепловые изменения (прокатные валки, кузнечной -прессовый инструмент);
7. **Нп-40ХЗГ2МФ (HRC 38-44)** - ударно-абразивный износ (ковши экскаваторов, ножи бульдозеров);
8. **Нп-Г13А (HB220-280)** - ударное износ деталей из стали **110Г13Л**;
9. **Нп-20Х14 (HRC 32-38)** - кавитационно-коррозионный износ запорной арматуры для пара и воды;
10. **Нп-30Х13 (HRC 38-45)** – гидро -абразивный износ (плунжеры гидравлических прессов, шейки коленчатых валов, гребные валы судов);
11. **Нп-30Х10ПОТ (НП 200-220)** - кавитационная эрозия (лопасти турбин, гребные винты);
12. **Нп-Х15Н60 (НП 180-220)** - термическая усталость при высокой температуре (печи, реторты);
13. **Нп-Х20Н80Т (НВ120-220)** - термическая усталость при высокой температуре в сочетании с коррозионной средой (клапаны двигателей внутреннего сгорания);
14. **Нп-03Х15Н35Г7М6Б** - коррозионный износ при повышенной температуре (корпуса сосудов в атомно-энергетическом машиностроении, арматура химической промышленности).

Цифры и буквы после индекса Нп (наплавляющий) указывают химический состав проволоки. Марки проволоки выбирают, учитывая необходимую твердость и нагрузки наплавляемых поверхностей.

*Проволока поставляется в мотках с внутренним диаметром **от 150 до 750 мм** и массой **от 1,5 до 30 кг**. Мотки связывают в бухты массой **не более 80 кг**. Наплавляющий проволока упаковывают и хранят идентично сварочном.*

Таблица №1

Расшифровать условное обозначение наплавочных материалов
(варианты – по номеру в журнале):

Номер вариант а	Условные обозначения наплавочных материалов		
1	Нп-30	ПЛ-Нп-10Г2СТ	Э-15Х28Н10С3М2ГТ
2	Нп-50	ПЛ-Нп-20Х2Г2СТ	Э-09Х31Н8АМ2
3	Нп-85	ПЛ-Нп-300Х25С3Н2Г2	Э-13Х16Н8М5С5Г4Б
4	Нп-40Г	ПЛ-Нп-400Х38Г3РСТЮ	Э-15Х15Н10С5М3Г
5	Нп-65Г	ПЛ-Нп-120Х22Р3Г2С	Э-15Х28Н10С3ГТ
6	Нп-30ХГСА	ПЛ-Нп-450Х20Б7М6В2	Э-15Х28Н10С3М2ГТ
7	Нп-30Х5	ПЛ-Нп-500Х40Н40С2Р	Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ
8	Нп-40ХЗГ2МФ	ПЛ-Нп-550Х44Н34ГСП	Э-35Х12В3СФ
9	Нп-40Х2Г2М	ПЛ-Нп-12Х16Н8М6С5Г4Б	Э-90Х4М4ВФ

10	Нп-50ХНМ	ПЛ-Нп-12Х18Н9С5Г2Т	Э-35Х12Г2С2
11	Нп-50Х6ФМС	ЛС-18ХГСА	Э-15Х15Н10С5М3Г
12	Нп-50ХФА	ЛС-70Х3МН	Э-120Х12Г2СФ
13	Нп-20Х14	ЛС-25Х5ФМС	Э-10М9Н8К8Х2СФ
14	Нп-30Х13	ЛС-50Х4В3ФС	Э-65Х11Н3
15	Нп-40Х13	ЛС-15Х13	Э-65Х25Г13Н3
16	Нп-20Х17Н3М	ЛС-12Х14Н3	Э-80В18Х4Ф
17	Нп-30Х10Г10Т	ЛС-02Х20Н11Г	Э-90В10Х5Ф2
18	Нп-45Х4В3ГФ	ПП-Нп-200Х12М	Э-105В6Х5М3Ф3
19	Нп-50Х3В10Ф	ПП-Нп-200Х12ВФ	Э-10К15В7М5Х3СФ
10	Нп-Г13А	ПП-Нп-30Х4В2М2ФС	Э-10К18В11М10Х3СФ
21	Нп-03Х15Н35Г7М6	ПП-Нп-10Х17Н9С5ГТ	Э-13Х16Н8М5С5Г4Б
22	Нп-Х20Н80Т	ПП-Нп-250Х10Б8С2Т	Э-30Х5В2Г2СМ
23	Нп-03Х15Н35Г7М6Б	ПП-Нп-30Х2М2ФН	Э-190К62Х29В5С2
24	Нп-40Х3Г2МФ	ПП-Нп-40Х4Г2СМНТФ	Э-320Х23С2ГРТ
25	Нп-60Х3ВЮФ	ПП-Нп-150Х15Р3Т2	Э-320Х25С2ГР
26	Нп-45Х4В3ГФ	ПП-Нп-350Х10Б8Т2	Э-350Х26Г2Р2СТ
27	Нп-45Х2В8Г	ПП-Нп-35В9Х3СФ	Э-300Х28Н4С4
28	60Х3ВЮФ	ПП-Нп-12Х12Г12СФ	Э-225Х10Г10С
29	Нп-45Х2В8Г	ПП-Нп-25Х5ФМСТ	Э-110Х14В13Ф2
30	Нп-50 ХФА	ПП-Нп-35Х6М2	Э-175В8Х6СТ

Практическая работа №17

Тема: Флюсы для наплавки. Материалы, для производства флюсов, виды флюсов, марки, области применения

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении флюсов для наплавки, материалов, для производства флюсов, видов флюсов, марок, областей применения

Ход выполнения работы:

5. Ознакомление с теоретическими сведениями
6. Законспектировать материал «Флюсы для наплавки. Материалы, для производства флюсов, виды флюсов, марки, области применения»
7. Ответить на контрольные вопросы.
8. Заполнить кроссворд

Теоретические сведения

Для автоматической и полуавтоматической наплавки применяются те же флюсы, что и для сварки. Наиболее распространены плавные флюсы **АН-348-А, ОСЦ-45, АН-60, АН-20, 48-ОФ-6, АН-26, АН-15М, АН-8, АН-25.**

Для наплавки аустенитных хромоникелевых сталей применяют флюс АН-26.

Преимуществом этого флюса является отличное формирование наплавленного валика и малая склонность наплавленного слоя к порам;

Недостатком — сравнительно высокая окислительная способность, что приводит в ряде случаев к недопустимому снижению содержания титана и хрома в наплавленном слое и к появлению кристаллизационных трещин. Трещины в этом случае можно устранить примесью к флюсу **3—4% алюминиевой лигатуры (80% Al и 20% Fe)**, которая обладает примерно одинаковой с флюсом плотностью

Для наплавки высокохромистых чугунов рекомендуется флюс АН-28, он безмарганцевый и содержит мало кремнезема. Поэтому не происходит значительного окисления легирующих элементов, достигается хорошая отделимость шлаковой корки. **Недостатком** флюса является плохое формирование валиков при содержании в наплавленном слое менее **1,0%Si**, а также повышенная склонность к порам. Последнее связано с низким содержанием SiO_2 и CaF_2 во флюсе.

Наплавку электрошлаковым способом целесообразно выполнять с флюсами АН-8, АН-25, АНФ-1П, АНФ-14

Флюс АНФ-1П обладает высокой электропроводностью в расплавленном состоянии и обеспечивает устойчивый электрошлаковый процесс. Низкая окислительная способность флюса позволяет использовать его для электрошлаковой наплавки высоколегированных сплавов. Флюс АН-8 также обеспечивает высокую устойчивость электрошлакового процесса, но обладает повышенной окислительной способностью. Поэтому его следует применять для электрошлаковой наплавки сталей типов А и В, где потери на окисление легирующих примесей не сказываются в опасной мере на качестве наплавленного металла.

Флюс АН-25 предназначен для возбуждения электрошлакового процесса без дуги: он электропроводен в твердом состоянии, при прохождении тока быстро нагревается и расплавляется, образуя начальную ванну жидкого шлака.

При наплавке среднелегированных и высоколегированных сталей и сплавов применение высококремнистых марганцевых флюсов нецелесообразно, так как они отличаются высокой окислительной способностью, чрезмерно легируют наплавленный металл кремнием и марганцем, образуют плохо отделяющуюся шлаковую корку. В этом случае применяют флюсы АН-26, АН-20, АН-28, АН-70, 48-ОФ-6, 48-ОФ-10 и др.

Из низкокремнистых безмарганцевых флюсов наиболее широко применяют для наплавки флюс АН-20. **Преимущество** - он обеспечивает высокую стабильность дуги, малую склонность к порам, хорошее формирование валиков. Его **недостаток** — относительно низкая температура плавления и малая вязкость, что затрудняет наплавку тел вращения малого диаметра, а также сравнительно высокая активность кремнезема, что приводит в ряде случаев к нежелательному обогащению металла кремнием, окислению легирующих элементов и ухудшению

отделимости шлаковой корки. Шлаковая корка удовлетворительно отделяется при нагреве детали до температуры не выше **450° С**.

Для наплавки высоколегированных сплавов с высоким содержанием хрома, вольфрама, ванадия и титана - применяют наиболее химически нейтральные флюсы **АН-70** и **48-ОФ-6**. При наплавке под этими флюсами велика опасность образования пор. Если наплавляют порошковой проволокой, то для устранения пор в сердечник обязательно вводят кремнефтористый натрий.

Для снижения содержания влаги эти флюсы прокаливают при температуре **900—930°С** в течение **5 ч**. Чтобы флюс не поглощал влагу из воздуха, его нужно хранить в сухих помещениях. Состав наплавленного металла изменяется минимально, так как флюс почти не содержит веществ, вступающих в химическое взаимодействие с железом и легирующими элементами. Шлаковая корка удовлетворительно отделяется при нагреве деталей до **600—700° С**.

Керамические флюсы. Для наплавки интерес представляют легирующие керамические флюсы, которые позволяют при использовании стандартных и недефицитных проволок получать легированный наплавленный металл повышенной износостойкости. При наплавке под легирующим керамическим флюсом возможно опасное изменение химического состава наплавленного металла при изменении режимов наплавки. Однако этот недостаток относится в основном к флюсам с высоким содержанием легирующих элементов, поэтому высокое легирование наплавленного металла целесообразно осуществлять через проволоку. Наплавка же низколегированного металла возможна и при помощи слаболегирующих керамических флюсов.

Лабораторная разработка рецептов привела к созданию многочисленных марок керамических флюсов: **ЖС-400; ЖС-500; ЖСН-1; ЖСН-2; КС-Х12Т; КС-3Х2В8; КС-Р18Б; АНК-18; АНК-19; ФК-45** и др. Однако заметное применение нашли только флюсы **АНК-18** и **АНК-19**.

Флюс **АНК-18** предназначен для механизированной наплавки проволокой **Св-08** и **Св-08А** колес мостовых кранов, опорных катков, роликов и натяжных колес гусеничного хода тракторов, бульдозеров и экскаваторов.

Флюс **АНК-19** используют для широкослойной наплавки колеблющимся электродом рабочих кромок ножей бульдозеров, скреперов и грейдеров.

Преимущество - 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 токе.

Сварочные флюсы **применяют** при автоматической и механизированной дуговой сварке под флюсом, при ручной дуговой сварке чугуна и цветных металлов.

Флюс представляет собой сыпучее зернистое вещество, которое при расплавлении образует жидкий шлак, защищающий металл сварного шва от азота и кислорода воздуха.

Кроме того, назначение флюсов следующее:

- обеспечение устойчивого горения дуги;

- раскисление сварочной ванны и получение плотных швов без пор и шлаковых включений;
- легирование металла шва;
- уменьшение потерь электродного металла на угар и разбрызгивание;
- улучшение формирования шва;
- сохранение теплоты в зоне сварки, вследствие чего химические реакции между жидким металлом и шлаком проходят более полно.

По способу изготовления флюсы делят на:

- ✓ плавленные;
- ✓ неплавленные.

Плавленные флюсы изготавливают сплавлением флюсовой шихты определенного состава в электрических или пламенных печах с последующей ее грануляцией до получения крупинок (зерен) требуемого размера.

По строению зерен плавленные флюсы разделяют на:

- стекловидные;
- пемзовидные.

Стекловидный флюс представляет собой прозрачные зерна с острыми гранями, окрашенными в зависимости от состава флюса в различные цвета. Для его получения жидкий расплав флюса при **1200-1250°C** тонкой струей сливают в бак с холодной проточной водой. Расплав быстро затвердевает и растрескивается на мелкие зерна.

Пемзовидный флюс представляет собой зерна пенистого материала также различных оттенков. При выливании в воду жидкого расплава флюса, нагретого до **1550-1600°C**, пары воды вспенивают расплавленную массу, образуя пемзовидный флюс.

Плавные флюсы (ГОСТ 9087-81), применяемые при автоматической и механизированной дуговой и электрошлаковой сварке и наплавке стали, выпускают 21 марки.

Размер зерен флюса — **от 0,25 до 4 мм**. Флюсы — **стекловидный** с размером зерен **не более 2,5 мм** и **пемзовидный** с размером зерен **не более 4 мм** — предназначены для автоматической сварки проволокой диаметром **не менее 3 мм**. **Стекловидный** флюс с размером зерен **не более 1,6 мм** предназначен для автоматической и механизированной сварки проволокой диаметром **не более 3 мм**.

Флюс упаковывают в бумажные мешки или другую тару, обеспечивающую его сохранность при транспортировании. Масса одного упаковочного места должна быть **не более 50 кг**.

Плавные флюсы различных марок имеют разные области применения. **Например, АН-17М, АН-43, АН-47** — для дуговой сварки и наплавки углеродистых низколегированных сталей.

Кроме плавных широко применяют и неплавные (керамические) флюсы.

Неплавленные (керамические) флюсы получаемые скреплением частиц флюсовой шихты без их расплавления. Они представляют собой механическую смесь тонкоизмельченных природных минералов, ферросплавов и силикатов, сцементированных жидким стеклом и гранулированных на крупинки определенных размеров. Каждое зерно (крупинка) керамического флюса состоит из прочно соединенных мелких частичек и содержит все компоненты флюса в определенном соотношении.

Керамические флюсы различных марок имеют определенные области применения, например,

АНК-35 и АНК-36 используют для сварки углеродистых сталей;

АНК-47 и АНК-48 — для сварки низколегированных сталей;

АНК-45 — для сварки высоколегированных сталей;

АНК-18, АНК-19 и АНК-40 — при наплавочных работах;

АНК-3 служит добавкой (в количестве **5-15%**), применяемой в смеси с плавленными флюсами **АН-348А, ОСЦ-45, АН-60** и другими для повышения стойкости швов против образования пор. Наиболее распространенным видом флюса является вещество бура.

Керамические флюсы гигроскопичны, поэтому хранить их следует в герметически закрывающейся упаковке. Ввиду небольшой прочности зерен транспортировать керамический флюс рекомендуется в жесткой таре — металлических банках или картонных барабанах.

Контрольные вопросы:

7. Для чего служит флюс?
8. Как разделяют флюсы по назначению?
9. Как разделяют флюсы по способу изготовления?
4. Разгадать кроссворд

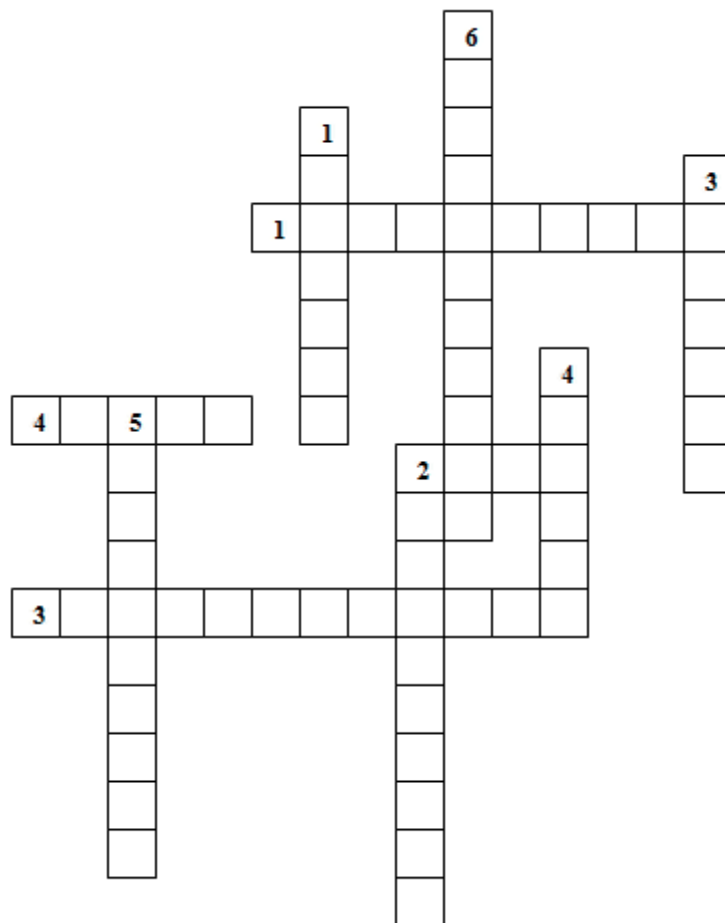
Кроссворд по теме «Сварка под слоем флюса»

По горизонтали:

1. Параметр режима сварки, который оказывает влияние на геометрические размеры и форму шва.
2. АН-348, ОСЦ-45 – Что это?
3. Флюс, изготовленный без плавления компонентов шихты
4. Сила сварочного тока измеряется в

По вертикали:

1. Основной узел сварочного автомата АДФ-1002
2. Служит для уборки флюса после сварки
3. Что означает буква «Ж» в условном обозначении – ТДФЖ-1002
4. Вид флюса по химическому составу.
5. Основной параметр режима дуговой сварки под флюсом: сила сварочного тока, его род и
6. Источник питания, используемый в сварочных автоматах



Эталон ответов

1. Флюс защищает капли электродного металла и жидкий металл сварочной ванны от воздействия воздуха, обеспечивает устойчивое горение дуги, хорошее формирование шва и образует шлаковую корку, легко отделимую от поверхности шва после затвердевания.
2. Различают флюсы общего назначения и специальные.
Флюсы общего назначения предназначены для механизированной дуговой сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей низкоуглеродистой и легированной сварочной проволокой, специальные флюсы - для отдельных видов сварки, например, электрошлаковой или сварки высоколегированных сталей.
3. По способу изготовления флюсы делятся на: плавленные и неплавленные. Плавленные флюсы получают путем сплавления компонентов шихты в электрических или пламенных печах. При изготовлении неплавленных флюсов частицы флюсовой шихты скрепляют без их сплавления. К числу неплавленных флюсов относятся керамические и спеченные флюсы, а также флюсы-смеси. Керамические флюсы производят из смесей порошкообразных материалов, скрепляемых с помощью клеящих веществ, главным образом жидкого стекла. Спеченные флюсы изготавливают путем спекания компонентов шихты при повышенных температурах без их сплавления. Полученные комки затем измельчают до требуемого размера.

Эталон ответов кроссворда

По горизонтали:

1. Напряжение
2. Флюс
3. Керамический
4. Ампер

По вертикали:

1. Трактор
2. Флюсоотсос
3. Жесткая
4. Кислый
5. Полярность
6. Выпрямитель

Практическая работа №19

Тема: Выбор технологии, материалов и режима наплавки углеродистых сталей по карточкам

Цель работы: Приобрести практические навыки при выборе технологии, материалов и режимов наплавки углеродистых сталей

Ход выполнения работы:

10. Ознакомление с теоретическими сведениями
11. Изучить технологию сварки и наплавки в нижнем положении шва.
12. Изучить технологию сварки и наплавки вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.
13. Рассчитать и выбрать параметры ручной электродуговой сварки (силу сварочного тока, диаметр, тип и марку электрода и др.) в зависимости от свариваемого материала и положения в пространстве.
14. Заполнить таблицу и дать подробное описание расчета режима (*варианты – по порядковому номеру в журнале*)

Сварка стыковых швов. Т Теоретические сведения

Сварка и наплавка в нижнем положении шва

Односторонние стыковые швы без скоса кромок выполняют покрытыми электродами диаметром, равным толщине свариваемых листов, если она не превышает **4 мм**. Сила тока подбирается в зависимости от диаметра электрода, вида и толщины покрытия (*табл. 1*). Листы без скоса кромок **толщиной от 4 до 10 мм** сваривают двусторонним швом. Положение и поперечные движения электрода при сварке приведены на *рис. 1*.

Таблица. 1.

Ориентировочные режимы сварки соединений встык без скоса кромок

Толщина металла, мм	Шов	Зазор, мм	Диаметр электрода, мм	Среднее значение силы тока, А	
				нижнее положение шва	вертикальное и потолочное положение шва
3—4	Односторонний	1,0	3—4	180	160
5—6	Двусторонний	1,0—1,5	4—5	180—260	160—230
7—8	То же	1,5—2,0	5	260	230
10	»	2,0	6	330	290

Примечание. Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

Стыковые соединения со скосом двух кромок (V-образные) в зависимости от толщины металла выполняют однослойными, многослойными или многопроходными швами.

Оптимальный угол раскрытия шва определяется следующими соображениями. Большой угол разделки (**80 - 90°**) обеспечивает большие удобства сварщику, уменьшает опасность непровара корня, но увеличивает объем наплавленного металла, следовательно, уменьшает производительность и увеличивает деформации изделия. Для нормального процесса ручной дуговой сварки принят угол разделки **60°**. Он может быть *увеличен на 65°* для *тонких листов* и *уменьшен до 55°* для *листов толщиной более 15 мм*.

Зазор между стыкуемыми элементами и притупление кромок составляет **от 1,5 до 4,0 мм** в зависимости от толщины листов, режима сварки и характера свариваемой конструкции.

Наиболее трудным при сварке является получение полного (надежного) провара корня шва. Здесь чаще всего бывают различные дефекты, например, не провар, газовые и шлаковые включения. Поэтому, если это возможно, следует подваривать корень шва с обратной стороны.

Металл толщиной **от 4 до 8 мм** проваривается однослойным (однопроходным) швом. **Однослойные швы V-образным скосом кромок** выполняют

поперечными колебательными движениями электрода в виде треугольников без задержки в корне шва (листы **толщиной 4 мм**) и с задержкой в корне шва (**толщиной 8 мм, рис. 1**).

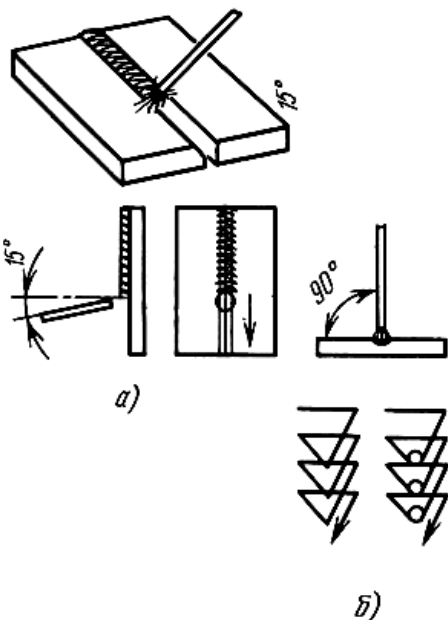


Рис. 1. Положение (а) и движения электрода (б) при сварке стыковых швов со скосом кромок

Листы **толщиной 12 мм** и более соединяются встык с двумя симметричными

скосами двух кромок (с X-образным скосом кромок) многослойным или многопроходным швом. **Многослойный шов** выполняется быстрее многопроходного. Выбор многослойного или многопроходного шва зависит от химического состава и толщины свариваемой стали.

Многопроходной шов выполняется тонкими и узкими валиками, без поперечных колебательных движений электрода. Сварку рекомендуется выполнять электродами, предназначенными для опирания. В этом случае применяют электроды **диаметром**

от 1,6 до 3 мм (редко 4 мм). Весь многопроходной шов может выполняться электродами одного и того же диаметра.

Каждый слой многослойного шва имеет увеличенное в несколько раз сечение по сравнению с сечением каждого валика при многопроходной сварке; поэтому многослойный шов обеспечивает повышенную производительность.

Иногда для обеспечения провара по всей толщине металла сварка ведется на медной подкладке **толщиной 4 - 6 мм.** В этом случае **сварочный ток** можно повысить **на 20 - 30%,** не опасаясь сквозного проплавления. Если конструкция и назначение сварного изделия допускают сквозное проплавление, сварка может вестись на остающейся стальной подкладке.

В особо ответственных конструкциях перед подваркой шва с обратной стороны его предварительно зачищают резак для поверхностной резки или резцом для удаления возможных дефектов (непровара, трещин, газовых и шлаковых включений).

Таблица. 2.

Ориентировочные режимы сварки V-образных стыковых многослойных швов

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Число слоев, кроме подварочного и декоративного	Диаметр электрода, мм		Среднее значение тока, А		
			первый слой	последующие слои	Положение шва		
					нижнее	вертикальное	горизонтальное
10	1,5—2,0	2	4	5	180—260	160—220	150—210
12	2,0—2,5	3	4	5	180—260	160—220	150—210
14	2,5—3,0	4	4	5	180—260	160—220	150—210
16	3,0—3,5	5	4	5	180—260	160—220	150—210
18	3,5—4,0	6	5	6	220—320	200—300	180—280

Примечание. Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

Стыковые X-образные швы применяют для стали **толщиной от 12 до 40 мм.** Подготовка кромок, угол скоса, величина зазора и притупления, техника выполнения швов при этом такие же, как и при сварке листов с V-образной разделкой. Чтобы достаточно прогрелся и отжигался металл каждого нижележащего слоя, **толщина слоев** должна быть **не более 4 - 5 мм и не менее 2 мм.** Например, для выполнения X-образных швов при сварке листов **толщиной 12 мм** нужно положить **4 - 6 слоев,** а для **толщины 40 мм - 10 - 16 слоев** (отжигающий и декоративный слои не учитываются).

Стыковые швы листов большой **толщины (более 20 мм)** целесообразно сваривать **с криволинейным скосом двух кромок**. Такая подготовка позволяет применять электроды повышенного диаметра, обеспечивает надежный провар и равномерную усадку металла шва.

Швы с двусторонним симметричным скосом двух кромок (X-образные) имеют следующие преимущества перед швами с односторонним скосом двух кромок (V-образные):

1. Уменьшение объема наплавленного металла в **1,6 - 1,7** раза и, следовательно, увеличение производительности сварки.
2. Уменьшение деформаций от сварки.
3. Возможный непровар в корне шва расположен в нейтральном сечении и поэтому менее опасен.

Для уменьшения коробления сварного изделия рекомендуется выполнять швы попеременно с одной и с другой стороны листа. При сварке в нижнем положении для этого требуется частая кантовка изделия. Поэтому целесообразно устанавливать изделие вертикально и сваривать его одновременно с двух сторон. Работу в этом случае выполняют два сварщика.

Сварка угловых швов

При выполнении угловых швов наклонным электродом (*рис. 2, а*) жидкий металл под действием силы тяжести стремится стекать на нижнюю плоскость. Поэтому выполнение этих швов лучше производить "в лодочку" (*рис. 2, б*), в частности электродами, которые позволяют вести сварку опиранием покрытия на свариваемые кромки изделия.

Сварка "в лодочку" угловых швов для листов **толщиной до 14 мм** возможна без скоса кромок (двусторонняя сварка) или с частичной разделкой кромок и увеличенным размером притупления. **Зазор** между свариваемыми элементами не должен превышать **10%** толщины листа.

Таблица. 3.

Режимы сварки угловых швов 'в лодочку' с опиранием электрода

Толщина свариваемых листов, мм	Катет шва, мм	Диаметр, электрода мм	Сила тока, А
4—6	5	5	250—300
6—8	6	6	300—350
10—14	8	8	480—560

Примечание. Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

Однако не всегда можно установить сварное изделие для сварки "в лодочку"; тогда угловые швы выполняют наклонным электродом. В этом случае возможен непровар корня шва и кромки нижнего листа. Тщательный прогрев кромок свариваемых частей достигается правильным движением электрода, который следует держать под углом 45° к поверхности листов и производить поперечные движения треугольником без задержек или с задержками в корне шва. В процессе сварки электрод следует наклонять то к одной, то к другой плоскости листов.

Угловые швы в нижнем положении с катетами до 10 мм выполняют сваркой в один слой электродами **диаметром до 5 мм**, иногда без поперечных движений.

Угловые швы без скоса кромок с катетами более 10 мм могут выполняться в один слой, но с поперечными движениями электрода треугольником, причем лучший провар корня шва обеспечивается задержкой электрода в корне шва (см. рис. 52).

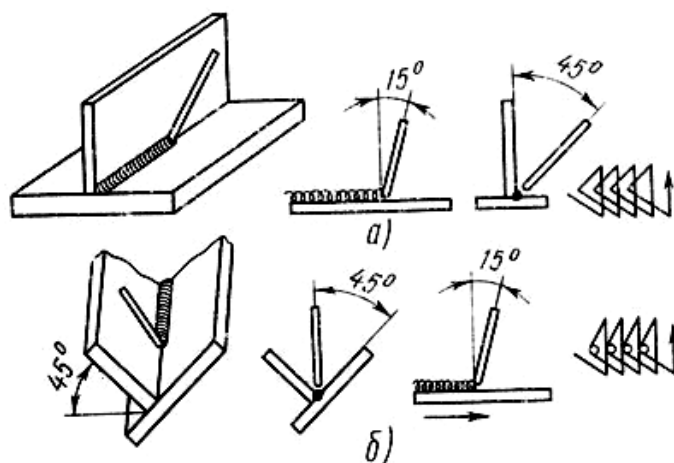


Рис. 2. Положение и движения электрода при сварке угловых швов: а - наклонным электродом, **б** – "в лодочку"

изделий.

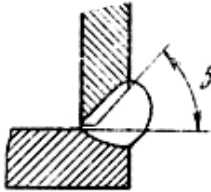
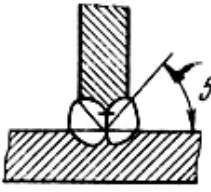
Угловые швы с односторонним или двусторонним скосом кромок применяют при изготовлении особо ответственных

Сварка тавровых швов

Скос кромок у стенки тавра делают под углом $50+5^\circ$. При **толщине стенки до 4 мм** шов со скосом кромок **выполняют в один слой**; при **большей толщине** сварка ведется **в несколько слоев и проходов**. При выполнении многослойных тавровых швов наклонным электродом швы обычно получаются с неравными катетами на полке и стенке. Поэтому при проектировании сварных изделий допускаются угловые швы с неравными катетами.

Таблица. 4.

Примерные режимы ручной дуговой сварки угловых швов со скосом кромок

Вид шва	Толщина металла, мм	Число слоев или проходов	Диаметр электрода, мм	Ток, А
	4	1	3—4	120—160
	6	1	4—5	160—220
	8	1—2	4—5	160—220
	12	3—4	4—6	160—300
	20	6—8	4—6	160—320
	10	2—4	4—6	160—320
	20	4—8	4—6	160—360
	40	8—16	4—6	160—360
	60	16—30	5—6	220—360
	80	30—40	5—6	220—360

Выполнение вертикальных, горизонтальных и потолочных швов

Вертикальные швы (стыковые и угловые) выполняют в направлении снизу вверх. Предварительно подготавливается сваркой металлическая горизонтальная площадка сечением, равным сечению наплавленного металла шва. Площадка создается поперечными движениями электрода треугольником (*рис. 3*). Провар в корне шва обеспечивается задержкой горения дуги в этом месте при движении электрода треугольником. Наибольший провар корня шва достигают, когда электрод перпендикулярен вертикальной оси. Стеkanie расплавленного металла предотвращают наклоном электрода вниз, как показано пунктиром на *рис. 3, а, б*.

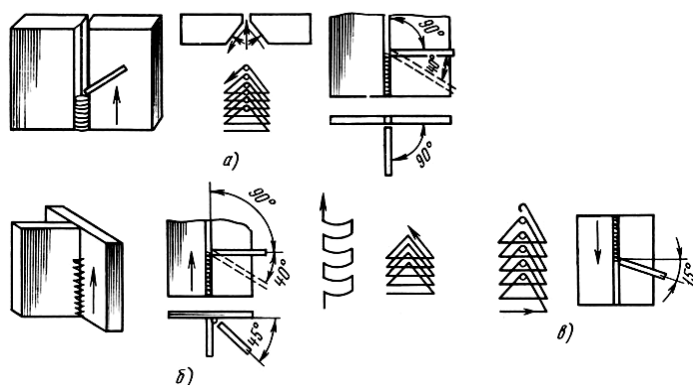


Рис. 3. Положение и движения электрода при сварке в вертикальном положении:

а - стыковые швы со скосом кромок, **б** - угловые швы, **в** - сварка в направлении сверху вниз

Сварка вертикальных швов электродами больших диаметров и при большой силе тока затруднительна из-за стекания металла и неудовлетворительного формирования шва. Поэтому применяют электроды **диаметром до 4 мм, редко 5 мм**, а сварочный ток понижают по сравнению со сваркой в нижнем положении.

Вертикальная сварка в направлении сверху вниз (*рис. 3, в*) возможна электродами, дающими слой шлака. Металл в сварочной ванне затвердевает быстрее и стекания его практически не происходит. Для вертикальной сварки

сверху вниз применяют электроды с целлюлозным, пластмассовым покрытием органического вида (**ОЗС-9, АНО-9, ВСЦ-2, ВСЦ-3 и др.**). Производительность сварки сверху вниз выше производительности сварки снизу вверх. Вертикальные швы также удобно выполнять электродами с опиранием покрытия на свариваемые кромки.

Горизонтальные и потолочные швы выполнять сложнее, чем вертикальные (*рис. 4*). При выполнении горизонтальных швов на верхнем листе часто образуются подрезы, а при сварке в потолочном положении затруднен полный провар корня шва. В обоих случаях сварка должна производиться короткой дугой с достаточно быстрыми колебательными движениями. Металл **толщиной более 8 мм** сваривают многопроходными швами.

Первый валик в корне **горизонтального шва** наносится электродом **диаметром 4 мм**, а **последующие** - **диаметром 5 мм**.

Первый валик в корне **потолочного шва** выполняется электродом **диаметром 3 мм**, а **последующие** - **диаметром не более 4 мм**.

Валики горизонтального и потолочного швов удобно выполнять электродами с опиранием покрытия. При выполнении потолочных швов газы, выделяющиеся при сварке покрытыми электродами, поднимаются вверх и могут оставаться в шве. Поэтому для сварки в потолочном положении следует

пользоваться хорошо просушенными электродами, дающими небольшой шлак.

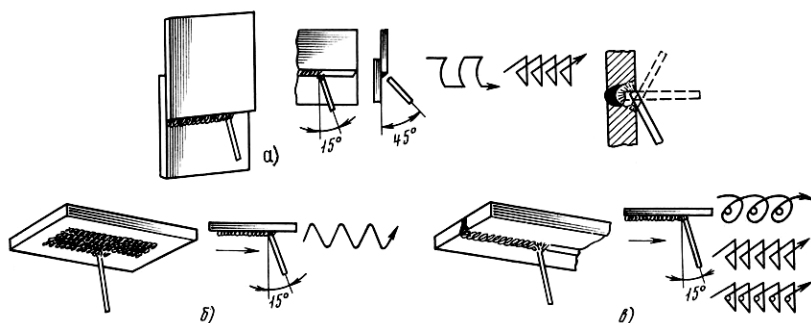


Рис. 4. Положение и движения электрода при сварке в горизонтальном и потолочном положениях: а - горизонтальный угловой шов,

б - наплавка в потолочном положении, **в** - потолочный стыковой

Сварка тонколистовой стали

При сварке стали **толщиной 3 мм** и меньше необходимо вводить в изделие строго одинаковое количество тепла на единицу длины шва (погонная энергия сварки $q_{\text{в}}$), с тем чтобы по всей длине шва была одинаковая глубина провара металла.

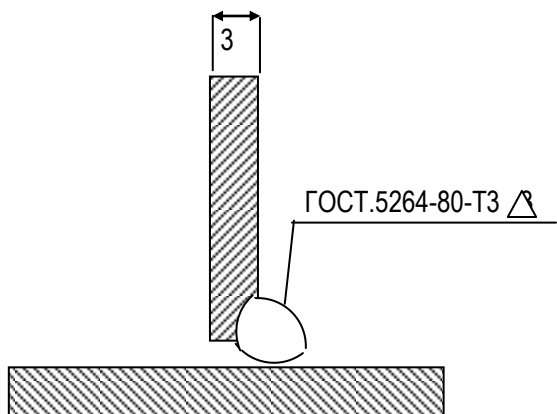
Швы накладываются электродом **диаметром 1 - 3 мм** без поперечных колебательных движений. Продольные движения электрода по оси шва должны производиться с одинаковой скоростью.

Для соединения тонких металлов заслуживает широкого внедрения микроплазменная сварка импульсной дугой в защитном инертном газе. Ею сваривают листы **толщиной 0,1 - 2 мм**. Для микроплазменной сварки институт им. Е. О. Патона разработал специальный источник сварочного тока типа **А-1347**.

Тонкую сталь можно сваривать также угольным электродом на постоянном токе с прямой полярностью по отбортовке кромок на режиме: диаметр угольного электрода - 6 - 10 мм, сила тока - 120 - 160 А, скорость сварки - 50 - 70 м/ч.

Вариант №1

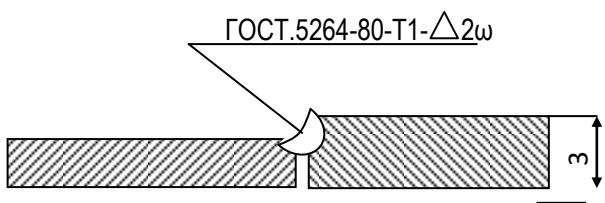
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение горизонтальное. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. перем.)

Вариант №2

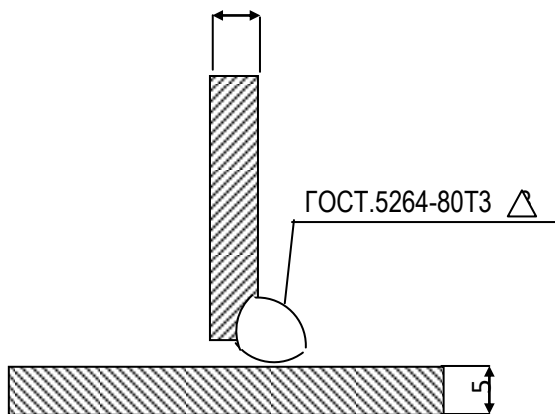
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №3

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение горизонтальное. Материал – Ст3пс.

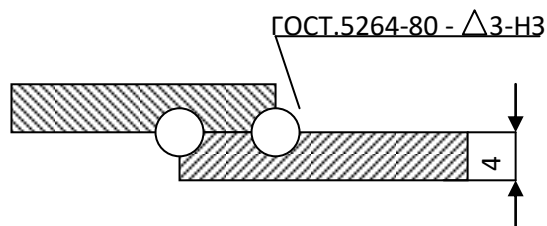


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №4

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.

Материал – Ст3пс.

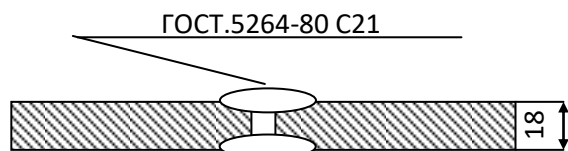


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №5

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное.

Материал – Ст3пс.

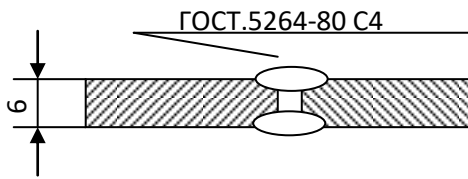


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №6

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.

Материал –Ст3пс.



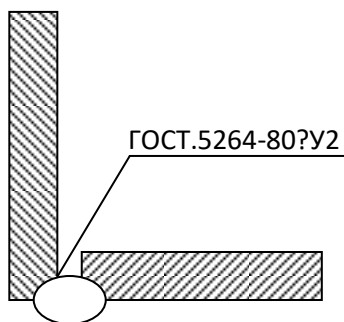
Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №7

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение вертикальное.

Материал –Ст3пс.

$S_{mc} = 5 \text{ мм}$

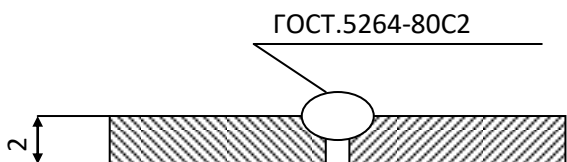


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №8

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение потолочное.

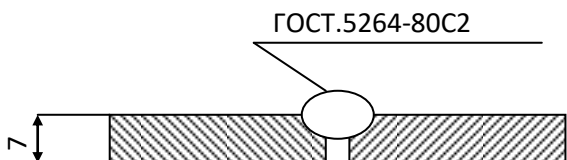
Материал –Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №9

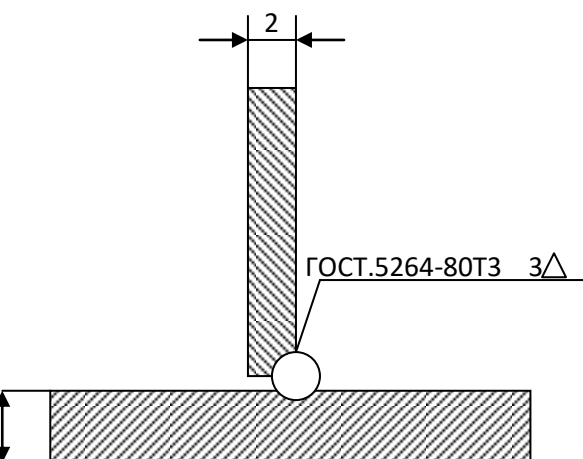
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное.
Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №10

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение нижнее.
Материал – Ст3пс.

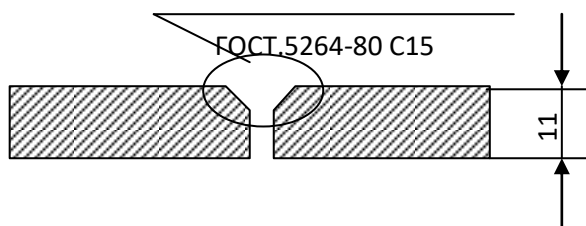


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №11

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное.

Материал –Ст3пс.

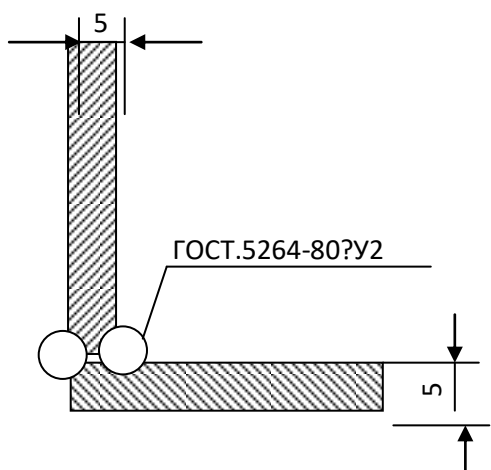


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №12

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в угол. Положение потолочное.

Материал –Ст3пс.



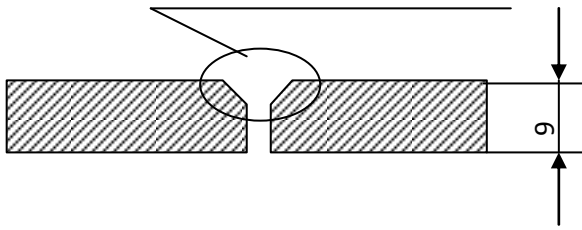
Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №13

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.

Материал –Ст3пс.

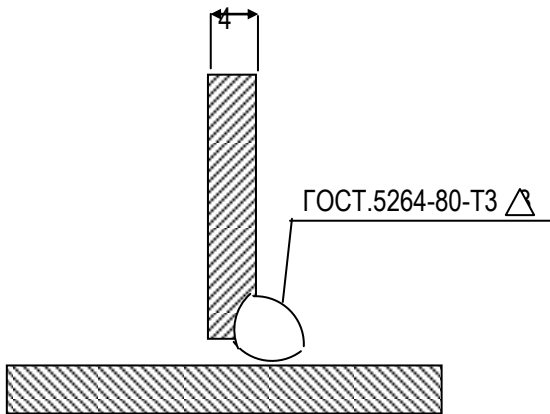
ГОСТ.5264-80 С15



Диаметр электрода	
Сила сварочного тока	
Тип Марка электрода	
Угол наклона электрода	
Манипулятор	
Полярность	
Длина дуги	
Род тока (пост. Перем.)	

Вариант №14

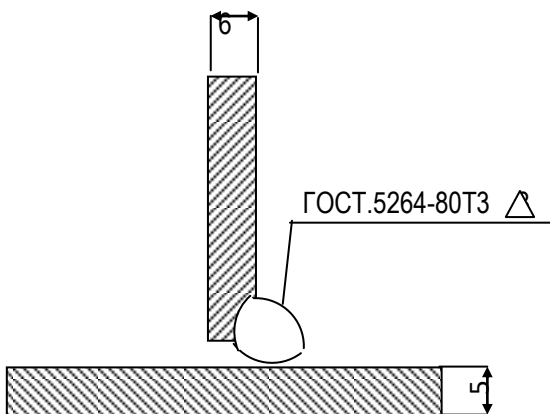
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение потолочное.
Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	
Сила сварочного тока	
Тип Марка электрода	
Угол наклона электрода	
Манипулятор	
Полярность	
Длина дуги	
Род тока (пост. перем.)	

Вариант №15

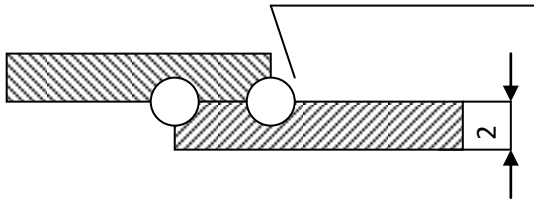
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение вертикальное.
Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	
Сила сварочного тока	
Тип Марка электрода	
Угол наклона электрода	
Манипулятор	
Полярность	
Длина дуги	
Род тока (пост. Перем.)	

Вариант №16

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в нахлест.
Положение потолочное. Материал –Ст3пс.



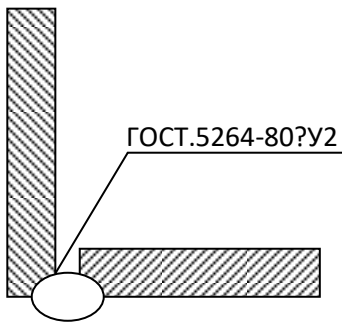
Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Вариант №17

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в угол. Положение нижнее.
Материал –Ст3пс.

$$S_{\text{ме}} = 8 \text{ мм}$$

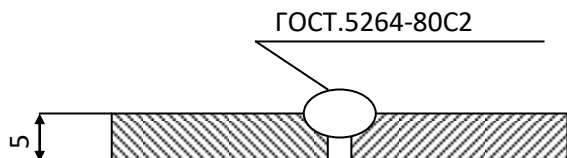
ГОСТ.5264-80 - Δ3-НЗ



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Вариант №18

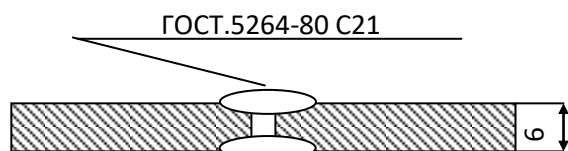
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение горизонтальное. Материал –Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Вариант №19

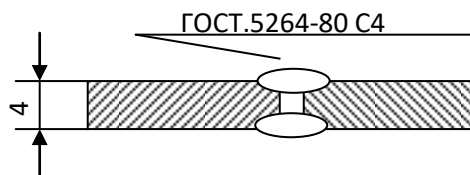
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение горизонтальное. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №20

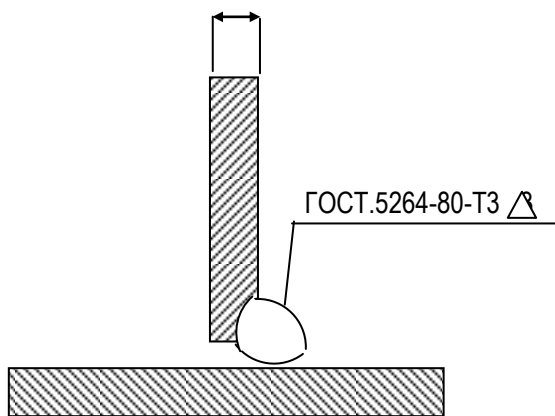
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Переем.)

Вариант №21

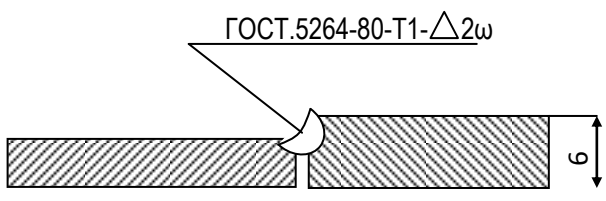
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение вертикальное. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. перем.)

Вариант №22

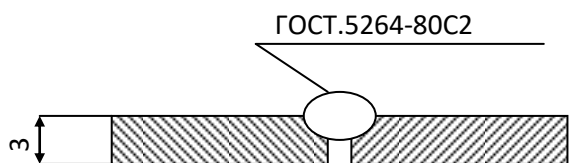
Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение горизонтальное. Материал – Ст3пс.



Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №23

Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение горизонтальное. Материал – Ст3пс.

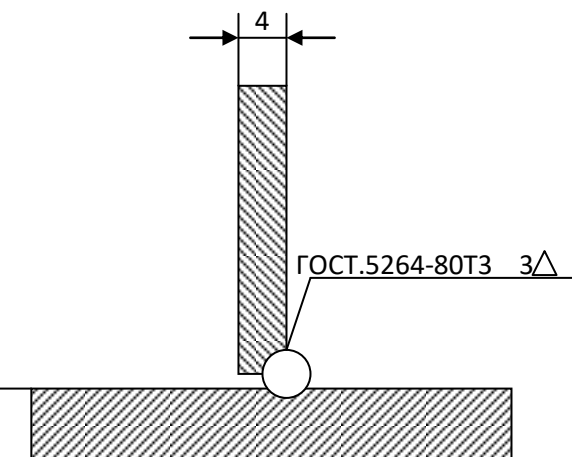


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перем.)

Вариант №24

**Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение
потолочное.**

Материал –Ст3пс.

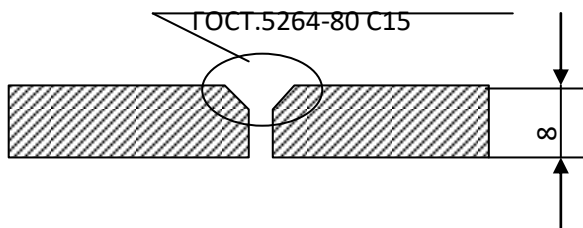


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Вариант №25

**Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение
нижнее.**

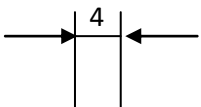
Материал –Ст3пс.

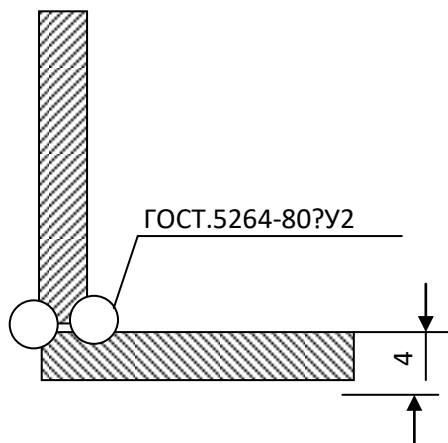


Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Вариант №26

**Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в угол. Положение
горизонтальное. Материал –Ст3пс.**





Диаметр электрода	Сила сварочного тока	Тип Марка электрода	Угол наклона электрода	Манипулятор	Полярность	Длина дуги	Род тока (пост. Перемен.)

Практическая работа №20

Тема: Влияние основных параметров режима наплавки на формирование валика

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении влияния основных параметров режима наплавки на формирование валика

Ход выполнения работы:

9. Ознакомление с теоретическими сведениями
10. Опишите влияние основных параметров режима наплавки на формирование валика
11. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Ток наплавки, скорость наплавки и напряжение дуги оказывают существенное влияние на качество наплавки и процесс формирования наплавленного металла.

Сварочный ток и скорость наплавки — это два технологических параметра, которые взаимосвязаны. Оптимальное их сочетание с правильно выбранным составом флюса позволяет получить качественные наплавки и требуемые физико-механические свойства наплавленного металла.

Сварочный ток. Если ток наплавки мал, то образуется узкий валик с неровными краями и не проварами, дуга горит неустойчиво и гаснет, а лента, замыкаясь на изделии, нагревается и рвется при выходе из токоподводящих губок.

Если же ток превышает оптимальное значение, то с увеличением тока ухудшается формирование валика.

При большом токе и большой скорости наплавки происходит забегание шлака впереди электродной ленты.

С увеличением сварочного тока увеличивается толщина наплавленного валика, а также растет глубина проплавления и производительность наплавки. С увеличением сварочного тока происходит выпучивание валика в средней его части, что обусловлено неустойчивым горением дуги в середине ширины электродной ленты, в то время как при обычных режимах, при минимальном токе, валик становится двугорбым в; связи с большой задержкой дуги на концах

электрода. Критерием соответствия сварочного тока выбранному электроду является линейная плотность тока, выражаемая отношением сварочного тока к ширине ленты. **Оптимальная линейная плотность тока** находится в пределах **8—14 А/мм**. Высокое качество наплавленного металла возможно и на других токах, несколько больших либо меньших оптимальных. В работе для лент из углеродистых сталей определены критические значения тока, ниже которых валик по ширине резко уменьшается. Кромки валика становятся неровными, а плотность наплавленного металла ухудшается.

Между критическим током и шириной электрода существует пропорциональная зависимость. На практике сварочный ток изменяется в пределах **300—2000 А**.

Для лент **шириной 20—40 мм** **скорость наплавки** изменяется в пределах **0,15—0,55 см/с** и зависит от сварочного тока, размеров ленты, марки электродного материала, состава флюса, формы изделия и т. д. Оптимальная скорость наплавки позволяет достичь необходимой глубины проплавления основного металла и производительности процесса наплавки.

При малых скоростях наплавки формируется ровный валик со слабо заметными слоями кристаллизации. Слишком малая скорость приводит к уменьшению глубины проплавления и увеличению толщины наплавленного слоя, его поверхность получается грубой и неровной. С дальнейшим уменьшением скорости появляется опасность образования неоплавления и прорыва жидкого шлака и металла сварочной ванны, в результате чего в наплавленном металле образуются поры.

На средних скоростях наплавки валики имеют менее ровную поверхность и резко выраженную чешуйчатость, ширина валика становится меньше ширины ленты.

При наплавке на больших скоростях в наплавленном металле образуются несплошности, увеличивается неравномерность валика по высоте, дуга горит не устойчиво, в наплавленном металле образуются шлаковые включения, появляются отдельные провалы поверхности наплавленного металлами несплавления.

За критическую скорость принимается *повышенная скорость наплавки, при которой валик еще сохраняет сплошность, но его высота становится неравномерной.*

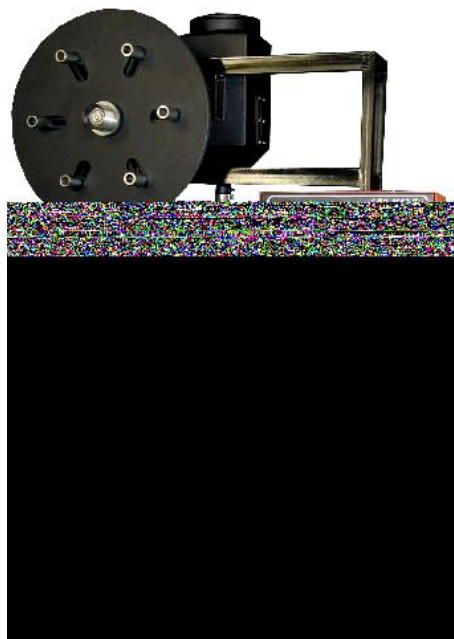
На основании экспериментальных данных установлены критические значения скоростей наплавки, которые в первом приближении обратно пропорциональны ширине ленты. С увеличением ширины ленты критическая скорость наплавки уменьшается. Толщина наплавленного слоя также уменьшается при повышении скорости наплавки. I

Напряжение дуги оказывает существенное влияние на качество наплавленных валиков и, прежде всего, на вид поверхности наплавленного металла, мало влияет на производительность расплавления электрода и глубину проплавления основного металла. Оптимальное напряжение дуги зависит от материала электрода и типа флюса и определяется для коррозионностойких

сплавов в пределах 26—32 В, износостойких 32—35 В, для восстановительных наплавов лентой из стали 08кп 28—31 В.

В случае применения легирующих флюсов слишком высокое напряжение дуги приводит к образованию подрезов. Для каждого флюса существуют весьма узкие пределы изменения напряжения дуги, позволяющие получить оптимальные результаты, на критической скорости слишком низкое напряжение затрудняет зажигание дуги, дуга становится неустойчивой, ширина валика резко уменьшается.

При больших колебаниях напряжения дуги валик по ширине сужается, толщина валика становится непостоянной по длине, а поверхность бугристой. Повышенное напряжение в сочетании с высокой скоростью наплавки приводит к образованию грубой и неравномерной поверхности наплавки, а дальнейшее повышение напряжения — к вытеканию сварочной ванны из шлаковой оболочки. С увеличением напряжения возрастает расход флюса, увеличивается объем шлаковой ванны, что затрудняет ее удержание при наплавке цилиндрических деталей, особенно малых диаметров.



наплавленный металл.

Наплавка дугой низкого напряжения связана с затеканием жидкого шлака перед электродом, увеличивает глубину проплавления, уменьшает переход легирующих элементов из флюса в

Рис. 1. Сварочный автомат для ленточной наплавки

Сварочная головка может применяться в наплавочных установках для наплавки тел вращения, плоских деталей, а также деталей сложных форм:

- для восстановления железнодорожных колес методом наплавки колесных пар
- для наплавки крановых колес
- для наплавки валов и валков
- для восстановления прокатного, доменного и сталеплавильного оборудования (наплавка конусов, чаш доменных печей, поршней, седел, роликов)

Контрольные вопросы:

10. Как влияет сварочный ток на формирование валика при наплавке?
11. Как влияет напряжение дуги на формирование валика при наплавке?
12. Как влияет скорость сварки на формирование валика при наплавке?

13. Для чего применяется сварочная головка в наплавочных установках?

Практическая работа №21

Тема: Наплавка соединений в различных положениях шва

Цель работы: Приобрести практические навыки при наплавке соединений в различных положениях шва

Ход выполнения работы:

7. Ознакомление с теоретическими сведениями
8. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу-вверх»
9. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных
10. колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз».
11. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу-вверх с поперечными колебаниями электрода»
12. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода»
13. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении»
14. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении»

Теоретические сведения

Наплавка в вертикальном положении

На вертикальной поверхности узкие горизонтальные валики наплавляются, как правило, на обратной полярности, при этом сварочный ток не должен быть слишком большим.

Сварка должна производиться на короткой дуге. При сварке следует уделять внимание тому, чтобы металл сварочной ванны не вытекал вниз или не образовывал, наплыв на нижней кромке. Для этого необходимо совершать возвратно-поступательные движения электродом в направлении оси сварного шва. Каждый новый валик должен перекрывать ранее наплавленный соседний с ним валик не менее чем на **45-55%**. Для предотвращения образования подрезов необходимо производить колебания электрода в пределах выпуклости сварного валика. В большинстве случаев выполнение сварки в вертикальном положении производится снизу-вверх, особенно для ответственных стыков. Данная техника сварки широко используется при строительстве трубопроводов высокого давления, в кораблестроении, при сооружении сосудов высокого давления и при строительных работах.

Наплавка узких валиков на поверхность, находящуюся в вертикальном положении, при сварке снизу вверх производится на обратной полярности

сварочного тока, при этом сварочный ток не должен иметь слишком высокое значение. Положение электрода должно соответствовать изображенному на рис. 5. Необходимо использовать возвратно-поступательные перемещения электрода. Наплавка валиков должна производиться при короткой дуге, в верхней части траектории колебаний электрода, дугу следует растягивать, но нельзя допускать ее обрыва в данной области.

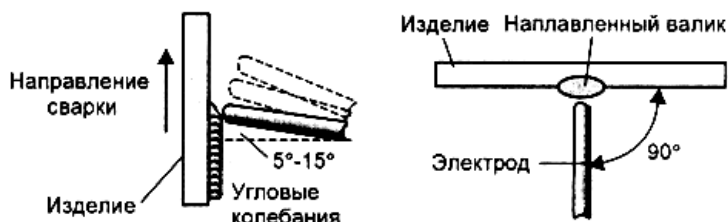


Рис. 1. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу-вверх

Подобный тип перемещений электрода позволяет наплавленному металлу кристаллизоваться, образуя ступеньку, на которую наплавляется следующая порция электродного металла. Некоторые сварщики предпочитают поддерживать постоянную сварочную ванну, которую они медленно выводят снизу-вверх, применяя при этом небольшие колебательные движения электродом. Данный способ ведения процесса сварки приводит к наплавке валика с большой выпуклостью, а также к появлению вероятности трещин металла сварного шва.

Методика выполнения сварки с продольными колебаниями электрода позволяет получить более плоский с невысокой выпуклостью сварной шов, а также уменьшает опасность возникновения шлаковых включений.

Сварка в вертикальном положении сверху вниз достаточно редко встречается в промышленности, особенно при обычных работах. Область применения данного способа ведения сварочного процесса обычно ограничивается сварочными работами при строительстве магистральных трубопроводов и при сварке тонколистового проката. При наплавке на плоскую поверхность данный способ ведения сварки приводит к получению не очень глубокого проплавления, существует также опасность появления шлаковых включений.

Наплавка узких валиков в вертикальном положении сверху вниз производится на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать изображенному на **рис. 2**.

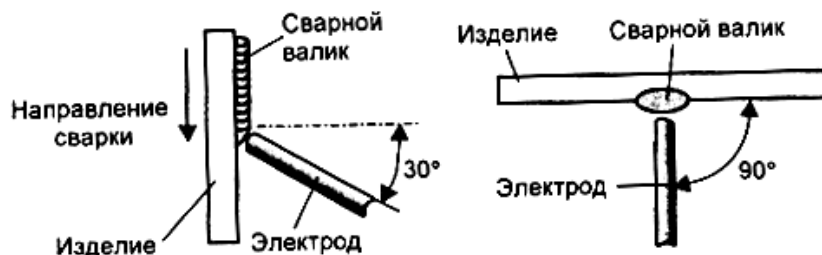


Рис. 2. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз.

В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу, с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Поперечные колебания электрода, как правило, не применяются, поэтому скорость перемещения достаточно велика. Этим и объясняется малая ширина наплавленных таким образом валиков, а также их малая выпуклость. Подрезы почти не встречаются.

Сварка с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении очень часто применяется при сооружении трубопроводов высокого давления, сосудов высокого давления, при сварке судовых конструкций, а также при изготовлении металлоконструкций. Данная техника сварки очень часто применяется для сварки многопроходных швов в разделку, а также угловых швов, находящихся в вертикальном положении.

Наплавку валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении, как правило, выполняют снизу вверх на обратной полярности сварочного тока. Сварка на прямой полярности в данном положении используется крайне редко. Еще реже производится сварка в положении сверху вниз.

При наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сварочный ток не должен быть слишком велик, однако он должен быть достаточным для хорошего проплавления. Положение электрода должно хотя бы приблизительно соответствовать изображенному на *рис. 3*.

В нижней части соединения наплавляется полка шириной **не более 12 мм**, при этом смещение электрода от оси сварного шва не должно превышать **3 мм**. Перемещение электрода должно производиться по траектории (*рис. 3б*). Для предотвращения появления подрезов необходимо делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

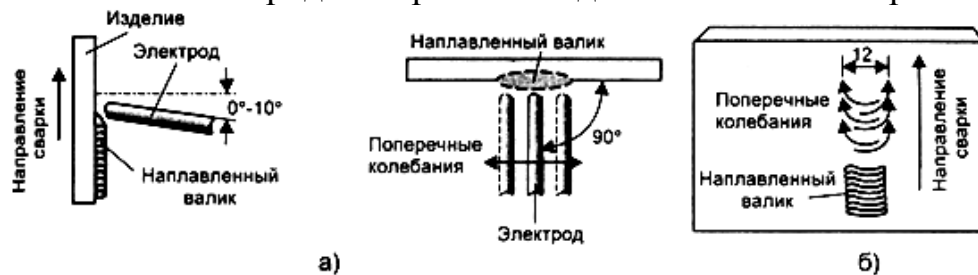


Рис. 3. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б).

Сварку можно также производить путем поддержания постоянного перемещения сварочной ванны, при этом нужно быть очень осторожным, чтобы не допустить вытекания расплавленного металла сварочной ванны. При соблюдении этого условия перемещение электрода вверх может производиться по любой из сторон сварного соединения, при этом необходимо производить <растяжение> сварочной дуги, но не допускать ее обрыва. Нельзя держать сварочную дугу слишком долго вне кратера - это может привести к охлаждению кратера и вызовет избыточное разбрызгивание металла перед швом.

При наплавке валиков на прямой полярности, сварочный ток должен быть несколько выше, чем при сварке на обратной полярности. Поскольку при сварке

на прямой полярности выше производительность наплавки, а также больше количество шлака, скорость перемещения электрода должна быть выше. Подрезы не составляют сколь-нибудь значительной проблемы, поэтому отпадает необходимость задержки электрода на боковых поверхностях свариваемых кромок.

Наплавка валиков в вертикальном положении с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сверху вниз производится на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 4*. В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу, с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Для предотвращения появления подрезов необходимо делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

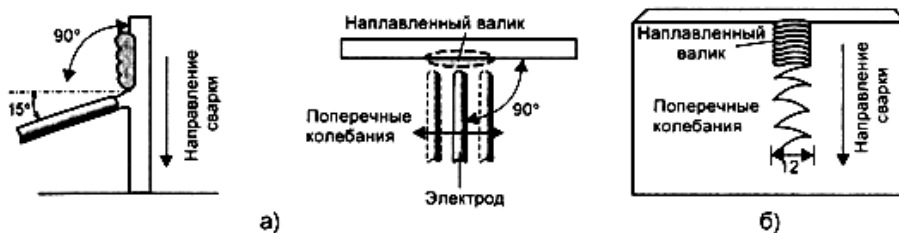


Рис. 4. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б)

Наплавка в потолочном положении

Несмотря на то, что в настоящее время в промышленности взят курс на полное исключение сварки в потолочном положении за счет соответствующего позиционирования, на сегодняшний день каждый сварщик должен уметь вести сварочные работы в этом пространственном положении. Сварка в потолочном положении распространена при строительстве трубопроводов, в судостроении и при строительно-монтажных работах.

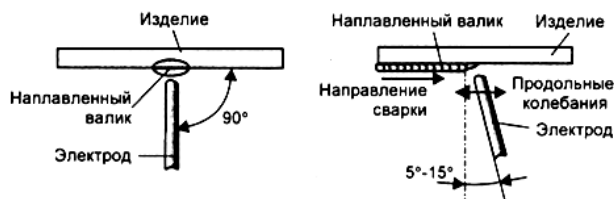


Рис. 5. Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении

Наплавка узких валиков в потолочном положении может производиться как на обратной, так и на прямой полярности. Величина сварочного тока при обратной полярности такая же, как при сварке в вертикальном положении. При сварке на прямой полярности эта величина несколько выше. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 5*. Сварщик должен находиться в таком положении, чтобы иметь возможность наблюдать за наплавкой металла и за сварочной дугой. Особенно это важно при сварке труб,

однако часто бывает так, что направление сварки должно быть направлено на сварщика.

Во время процесса сварки на обратной полярности необходимо поддерживать короткую дугу, сварочная ванна не должна быть слишком сильно перегрета. При сварке на прямой полярности длина дуги должна быть несколько длиннее. Небольшие колебания электрода вперед-назад относительно направления сварки служат для предварительного подогрева сварного шва, кроме того, они способствуют предотвращению подтекания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны. Некоторые сварщики при сварке на прямой полярности предпочитают перемещать электрод во время сварки очень маленькими участками, при этом необходимо обращать внимание на опасность получения сварного шва с большой выпуклостью, а также на образование толстой корки шлака. При сварке на прямой полярности опасность появления подрезов практически исключена.

Во многих случаях при выполнении сварных соединений в потолочном положении, возникает необходимость в наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода. Это значительно сложнее, чем наплавка узких валиков.

Наплавка валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении, производится на обратной полярности. Величина сварочного тока не должна быть слишком большой. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 6а*. Большое значение имеет поддержание короткой дуги, а также стабильности дугового промежутка по всей ширине наплавляемого валика.

Наплавку можно производить путем перемещения всей сварочной ванны, однако при этом необходимо быть очень осторожным, чтобы не допустить приобретения расплавленным металлом сварочной ванны слишком высокой текучести, что, в конечном счете, приведет к вытеканию сварочной ванны. Если данное препятствие будет устранено, то электрод можно перемещать вперед вдоль любой из свариваемых кромок (*рис. 6б*). При этом допускается удлинение дуги, без ее обрыва.

Нельзя допускать, чтобы сварочная дуга находилась в кратере больше времени, чем необходимо для его полной заварки. Электрод должен быстро перемещаться поперек лицевой стороны сварного шва, с тем, чтобы не допустить избыточного перегрева металла, наплавленного в средней части сварного шва.

При сварке в потолочном положении могут возникнуть проблемы, связанные с подрезами. Они решаются с помощью задержек электрода на боковых кромках соединения. Рекомендуется не превышать ширины сварного шва **свыше 20 мм.**



Рис. 6. Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении (а) и траектория перемещения электрода (б)

Практическая работа №22

Тема: Техника безопасности при выполнении электродуговой резки

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении техники безопасности при выполнении электродуговой резки

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Опишите технику безопасности при выполнении электродуговой резки
3. Опишите предельно допустимые концентраций различных веществ в воздухе рабочих помещений

Теоретические сведения

Защита от поражения электрическим током. При исправных состояниях оборудование и правильном выполнении сварочных работ возможность поражение током исключается. Однако в практике поражение электрическим током происходят вследствие неисправности сварочного подключения сварочного оборудование к сети, неправильного ведения сварочных работ.

В этих случаях поражение от электрического тока происходит при прикосновении к токонесущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры. Величина тока, проходящего через организм человека, зависит от его электрического сопротивления.

Это сопротивление определяется не только условиями труда, но и состояние организма человека (устоленность, состояние здоровья). Опасность поражения сварщика и подсобных рабочих током особенно велика при сварке крупногабаритных резервуаров, во время работы внутри емкостей лежа или полу лежа на металлических частях свариваемого изделия или при выполнениях наружных работ в сырую погоду, в сырых помещениях, котлованах, колодцах и др.

Поэтому сварочные работы должны выполняться при соблюдении основных условий безопасности труда. Корпус сварочного агрегата или трансформатора должен быть заземлен. Заземление осуществляется, как правило, с помощью медного провода, один конец которого закрепляется к корпусу сварочного генератора или трансформатора к специальному болту с надписью, а второй конец присоединяется к заземляющей шине. Заземление передвижных сварочных аппаратов и генераторов производится до их включения в сеть, а снятие заземления – только после отключение от силовой сети.

При наружных работах сварочные агрегаты и трансформаторы должны находится под навесом, в палатке или в будке для предохранения от дождя и снега. При невозможности соблюдения таких условий сварочные работы во время дождя или снегопада не производят, а сварочную аппаратуру укрывают от воздействия влаги.

Для подключения сварочных аппаратов к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого напряжения не должна превышать 10 метров.

При работах внутри резервуара или при сварке сложной металлической конструкций к сварщику назначают дежурного наблюдателя, который должен обеспечить безопасность работ и при необходимости оказать первую помощь.

Защита зрения и кожи лица от излучения и ожогов. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Яркость видимых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому, если смотреть на дугу невооруженным глазом, то она производит ослепляющее действие. Продолжительное действие этих лучей вызывает ослабление зрения. Инфракрасные лучи при длительных воздействиях вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), что может привести временное или полной потере зрения. Кроме того, тепловое действие инфракрасных лучей вызывает ожоги кожи лица.

Ультрафиолетовые лучи даже при кратковременных действиях течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электроофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах слезотечением, спазмами век. Продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами (в течение 2-4 ч) вызывает ожоги кожи. Для защиты зрения и кожи лица от световых и невидимых излучений электрической дуги электросварщики и их подручные должны закрывать лицо щитком, маской или шлемом, смотровые отверстия в которых вставлено специальное стекло – светофильтр.

Вентиляция рабочих мест необходима для удаления пыли и газов, выделяющихся при сварке. Особенное загрязнение воздуха вызывается некачественными электродами. При этом состав пыли и газов определяется содержанием покрытия электрода и составом свариваемого и электродного (или присадочного) металла сварочная пыль (так называемая аэрозоль)представляет собой мельчайшие частицы окислов металлов и минералов. Основными составляющими являются окислы железа (60-70%), марганца, кремния, хрома, фтористых и других соединений.

Назначение и характеристика светофильтров

Таблица 3.

Номер Свето- фильтра	Виды работ, требующие применения светофильтров	Тип светофильтра	Проницаемость лучей, %
Видимых	Инфракрасных	Ультрафиолет	

	Электродуговая сварка при сварочном токе до 100а То же, при сварочном токе до 300а То же при сварочном токе до 500а при выполнении подсобных работ	ЭС-100 ЭС-300 ЭС-500 ГС-3	0,03-0,08 0,0035-0,015 0,0005-0,0002 0,2-0,5
--	--	---------------------------	---

Наиболее вредными веществами, входящими в состав обмазки, флюса и металла электрода, являются хром, марганец и фтористые соединения. Кроме аэрозолей, воздух в рабочих помещениях при сварке загрязняется различными вредными газами, например, окислами азота, углерода, фтористым водородом и др. экспериментально установлены предельно допустимые концентраций вредных газов и пыли в воздухе рабочих помещений.

Предельно допустимые концентраций различных веществ в воздухе рабочих помещений мг/м³:

- Марганец и его соединения 0,3
- Хром и его соединения 0,1
- Свинец и его соединения 0,01
- Цинковые соединения 5,0
- Окись углерода 20,0
- Фтористые водород 0,5
- Окислы азота 5,0
- Бензин, керосин 300,0

Концентрация нетоксичной пыли может достигать 10мг/м³. Однако если содержания кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2мг/м³. Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется местной и общей вентиляций.

ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ И ПРЕЗЕНТАЦИЙ:

1. «Техника и технология ручной дуговой сварки»
2. «Производство дуговой сварки углеродистых сталей»
3. «Производство дуговой сварки цветных металлов и сплавов»
4. Разработка мультимедийной презентации «Техника и технология дуговой наплавки».
- 5.

3.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации обучающихся

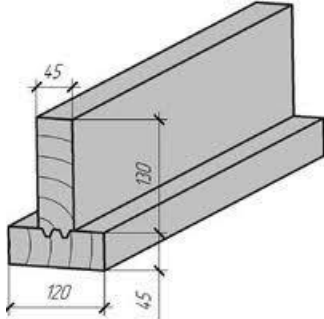
Вариант №1

- 1). Необходимо произвести разделительную резку листовой стали марки 10Г2 толщиной 30 мм.

- А. Выберите способ резки стали.
- Б. Выберите оборудование для резки.
- В. Определите режимы резки стали.

Вариант №11

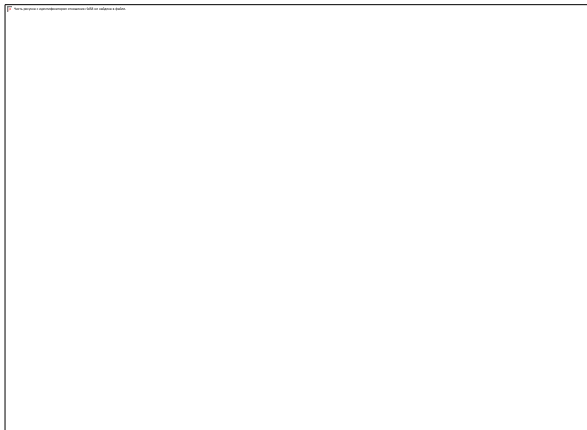
1) Необходимо произвести сварку тавровой балки (3 тавровых шва) в нижнем положении.



Длина шва 1100мм., толщина свариваемого металла 6мм., материал сталь 09Х2М1.

- А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- Б. Определите длину, количество и месторасположение прихваток.
- В. Составьте последовательность технологических операций.

2) Спрогнозируйте последствия в случае замыкания одной из катушек поз. 5 трансформатора.



- 3). Проведите сравнительный анализ эффективности дуговой наплавки пучком электродов и обычным плавящимся электродом. Сделайте вывод.
- 4). Произведите сравнительный анализ представленных на рисунке способов резки металла.

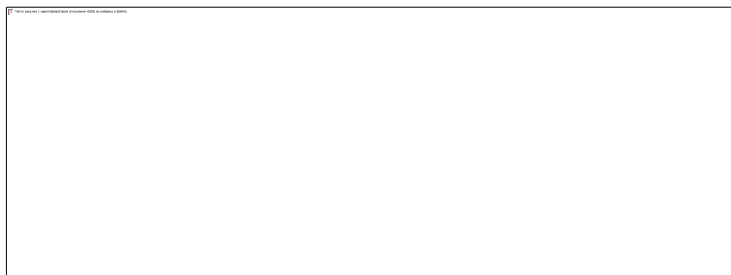


Рис.1

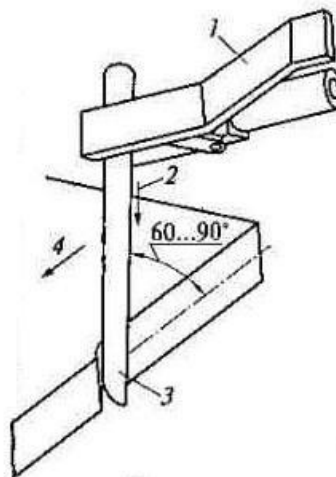
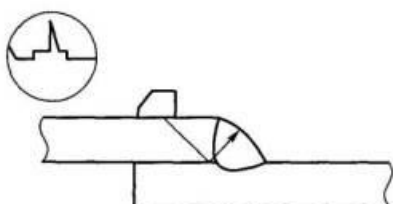


Рис.2

- 5). Необходимо произвести разделительную резку вала изготовленного из стали марки 50ХГА диаметром 40 мм. А. Выберите способ резки стали.
Б. Выберите оборудование для резки.
В. Определите режимы резки стали.

Вариант №12

- 1) Необходимо произвести сварку нахлесточного соединения двух пластин длиной 900 мм. из стали марки 15ХГСНД толщиной 5 мм. в потолочном положении.



- А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
Б. Определите длину, количество прихваток.
В. Составьте последовательность технологических операций.
- 2) Сварочный выпрямитель даёт пониженное напряжение холостого хода. Сварочный ток снизился почти вдвое. Укажите причины возникновения данной ситуации и методы её устранения.
- 3). Составьте схему электрошлаковой наплавки плоской поверхности в горизонтальном положении с указанием наплавочных материалов, параметров режима наплавки, оборудования.
- 4). Необходимо произвести разделительную резку пластины изготовленной из чугуна марки СЧ10 толщиной 10 мм. А. Выберите способ резки стали.
Б. Выберите оборудование для резки.
В. Определите режимы резки стали.

5). Произведите сравнительный анализ представленных на рисунке способов резки металла.

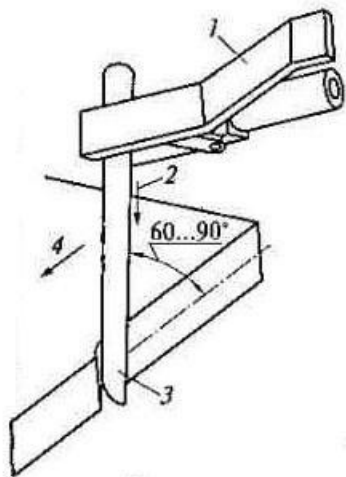


Рис.1

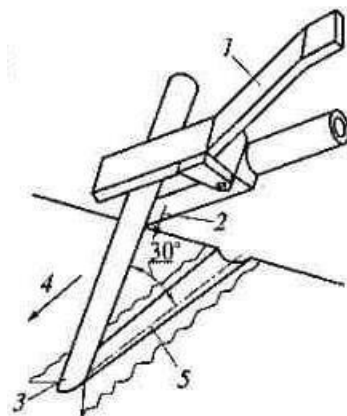


Рис.2

Вариант №13

1) Необходимо произвести сварку углового соединения двух пластин длиной 1500мм. из стали марки 45 толщиной 7 мм. в вертикальном положении.

А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Определите длину, количество прихваток.

В. Составьте последовательность технологических операций.

2) В процессе сварки слышен повышенный шум из силового трансформатора. Возросло напряжение холостого хода. Укажите причины возникновения данной ситуации и методы ее устранения.

3). Составьте маршрутную карту технологического процесса наплавки в среде углекислого газа изношенной детали цилиндрической формы – вала. Выберите наплавочный материал, оборудование, параметры режима наплавки, инструмент, технику наплавки

Проведите сравнительный анализ технологических свойств флюсов для легированных и углеродистых сталей.

Подберите наплавочный материал для получения особых свойств наплавленного слоя шлака.

4). Необходимо произвести разделительную резку пластины изготовленной из чугуна марки КЧ30-6 толщиной 12 мм. А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

В. Определите режимы резки стали.

5). Произведите сравнительный анализ разрезаемости стали марок 15ХГ, 25ХГС, 20Г, 12ХМ.

Вариант №14

1) Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм. из стали марки Х23Н18 толщиной 4 мм. в нижнем положении.

А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Определите длину, количество прихваток.

В. Составьте последовательность технологических операций.

2) Выполните сравнительный анализ конструктивных и технологических особенностей двух источников питания сварочной дуги, представленных на рисунках.

3). Спрогнозируйте влияние на качество наплавки несоблюдение техники наложения валиков при наплавке деталей цилиндрической формы продольными швами.

4). Необходимо произвести разделительную резку вала, изготовленного из стали марки 15МН диаметром 60 мм. А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

В. Определите режимы резки стали.

5). Произведите сравнительный анализ конструкции и технологических свойств мундштуков, изображённых на рисунке.

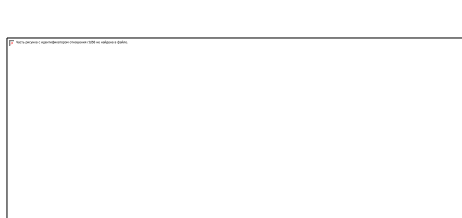


Рис.1



Рис.2

Вариант №15

1)Необходимо произвести сварку таврового соединения двух пластин длиной 800мм. Из стали 15Х в вертикальном положении.

А. Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

Б. Определите длину, количество прихваток.

В. Составьте последовательность технологических операций.

2) Спрогнозируйте последствия, которые могут возникнуть в случае неисправности в устройстве поз.2.

3). Проведите сравнительный анализ целесообразности применения указанных наплавочных материалов для различных способов дуговой наплавки. Расшифруйте их условные обозначения: ПП-2Х4В3Ф-О, Св-07Х25Н13, Нп40Х3Г2МФ, Св-АМг6, Бр-ХНТ, ЛОК59-1-0,3, ПП-АН7,ПЛ-30Х25Н4С2, ВИСХОМ-9, ЭН-60М, ОЗШ-1, ОЗН-250у.

4). Необходимо произвести разделительную резку пластины, изготовленной из чугуна марки СЧ 18-36 толщиной 20 мм. А. Выберите способ резки стали.

Б. Выберите оборудование для резки.

В. Определите режимы резки стали.

5). Произведите сравнительный анализ разрезаемости сталей марок 20М, 10Г2,

Обязательная часть

1 вопрос:

Обязательная часть

1. Определите марку электродов для сварки стали ВСтЗпс, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80

Что называется, сталью, перечислите виды сталей?

2. Определите марку электродов для сварки стали 15М, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80

Какая сталь называется низколегированной молибденовой?

3. Определите марку электродов для сварки стали 10ХСНД, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80

в) <u>Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД</u> Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80
--	--------------

Какая сталь называется низколегированной?

4. Определите марку электродов для сварки стали 20М, расшифруйте обозначение

<u>Э-09МХ - УОНИ-13/45МХ-4,0-ТД1</u> Е-04-Б20	Гост 5264-80
а) <u>Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД</u> Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
в) <u>Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД</u> Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80

Какая сталь называется молибденовой?

5. Какие стали называются углеродистыми, на какие группы они разделяются по свариваемости?
6. Какие существуют способы оценки свариваемости сталей?
7. Как содержание углерода и легирующих компонентов влияет на технологию сварки?
8. Какие стали считаются высоколегированными, выделите их особенности сварки?
9. Какие стали считаются теплоустойчивыми, оцените их свариваемость?
10. Какие стали считаются среднеуглеродистыми, рассмотрите, как классифицируются среднеуглеродистые стали по свариваемости.
11. Какие стали считаются высокоуглеродистыми, рассмотрите, как классифицируются высокоуглеродистые стали по свариваемости.
12. Чем характеризуется медь, выделите показатели, влияющие на свариваемость, оцените ее свариваемость?
13. Что называют наплавкой, приведите примеры видов наплавки.
14. Какая наплавка называется восстановительной? Какие типы и марки электродов применяют для наплавки углеродистых сталей?
15. Какие материалы применяют для электродуговой наплавки, охарактеризуйте их.
16. Рассмотрите группы сталей по свариваемости, выделите условия их сварки.
17. Что называется сваркой, выделите виды сварки, определите сущность каждого вида, приведите примеры каждого вида сварки.
18. Перечислите области применения ручной дуговой сварки, рассмотрите ее определение, преимущества и недостатки.
19. Какие виды сварки плавлением вы знаете, приведите примеры, определите области применения, преимущества и недостатки.

20. Какие виды сварки давлением вы знаете, приведите примеры, определите области применения, преимущества и недостатки.
21. Перед вами пластина из меди М1.
Оцените ее свариваемость. Перечислите свойства меди, влияющие на ее свариваемость.
22. Какие существуют виды электродов, выделите области применения электродов.
23. Чем отличаются друг от друга способы сварки плавлением? Какие материалы необходимы для производства сварки плавлением?
24. Как классифицируются покрытые электроды по назначению?
25. В чем заключается преимущество ручной дуговой сварки перед другими способами?

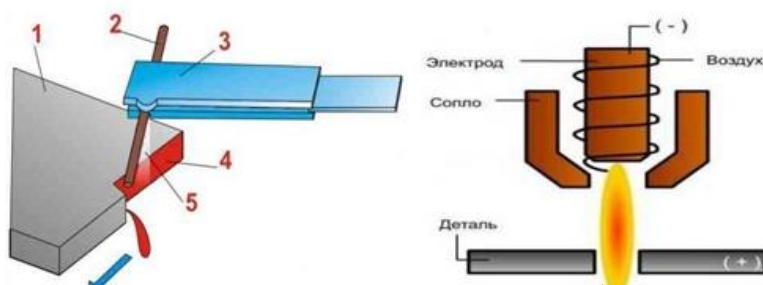
2 вопрос:

Обязательная часть

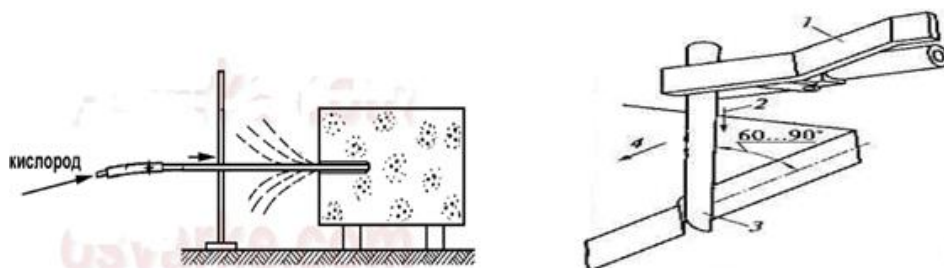
1. Перед вами две пластины из стали ВСт3сп S=3мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
2. Перед вами две пластины из стали ВСт3сп S=6мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Перед вами две пластины из стали 10ХСНД S=5мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
4. Необходимо произвести сварку трубы из углеродистой стали d=32мм, S=3,2мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
5. Необходимо произвести сварку трубы из углеродистой стали марки 45 d=57,8мм, S=3,8мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
6. Определите правила выбора типа и марки электродов при сварке сталей
7. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки Х23Н18 толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

8. Почему сварка «углом вперед» предназначена для сварки тонкого металла, а сварка «углом назад» предназначена для сварки более толстого металла.
9. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки 12Х1МФ толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
10. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки 25ХГСА толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
11. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 200мм из стали марки 20ХГСА толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
12. Необходимо провести ремонтную сварку наплавкой плоской конструкции из углеродистой стали ВСт3. Выберите необходимую марку наплавочного электрода, род и полярность тока, режим наплавки, подготовку поверхности для производства наплавки, рассмотрите технику и технологию выполнения наплавки.
13. Необходимо провести сварку пластины из стали Ст3 $S=4$ мм в различных пространственных положениях, определите наиболее рациональный способ сварки, рассмотрите его сущность, выделите преимущества и недостатки.
14. Необходимо произвести сварку медной пластины постоянным током, определите способ сварки, рассмотрите его сущность, выделите преимущества и недостатки.
15. Необходимо произвести сварку коробчатой конструкции из стали Ст3, $S=4$ мм. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
16. Перед вами две пластины алюминия $S=6$ мм. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
17. Перед вами две пластины из алюминия $S=8$ мм. Оцените свариваемость, выберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
18. Выделите особенности выполнения вертикального сварного шва из стали 40 $S=9$ мм.

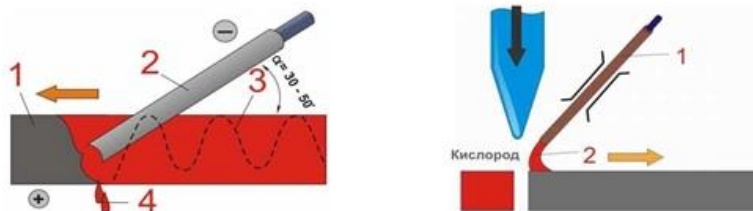
19. Перед вами две пластины из латуни $S=8\text{мм}$. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
20. Необходимо провести сварку медных пластин $S=5\text{мм}$ в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
21. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.



22. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.



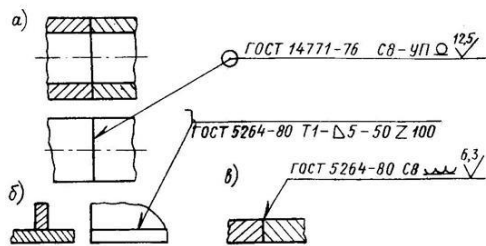
23. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.



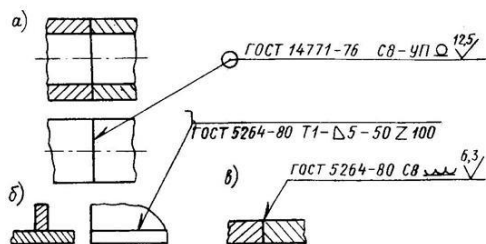
24. Необходимо провести сварку пластин из кремнемарганцовистой бронзы $S=5\text{мм}$ в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

Дополнительная часть (включает 1 вопрос из ниже перечисленных).

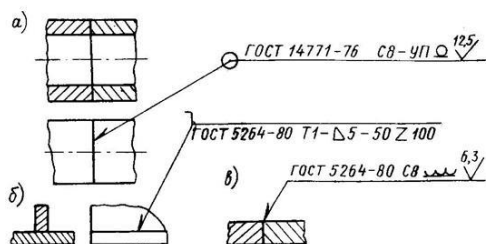
1. Определите на рисунке обозначение стыкового соединения, выполненного по замкнутому контуру, выполните расшифровку обозначения.



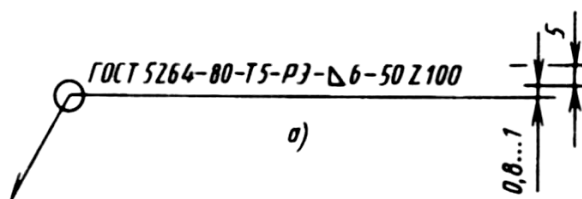
2. Определите на рисунке обозначение таврового соединения, выполните расшифровку обозначения.



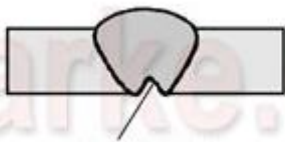
3. Определите на рисунке обозначение стыкового соединения, выполните расшифровку обозначения.



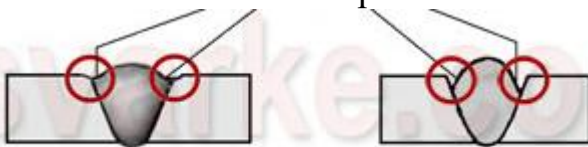
4. Расшифруйте обозначение:



5. Что называется, трещиной сварного соединения, выделите причины возникновения и способы устранения.
6. Что называется, порой, выделите причины возникновения и способы ее устранения.
7. Какие дефекты сварного шва считаются допустимыми? Приведите примеры.
8. Какие дефекты сварного шва считаются недопустимыми? Приведите примеры.
9. Определите вид дефекта сварного шва, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.

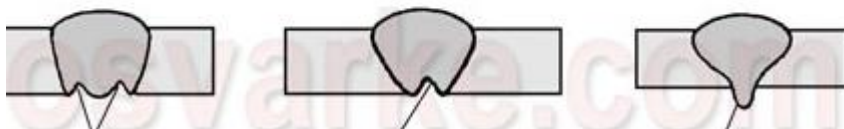


10. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.

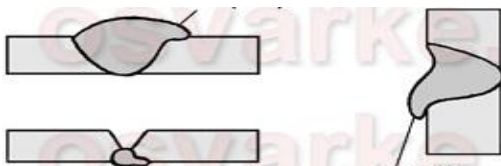


11. Выделите определение трещины сварного шва, укажите причины возникновения и способы устранения.

12. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



13. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



14. Определите марку электродов для сварки стали ВСт3пс, расшифруйте обозначение

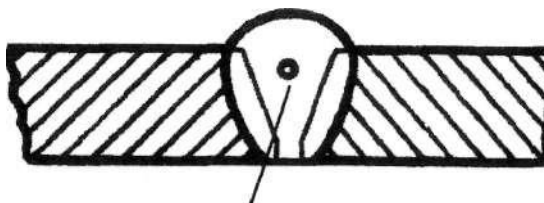
а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД	Гост 5264-80

Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	
--------------------	--

15. Определите марку электродов для сварки стали БСтЗ, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80

16. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



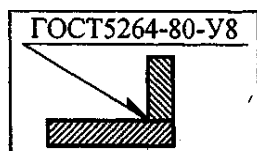
17. Определите марку электродов для сварки стали 20ХГСА, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УД Е412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М – ЦЛ-14-3,0-ТД Е-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛД Е-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80

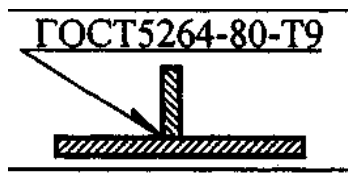
18. Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение



19.Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение

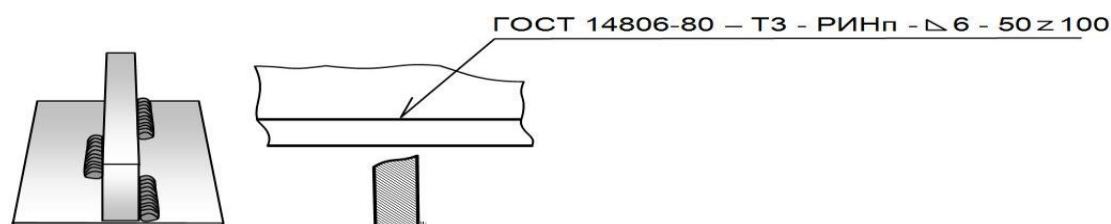


20.Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение

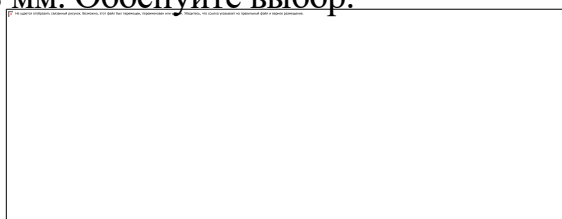


21.Перед вами условное обозначение сварного шва на чертеже.

Прокомментируйте, что означает изображение, выполните расшифровку?



22.Определите вид колебательного движения электрода при сварке углового шва с катетом более 8 мм. Обоснуйте выбор.



Билеты для экзамена по МДК. 02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами

Билет №1

1. Определите марку электродов для сварки стали ВСтЗпс, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТДЕ-02-А24	Гост 5264-80

Что называется, сталью, перечислите виды сталей?

2. Перед вами две пластины из стали ВСтЗсп S=3мм.Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3.Определитена рисунке обозначение стыкового соединения, выполненного по замкнутому контуру, выполните расшифровку обозначения.

Билет №2

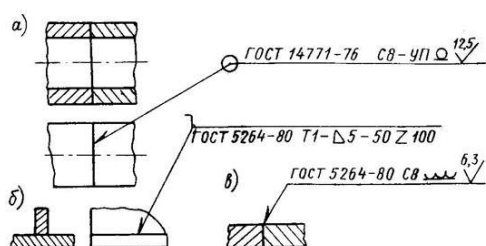
1. Определите марку электродов для сварки стали 15М, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТДЕ-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М-0 - Б-20	Гост 5264-80

Какая сталь называется низколегированной молибденовой?

2. Перед вами две пластины из стали ВСтЗспS=6мм.Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3.Определите на рисунке обозначение таврового соединения, выполните расшифровку обозначения.



Билет №3

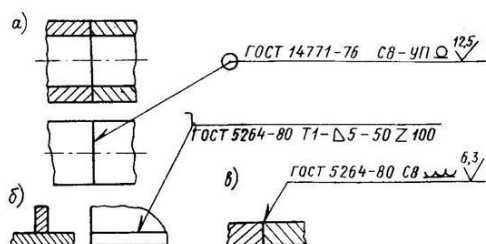
1. Определите марку электродов для сварки стали 10ХСНД, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	ост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТДЕ-02-А24	ост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М-0 -	ост 5264-80

Какая сталь называется низколегированной?

2. Перед вами две пластины из стали ВСт3спS=15мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Определите на рисунке обозначение стыкового соединения, выполните расшифровку обозначения.



Билет №4

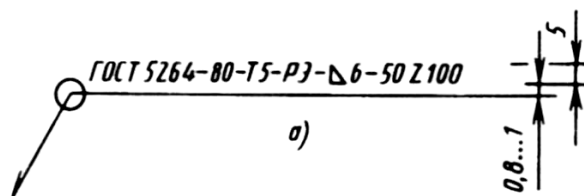
1. Определите марку электродов для сварки стали 20М, расшифруйте обозначение

а) Э-09МХ - УОНИ-13/45МХ-4,0-ТД1Е-04-Б20	ост 5264-80
б) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	ост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М-0 - Б-20	ост 5264-80

Какая сталь называется молибденовой?

2. Перед вами две пластины из стали 10ХСНД S=5мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Расшифруйте обозначение:



Билет №5

1. Какие стали называются углеродистыми, на какие группы они разделяются по свариваемости?

2. Необходимо произвести сварку трубы из углеродистой стали d=32мм, S=3,2мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки,

определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Что называется трещиной сварного соединения, выделите причины возникновения и способы устранения.

Билет №6

1. Какие существуют способы оценки свариваемости сталей?

2. Необходимо произвести сварку трубы из углеродистой стали марки 45 $d=57,8\text{мм}$, $S=3,8\text{мм}$. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Что называется порой, выделите причины возникновения и способы ее устранения.

Билет №7

1. Как содержание углерода и легирующих компонентов влияет на технологию сварки?

2. Определите правила выбора типа и марки электродов при сварке сталей.

3. Какие дефекты сварного шва считаются допустимыми? Приведите примеры.

Билет №8

1. Какие стали считаются высоколегированными, выделите их особенности сварки?

2. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки X23H18 толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

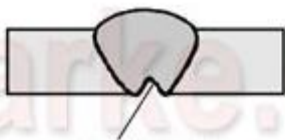
3. Какие дефекты сварного шва считаются недопустимыми? Приведите примеры.

Билет №9

1. Какие стали считаются теплоустойчивыми, оцените их свариваемость?

2. Почему сварка «углом вперед» предназначена для сварки тонкого металла, а сварка «углом назад» предназначена для сварки более толстого металла.

3. Определите вид дефекта сварного шва, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



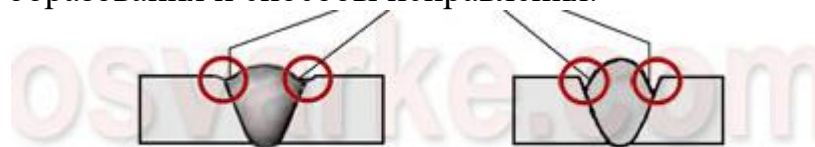
Билет №10

1. Какие стали считаются среднеуглеродистыми, рассмотрите, как классифицируются среднеуглеродистые стали по свариваемости.

2. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки 12X1МФ толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените

свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.

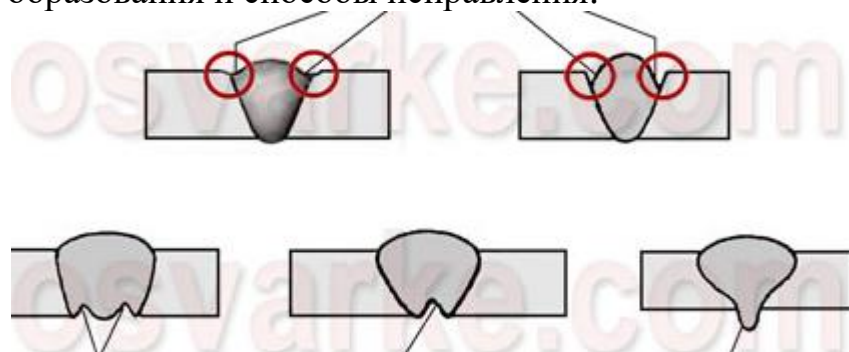


Билет №11

1. Какие стали считаются высокоуглеродистыми, рассмотрите, как классифицируются высокоуглеродистые стали по свариваемости.
2. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм из стали марки 25ХГСА толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Выделите определение трещины сварного шва, укажите причины возникновения и способы устранения.

Билет №12

1. Чем характеризуется медь, выделите показатели, влияющие на свариваемость, оцените ее свариваемость?
2. Необходимо произвести сварку стыкового соединения двух пластин длиной 200мм из стали марки 20ХГСА толщиной 4мм в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.

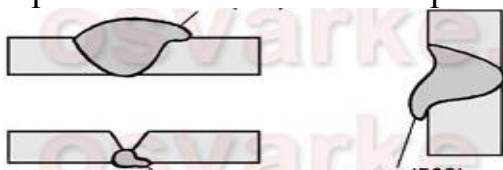


Билет №13

1. Что называют наплавкой, приведите примеры видов наплавки.
2. Необходимо провести ремонтную сварку наплавкой плоской конструкции из углеродистой стали ВСт3. Выберите необходимую марку наплавочного электрода, род и полярность тока, режим наплавки, подготовку поверхности для

производства наплавки, рассмотрите технику и технологию выполнения наплавки.

3. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



Билет №14

1. Какая наплавка называется восстановительной? Какие типы и марки электродов применяют для наплавки углеродистых сталей?
2. Необходимо провести сварку пластины из стали Ст3 S=4мм в различных пространственных положениях, определите наиболее рациональный способ сварки, рассмотрите его сущность, выделите преимущества и недостатки.
3. Определите марку электродов для сварки стали ВСт3пс, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	ост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТДЕ-02-А24	ост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М-0 - Б-20	ост 5264-80

Билет №15

1. Какие материалы применяют для электродуговой наплавки, охарактеризуйте их.
2. Необходимо произвести сварку медной пластины постоянным током, определите способ сварки, рассмотрите его сущность, выделите преимущества и недостатки.
3. Определите марку электродов для сварки стали БСт3, расшифруйте обозначение
- 4.

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0-УДЕ412(4) - Б20	Гост 5264-80
б) Э-09М - ЦЛ-6-3,0-ТДЕ-02-А24	Гост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М-0 -Б20	Гост 5264-80

Билет №16

1. Рассмотрите группы сталей по свариваемости, выделите условия их сварки.
2. Необходимо произвести сварку коробчатой конструкции из стали Ст3, S=4мм. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол

наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Определите вид дефекта, расположенного на рисунке, укажите причины образования и способы исправления.



1. Что называется сваркой, выделите виды сварки, определите сущность каждого вида, приведите примеры каждого вида сварки.
2. Перед вами две пластины алюминия $S=6\text{ мм}$. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Определите марку электродов для сварки стали 20ХГСА, расшифруйте обозначение

а) Э 42А- УОНИ-13/45А-4,0- УДЕ412(4) - Б20	ост 5264-80
б) Э-09М – ЦЛ-14-3,0-ТДЕ-02-А24	ост 5264-80
в) Э 125- НИИ-3М-4,0-ЛДЕ-18Х1Г1М- 0 - Б20	ост 5264-80

Билет №18

1. Перечислите области применения ручной дуговой сварки, рассмотрите ее определение, преимущества и недостатки.
2. Перед вами две пластины из алюминия $S=8\text{ мм}$. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение

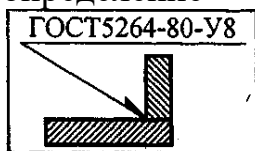
ГОСТ 5264-80-С2



Билет №19

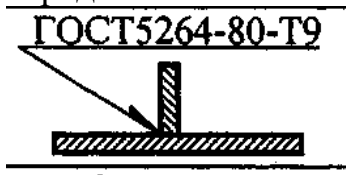
1. Какие виды сварки плавлением вы знаете, приведите примеры, определите области применения, преимущества и недостатки.
2. Выделите особенности выполнения вертикального сварного шва из стали 40 $S=9\text{ мм}$.

3. Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение



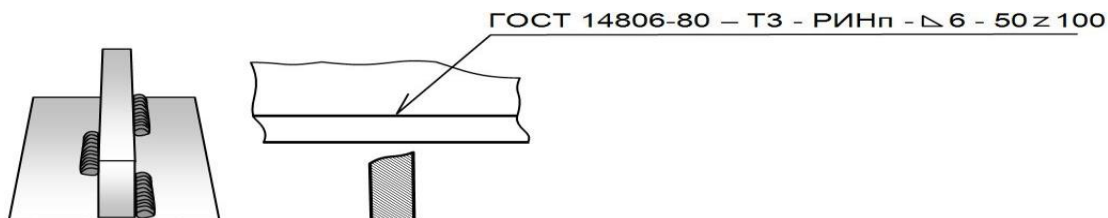
Билет №20

1. Какие виды сварки давлением вы знаете, приведите примеры, определите области применения, преимущества и недостатки.
2. Перед вами две пластины из латуни $S=8\text{мм}$.
Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Выполните расшифровку обозначения сварного соединения, дайте его определение



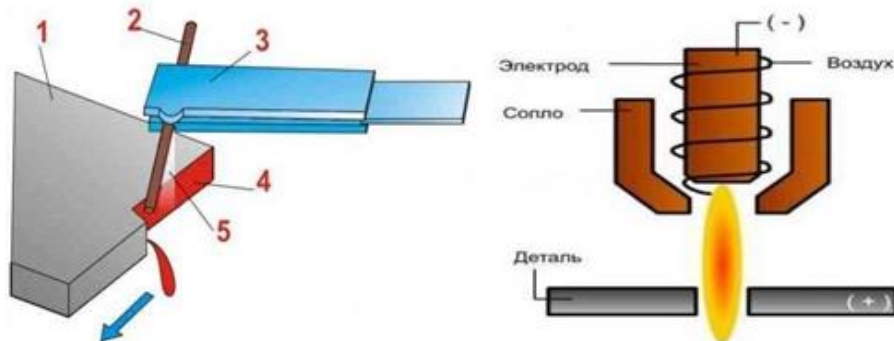
Билет №21

1. Перед вами пластина из меди М1.
Оцените ее свариваемость. Перечислите свойства меди, влияющие на ее свариваемость.
2. Необходимо провести сварку медных пластин $S=5\text{мм}$ в нижнем положении.
Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.
3. Перед вами условное обозначение сварного шва на чертеже.
Прокомментируйте, что означает изображение, выполните расшифровку?

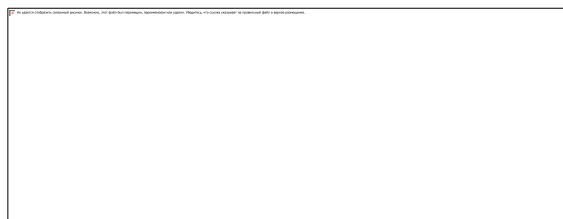


Билет №22

1. Какие существуют виды электродов, выделите области применения электродов.
2. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.

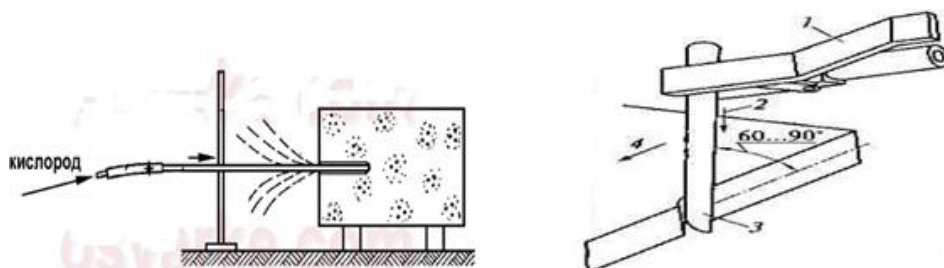


3. Определите вид колебательного движения электрода при сварке углового шва с катетом более 8 мм. Обоснуйте выбор.

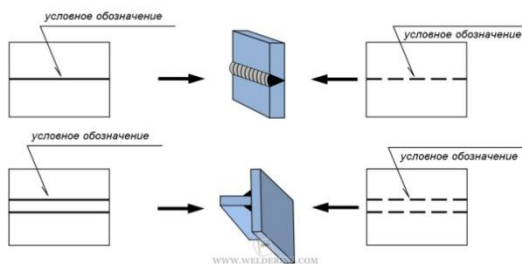


Билет №23

1. Чем отличаются друг от друга способы сварки плавлением? Какие материалы необходимы для производства сварки плавлением?
2. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.

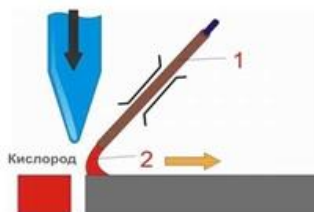
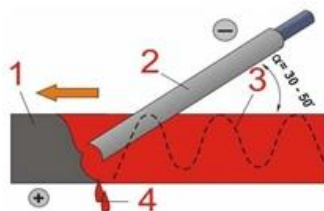


2. Перед вами условное обозначение сварного шва на чертеже. Прокомментируйте, что означает изображение?

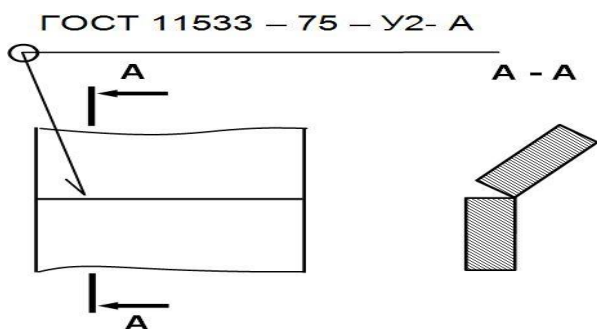


Билет №24

1. Как классифицируются покрытые электроды по назначению?
2. Проведите сравнительный анализ способа резки, выделите назначение, оборудование и особенности выполнения.



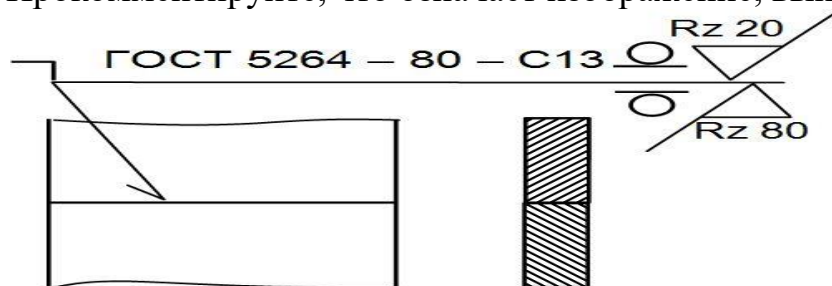
3. Перед вами условное обозначение сварного шва на чертеже. Прокомментируйте, что означает изображение, выполните расшифровку?



Билет №25

1. В чем заключается преимущество ручной дуговой сварки перед другими способами?
2. Необходимо провести сварку пластин из кремнемарганцовистой бронзы $S=5\text{мм}$ в нижнем положении. Оцените свариваемость, подберите необходимые материалы для сварки, определите силу сварочного тока, род и полярность тока, способ сварки, угол наклона электрода, колебательное движение, особенности подготовки и выполнения шва.

3. Перед вами условное обозначение сварного шва на чертеже. Прокомментируйте, что означает изображение, выполните расшифровку?



IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания – порядок действий при подготовке и проведении аттестационных испытаний и формировании оценки.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о промежуточной (рубежной) аттестации знаний студентов и учащихся ДГУНХ.

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем (или комиссией преподавателей – в случае модульной дисциплины), ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц входе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

- Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения

опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, непрограммируемыми калькуляторами.

- Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

- При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

- При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.
- Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.
- Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.
- Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена

Лист актуализации фонда оценочных средств по междисциплинарному курсу

Фонд оценочных средств междисциплинарного курса пересмотрен,
обсужден и одобрена на заседании кафедры

Протокол от «_____» _____ 20____ г. №_____
Зав.кафедрой_____

Фонд оценочных средств междисциплинарного курса пересмотрен,
обсужден и одобрена на заседании кафедры

Протокол от «_____» _____ 20____ г. №_____
Зав.кафедрой_____

Фонд оценочных средств междисциплинарного курса пересмотрен,
обсужден и одобрена на заседании кафедры

Протокол от «_____» _____ 20____ г. №_____
Зав.кафедрой_____