



Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
«Городецкий Губернский колледж»



Высокотехнологичный ресурсный центр
ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Методические рекомендации
по выполнения практических/лабораторных работ
МДК.02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки)
покрытыми электродами
профессии 15.01.05 СВАРЩИК (ручной и частично механизированной
сварки (наплавки))



г. Городец, 2023г.

Рассмотрено на заседании методической комиссии преподавателей и мастеров производственного обучения технических специальностей и профессий

Печатается по решению методического совета ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Составитель – преподаватель высшей квалификационной категории, председатель МК преподавателей и мастеров производственного обучения технических специальностей и профессий Матросов Алексей Валерьевич

Рецензент - Кекишев Владимир Васильевич главный инженер ПАО «Судоремонтно-судостроительная корпорация», социальный партнер колледжа

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК.02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами. г. Городец, ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж», 2023 г.

Методические рекомендации составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой по МДК.02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами программы подготовки квалифицированных рабочих и служащих. Предназначены для обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) и преподавателей специальных дисциплин среднего профессионального образования

Содержание

1	Пояснительная записка	4
2	<i>Практическая работа №1.</i> Строение сварочной дуги и основных физических процессов, протекающих на ее участках	6
3	<i>Практическая работа №2.</i> Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов	8
4	<i>Практическая работа №3.</i> Расчет параметров режима сварки	14
5	<i>Практическая работа №4.</i> Выбор параметров режима сварки и подбор сварочных материалов для сварки низкоуглеродистых сталей	21
6	<i>Практическая работа №5.</i> Изучение устройства сварочного трансформатора ТД-300. Включение, регулирование и выключение трансформатора	29
7	<i>Практическая работа №6.</i> Наплавка соединений в различных положениях	32
8	<i>Практическая работа №7.</i> Выбор режимов сварки для различных сталей и металлов	37
9	<i>Практическая работа №8.</i> Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки	39
10	<i>Практическая работа №9.</i> Общая характеристика процесса наплавки	48
11	<i>Практическая работа №10.</i> Техника безопасности при выполнении электродуговой резки	55
12	<i>Практическая работа №11.</i> Плазменно-дуговая резка.	57
13	Список литературы	60

Пояснительная записка

Методические указания к практическим работам по **МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами** предназначены для студентов по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Цель методических указаний: оказание помощи студентам в выполнении практических работ по МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами

Настоящие методические указания содержат практические работы, которые позволят студентам закрепить теорию по наиболее сложным разделам МДК и направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.

ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.

ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.

В результате выполнения практических работ по МДК.02. 01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами студенты должны:

знать:

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах;

- основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;
- сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;
- основы дуговой резки;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом

уметь:

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- владеть техникой дуговой резки металла.

Описание каждой практической работы содержит: тему, цели работы, порядок выполнения работы, а так же перечень контрольных вопросов.

Для получения дополнительной, более подробной информации по изучаемым вопросам, приведено учебно-методическое и информационное обеспечение.

Практические работы выполняются студентами в тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №1

Тема: Строение сварочной дуги и основных физических процессов, протекающих на ее участках

1. Цель работы

1.1 Определить процессы, происходящие в дуговом промежутке сварочной дуги.

2. Оборудование и материалы:

2.1 Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, схема строения сварочной дуги и падения напряжения в ней.

3. Общие положения

Сварочной дугой называется длительный электрический разряд в ионизированной смеси паров и газов между двумя электродами или электродом и свариваемым металлом, характеризующийся большой плотностью тока и малым значением напряжения (15-30В).

Дуга состоит из трех зон: катодной (1) с катодным пятном, служащим для эмиссии электронов, анодной (2) с анодным пятном, бомбардирующимся электронным потоком; и столба дуги (3), который занимает промежуточное положение между катодной и анодной зонами (рис. 1).

В процессе горения дуги на электроде и основном металле возникают активные пятна, которые представляют собой наиболее нагретые участки и проводят весь ток дуги. Активные пятна называются соответственно анодным и катодным. С катодного пятна происходит дополнительный выход электродов, кроме тех образовавшихся при ионизации в междуэлектродном пространстве. Электроны, которые выходят с поверхности электрода, называются первичными. Выход этих электродов происходит за счёт различных факторов: термоэлектронной эмиссии (испускания), автоэлектронной эмиссии, ионизации на катоде. Ионизация на катоде происходит в результате соударений с электронами положительных ионов. Положительные ионы образуются в результате ионизации в столбе дуги и притягиваются к катоду. Ионизация может происходить также в результате воздействий излучения (фотоионизация). В столбе дуги происходит образование так называемых вторичных электронов, а также положительных ионов (вторичными называют электроны, выбитые с орбит нейтральных атомов, находящихся в междуэлектродном пространстве). Таким образом, в столбе дуги электроны движутся к аноду, положительные ионы – к катоду. При этом ионы и электроны могут снова соединяться, образуя нейтральные атомы.

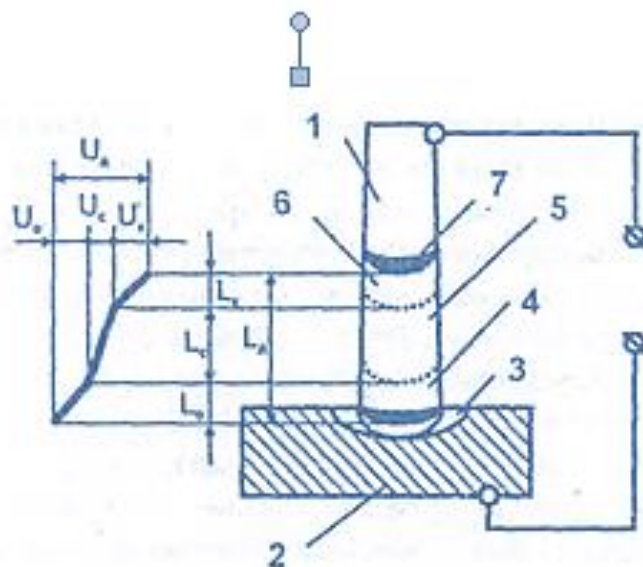


Рисунок 1 - Схема сварочной дуги и падения напряжений в ней:

1 – электрод; 2 – изделие; 3 – анодное пятно; 4 – анодная область дуги; 5 – столб дуги; 6 – катодная область дуги; 7 – катодное пятно.

4. Порядок выполнения работы

- 4.1 Охарактеризовать катодную область сварочной дуги.
- 4.2 Охарактеризовать столб дуги.
- 4.3 Охарактеризовать анодную область сварочной дуги.
- 4.4 Выразить в виде формулы напряжение для установившейся сварочной дуги.
- 4.5 Определить длину дуги (короткая, нормальная, длинная).
- 4.6 Указать область дуги, при которой обеспечивается оптимальный режим сварки.
- 4.7 Сделать вывод.

5. Содержание отчета

- 5.1 Пользуясь конспектом определить зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи.
- 5.2 Построить схему сварочной дуги и падения напряжения в ней с указанием самого электрода, изделия, анодного пятна, анодной области дуги, столба дуги, катодной области дуги, катодного пятна.
- 5.3 Охарактеризовать три области вольтамперной характеристики и зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи.

6. Контрольные вопросы

- 6.1 На какие области разделяется в сварочной дуге дуговой промежуток?
- 6.2 Какие электроны называются первичными?
- 6.3 Объясните суть термоэлектронной эмиссии?
- 6.4 Где происходит образование вторичных электронов?

Практическая работа №2

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 600МПа, 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

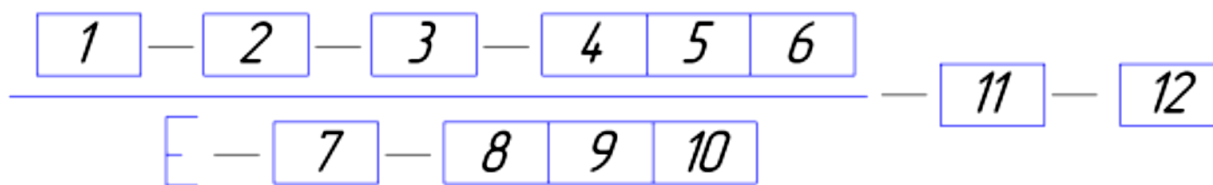


Рис. 1 Структурная схема условного обозначения металлического электрода

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 9467-75 E432(5)-Б10

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.

Э-10Х25Н13ГБ - ЦЛ-9 - 5,0 - ВД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75 Е-2075 - Б30

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°С **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 2560

Е 432 RR 160 4 6

Е 432 предел 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):**

Э42 - УОНИ-13/45 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 2(5) - Б10

Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20

Э42 - ВСЦ-4 - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 0 (3)-Ц14

Э85 – НИАТ-3М - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

Э46-АНО-4-3,0-УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3)-Р21

Э60 - ВСЦ-60 - 2,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

Э46 - ОЗС-4 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р25

Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

Э46 - ОЗС-6 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – РЖ23

Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

Э46 - ОЗС-12 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р12

Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 – ЛМ1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 2 – БР46

Э46 - МР-3 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 1 (3) – РБ23

Э85 - НИАТ-3М - 4,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

Э46А - УОНИ-13/55К - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 3 – Б20

Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 – ЛС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

Э46А - ОЗС-22Р - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3) - БРЖ14

Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20

Э50А - ТМУ-21У - 3,0 – УД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – Б20

Э85 – НИАТ-3М - 5,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

Э50А – ЦУ-5 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 (0) – Б20

Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

Э50А - УОНИ-13/55 - 3,0 – УД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

Е 51 7 – Б20

Э85-УОНИ-13/85-4,0-ЛД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ - 0 - Б20

Э50А – ОЗС-18 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 – Б20

Э85 - НИАТ-3М - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

Э50 – ВСЦ-4А - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 (3) - Ц14

Э85 - УОНИ-13/85 - 5,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

Э55 - УОНИ-13/55У - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 – Б26

Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

Э60 - УОНИ-13/65 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 – 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?

Практическое занятие №3

Тема: Расчет параметров режима сварки

1. Цель работы

1.1 Получить практические навыки расчета параметров режима сварки и расхода сварочных материалов (на примере ручной дуговой сварки).

2. Материалы:

2.1 Справочники по сварке

2.2 ГОСТ 5264 -80.

2.3 Исходные данные:

2.3.1 Тип соединения

2.3.2 Форма подготовки кромок

2.3.3 Характер выполнения шва

2.3.4 Толщина свариваемого металла

2.3.5 Марка электрода

2.3.6 Положение шва в пространстве

3. Общие положения

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающую получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

При ручной дуговой сварке основными параметрами режима являются:

1. Диаметр электрода, $d_{эл}$, мм.
2. Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
3. Напряжение на дуге, $U_{д}$, В.
4. Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.

Дополнительными параметрами режима являются:

5. Род тока.
6. Полярность тока (при постоянном токе).

3.1. Расчет режима сварки швов стыковых соединений

Швы стыковых соединений могут выполняться с разделкой и без разделки кромок по ГОСТ 5264-80.

Диаметр электрода при сварке швов стыковых соединений выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей.

При выборе диаметра электрода при сварке стыковых швов в нижнем положении следует руководствоваться данными таблицы 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые диаметры электродов при сварке стыковых швов в нижнем положении, мм

Толщина свариваемых деталей	Рекомендуемый диаметр электрода
1,5	1,6
2,0	2,0
3,0	3,0
4 - 5	3 - 4
6 - 8	4,0
9 - 12	4 - 5
13 - 15	5,0
16 - 20	5 - 6
21 - 24	6 – 10

При сварке многослойных швов на металле толщиной 10 – 12 мм и более первый слой должен свариваться электродами на 1 мм меньше, чем указано в таблице 1, но не более 5 мм (чаще всего 4 мм), так как применение электродов больших диаметров не позволяет проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.

При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно превышать 30-35 мм² и может быть определено по формуле:

$$F_1 = (6 - 8) d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (1)$$

а последующих проходов – по формуле:

$$F_c = (8 - 12) d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (2)$$

где F_1 – площадь поперечного сечения первого прохода, мм²;

F_c – площадь поперечного сечения последующих проходов, мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Для определения числа проходов и массы наплавленного металла требуется знать площадь сечения швов.

Площадь сечения швов представляет собой сумму площадей элементарных геометрических фигур, их составляющих. Тогда площадь сечения одностороннего стыкового шва выполненного без зазора можно определить по формуле:

$$F_1 = 0,75 e g, \text{ мм}^2, \quad (3)$$

а при наличии зазора в соединении – по формуле:

$$(F_1 + F_2) = 0,75 e g + S в, \text{ мм}^2, \quad (4)$$

где e – ширина шва, мм; g – высота усиления шва, мм; S – толщина свариваемого металла, мм; v – величина зазора в стыке, мм.

Площадь сечения стыкового шва с V-образной разделкой и с подваркой корня шва (см. рис. 5.1) определяется как сумма геометрических фигур:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + 2F_4, \quad (5)$$

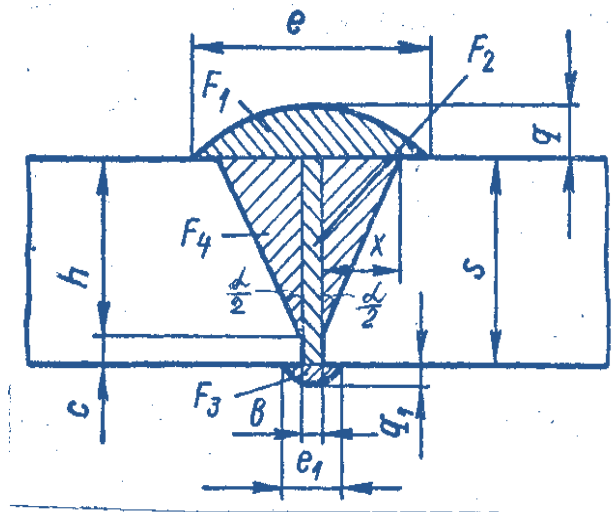


Рисунок.5.1 - Геометрические элементы площади сечения стыкового шва:

где S – толщина металла, мм; h – глубина проплавления, мм; c – величина притупления, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина подварки корня шва, мм; v – величина зазора, мм; g – высота усиления шва, мм; g_1 – высота усиления подварки корня шва, мм; α – угол разделки кромок.

Глубина проплавления определяется по формуле:

$$h = (S - c), \text{ мм.} \quad (6)$$

Площадь сечения геометрических фигур ($F_1 + F_2$) определяют по формуле 4, F_3 – по формуле 3, а площадь прямоугольных треугольников F_4 определяют по формуле:

$$F_4 = h \cdot x/2, \text{ мм}^2, \quad (7)$$

где $x = h \operatorname{tg} \alpha/2$;

тогда:

$$F_4 = (h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha/2) / 2, \text{ мм}^2, \quad (8)$$

Но рассматриваемая нами площадь V-образного шва состоит из двух прямоугольных треугольников, поэтому:

$$2F_4 = h^2 \operatorname{tg} \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (9)$$

Подставляя значения элементарных площадей в формулу (5), получим:

$$F_n = 0,75 e g + v S + 0,75 e_1 g_1 + h^2 \operatorname{tg} \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (10)$$

При X-образной разделке площадь наплавленного металла подсчитывают отдельно для каждой стороны разделки.

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла (F_n), а также площадь поперечного сечения первого (F_1) и каждого из последующих проходов шва (F_c), находят общее число проходов «n» по формуле:

$$n = (F_n - F_1 / F_c) + 1. \quad (11)$$

Полученное число округляют до ближайшего целого.

Расчет сварочного тока при ручной дуговой сварке производится по диаметру электрода и допустимой плотности тока по формуле:

$$I_{\text{св}} = F_{\text{эл}} \cdot j = (\pi d_{\text{эл}}^2 / 4) j, \text{ А}, \quad (12)$$

где $\pi - 3,14$;

j – допустимая плотность тока, А/мм²;

$F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электрода, мм²;

$d_{\text{эл}}$ – диаметр электрода, мм.

Сварочный ток определяется для сварки первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов.

Допустимая плотность тока зависит от диаметра электрода и вида покрытия: чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения (см. табл. 2).

Таблица 2 - Допустимая плотность тока в электроде при ручной дуговой сварке

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм				
	2	3	4	5	6 и более
Основное	15,0-20,0	13,0-18,5	10,0-14,5	9,0-12,5	8,5-12,0
Кислое, рутиловое	14,0-20,0	13,5-19,0	11,5-15,0	10,0-13,5	9,5-12,5

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 15-30 В и при проектировании технологических процессов ручной дуговой сварки не регламентируется.

Поэтому напряжение на дуге следует принять какое – то конкретное.

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) следует определять по формуле:

$$V_{св} = L_{н} \cdot I_{св} / \gamma F_{н} 100, \text{ м/ч}, \quad (13)$$

где $L_{н}$ – коэффициент наплавки, г/А час; (см. табл. 3)

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (7,8 г/см³ – для стали);

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$F_{н}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм².

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) определяют для первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов. Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 3.

Таблица 3 - Режимы сварки стыкового шва и его размеры

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч
Первого прохода				
Последующих проходов				

3.2 Расчет режима сварки угловых швов

При сварке угловых швов диаметр электрода выбирается в зависимости от катета шва.

Примерное соотношение между диаметром электрода и катетом шва при сварке угловых швов приведено в табл. 4.

Таблица 4 - Рекомендации по выбору диаметра электрода при сварке угловых швов

Катет шва, К, мм	2	3	4	5	6-8	9-12	12-20
Рекомендуемый диаметр электрода, $d_{эл}$, мм	1,6-2	2,5-3	3-4	4,0	4-5	5,0	5,0

При ручной дуговой сварке за один проход могут свариваться швы катетом не более 8 мм.

При больших катетах швов сварка производится за два и более проходов. Максимальное сечение металла, наплавленного за один проход, не должно превышать 30 – 40 мм² ($F_{max} = 30 \div 40 \text{ мм}^2$).

Площадь поперечного сечения углового шва, которую необходимо знать при определении числа проходов, рассчитывают по формуле:

$$F_{н} = K_{y} K^2 / 2 \text{ мм}^2, \quad (14)$$

где $F_{н}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм²;

K – катет шва, мм;

K_y – коэффициент увеличения, который учитывает выпуклость шва и зазоры.

Для наиболее часто встречающихся угловых швов с катетом 2 – 20 мм, коэффициент K_y выбирают по табл. 5.

Таблица 5 - Рекомендации по выбору коэффициента увеличения, учитывающий выпуклость шва и зазоры

Катет шва, K , мм	2	3-4	4-5	6-8	9-12	12-20
Коэффициент увеличения (K_y)	1,8	1,5	1,35	1,25	1,15	1,10

Определив примерную площадь сечения углового шва и зная максимально возможную площадь сечения, получаемую за один проход, находят число проходов « n » по формуле:

$$n = F_n / (30-40). \quad (15)$$

Полученное дробное число округляют до ближайшего целого.

Силу сварочного тока определяют по формуле:

$$I_{св} = (\pi d_{эл}^2 / 4) j, \quad (16)$$

где π – 3,14;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

Плотность тока выбирается в пределах, рекомендуемых табл. 2.

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 20 – 38 В. Следует принять какое - то конкретное.

Скорость сварки определяют по формуле:

$$V_{св} = L_n I_{св} / \gamma F_n 100, \text{ м/ч}, \quad (17)$$

где L_n – коэффициент наплавки, г/А час;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³ (7,8 г/см³ – для стали);

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла углового шва, см²;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

Значения коэффициентов наплавки для различных марок электродов приведены в табл. 6.

Таблица 6 - Коэффициенты наплавки для различных марок электродов

Марка электрода	Ток и полярность	Напряжение на дуге, В	Коэффициент наплавки, г/А·ч
УОНИИ 13/45	Постоянный прямой полярности	20 – 25	8,0
УОНИИ 13/55		22 – 26	7,0 – 8,0
ЦМ - 7		27 – 30	10,0
АНО – 4С	Переменный	32 - 34	8,0 – 8,3

Результаты расчетов режима сварки угловых швов следует занести в табл. 7.

Таблица 7 - Режимы сварки угловых швов

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	U_d , В	$V_{св}$, м/ч
Первого прохода				
Последующих проходов				

4. Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 5264-80

4.2 Подобрать диаметр электрода в зависимости от толщины свариваемого металла

4.3 Рассчитать площадь поперечного сечения шва первого прохода F_1 и последующих проходов $F_{посл}$ (мм²)

4.4 Рассчитать силу сварочного тока, определив допустимую плотность сварочного тока в зависимости от диаметра электрода и вида покрытия электрода

4.5 Определить род и полярность тока

4.6 Указать пределы значений величины напряжения на дуге

4.7 Рассчитать скорость перемещения дуги (м/ч)

5. Содержание отчета

5.1 Эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 5264-80

5.2 Расчет параметров режима ручной дуговой сварки

Практическое занятие №4

Тема: Выбор параметров режима сварки и подбор сварочных материалов для сварки низкоуглеродистых сталей

Цель работы: Освоить методику выбора режима сварки сталей (на примере сварки в среде углекислого газа).

Освоить методику выбора сварочных материалов.

1. Оборудование и материалы:

2.1 Сварочная проволока Св-08Г2С, Св-08 ($d = 0,8 - 1,2\text{мм}$).

2.2 Пластины из низкоуглеродистой стали(50x100x4 мм).

2.3 Углекислота сварочная.

2.4 Пост для механизированной сварки в среде CO_2

2. Общие положения

Сварка в среде углекислого газа широко применяется при изготовлении конструкций из углеродистых, низколегированных, теплоустойчивых сталей, среднелегированных, хромоникелевых и аустенитных сталей.

Основные типы соединений, выполняемые в среде углекислого газа, регламентированы ГОСТ 14771-76.

Основными параметрами режима сварки в среде углекислого газа являются:

- Диаметр электродной проволоки, $d_{эл}$, мм.
- Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
- Напряжение на дуге, U_d , В.
- Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.
- Расход защитного газа, q_r .

Дополнительными параметрами режима являются:

- Род тока.
- Полярность при постоянном токе.

3.1. Расчет режима сварки в среде углекислого газа швов стыковых соединений

Швы стыковых соединений могут выполняться как с разделкой, так и без разделки кромок. Диаметр электродной проволоки ($d_{эл}$) выбирается в зависимости от толщины свариваемых деталей. При выборе диаметра электродной проволоки при сварке швов в нижнем положении следует руководствоваться данными таблицы 1.

Таблица 1 - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки швов стыковых соединений

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Зазор в стыке, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Число проходов
1	2	3	4	5

0,8-1,0	Встык, без разделки кромок	0-1,0	0,8	1	
1,5-2,0		0-1,0	1,0	1	
2,5-3,0		0-1,5	1,2	1	
3,5-4,0		0-1,5	1,2	2	
				0,6	1
4,5-6,0		0-1,5	2,0	1	
		0,5-2,0	2,0	2	
7,0-8,0		0,5-2,0	2,0	2	
9,0-10,0		0,5-2,5	2,0	2	
11,0-12,0		1,0-3,0	2,0	2	
13,0-14,0	V – образная односторонняя	1,0-2,5	2,0	2	
15,0-16,0		1,0-2,5	2,0	3	
17,0-18,0	V – образная двусторонняя	1,0-2,5	2,0	4	
19,0-20,0		1,5-2,5	2,0	4	
21,0-22,0		1,5-2,5	2,0	5	
23,0-24,0		1,5-2,5	3,0	5	
25,0-28,0		1,5-2,5	3,0	6	

Сила сварочного тока, ($I_{св}$) выбирается в зависимости от глубины провара (h) и определяется по табл. 2.

Таблица 2 - Определение сварочного тока в зависимости от глубины провара

Толщина свариваемых деталей, мм	Формула определения сварочного тока
Меньше или равна 2	$I_{св} = (90-100) \cdot h$
Меньше и равна 5	$I_{св}=(80-90) \cdot h$
Больше 5	$I_{св}=(70-80) \cdot h$

Глубина провара (h) при сварке с первой стороны определяется по формуле:

$$h = S / 2 \pm 1 \text{ мм, (1)}$$

где S – толщина свариваемых деталей, мм.




Напряжение на дуге (U_d) выбирается по табл. 3.

Таблица 3 - Напряжение на дуге в зависимости от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В
50-100	17-20
120-150	21-23
160-200	24-27
210-250	25-30
260-300	30-34
310-450	32-34
460-500	32-34

Скорость сварки ($V_{св}$) определяют по табл. 4.

Таблица 4 - Определение скорости сварки в зависимости от диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки, мм	Формула для определения скорости сварки, м/ч
0,8-1,6	$V_{св} =$ 
1,8-2,6	$V_{св} =$ 
3,0-4,0	$V_{св} =$ 

Расход углекислого газа (q_r) выбирают по данным табл.5 в зависимости от марки свариваемого металла и толщины металла.

Таблица 5 - Расход углекислого газа в зависимости от толщины свариваемого металла стыкового соединения

Толщина металла, мм	Расход углекислого газа, л/мин
1,0-3,0	8-10
4,0-8,0	15-16
9,0-12,0	18-20
13,0-28,0	24-25

Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 6.

Таблица 6 - Режимы сварки стыкового шва в среде углекислого газа

Толщина металла, мм	Эскиз соединения	Параметры режима					Расход газа, л/мин
		$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	$U_{д}$, м/ч	$V_{св}$, м/ч	Число проходов "п"	

3.2. Расчет режима сварки в среде углекислого газа угловых швов сварных соединений

При сварке угловых швов диаметр электродной проволоки выбирается в зависимости от толщины металла по табл. 7.

Таблица 7 - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки угловых швов

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Катет шва, мм	Зазор в стыке,	Диаметр электрод. проволоки, мм	Число проходов «п»
1	2	3	4	5	6
0,8-1,0	Угловое без разделки кромок	1	1	0,5-1,0	1
1,5-2,0		2-3	1	0,8-1,2	1
3,0-4,0		3-6	1	1,2	1
4,0-5,0		5-6	1	1,2	2
				1,6	1
5,0-6,0		5-6	1	2,0	1
7,0-8,0		6-9	1	2,0	2
9,0-10,0		9-11	1	2,0	2
11,0-13,0		11-14	1	2,0	3
1		2	3	4	5
14,0-16,0		13-16	1	2,0	5
			1	2,5	4

Напряжение на дуге ($U_{д}$), силу тока ($I_{св}$), скорость сварки ($V_{св}$) определяют по номограмме (рис. 6.1).

Рисунок. 6.1 - Номограмма для определения режимов полуавтоматической сварки в среде углекислого газа угловых швов диаметром электродной проволоки 1,6 мм

В зависимости от предъявляемых к изделию специальных требований, при выборе сварочных материалов необходимо учитывать дополнительное требование – получение металла шва, обладающего комплексом специальных свойств (напр., высокой коррозионной стойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.).

Сварочные материалы, используемые для сварки и наплавки в среде углекислого газа, это — электродные проволоки, содержащие раскислители Св-0,8ГС, Св-08Г2С, Св-10ГС, СВ-18ХГС, Нп-3ОХГСА, ПП-АН4, ПП-АН5, ПП-АН8, ПП-3Х2В8Т и др. Сварка (наплавка) электродной проволокой, которая не содержит достаточного количества раскислителей Si и Mn и происходит с большим содержанием углерода, сопровождается значительным разбрызгиванием расплава, в наплавленном металле наблюдается пористость, повышается опасность образования трещин.

Промышленное производство углекислого газа основано на его извлечении из газов, образующихся при взаимодействии серной кислоты и мела, при обжиге известняка (около 40 % добычи CO₂), сжигании кокса и антрацита в специальных топках (до 18 % CO₂) из дымовых газов котельных установок (до 12 % CO₂) и пр.

Углекислый газ при атмосферном давлении может находиться либо в газообразном состоянии, либо в твердом при температуре ниже —78,9 °С (сухой лед). В жидкое состояние углекислоту переводят при повышенном давлении. Для сварки и наплавки наиболее удобна ее поставка в виде жидкости.

При испарении 1 л жидкой углекислоты при температуре 0°С и атмосферном давлении получается 506,8л газа. В стандартный баллон с водяной вместимостью 40 л заливается 25 кг жидкой углекислоты, которая при нормальном давлении занимает 67,5 % объема баллона и дает при испарении около 12,5 м³ газа. В верхней части баллона вместе с газообразной углекислотой скапливается воздух. Вода как более тяжелая, чем жидкая углекислота, собирается в нижней части баллона.

Для сварки и наплавки углекислый газ поставляется по соответствующим техническим условиям, хотя после дополнительной очистки можно пользоваться и пищевой углекислотой.

При использовании пищевой углекислоты в баллонах для удаления примесей воздуха рекомендуется перед сваркой выпускать первые порции газа в атмосферу, а затем после отстаивания баллона в перевернутом положении (вентилем вниз) слить воду, осторожно открывая вентиль. После удаления воды и первых загрязненных объемов газовой фазы такая пищевая углекислота дает удовлетворительные результаты при сварке и наплавке

На крупных ремонтных заводах организовано централизованное снабжение углекислым газом сварочных постов из стационарных вместимостей большого объема. При такой схеме газораспределения жидкая углекислота доставляется потребителю в специальных цистернах и затем переливается в эти вместимости. По специальным трубопроводам пары углекислоты поступают на рабочие посты.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 14771-76 (для стыковых и угловых швов)

4.2 Рассчитать режимы сварки в среде углекислого газа стыковых и угловых швов сварных соединений (Табл.8).

4.3 Произвести выбор сварочных материалов для сварки сталей ВСтЗкп2, 08.

5. Содержание отчета

5.1 Эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 14771-76.

5.2 Заполнить табл.9.

5.3 Выбор сварочных материалов для сварки сталей ВСтЗкп2, 08 и их обоснование.

Таблица 8 - Режимы полуавтоматической (механизированной) и автоматической сварки в углекислом газе низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Катет шва, мм	Зазор, мм	Число слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа на один слой, л/мин
Стыковые швы								
1,2...2,0	-	0,8...1,0	1...2	0,8...1,0	70...	18...20	18...24	10...12
3...5	-	0	1...2	1,6...2,0	100	28...30	20...22	14...16
6...8	-	1,6...2,0	1...2	2,0	180...	28...30	18...22	16...18
8...12	-	1,8...2,2	2...3	2,0	200	28...30	16...20	16...18
					250...			8
					300			18...20
					250...			0
					300			
					250...			
					300			
Угловые швы								
1,5...2,0	1,2...2,0	-	1	08	60...75	18...20	16...18	6...8
3,0...4,0	3,0...4,0	-	1	1,2		20...22	16...18	8...10
5,0...6,0	5,0...6,0	-	1	2,0	120...	28...30	29...31	16...18
6,0...8,0	6,0...7,0	-	1	2,0	150	28...30	29...31	8
8,0...10,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	260...	28...30	30...32	16...18
10,0...12,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	300	30...32	30...32	8
	9,0...11,0	-	1...2	2,0	280...	30...32	30...32	17...19
12,0...14,0	11,0...14,0	-	3	2,0	300	30...32	30...32	9
	0	-	3	2,0	300...	30...32	30...32	17...19
14,0...16,0	13,0...16,0	-	3	2,0	320	30...32	30...32	9
	0	-	3-4	2,0	310...	30...32	30...32	17...19
16,0...18,0	16,0...18,0	-	4-5	2,0	340	30...32	30...32	9
	0	-	4-5	2,0	310...	30...32	30...32	18...20
18,0...20,0	22,0...24,0	-			340	30...32	30...32	0
	0	-						18...20
								0

22,0...24, 0	0							18...2 0 18...2 0
-----------------	---	--	--	--	--	--	--	----------------------------

Таблица 9.

Толщина металла, мм	Катет шва, мм	Зазор, мм	Число слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа на один слой, л/мин
Стыковые швы								
Угловые швы								

Практическая работа №5.

Тема: Изучение устройства сварочного трансформатора ТД-300. Включение, регулирование и выключение трансформатора.

Цель занятия: закрепление теоретических знаний о принципах работы и устройстве сварочных трансформаторов.

Последовательность выполнения практической работы:

Сварочный трансформатор – это аппарат, преобразующий переменное напряжение сети в переменное напряжение для сварки (как правило, понижает переменное напряжение до значения менее 141 В). Устройство однопостового сварочного трансформатора с подвижными обмотками приведено на рисунке ниже.

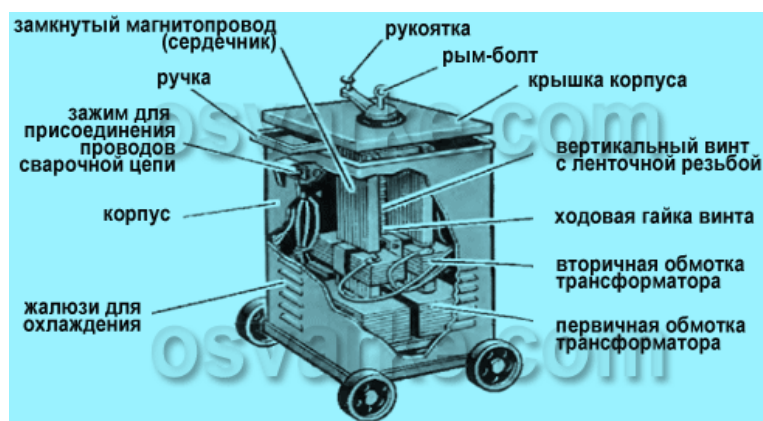


Рисунок. Устройство сварочного трансформатора (с подвижными обмотками)

Регулирование силы тока в таком сварочном трансформаторе осуществляется с помощью подвижной обмотки.

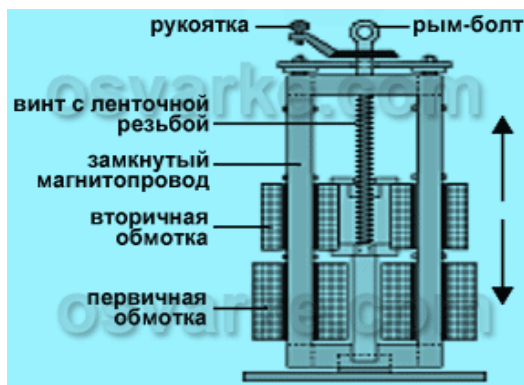


Рисунок. Схема регулирования тока в сварочном трансформаторе с подвижными обмотками

Серийно производят сварочные трансформаторы для ручной дуговой сварки и сварочные трансформаторы для автоматической сварки под флюсом.

Виды сварочных трансформаторов:

- сварочные трансформаторы амплитудного регулирования с нормальным магнитным рассеянием

- с дросселем с воздушным зазором или с дросселем насыщения;
- сварочные трансформаторы амплитудного регулирования с увеличенным магнитным рассеянием;
- с подвижными или разнесенными обмотками, с реактивной обмоткой, с подвижным магнитным или подмагничиваемым шунтом, с конденсатором или с импульсным стабилизатором;
- тиристорные сварочные трансформаторы (фазового регулирования);
- с импульсной стабилизацией или с подпиткой.

Сварочные трансформаторы амплитудного регулирования

В сварочном трансформаторе амплитудного регулирования режим сварки настраивается изменением сопротивления трансформатора или изменением напряжения холостого хода без искажения синусоидальной формы переменного тока.

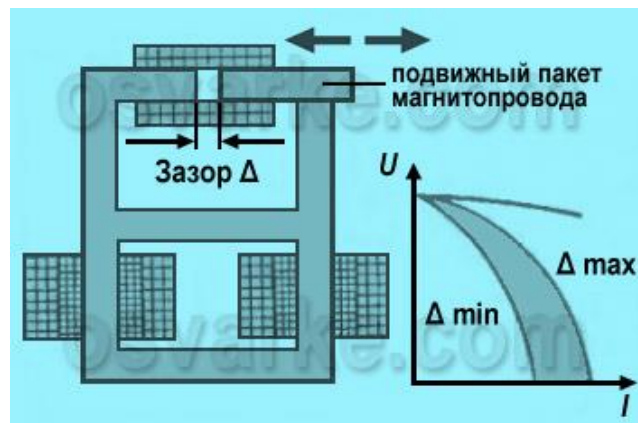


Рисунок. Трансформатор с нормальным рассеянием и отдельной реактивной катушкой (дросселем)

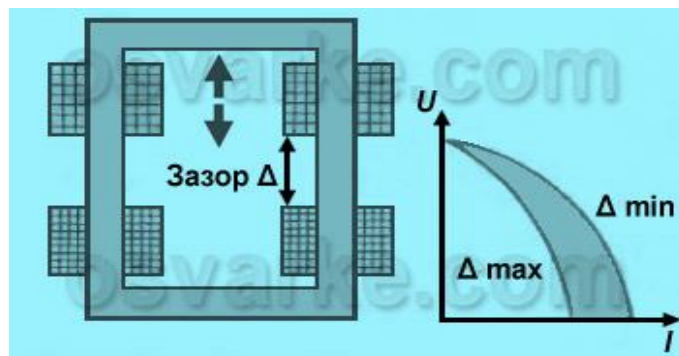


Рисунок. Трансформатор с увеличенным рассеянием и подвижными катушками

Преимущества сварочных трансформаторов:

- дешевизна изготовления (сварочный трансформатор примерно в 2–4 раза дешевле сварочного выпрямителя и в 6–10 раз дешевле сварочного агрегата аналогичной мощности);
- высокий КПД (обычно 70–90%);
- сравнительно низкий расход электроэнергии;
- простота эксплуатации и ремонта.

Недостатки сварочных трансформаторов:

для качественной сварки обычно требуются специальные электроды для переменного тока, обладающие повышенными стабилизирующими свойствами;
низкая стабильность горения дуги (при отсутствии встроенного стабилизатора горения дуги);
в простых трансформаторах – зависимость от колебаний сетевого напряжения.

1. Получить задание у преподавателя.
2. Выполнить описание принципа работы сварочного трансформатора и особенностей его конструкции.
3. Составить перечень основных конструктивных узлов трансформатора.
4. Разработать конструктивную схему трансформатора.
5. Разработать схему магнитных полей трансформатора.
6. Разработать функциональную схему трансформатора.

Примеры вариантов на практическое занятие

Вариант 1. Трансформатор с подвижными обмотками

Вариант 2. Трансформатор с подвижным магнитным шунтом

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Из каких основных узлов состоит сварочный трансформатор типа ТД?

Как регулируется сила сварочного тока в трансформаторах с подвижными обмотками?

Из каких основных узлов состоит сварочный трансформатор типа ТДФ?

Какой должна быть внешняя характеристика трансформатора для сварки под флюсом?

Что обозначает марка трансформатора ТДФ-1601?

7. Содержание отчета:

Название работы.

Цель работы.

Материальное обеспечение.

Ответы на поставленные вопросы.

Вывод.

Практическая работа №6

Тема: Наплавка соединений в различных положениях шва

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

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх»
3. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз».
4. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода»
5. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода»
6. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении»
7. 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.

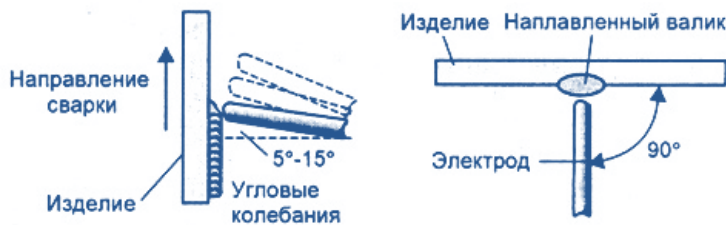


Рис. 1. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх

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*.

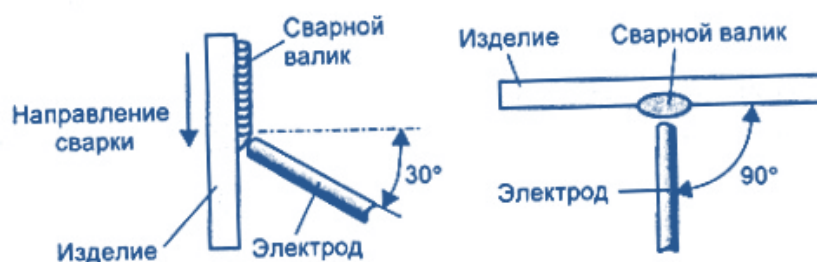


Рис. 2. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз.

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 строительном-монтажных работах.

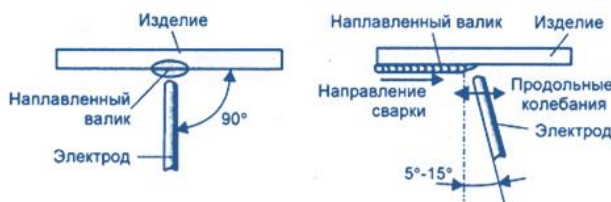


Рис. 5. Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении

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 краях 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 №7.

Тема: *Выбор режимов сварки для различных сталей и металлов.*

Цель работы: Формирование практических навыков определения режимов сварки

Последовательность выполнения практической работы:

1. Выбор режима сварки

Режим обуславливает характер протекания процесса сварки и обеспечивает получение сварного шва заданной формы и размеров. Все определяется диаметром, типом и маркой электрода, коэффициентом наплавки, родом, полярностью и силой тока, напряжением дуги, скоростью сварки, углом наклона и движения электрода, массой наплавленного металла. Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. При сварке в нижнем положении для выбора диаметра можно пользоваться табл.1.1.

Таблица 1.1 Выбор диаметра стержня электрода по толщине свариваемого металла
Толщина S свариваемого металла, мм

Толщина S свариваемого металла, мм	Диаметр d стержня электрода, мм
1,5	1-1,6
2-3	3
4-5	3-4
6-8	4; 5
9-12	4; 5
13-15	5
16-20	5; 6
св. 20	6;8

При сварке горизонтальных, вертикальных и потолочных швов независимо от толщины свариваемого металла применяют электроды диаметром $d_{э} < 4$ мм. Тип и марка электрода выбираются в зависимости от марки и механических свойств ($\sigma_{в}, \sigma_{т}, KCV,$) свариваемого металла, назначения и условий работы конструкции (табл.1.2). Сила сварочного тока I выбирается в зависимости от диаметра стержня электрода $d_{э}$ и положения сварного шва в пространстве. При сварке в нижнем положении

$$I = K \cdot d_{э}, A,$$

где K — коэффициент пропорциональности, который при сварке углеродистых и низколегированных сталей в нижнем положении равен 35-60 А/мм для толщины металла 5-30 мм. При сварке горизонтальных и вертикальных швов сила тока уменьшается на 10-15, а потолочных — на 15-20%. Чрезмерно большой сварочный ток приводит к перегреву и разбрызгиванию электродного металла, ухудшению формирования шва, а при сварке тонкостенных заготовок — к прожогу стенок. Сварка на малых токах сопровождается неустойчивым горением дуги, непроваром, малой производительностью. Род тока и полярность выбираются в зависимости от марки свариваемого металла, его толщины, марки электрода, назначения конструкции. Сварка на постоянном токе обратной полярности применяется для

тонкостенных заготовок и высоколегированных сталей с целью исключения их перегрева. Сварку углеродистых сталей обычно выполняют на переменном токе.

2. Определите режимы сварки стали Ст 3 толщиной 5 мм в нижнем и вертикальном положении. Нарисуйте схему выполнения шва длиной 600 мм.

3. Нарисуйте схему выполнения многослойного углового шва. Какие технологические приемы следует при этом применять?

4. Ответить на вопросы:

А) Какие приемы следует выполнять при сварке вертикальных швов сверху вниз и снизу вверх?

Б) Каковы особенности выполнения потолочных швов?

В) Предложите способ сварки в труднодоступном месте.

5. Тест:

1. Какой диаметр электрода следует выбрать для сварки вертикального шва пластин толщиной 3 мм:

А) 2,0 мм Б) 3,5 мм В) 4 мм

2. Сила сварочного тока при сварке вертикальных швов должна быть:

А) такая же как при сварке в нижнем положении

Б) больше, чем в нижнем положении

В) меньше, чем в нижнем положении

3. Какой диапазон сварочных токов следует выбрать при сварке в вертикальном положении металла толщиной 4 мм:

А) 60-80А Б) 90-110 А В) 125 – 160 А

4. Какой угол наклона электрода следует установить при сварке «снизу вверх» без разделки кромок?

А) $45 - 50^{\circ}$ к горизонтали Б) $15 - 30^{\circ}$ к горизонтали В) $45 - 50^{\circ}$ к вертикали

5. Как удерживают расплавленный металл от стекания при сварке потолочных швов?

А) силами поверхностного натяжения Б) давлением сварочной дуги В) торцом электрода

6. Корневой шов многопроходных швов выполняют электродами диаметром:

А) 3мм Б) 5 мм В) в зависимости от толщины металла

7. Зачистка шва от шлака производится:

А) перед началом работ Б) во время работы В) после окончания работ

8. Поперечные колебания электродом совершают:

А) при сварке корневого шва

Б) при сварке второго прохода

В) при сварке второго и последующих проходов

9. Количество проходов зависит от:

А) толщины свариваемого металла Б) от диаметра электрода

В) от квалификации сварщика

10. Сварка углового вертикального шва производится:

А) короткой дугой Б) длинной дугой В) не имеет значения

6. Содержание отчета:

Название работы. Цель работы. Материальное обеспечение.

Ответы на поставленные вопросы.

Вывод.

Практическая работа №8

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:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить и законспектировать электроды для наплавки и законспектировать материал.
3. Изучить сварочную проволоку для наплавки и законспектировать материал.
4. 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	
Э-70Х3СМТ	-	53,0-61,0	ЭН-60М	Наплавка штампов для холодной штамповки
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	
Э-65Х25Г13Н3	25,0-37,0	-	ЦНИИН-4	Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л
Э-80В18Х4Ф	-	58,0-63,0	ЦИ-1М	
Э-90В10Х5Ф2	-	58,0-63,0	ЦИ-2У	Наплавка металлорежущего инструмента, а так же штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, прошивка, вытяжка)
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	
Э-30Х5В2Г2СМ	51,0-61,0	-	ТКЗ-Н	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных

				нагрузок с абразивным изнашиванием
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-09Х16Н9С5Г2 М2ФТ	-	30,5-36,0	ВПИ-1	
Э-09Х31Н8АМ2	-	41,5-49,5	УОНИ-13/Н1-БК	
Э-13Х16Н8М5С5 Г4Б	-	39,5-51,5	ЦН-12М, ЦН-12Л	
Э-15Х15Н10С5М 3Г	36,5-46,5	-	ЦН-18	
Э-15Х28Н10С3Г Т	-	36,5-42,0	ЦН-19	
Э-15Х28Н10С3М 2ГТ	-	41,5-46,5	ЦН-20	
Э-200Х29Н6Г2	41,5-51,5	-	ЦН-3	
Э-190К62Х29В5С 2	41,5-51,5	-	ЦН-2	

Размеры электродов для наплавки

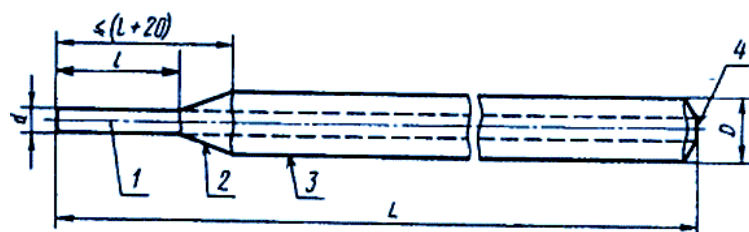


Рис..1. Эскиз электрода: 1 - стержень; 2 - участок перехода; 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия

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	150	20	
	250	200 (250)		
2,0	250 (300)	200 250 (300)		
	250 300 (250)	250 (300)		
3,0	300 350 (450)	300 350		25
	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 (HRCэ 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_э > 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_э > 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 x 40 мм**.

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

Для электродов со средней твердостью наплавленного металла **HRC_э > 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-07Х27Т** (*HRC 30-38*) - кавитационно-коррозионный износ при температурах до 450 Ос (уплотнительные поверхности запорной и пропускной арматуры для пара и воды);
4. **Св-06Х19Н9Т** (*HB160-190*); **Св-08Х19Н9Ф2С2** (*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-20Х14, Нп-30Х13, Нп-40Х13	48	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и воды
Хромовольфрамовые теплоустойчивые стали	Нп-45Х2В8Т, Нп-60Х3В10Ф	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** (*HB220-300*); **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-40Х13 (HRC 45-50)** - трение металла без смазки со значительным контактным нагружкой (оси опорных роликов, крановые колеса, натяжные колеса гусеничных машин);
3. **Нп-40Х2Г2М (HRC 45-56); Нп-50 ХФА (HRC 43-50)** - трение металлов с смазкой в сочетании с динамической нагружкой (шлицевые и коленчатые валы, поворотные кулаки);
4. **Нп-30 ХГСА (НП 220-300); Нп-30Х5 (HRC37-42); Нп-50ХНМ (HRC 40-50);**
5. **Нп-50 Х6ФМС (HRC 42-48); Нп-50Х (HRC 32-38); Нп-45Х2В8Г (HRC 40-46);**
6. **Нп-60Х3ВЮФ (HRC42-50); Нп-45Х4В3ГФ (HRC38-45)** - термическая усталость, тепловые измены (прокатные валки, кузнечной -прессовый инструмент);
7. **Нп-40Х3Г2МФ (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-30Х1З (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 (HB120-220)** - 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.

Наплавляющую проволоку упаковывают и хранят идентично сварочном.

Таблица №1

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

Номер варианта	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-400X38ГЗРСТЮ	Э-15X15H10C5M3Г
5	Нп-65Г	ПЛ-Нп-120X22P3Г2С	Э-15X28H10C3ГТ
6	Нп-30XГСА	ПЛ-Нп-450X20Б7M6B2	Э-15X28H10C3M2ГТ
7	Нп-30X5	ПЛ-Нп-500X40H40C2P	Э-09X16H9C5Г2M2ФТ
8	Нп-40X3Г2MФ	ПЛ-Нп-550X44H34ГCP	Э-35X12B3CФ
9	Нп-40X2Г2M	ПЛ-Нп-12X16H8M6C5Г4Б	Э-90X4M4BФ
10	Нп-50XHM	ПЛ-Нп-12X18H9C5Г2Т	Э-35X12Г2C2
11	Нп-50X6ФМС	ЛС-18XГСА	Э-15X15H10C5M3Г
12	Нп-50XФА	ЛС-70X3MH	Э-120X12Г2CФ
13	Нп-20X14	ЛС-25X5ФМС	Э-10M9H8K8X2CФ
14	Нп-30X13	ЛС-50X4B3ФC	Э-65X11H3
15	Нп-40X13	ЛС-15X13	Э-65X25Г13H3
16	Нп-20X17H3M	ЛС-12X14H3	Э-80B18X4Ф
17	Нп-30X10Г10Т	ЛС-02X20H11Г	Э-90B10X5Ф2
18	Нп-45X4B3ГФ	ПП-Нп-200X12M	Э-105B6X5M3Ф3
19	Нп-50X3B10Ф	ПП-Нп-200X12BФ	Э-10K15B7M5X3CФ
10	Нп-Г13А	ПП-Нп-30X4B2M2ФC	Э-10K18B11M10X3CФ
21	Нп-03X15H35Г7M6	ПП-Нп-10X17H9C5ГТ	Э-13X16H8M5C5Г4Б
22	Нп-X20H80Т	ПП-Нп-250X10B8C2Т	Э-30X5B2Г2CM
23	Нп-03X15H35Г7M6Б	ПП-Нп-30X2M2ФH	Э-190K62X29B5C2
24	Нп-40X3Г2MФ	ПП-Нп-40X4Г2CMHTФ	Э-320X23C2ГPT
25	Нп-60X3BЮФ	ПП-Нп-150X15P3T2	Э-320X25C2ГP
26	Нп-45X4B3ГФ	ПП-Нп-350X10B8T2	Э-350X26Г2P2CT
27	Нп-45X2B8Г	ПП-Нп-35B9X3CФ	Э-300X28H4C4
28	60X3BЮФ	ПП-Нп-12X12Г12CФ	Э-225X10Г10C
29	Нп-45X2B8Г	ПП-Нп-25X5ФMCT	Э-110X14B13Ф2
30	Нп-50 XФА	ПП-Нп-35X6M2	Э-175B8X6CT

Практическая работа №9

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:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. 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.

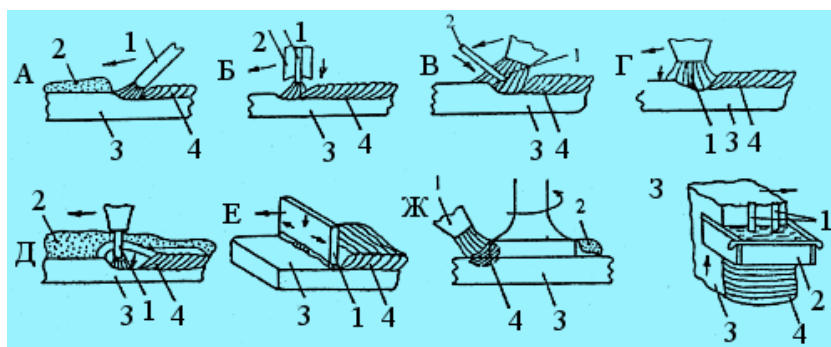


Рис. 1. Основные способы наплавки плавлением:

- 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 плазмотрона (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 наплавляемой 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

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 разделяют 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 ...

Практическая работа № 10

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 концентрации различных веществ в воздухе рабочих помещений

Теоретические сведения

Защита от поражения электрическим током. При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных работ возможность поражения током исключается. Однако в практике поражение электрическим током происходит вследствие неисправности сварочного подключения сварочного оборудования 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 состоянием организма человека (утомленность, 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 выполнении 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 отключения от силовой сети.

При наружных работах сварочные агрегаты и трансформаторы должны находиться 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 длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), что может привести к временной или полной потере зрения. Кроме того, тепловое действие инфракрасных лучей вызывает ожоги кожи лица.

Ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном действии в 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	Инфра-красных	Ультра-фиолет		
	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	1,0 0,3 0,1 3,0

Наиболее вредными веществами, входящими в состав обмазки, флюса и металла электрода, являются хром, марганец и фтористые соединения. Кроме аэрозоли, воздух в рабочих помещениях при сварке загрязняется различными вредными газами, например, окислами азота, углерода, фтористым водородом и др. экспериментально установлены предельно допустимые концентрации вредных газов и пыли в воздухе рабочих помещений.

Предельно допустимые концентрации различных веществ в воздухе рабочих помещений мг/м³:

- Марганец и его соединения 0,3
- Свинец и его соединения 0,01
- Окись углерода 20,0
- Окислы азота 5,0
- Хром и его соединения 0,1
- Цинковые соединения 5,0
- Фтористые водород 0,5
- Бензин, керосин 300,0

Практическая работа №11

Тема: Плазменно-дуговая резка.

Цель работы: Приобрести практические навыки при изучении оборудования и технологии плазменно-дуговой резки.

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить принципиальную схему процесса плазменной резки
3. Начертить принципиальную схему процесса плазменно-дуговой резки
4. Начертить таблицу режимы резки
5. Ответить на контрольные вопросы

Теоретические сведения

Плазма - это газ, состоящий из положительно и отрицательно заряженных частиц в таких пропорциях, что общий заряд равен нулю, т. е. плазма представляет собой смесь электрически нейтральных молекул газа и электрически заряженных частиц, электронов и положительных ионов.

Наличие электрически заряженных частиц делает плазму чувствительной к воздействию электрических полей.

Плазма вследствие наличия в ней электрически заряженных частиц является электропроводной, и при действии электрических полей в плазме возникают электрические токи. Чем выше степень ионизации, тем выше электропроводность плазмы. Токи в ней отклоняются под действием магнитных полей. Ускорения, сообщаемые заряженным частицам действием электрических и магнитных полей путем соударения передаются нейтральным частицам газа, и весь объем плазмы получает направленное движение, образуя струю, поток или факел горячего газа.

Электрические поля, воздействуя на плазму, сообщают энергию заряженным частицам, а через эти частицы и всей плазме. В результате такой передачи энергии температура плазмы может достигнуть 20 000-30 000 °С. Поэтому, чем больше имеется свободных электронов в веществе и чем быстрее они движутся, тем больше проводимость вещества, так как свободно движущиеся электроны переносят электрические заряды. Иначе говоря, плазма - это токопроводящий газ, нагретый до высокой температуры.

Сущность плазменной резки состоит в проплавлении металла мощным дуговым разрядом, локализованным на малом участке поверхности разрезаемого металла с последующим удалением расплавленного металла из зоны реза высокоскоростным газовым потоком.

Холодный газ, попадающий в горелку, обтекает электрод и в зоне дугового разряда приобретает свойства плазмы, которая затем истекает через отверстие малого диаметра в сопле в виде ярко светящейся струи с большой скоростью и температурой, достигающей 30 000°С и выше.

Принципиальная схема плазменной резки приведена на *рис. 1*.

В зависимости от применяемой электрической схемы плазменная резка металлов может выполняться независимой и зависимой дугами. Схема плазменной резки дугой прямого действия приведена на *рис. 52, а*, а дугой косвенного действия на *рис. 2, б*. Конструкция плазменной горелки приведена на *рис. 3*.

В *табл. 1* приводятся ориентировочные режимы резки.

Плазмообразующий газ - система, преобразующая подводимую электрическую энергию в тепловую, передаваемая разрезаемому металлу. Поэтому желательно, чтобы газ имел высокий потенциал ионизации и находился в молекулярном состоянии. Такими газами являются аргон, азот, водород, гелий, воздух и их смеси.

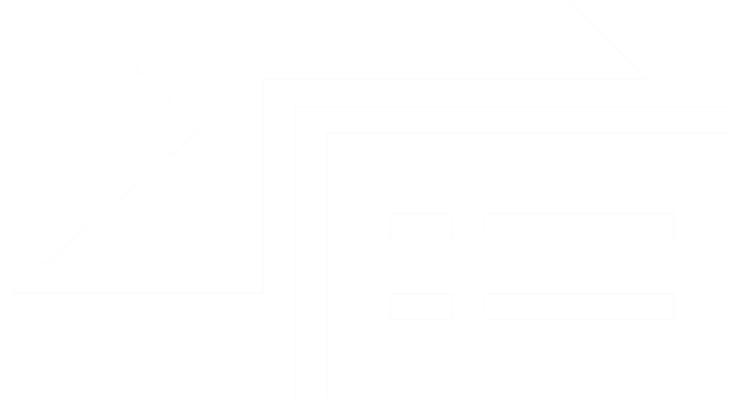


Рис. 1. Принципиальная схема процесса плазменно дуговой резки:
1 - вольфрамовый электрод, **2** - медное водоохлаждаемое сопло, **3** - наружное сопло, **4** - плазменная струя,
5 - разрезаемый металл, **6** - изоляционная шайба, **7** - балластное сопротивление, **8** - источник питания

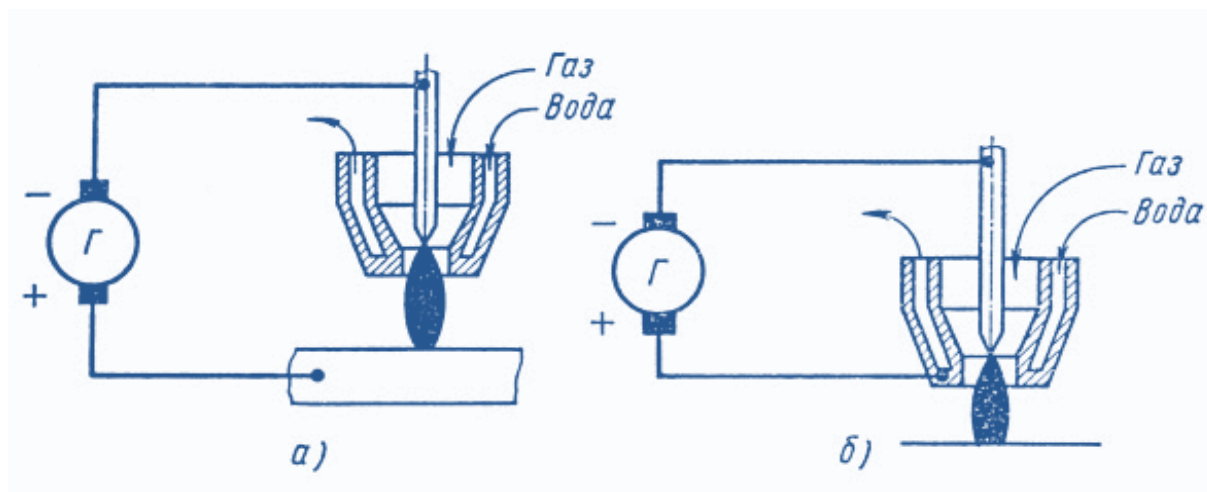


Рис.2. Принципиальная схема процесса плазменно-дуговой резки а - прямого, **б**-косвенного действия

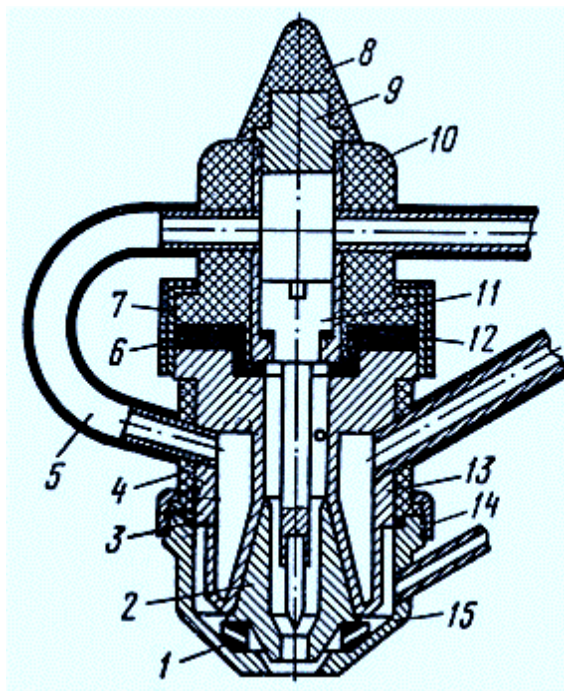


Рис. 3. Конструкция горелки для плазменно-дуговой резки:

1 - магнезитовое кольцо, 2 - сопло, 3 - резиновая прокладка, 4, 6, 8, 10 - изоляционное покрытие, 5 - резиновая трубка, 7 - соединительная гайка, 9 - пробка, 11 - катодный узел, 12 - резиновая прокладка, 13 - корпус сопла, 14 - соединительная гайка, 15 – наружное

Режимы резки

Таблица.1

Разрезаемый материал

Параметры резки	Разрезаемый материал	
	Ст 3, толщина 18 мм	Сталь 1Х18Н9Т, толщина 20 мм
Ток, А	300	340
Напряжение дуги, В	65	75
Диаметр сопла, мм	3,5	3,5
Диаметр электрода, мм	4	4
Расстояние сопла до изделия, мм	5	5
Расход аргона, л/мин	10	10
Расход воздуха, м /ч	5	5
Скорость резки, м/ч	60	40

Контрольные вопросы:

1. Что называется плазмой?
2. Сущность плазменной резки.
3. Какие газы применяются при плазменной резке?

Информационное обеспечение

Основная литература:

1. Технология изготовления сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебник/В.В.Овчинников - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с. – (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=503310>
2. Сварка: введение в специальность [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А.Фролов, В.В.Пешков и др.; Под ред. проф. В.А.Фролова - 4 изд., перераб. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.
3. Сварка и резка цветных металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Г. Быковский, В.А. Фролов, В.В. Пешков. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: + (Доп. мат. znanium.com). – (Бакалавриат). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=453254>
4. Производство сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебник/В.В.Овчинников - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. – (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=500249>

Дополнительная литература:

1. Лупачев В. Г. Общая технология сварочного производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лупачев В. Г. - 2-е изд. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.– (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=484830>
2. Справочник техника-сварщика [Электронный ресурс]: / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 304 с.
3. Электрическая дуговая сварка [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.С. Виноградов. - 8-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2015. 320 с.
4. Охрана труда при производстве сварочных работ [Текст]: учебное пособие /В.В. Овчинников. - 5-е изд. стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2015. - 64 с.
5. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.В. Овчинников. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2013. - 240 с.
6. Сварочное дело: Сварка и резка металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /Г.Г. Чернышов. - 9-е изд. , стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2015. - 496 с.
7. Наплавка металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.П. Лялякин, Д.Б. Слинко. - М.: Издательский центр " Академия", 2016. - 192 с.
8. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений [Текст]: учебник для нач. проф. образования /В.В. Овчинников. - М.: Издательский центр "Академия", 2013. - 224 с.
9. Вознесенская И.М. Основы теории ручной дуговой сварки: теоретические основы профессиональной деятельности [Текст]: Учеб. пособие /И.М. Вознесенская. Под ред. С.В. Соколовой. – М.: Академкниг / Учебник, 2005. – 160 с.