

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебно-методической работе
Профессионально-педагогического
колледжа СГТУ имени Гагарина Ю.А.

О.В. Зимкова
«22» ноября 2021 г.

Методические указания для обучающихся по выполнению
лабораторных работ по междисциплинарному курсу
МДК.01.01 ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ
специальность
22.02.06 СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Рассмотрено на заседании методической комиссии
транспорта, сварочного производства
протокол № 3 от «26» октября 2021 г.
Председатель МК _____ Л.А. Чувина

Саратов 2021

Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 22.02.06 Сварочное производство утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ от 21.04.2014 г. № 360.

Разработчик: Максимов Владимир Дмитриевич - преподаватель ППК СГТУ имени Гагарина Ю.А.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. Пояснительная записка
2. Указания по выполнению лабораторных работ
3. Критерии оценки
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ

1. Пояснительная записка

1.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ по МДК 01.01 Технология сварочных работ предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 22.02.06 Сварочное производство.

МДК 01.01 Технология сварочных работ входит в профессиональный модуль ПМ.01 Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций профессионального цикла ППССЗ.

Изучение МДК направлено на формирование общих и профессиональных компетенций, включающих в себя способность:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

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

В результате освоения МДК обучающийся должен:

Знать:

35 Технологический процесс подготовки деталей под сборку и сварку

36 Основы технологии сварки и производства сварных конструкций;

38 Основные технологические приемы сварки и наплавки сталей, чугунов и цветных металлов;

39 Технологию изготовления сварных конструкций различного класса;

310Технику безопасности проведения сварочных работ и меры экологической защиты окружающей среды.

уметь:

У 2 Выбирать рациональный способ сборки и сварки конструкций, оптимальную технологию соединения или обработки конкретной конструкции или материала;

У 5 Рассчитывать нормы расхода основных и сварочных материалов для изготовления сварочного узла или конструкции;

У 6 Читать рабочие чертежи сварочных конструкций:

Обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.1 Применять различные методы, способы и приёмы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

Количество часов отведенных на проведение:
лабораторных занятий 8 часов.

1.2. Перечень лабораторных работ

Наименование темы	Наименование, № лабораторного занятия	Объем часов	Вид работы	Формируемые результаты освоения
Тема 1.3. Сварочная проволока. Сварочные электроды	Лабораторная работа № 1 «Покрытые электроды для дуговой сварки и наплавки»	4	Лабораторная работа	ОК2 ОК3ОК4 ПК1.2, У2.У6
Тема 5.3 Выбор вида термической обработки сварных конструкций. Устройства для измерения температуры.	Лабораторная работа № 2 Исследование поперечных и продольных укорочений и угловых деформаций при сварке.	4	Лабораторная работа	ОК2,ОК3,ОК6 ,ПК1.1 ПК1.2, У2 У5У6
Итого		8		

Лабораторная работа № 1

Лабораторная работа № 1 «Покрытые электроды для дуговой сварки и наплавки»

Объекты оценивания:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

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

ПК 1.1 Применять различные методы, способы и приёмы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

У 2 Выбирать рациональный способ сборки и сварки конструкций, оптимальную технологию соединения или обработки конкретной конструкции или материала;

У 5 Рассчитывать нормы расхода основных и сварочных материалов для изготовления сварочного узла или конструкции;

У 6 Читать рабочие чертежи сварочных конструкций:

Форма контроля: выполнение лабораторной работы (фронтальная форма организации работы).

Задание: Определение покрытых электродов для дуговой сварки и наплавки

Условия выполнения задания:

Покрытый электрод – плавящийся электрод для дуговой сварки, имеющий на поверхности покрытие адгезионно связанное с металлом электрода.

Электрод для дуговой сварки (рис. 2.2.) представляет собой стержень длиной до 450 мм., изготовленный из сварочной проволоки, на поверхность которого нанесен слой покрытия 2. Один из концов электрода / на длине 20 ... 30 мм освобожден от покрытия для зажатия его в электрододержателе с целью обеспечения электрического контакта. Торец 3 другого конца очищен от покрытия для возможности возбуждения дуги посредством касания изделия в начале процесса сварки.



Рис. 2.2. Покрытый электрод

ГОСТ 9466-75 в зависимости от отношения полного диаметра электрода D к диаметру стержня d покрытые электроды разделяет на следующие виды: с тонким покрытием ($D/d < 1,2$) присвоен индекс М; со средним покрытием ($1,2 < D/d < 1,45$) - С; с толстым покрытием ($1,45 < D/d < 1,8$) - Д; с особо толстым покрытием ($D/d > 1,8$) - Г.

Покрытие электрода - смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от вредного воздействия среды и металлургической обработки металла сварочной ванны.

Для изготовления покрытий применяют различные материалы (компоненты):

1.Газообразующие компоненты - органические вещества: крахмал, пищевая мука, декстрин либо неорганические вещества, обычно карбонаты (мрамор CaCO_3 , магнезит MgCO_3 и др.).

2.Легирующие элементы и элементы - раскислители: кремний, марганец, титан и др., используемые в виде сплавов этих элементов с железом, так называемых ферросплавов. Алюминий в покрытие вводят в виде порошка-пудры.

3.Ионизирующие или стабилизирующие компоненты, содержащие элементы с низким потенциалом ионизации, а также различные соединения, в состав которых входят калий, натрий, кальций, мел, полевой шпат, гранит и др.

4.Шлакообразующие компоненты, составляющие основу покрытия, обычно это руды (марганцовая, титановая), минералы (ильменитовый и рутиловый концентраты, полевой шпат, кремнезем, гранит, мрамор, плавиковый шпат и др.).

5.Связующие - водные растворы силикатов натрия и калия, называемые натриевым или калиевым жидким стеклом, а также натриево - калиевым жидким стеклом.

6.Формовочные добавки - вещества, придающие обмазочной массе лучшие пластические свойства, бентонит, каолин, декстрин, слюда и др.

Для повышения производительности сварки, увеличения количества дополнительного металла, вводимого в шов, в покрытии электродов может содержаться железный порошок до 60 % массы покрытия. Многие материалы, входящие в состав покрытия, одновременно выполняют несколько функций, обеспечивая и газовую защиту в виде газа CO_2 , и шлаковую защиту в виде CaO и т.д.

По видам покрытий электроды подразделяют на следующие: с кислым покрытием - индекс А; с основным покрытием - индекс Б; с целлюлозным покрытием - индекс Ц; с рутиловым покрытием - индекс Р; с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение; с прочими видами покрытий - индекс П. Если покрытие содержит более 20 % железного порошка к обозначению вида покрытия добавляют букву Ж.

При плавлении кислых покрытий (А) большая часть введенных в них ферросплавов окисляется рудами; легирование металла кремнием и марганцем идет по схеме кремнемарганцевосстановительного процесса; оно не позволяет легировать металл элементами с большим сродством к кислороду. Образующиеся шлаки, обычно кислые, не содержат CaO и не очищают металл от фосфора. В наплавленном металле много растворенного кислорода и неметаллических включений. В результате швы обладают пониженной стойкостью к образованию горячих трещин и низкой ударной вязкостью металла шва. В связи с высоким содержанием в покрытии ферромарганца и оксидов железа они более токсичны, так как аэрозоли в зоне сварки и зоне дыхания сварщика содержат большое количество вредных соединений марганца. Эти электроды применяют для сварки неответственных металлоконструкций.

Основу рутиловых покрытий (Р) составляют шлакообразующий компонент - рутиловый концентрат TiO_2 (до 45 %), а также алюмосиликаты (слюда, полевой шпат и др.) и карбонаты (мрамор, магнезит); ферромарганца в покрытии обычно меньше 10 ... 15 %. Газовая защита обеспечивается введением органических соединений (до 5 %), а также разложением карбонатов. Покрытия этого вида обеспечивают высокое качество металла шва, малотоксичны и обладают хорошими сварочно – технологическими свойствами.

Покрытия основного типа (Б) в качестве основы содержат карбонаты (мрамор, мел, магнезит) и плавиковый шпат; газовая защита обеспечивается разложением карбонатов. Металл раскисляется марганцем, кремнием, титаном, вводимыми в покрытие в виде ферросплавов, или алюминием, вводимым в виде порошка.

Эти покрытия слабо окислительные, поэтому позволяют легировать металл шва элементами с большим сродством к кислороду. Наличие большого количества соединений кальция, хорошо связывающих серу и фосфор и

выводящих их в шлак, обеспечивает высокую чистоту наплавленного металла, его повышенные пластические свойства, а легирование марганцем и кремнием обеспечивает высокую прочность. Швы, выполненные такими электродами, обладают высокой стойкостью против образования горячих трещин и наиболее высокой (по сравнению с любыми другими покрытиями) ударной вязкостью.

На базе покрытий основного типа (Б) обычно составляют композиции покрытий электродов для сварки ответственных конструкций из низколегированных и углеродистых сталей, среднелегированных сталей и всех электродов для сварки высоколегированных сталей.

В зависимости от требований к качеству электродов - точности изготовления, состоянию поверхности покрытия, сплошности полученного данными электродами металла шва и содержанию серы и фосфора наплавленном металле - электроды подразделяют на группы 1,2 и 3 (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки
конструкционных сталей (в соответствии с ГОСТ 9467 – 75 в ред. 1988 г.)

Типы электродов	npt	Механические свойства нормальной температуре				Предельное содержание в наплавленном металле, %					
	металла шва или наплавленного металла			сварного соединения выполненного электродами диаметром менее 3 мм		серы			фосфора		
						группа электродов по ГОСТ 9466-75					
	$\sigma_{\text{с}}$ МПа	σ_s , %	К С, Д ж/см ²	$\sigma_{\text{с}}$ МПа	угол изгиба, °						
	не менее					1	2	3	1	2	3
Э38	380	14	30	380	60						
Э42	420	18	80	420	150						
Э46	460	18	80	460	150						

						0,0 45	0,0 40	0,0 35	0,0 50	0,0 45	0,0 40	
Э50	500	16	70	500	120	0,0 35	0,0 30	0,0 25	0,0 40	0,0 35	0,0 30	
Э42А	420	22	15 0	420	180							
Э46А	460	22	14 0	460	180							
Э50А	500	20	13 0	500	150							
Э55	550	20	12 0	550	150							
Э60	600 700	18 14	10 0	600	120							
Э70	700	14	60	-	-						0,0 35	
Э85	850	12	50	-	—							
Э100	1000	10	50	—	—							
Э125	1250	8	40	—	—							
3150	1500	6	40	-	-							

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки электроды подразделяют на четыре вида: для всех положений - индекс 1; для всех положений, кроме вертикального сверху вниз, - индекс 2; для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - индекс 3; для нижнего и нижнего в лодочку - индекс 4.

Пригодность данной марки электродов для сварки в различных пространственных положениях указывается набором стрелок. На рис. 2.4 показано условное обозначение положения сварки.

По роду и полярности применяемого при сварке или наплавке тока, а также номинальному напряжению холостого хода, используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц электроды подразделяются на виды, указанные в табл. 2.3.

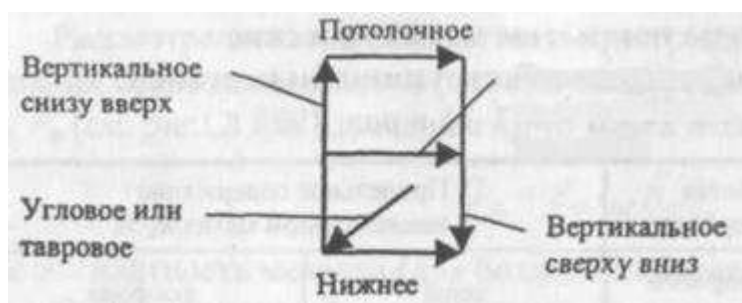


Рис. 2.4. Условное обозначение положения сварки.

Таблица 2.3

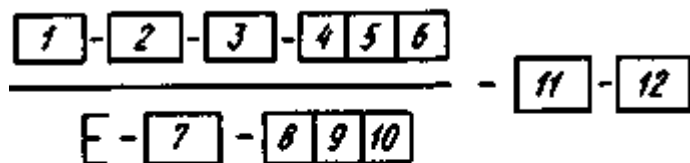
Обозначения видов электродов в зависимости от рода и полярности сварочного тока

Рекоменд уемая полярнос ть постоянн ого тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока, В		Обознач ение электро дов	Рекоменд уемая полярнос ть постоянн ого тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока, В		Обознач ение электро дов
	номинал ьное	предел ы отклон ений			номинал ьное	предел ы отклон ений	
Обратная	-	-	0	Любая Прямая Обратная	70	±10	4 5 6
Любая Прямая Обратная	50	±5	1 2 3	Любая Прямая Обратная	90	±5	7 8 9

Условное обозначение электродов должно содержать следующие данные, расположение которых указано на рис. 2.5.

В обозначении: / - тип; 2 - марка; 3 - диаметр, мм; 4 – назначение электродов; 5 - обозначение толщины покрытия; б - группа электродов; 7 - группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва по ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75 или ГОСТ 10052-75; 8 - обозначение вида покрытия; 9 - обозначение допустимых пространственных положений сварки или наплавки; 10 -обозначение рода применяемого при сварке или наплавке тока, полярности постоянного тока и номинального напряжения холостого хода источника питания сварочной дуги переменного тока

частотой 50 Гц; 11 - обозначение стандарта ГОСТ 9466-75; 12 - обозначение стандарта на типы электродов.



**Рис. 2.5. Структура
условного обозначения электродов
согласно ГОСТ 9466-75**

Такое полное условное обозначение должно быть указано на этикетках или в маркировке коробок, пачек и ящиков с электродами.

Во всех видах документации дается сокращенное условное обозначение электродов, которое должно состоять из марки, диаметра, группы электродов и обозначения стандарта (ГОСТ 9466-75).

Обозначение электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей. Например, для электродов типа Э46А (по ГОСТ 9467-75), марки УОНИ-13/45, диаметром 3 мм, для сварки углеродистых и низколегированных сталей У, с толстым покрытием Д, 2-й группы с установленной по ГОСТ 9467-75 группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва, с основным покрытием Б, для сварки во всех пространственных положениях 1 на постоянном токе обратной полярности 0 полное обозначение будет иметь следующий вид:

Э46А - УОНИ-13/45-3,0-УД2
Е432(5)-Б10 – ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75,

а сокращенное обозначение в технических документах:

электроды УОНИ-13/45-3,0-2 – ГОСТ 9466-75.

Для сварки конструкционных сталей тип электрода содержит букву Э, вслед за которой цифрами указано значение временного сопротивления при разрыве (в кгс/мм²), например: Э38, Э42, Э50 ... Э150. У некоторых типов электродов после цифр поставлена буква А, что характеризует более высокие характеристики пластичности наплавленного металла. Электроды этих типов регламентированы только по характеристикам механических свойств и содержанию серы и фосфора в наплавленном металле.

Согласно требованиям ГОСТ 9467-75 в условном обозначении электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 60 кгс/мм² (600 МПа) в знаменателе (во

второй строке - см. рис. 2.5) группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла, должна быть записана следующим образом: первые два индекса указывают минимальное значение величины (кгс/мм^2), а третий индекс одновременно условно характеризует минимальные значения показателей δ_5 и температуры T_x при которой определяется ударная вязкость.

Типы электродов для сварки теплоустойчивых сталей в своем обозначении содержат характеристики химического состава наплавленного металла, например: Э-09М; Э-09МХ; Э-09Х1М; Э-05Х2М; Э-09Х2М1; Э-09ХШФ; Э-10Х1М1НФБ и т.д. Стандарт регламентирует эти электроды как по химическому составу наплавленного металла, так и по его механическим свойствам (σ_B ; δ_5 ; KCV).

Принцип обозначения химического состава наплавленного металла следующий: углерод дан в сотых долях процента, среднее содержание основных химических элементов указано с точностью до 1 % после буквенных символов. Химические элементы обозначаются следующими буквами: А - азот; Б - ниобий; В - вольфрам; Г - марганец; К - кобальт; М - молибден; Н - никель; Р - бор; С - кремний; Т - титан; Ф - ванадий; Х - хром.

У электродов для сварки теплоустойчивых сталей вслед за индексом, характеризующим ударную вязкость вводится дополнительный индекс, который указывает максимальную рабочую температуру, при которой регламентированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва (0 - ниже 450 °С; 1 - 450 ... 465 °С; 2 - 470 ... 485 °С; 3 - 490...505°С;4-510...525°С;5-530... 545 °С; 6-550 ... 565 °С; 7 - 570 ... 585 °С; 8 - 590 ... 600 °С; 9 - свыше 600 °С).

Так, например, электроды для сварки теплоустойчивых сталей типа Э-09Х1МФ по ГОСТ 9467-75 имеют маркировку

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

т.е. марка электрода ЦЛ-20, диаметр 4 мм, сварка теплоустойчивых сталей Т, толстое покрытие Д, 3-я группа, $T_x = 0$ °С (индекс 2) и температура эксплуатации 570 ... 585 °С (индекс 7), основное покрытие Б, сварка во всех пространственных положениях (индекс 1) на постоянном токе обратной полярности (индекс 0).

Обозначение электродов для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10052-75. Большое разнообразие служебного назначения этих сталей определяет и большой типаж электродов для их сварки. Стандартом предусмотрено 49 типов

электродов для сварки хромистых и хромо-никелевых сталей, коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких высоколегированных сталей мартенситно - ферритного, ферритного, аустенитно - ферритного и аустенитного классов.

В основу классификации электродов по типу положены химический состав наплавленного металла и механические свойства. Для некоторых типов электродов нормируется также содержание в структуре металла шва ферритной фазы, его стойкость против межкристаллитной коррозии и максимальная температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности металла шва.

Обозначения типов электродов состоят из индекса Э (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв. Две цифры, следующие за индексом, указывают среднее содержание углерода в наплавленном металле в сотых долях процента. Цифры, следующие за буквенными обозначениями химических элементов, показывают среднее значение элемента в процентах (табл. 2.5).

Если содержание элемента в наплавленном металле менее 1,5 %, цифры не проставляют. При среднем содержании в наплавленном металле кремния до 0,8 % и марганца до 1,6 % буквы С и Г не ставят (см., например, тип Э-12Х11НВМФ в табл. 2.5).

Показатели механических свойств приведены в состоянии после сварки либо после термообработки.

С учетом требований ГОСТ 9466-75 полное обозначение электродов этого типа, например Э-10Х25Н13Г2Б с покрытием марки ЦЛ-9, имеет следующий вид:

Э-10Х25Н13Г2Б-ЦЛ-9-5,0-ВД1
Е-2075-Б30 – ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75.

Это обозначение имеет следующие данные: электроды типа Э-10Х25Н13Г2Б по ГОСТ 10052-75, марки ЦЛ-9, диаметром 5 мм для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами В, с толстым покрытием Д, 1-й группы, с установленной по ГОСТ 10052-75 группой индексов, характеризующих наплавленный металл 2075 (2 - стойкость металла против межкристаллитной коррозии при испытании по методу АМ; 0 - требований по максимальной рабочей температуре наплавленного металла и металла шва нет; 7 - максимальная рабочая температура сварных соединений 910 ... 1000 °С, до которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, 5 - содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2 ... 10 %).

Если структура наплавленного металла не двухфазная (А + Ф), числовой индекс, характеризующий наплавленный металл, будет содержать только три

цифры. Далее Б означает основное покрытие, цифра 3 - пригодность для сварки в нижнем горизонтальном на вертикальной плоскости и в вертикальном снизу вверх положении, 0 - для сварки на постоянном токе обратной полярности.

Сокращенное обозначение в технической документации:

электроды ЦЛ-9-5,0-1 - ГОСТ 9466-75.

Обозначение электродов для наплавки. ГОСТ 10051-75 "Электроды металлические для дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами" регламентирует 43 типа электродов для наплавочных работ. В этом стандарте регламентирован химический состав наплавленного металла и его твердость. Обозначения этих электродов приведены в табл. 2.6.

Например, электрод Э-65Х11НЗ означает: электрод наплавочный, со средним содержанием 0,65 % С, 11 % Cr, 3 % Ni, дающий наплавленный металл с твердостью не ниже 25 ... 33 единиц по шкале С Роквелла (HRC).

Показатели твердости наплавленного металла в зависимости от типа электрода даны либо в исходном после наплавки состоянии, либо после термообработки.

Для характеристики твердости наплавленного металла предусмотрено два цифровых индекса: первая цифра характеризует твердость (0 - не менее 19 HRC; 1 - 19 ... 27 HRC; 2 - 28 ... 33 HRC; 3 - 34 ... 38 HRC; 4-39...44HRQ5-45 ... 50 HRC; 6 - 51 ... 56 HRC; 7 - 57 ... 60 HRC; 8-61 ... 63 HRC; 9 - свыше 63 HRC); вторая цифра показывает условия получения регламентируемой твердости (1 - в состоянии после наплавки, 2 - после термообработки). С учетом сказанного и согласно ГОСТ 9466-75, например, электрод марки ОЗН-300У типа Э-10ГЗ будет иметь полное обозначение в следующем виде:

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

Сокращенное обозначение в технических документах будет: электроды ОЗН-300У-4,0-1 - ГОСТ 9466-75.

Приведенные обозначения содержат следующие сведения: тип электрода Э-10ГЗ по ГОСТ 10051-75, марки ОЗН-300У, диаметром 4 мм, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (Н), с толстым покрытием Д, 1-й группы с установленной по ГОСТ 10051-75 группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла 300/2-1, что означает среднюю твердость 300 НВ (индекс 2) в исходном состоянии после наплавки (индекс 1), с основным покрытием (Б), для наплавки в нижнем положении (4) на постоянном токе обратной полярности (0). Электроды для сварки цветных металлов, чугуна и для резки.

Ввиду малого объема применения электродов для ручной сварки меди и ее сплавов, алюминия и алюминиевых сплавов ГОСТов на них нет и изготавливают их в соответствии со специальными техническими условиями (ТУ).

Металлические стержни электродов для сварки меди и ее сплавов изготавливают из сварочной проволоки и прутков согласно ГОСТ 16130-90 или литых стержней другого состава. В состав покрытия могут входить такие же компоненты, как и в покрытия электродов для сварки сталей (шлакообразующие, раскислители и т.д.). Сухую шихту также замешивают на жидком стекле.

Металлические стержни электродов для сварки алюминия и его сплавов изготавливают из сварочной проволоки (ГОСТ 7871-75 в ред. 1989 г.). Основу покрытия составляют галлоидные соли щелочных и щелочноземельных металлов и криолит. Сухую шихту замешивают на воде или водном растворе поваренной соли, так как при использовании жидкого стекла ввиду его химического взаимодействия с компонентами шихты замес быстро твердеет. Кроме того, кремний, восстанавливаясь из жидкого стекла в металл шва, ухудшает его свойства.

Металлические стержни электродов для сварки чугуна могут быть стальными, из медно-никелевых сплавов, комбинированными (медно-стальными, железоникелевыми). В этих случаях для покрытия электродов используют те же компоненты, что и для стальных электродов. В покрытие электродов со стальным стержнем вводят углерод, кремний и другие графитизаторы, титан, ванадий и т.п. как карбидообразующие. Применяют и электроды, металлические стержни которых изготавливают из чугуна, отлитого в кокиль или песчаную форму. Сухие компоненты покрытия замешивают на жидком стекле.

Подготовка электродов к сварке. Покрытия электродов имеют соединения кальция, органические компоненты и другие гигроскопические добавки, которые усваивают влагу из воздуха.

При сварке отсыревшими электродами ухудшаются стабильность горения дуги, шов насыщается диффузионным водородом, что приводит к пористости и образованию трещин. На содержание влаги в покрытии влияют влажность и температура окружающей среды, время пребывания электродов на воздухе. Поэтому хранить электроды нужно в герметичной упаковке. Перед сваркой электроды рекомендуется прокаливать. Температура и время прокалики зависят от состава покрытия. Для каждой марки электродов эти данные указывают в паспорте. Приблизительные рекомендации следующие: электроды с основным покрытием прокаливают при температуре 250 ... 400 °С в течение часа, электроды с рутиловым покрытием - при температуре 120 ... 200 °С в течение часа, а электроды с целлюлозным покрытием - при

температуре 60 ... 100 °С в течение часа. Прокаливание электродов должно осуществляться в специальных электропечах, что исключает непосредственное воздействие пламени и высокотемпературного излучения.

Лабораторная работа № 2

Лабораторная работа № 2 Исследование поперечных и продольных укорочений и угловых деформаций при сварке.

Объекты оценивания:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

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

ПК 1.1 Применять различные методы, способы и приёмы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

У 2 Выбирать рациональный способ сборки и сварки конструкций, оптимальную технологию соединения или обработки конкретной конструкции или материала;

У 5 Рассчитывать нормы расхода основных и сварочных материалов для изготовления сварочного узла или конструкции;

У 6 Читать рабочие чертежи сварочных конструкций:

Форма контроля: выполнение лабораторной работы (фронтальная форма организации работы).

Задание: Провести исследование поперечных и продольных укорочений и угловых деформаций при сварке.

Условия выполнения задания:

Изучить процесс возникновения поперечных и продольных укорочений при сварке.

Общие положения

Вследствие неравномерного нагрева при сварке в сварном соединении возникают пластические деформации сжатия. Это равносильно уменьшению длины шва и околошовной зоны. При этом после завершения термического цикла уменьшаются начальные размеры вдоль и поперек сварного соединения, т.е. происходят поперечное и продольное укорочения.

Поперечные укорочения обычно больше, чем продольные для образцов небольших размеров.

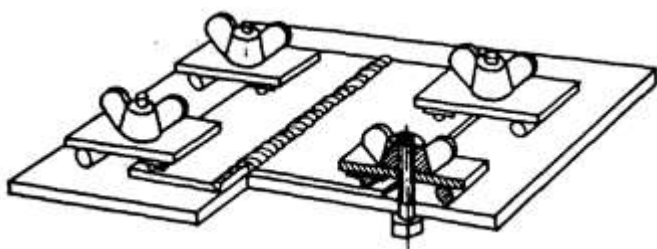


Рисунок 3.1 - Плита для плотного поджатия пластин

При выполнении работы используются следующие материал и оборудование:

1. Пластины из малоуглеродистой стали (200'100'10 мм)
2. Электроды типа Э46Т или Э46А ($d=4, 5$ мм)
3. Сварочный пост постоянного тока с электроизмерительными приборами.
4. Специальная струбцина.
5. Приспособление для сборки и сварки тавра.
6. Плита с анкерными болтами, исключающими деформацию полосы на плоскости.
7. Штангенциркуль с припаянными к губкам заточенными вольфрамовыми стерженьками.
8. Линейка.
9. Чертилка.
10. Секундомер.
11. Кернер.
12. Молоток.
13. Бачок с водой для охлаждения проб.

Опыт. Определить поперечные и продольные укорочения при сварке двух пластин встык.

1. Зачистить пластины.

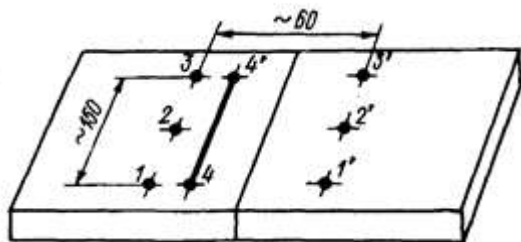


Рисунок 3.2 - Разметка пробы перед сваркой для определения укорочения

2. Собрать встык, пользуясь специальной струбциной, и прихватить по торцам с минимальным зазором.
3. Выправить собранную пробу и проверить на плите.
4. Разметить и закернить пробу, как указано на рис. 3б. Риски на пробу нанести чертилкой.
5. Замерить расстояние между точками 1-1'; 2-2'; 3-3'; поперек стыка и точками 4—4' вдоль стыка штангенциркулем.

6. Дать пластине обратный незначительный прогиб с таким расчетом, чтобы после сварки первого валика она заняла первоначальное положение, или разместить ее под шариковыми прижимами.

7. Подобрать силу сварочного тока по диаметру электрода и выполнить шов с одной стороны, фиксируя силу тока, напряжение, время горения дуги.

8. Охладить пробу, очистить ее от брызг и шлака. Чем меньше проходит времени с момента окончания сварки до момента охлаждения пробы в воде, тем меньше будут укорочения, так, как тепло не успевает распространиться, и зона нагрева будет меньше. Поэтому охлаждение водой следует производить после некоторого охлаждения пробы на воздухе.

9. Замерить расстояние между точками 1-1'; 2-2'; 3-3'; 4-4'.

10. Выполнить шов с другой стороны пробы, соблюдая приведенные указания, и измерить длину шва; рассчитать v_{ca} и q_p .

11. В соответствии с полученными данными произвести расчет поперечных и продольных укорочений от каждого прохода и всего шва в целом.

Данные измерений и результаты расчетов занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Результаты опытов

Вид соединения и номер прохода	Режим	Длина шва, см	Скорость сварки, см/с	Погонная энергия, Дж/с	Расстояние между точками, мм									
Замер 1 (1-1')	Замер 2 (2-2')	Замер 3 (3-3')	Среднее поперечное укорочение	Замер 4 (4-4')										
Сила тока, А	Напряжение, В	Время горения дуги, с	до сварки	после сварки	укорочение	до сварки	после сварки	укорочение	до сварки	после сварки	укорочение	до сварки	после сварки	укорочение

Критерии оценки работы по подготовке письменного отчета (ЛР и ПЗ)

№ п/ п	Критерии оценки	Метод оценки	Работа выполнена	Работа выполнена не полностью	Работа не выполнена
			Высокий уровень 3 балла	Средний уровень 2 балла	Низкий уровень 1 балл
1	Соответствие материала отчета заданной теме	Наблюдение преподавателя	Содержание отчета полностью соответствует заданной теме	Содержание материала в отчете соответствует заданной теме, но вывод не полный, нет полного описания проделанной работы.	1. Работа обучающимся не сдана вовсе. 2. Отсутствует отчет по заданной теме. 3. Ответы на вопросы не верны, или вовсе не найдены в материалах отчета. 4. В отчетах не
2	Четко организованный отчет. Правильность, лаконичность и четкость ответов на вопросы	Наблюдение преподавателя	Представлен правильно организованный отчет. Имеются все проведенные опыты, ответы правильные, и в отчете излагаются четко и лаконично, без лишнего текста и пояснений.	Представлен отчет без следов организации и проработки. Ответы правильные, но имеются незначительные недочеты.	используются рисунки, таблицы и схемы по изучаемой теме. 5. Объяснение терминов, используемых в контрольном материале, вызывает затруднения. 6. Отчет выполнен и оформлен небрежно, без соблюдения установленных требований.
3	Правильность оформления	Проверка работы	Оформление отчета полностью соответствует требованиям.	В оформлении отчета имеются незначительные недочеты и небольшая небрежность.	

Оценка	4-5 баллов «удовлетворительно»	6-7 баллов «хорошо»	8-9 баллов «отлично»
--------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение для проведения лабораторных работ

Основные учебные издания

1. Овчинников, В.В. Основы технологии сварки и сварочное оборудование: учебник / Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2021. — 258 с. — ISBN 978-5-406-07985-0. — URL: <https://book.ru/>

2. Черепашин, А. А. Технология сварочных работ: учебник для среднего профессионального образования / А. А. Черепашин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 269 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08456-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

3. Дедюх, Р. И. Технология сварочных работ: сварка плавлением: учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. И. Дедюх. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03766-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

4. Технология сварочных работ: теория и технология контактной сварки: учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. Ф. Катаев, В. С. Милютин, М. Г. Близник. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 146 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10927-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

5. Черепашин, А.А. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе: учебник / Черепашин А.А., Латыпов Р.А., под ред., Латыпова Г.Р., Андреева Л.П. — Москва: КноРус, 2021. — 197 с. — ISBN 978-5-406-05614-1. — URL: <https://book.ru/>

6. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами: учебник / Латыпов Р.А., под ред., Черепашин А.А., Андреева Л.П., Латыпова Г.Р. — Москва: КноРус, 2021. — 197 с. — ISBN 978-5-406-01679-4. — URL: <https://book.ru/>

7. Овчинников, В.В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов: учебник / Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2021. — 303 с. — ISBN 978-5-406-08583-7. — URL: <https://book.ru/>

8. Овчинников В.В. Технология производства сварных конструкций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В. Овчинников. — Москва: Издательский центр "Академия", 2018. — 272с. ISBN 978-5-4468-6470-6

9. Быковский О.Г. Сварочное дело: учеб. пособие / О.Г. Быковский, В.А. Фролов, Г.А. Краснова. — Москва: КНОРУС, 2019. — 272с. — (Среднее профессиональное образование). ISBN 978-5-406-06573-0

Дополнительные учебные издания

10. Ткачева, Г.В. Сварщик ручной дуговой сварки. Основы профессиональной деятельности: учебно-практическое пособие / Ткачева

Г.В., Горчаков А.И., Коровин С.В. — Москва: КноРус, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-406-01645-9. — URL: <https://book.ru/>

11. Технология металлов и сплавов: учебное пособие для среднего профессионального образования / ответственный редактор А. П. Кушнир, В. Б. Лившиц. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 310 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11111-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

12. Овчинников, В.В. Справочник сварщика: справочник / Овчинников В.В., Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2021. — 271 с. — ISBN 978-5-406-04038-6. — URL: <https://book.ru/>

13. Овчинников, В.В. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой: учебник / Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2021. — 170 с. — ISBN 978-5-406-02950-3. — URL: <https://book.ru/>

14. Овчинников, В.В. Термитная сварка: учебник / Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2019. — 133 с. — ISBN 978-5-406-07107-6. — URL: <https://book.ru/>

15. Овчинников, В.В. Газовая сварка (наплавка): учебник / Овчинников В.В. — Москва: КноРус, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-406-08234-8. — URL: <https://book.ru/>

Интернет-ресурсы:

16. www.mirsvarky.ru (Информационный портал ООО "Мир сварки-СиликатПром").

17. www.tehlit.ru (Электронная интернет библиотека «ТехЛит.ру»)

18. www.autowelding.ru (Профессиональный портал «Сварка. Резка. Металлообработка» autoWelding.ru)

19. www.osvarke.info (Информационный сайт для мастеров производственного обучения и преподавателей спецдисциплин «О сварке»)