

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРОДОВ

Методические указания
к практическим занятиям

Составители А.Д. Лычагин
А.П. Соколов

Томск 2012

Классификация и маркировка электродов: методические указания / Сост. А.Д. Лычагин, А.П. Соколов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 23 с.

Рецензент профессор Д. В. Лычагин

Редактор Е. Ю. Глотова

Методические указания к практическим занятиям предназначены для проведения практических занятий по дисциплине ФТД.6 «Сварка» со студентами направлений 150400, 190200, 190600, 250400, 270100, 270200, 280100 очной формы обучения.

Печатаются по решению методического семинара кафедры общего материаловедения и технологии композиционных материалов № 2 от 8.12.2010 г.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В.В. Дзюбо

с 01.09.2012

до 01.09.2017

Оригинал-макет подготовлен авторами

Подписано в печать 26.04.2012.

Формат 60×84. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. 1,26. Тираж 100 экз. Заказ № 370

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.

634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Познакомиться с типами, назначением и маркировкой электродов.

2. ВВЕДЕНИЕ

На любые изделия, в том числе на сварочные электроды, производитель наносит маркировку. В ней содержится информация о производителе, заводской номер изделия, история производства (дата, номер партии, назначение и т. п.) и дополнительная технологическая информация о продукте. Как и любая другая официально производимая в России продукция, сварочные электроды должны соответствовать ГОСТ 9466–75*, 9467–75* и др. Помимо классификации, государственным стандартом определяются и варианты упаковки электродов, и порядок их транспортирования, и способы хранения. Маркировка ставится двумя способами: методом штамповки (он не всегда читаем) и путем прикрепления небольшой этикетки, содержащей штрих-код (альфа-цифровой или 2D-код).

3. СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Покрывые электроды для ручной дуговой сварки представляют собой стержни длиной, как правило, от 250 до 450 мм. Длина электродов зависит от их диаметра. Чем длиннее электрод, тем больше его электросопротивление, а чем больше диаметр, тем электросопротивление меньше. Поэтому электроды меньшего диаметра короче. Диаметр электрода по ГОСТ 9466–75*, 9467–75* может составлять 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; ... 12. Электроды изготавливаются из сварочной проволоки с нанесенным на них слоем покрытия. Один из концов

электрода длиной 20...30 мм делается без обмазки для его крепления в электрододержателе.

В зависимости от состава электродного стержня и покрытия наплавленный металл обладает различными механическими и физико-химическими свойствами.

Марка электрода выбирается исходя из химического состава свариваемых деталей. Металлы, входящие в состав стержня электрода, должны быть сплавобразующими с металлами, входящими в состав свариваемых элементов. Кроме того, стержень электрода и свариваемый материал должны иметь близкое значение временного сопротивления на разрыв. Это определяется типом электрода.

4. СОСТАВ ПОКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОДОВ И СПОСОБЫ ИХ НАНЕСЕНИЯ

Главными функциями электродных покрытий являются защита зоны сварки от атмосферного воздуха, раскисление и легирование наплавленного металла, а также стабилизация дугового разряда.

Для выполнения этих функций в состав электродных покрытий должны входить следующие материалы:

1. **Шлакообразующие материалы.** Их основной задачей является создание шлакового покрова, защищающего расплавленный металл от атмосферного воздуха. Шлаки, образующиеся в результате расплавления этих материалов, являются той средой, в которой протекают металлургические процессы, и наряду с этим сами активно участвуют в них. Наиболее часто применяемыми шлакообразующими материалами служат: марганцевая руда, гематит, гранит, мрамор, кварц, рутил и др.

Для придания шлаку жидкотекучести в его составе должны находиться флюсующие вещества (плавни), обеспечивающие оптимальное значение вязкости шлака в определенном интервале температур. Шлаки с требуемой температурой размяг-

чения и интервалом плавления образуются при введении в состав электродного покрытия плавикового шпата, титаносодержащих руд, полевого шпата и др.

2. Газообразующие материалы служат для создания газовой защиты зоны сварки от атмосферного воздуха. Для этого применяются как различные органические вещества (крахмал, декстрин, целлюлоза и др.), так и минералы, которые при нагревании диссоциируют с образованием газов (мрамор, магнезит и др.).

3. Раскисляющие материалы. Для ручной электродуговой сварки в качестве раскисляющих элементов применяются ферросплавы, обладающие достаточно высоким сродством к кислороду и другими качествами. Такими материалами являются: ферросилиций, ферротитан, ферромарганец, реже – ферроалюминий. Для диффузионного раскисления состав покрытия подбирается таким образом, чтобы поступающая в шлак закись железа связывалась в нем в силикаты или титаниты и тем самым способствовала непрерывному переходу FeO из металла ванны в шлак.

4. Легирующие материалы служат для легирования сварного шва определенными элементами, придания требуемой технологической и эксплуатационной прочности. В качестве легирующих, как правило, используются соответствующие ферросплавы, иногда чистые металлы.

5. Стабилизирующие материалы, т. е. такие, которые содержат элементы с низким потенциалом ионизации (кальций, калий, натрий и др.) и снижают эффективный потенциал ионизации. Стабилизирующими материалами являются мел, мрамор, поташ, полевой шпат и др.

6. Цементирующие материалы, т. е. такие, на которых делается замес шихты с тем, чтобы после высыхания эти вещества скрепляли покрытие и придавали ему нужную прочность. В качестве цементирующего материала чаще всего используется жидкое стекло.

7. **Формовочные добавки** – вещества, придающие обмазочной массе лучшие кроющие свойства. В качестве формовочных добавок обычно применяется бентонит, иногда каолин, декстрин и др.

Покрытие электродов наносят опрессовкой или окунанием. При нанесении покрытия методом окунания обмазочная масса загружается в специальный бачок такой высоты, чтобы в него можно было вертикально погрузить почти весь стержень. После погружения стержни вытягивают из обмазочной массы. Толщина слоя покрытия зависит от скорости извлечения. Для просушки электроды устанавливают на стойки или подвешивают в рамках на воздухе на 10...12 часов или в специальном сушильном шкафу с температурой 70...90 °С на 12...3 часа, после чего электроды подвергают прокатке.

Нанесение электродного покрытия методом опрессовки применяют при массовом производстве электродов. Нанесение покрытия производится на специальных электродосмазочных прессах под давлением до 75 МПа. Принципиальная схема нанесения покрытия методом опрессовки показана на рис. 1. Электродные стержни с помощью специального подающего механизма проталкиваются через электроообмазочную головку. Обмазочная масса, заложенная в головку, выжимается под давлением до 75 МПа в обмазочное сопло, по центру которого проходит электродный стержень. Обмазочная масса при этом плотно облегает стержень равномерным слоем и вместе с ним выходит наружу. Так как при этом весь стержень оказывается покрытым обмазкой, то для возможности контакта с электрододержателем один из концов очищается от покрытия с помощью специального автоматического устройства. Такие агрегаты обладают очень большой производительностью и характеризуются высокой степенью механизации.

После зачистки концов электроды поступают в бункер, откуда вручную раскладываются на рамки для провяливания и последующей прокатки.

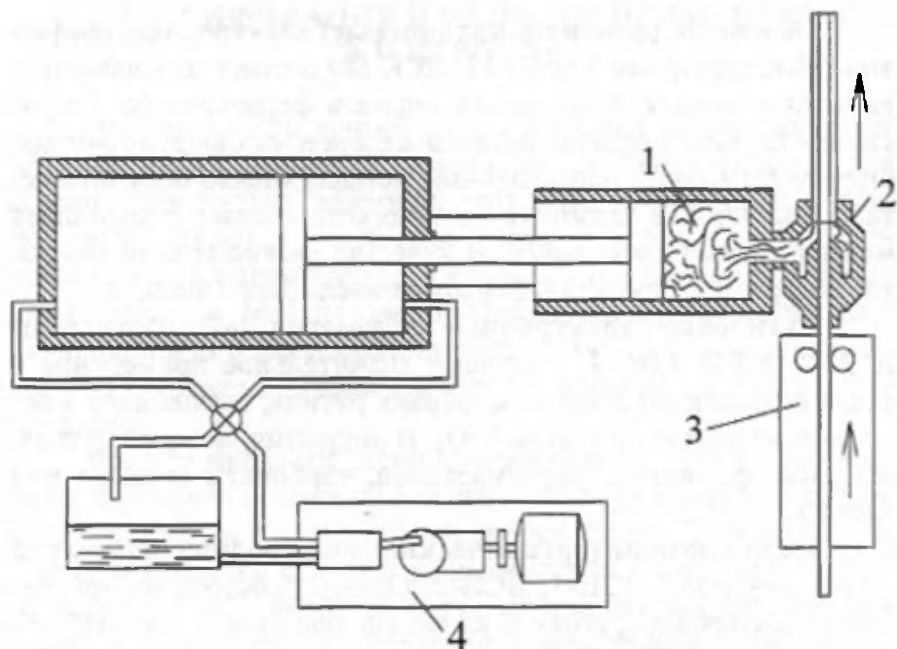


Рис. 1. Схема нанесения покрытия методом опрессовки:

- 1 – обмазочная масса, 2 – электродообмазочная головка,
3 – подающий механизм, 4 – насосная установка

5. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Электроды для ручной электродуговой сварки могут иметь различный вид покрытий (табл. 1).

Кислые (руднокислые) электродные покрытия («А») содержат окислы железа и марганца, кремнезём, большое количество ферромарганца. Для создания газовой защиты зоны сварки в покрытие вводят органические вещества (целлюлозу, древесную муку, крахмал и пр.). Они обозначаются в маркировке буквой «А». Примером марок электродов с кислым видом покрытия являются АНО-1 и СМ-5.

Основные (фтористо-кальциевые) электродные покрытия («Б», электроды УОНИ-13, ДСК-50) состоят из карбонатов кальция и магния, плавикового шпата и ферросплавов. Отсутствие в составе покрытия оксидов железа и марганца позволяют широко легировать наплавленный металл. Можно получить металл шва заранее заданного химического состава с хорошими механическими свойствами. В качестве раскислителей покрытие содержит ферротитан, ферромарганец, ферросилиций.

Рутитовые электродные покрытия («Р», электроды АНО-3, МР-3, ОЗС-4) получают значительное применение в связи с развитием добычи минерала рутила, состоящего в основном из двуокиси титана TiO_2 . В покрытия, помимо рутила, введены кремнезём, ферромарганец, карбонаты кальция или магния.

Целлюлозные (органические) электродные покрытия («Ц», электроды ВСЦ-1, ВСЦ-2, ОМА-2) состоят из органических материалов, обычно из оксидцеллюлозы, к которой добавлены шлакообразующие материалы, двуокись титана, силикаты и пр. и ферромарганец в качестве раскислителя и легирующей присадки.

Таблица 1

Основные виды покрытий электродов и их обозначение

Вид покрытия	Обозначение по ГОСТ 9466-75*	Международное обозначение ISO
Кислое	А	A
Основное	Б	B
Рутитовое	Р	R
Целлюлозное	Ц	C
Смешанные покрытия		
Кисло-рутитовое	АР	AR
Рутитово-основное	РБ	RB
Рутитово-целлюлозное	РЦ	RC
Прочие (смешанные)	П	S

6. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Электроды для ручной дуговой сварки классифицируют по следующим основным признакам: по назначению — для сварки стали, чугуна, алюминия, для наплавочных работ и т. п.; по типу покрытия — целлюлозные, рутиловые, фтористо-кальциевые, ильменитовые, рудно-кислые и др.; по механическим свойствам металла шва; по способу нанесения покрытия — окунанием или опрессовкой; по количеству покрытия, нанесенного на стержень, — голые электроды, тонкопокрытые, толстопокрытые.

Все эти признаки тесно взаимосвязаны. Группы тех или иных признаков положены в основу классификации электродов в национальных стандартах различных стран. Электроды для сварки и наплавки сталей в зависимости от назначения в соответствии с ГОСТ 9466-75* подразделены на ряд классов: для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей; для сварки легированных теплоустойчивых сталей; для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами; для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

Электроды для сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9467-75* классифицированы по механическим характеристикам металла шва и сварного соединения, выполненных этими электродами. Электроды для сварки теплоустойчивых сталей классифицированы, кроме того, и по химическому составу металла шва.

Электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами по ГОСТ 10052-75* подразделены на ряд типов в зависимости от химического состава наплавленного металла и механических свойств металла шва. Каждому типу может соответствовать одна или несколько марок электродов. Марка электродов характеризуется определенным составом по-

крытия и электродного стержня, технологическими свойствами и свойствами металла шва.

Типы электродов в зависимости от назначения и их условные обозначения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Классификация типов электродов в зависимости от назначения

По назначению		Обозначение
Сварка углеродистых и низколегированных сталей конструкционных с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа	9 типов: Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60	У
Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа	5 типов: Э70, Э85, Э100, Э125, Э150	Л
Сварка легированных теплоустойчивых сталей	9 типов: Э09М, Э09МХ и др.	Т
Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами	49 типов: Э12Х13, Э06Х13М, Э10Х13Т и др.	В
Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами	44 типа: Э10Г2, Э11Г3, и др.	Н

**7. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ
ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ СТАЛЕЙ**

Согласно ГОСТ 9466-75*, условное обозначение электродов для дуговой сварки и наплавки сталей представляет собой длинную дробь:

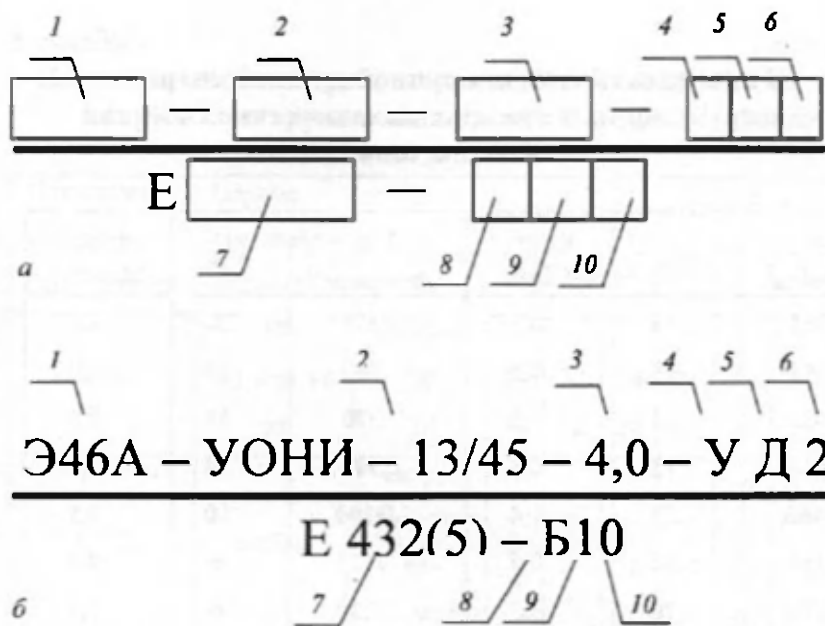


Рис. 1. Схема структуры (а) и пример (б) обозначения электродов:

1 – тип; 2 – марка; 3 – диаметр, мм; 4 – обозначение назначения электродов; 5 – обозначение толщины покрытия; 6 – группа по качеству изготовления; 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 тока, полярности, номинального напряжения холостого хода источника переменного тока

Типы электродов и расшифровка индексов металла шва зависят от группы электродов по назначению (табл. 3–8).

Электроды для сварки *конструкционных сталей* согласно ГОСТ 9467-75* подразделяют на типы по механическим свойствам шва при нормальной температуре (табл. 3).

**Типы электродов для ручной дуговой сварки
конструкционных сталей и механические свойства
металла шва**

Тип электрода ¹	$\delta, \%$	KCU ² , МДж/м ²	Тип электрода ¹	$\delta, \%$	KCU ² , МДж/м ²
Э38	14	0,3	Э55	20	1,2
Э42	18	0,8	Э60	18	1,0
Э42А	22	1,5	Э70	14	0,6
Э46	18	0,8	Э85	12	0,5
Э46А	22	1,4	Э100	10	0,5
Э50	16	0,7	Э125	8	0,4
Э50А	20	1,3	Э150	6	0,4

¹ Число в обозначении типа электрода соответствует σ_s в килограмм-силах на квадратный миллиметр. Механические свойства для электродов типов Э38–Э60 установлены в состоянии после сварки, а для электродов типов Э70–Э150 – после термообработки согласно техническим условиям на конкретные марки электродов.

² KCU – ударная вязкость по ГОСТ 9454–78*

В индексе металла шва в условном обозначении электрода для сварки сталей с $\sigma_s < 600$ МПа (60 кгс/мм²) цифры расшифровываются следующим образом. Первые две – временное сопротивление разрыву σ_s , третья обозначает одновременно относительное удлинение δ и критическую температуру хрупкости T_x (табл. 4).

Таким образом, приведенное выше условное обозначение типа электрода Э46А: 46 – $\sigma_s = 460$ МПа > 430 МПа, а индекса металла шва Е 432(5): 43 ≥ 430 МПа, 2 – $\delta \geq 22$ %, (5) – $T_x = -40$ °С.

Индексы металла шва, выполненные электродами для сварки конструкционных сталей с $\sigma_B < 600$ МПа

Показатель механических свойств	Первые две цифры индекса ¹	Третья цифра индекса ²								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
$\delta, \%$	37	Любое	-	-	-	-	-	-	-	-2
	41 или 43	20	20	22	24	24	24	24	24	4
	51	18	18	18	20	20	20	20	20	20
$T_x, ^\circ\text{C}$	любые	Не регламентировано	+							
			2	0						-6
			0		20	30	40	50		0

¹ Первые две цифры индекса — временное сопротивление в десятках мегапаскалей, т. е. минимальное 370, 410, 430 и 510 МПа (33, 42, 44 и 52 кгс/мм², соответственно).

² Цифра характеризует одновременно σ и T_x ; если эти показатели соответствуют разным индексам в таблице, то третий индекс устанавливают по σ , а затем в скобках приводят четвертый дополнительный индекс, характеризующий T_x .

T_x — минимальная температура, при которой ударная вязкость на образцах с V-образным надрезом не менее 0,35 МДж/м² (3,5 кгс·м/см²).

В условном обозначении электродов для сварки легированных конструкционных сталей с $\sigma_B > 600$ МПа (60 кгс/мм²) группа индексов металла шва двойная. Сначала указывается номинальный химический состав шва (принцип маркировки — как для легированных сталей), а затем, через дефис — цифра, характеризующая T_x так же, как и третья цифра индекса в табл. 4. Например, для электродов марки ВФС-85 (типа Э85), обеспечивающих в

наплавке 0,09 % С, 2% Мп, 10 % Ni, до 1 % Мо и Cr и $T_x = -20^\circ\text{C}$, получаем индексы 09Г2Н1МХ-3.

Электроды для сварки легированных теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9467-75* подразделяют на типы по химическому составу. Для электродов каждого типа регламентированы механические свойства металла шва при нормальной температуре (табл. 5) Индекс металла шва для этих электродов двузначный. Первая цифра характеризует T_x так же, как третья цифра – индекс в табл. 4. Вторая цифра характеризует максимальную рабочую температуру, при которой регламентированы показатели прочности наплавленного металла и металла шва (табл. 6). Например, индексы 27 означают, что T_x металла шва 0°C , а показатели длительной прочности регламентированы до 580°C .

Таблица 5

Типы электродов для ручной дуговой сварки легированных теплоустойчивых сталей и механические свойства металла шва при нормальной температуре

Тип электрода	σ_b , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²
Э-09М	440	18	1,0
Э-09МХ	450	18	0,9
Э-09Х1М	470	18	0,9
Э-05Х2М	470	18	0,9
Э-09Х2М1	490	16	0,8
Э-09Х1МФ	490	16	0,8
Э-10Х1М1НБФ	490	15	0,7
Э-10Х5МФ	540	14	0,6
Э-10Х3М1БФ	540	14	0,6

Рабочие температуры швов, выполненных электродами для сварки легированных теплоустойчивых сплавов

Максимальная рабочая температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва, °С	Вторая цифра индекса металла шва
<450 или не регламентирована	0
450...465	1
470...485	2
490...505	3
510...525	4
530...545	5
550...565	6
570...585	7
590...600	8
>600	9

Электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами согласно ГОСТ 10052-75* подразделяют на типы по химическому составу наплавленного металла. Для них регламентированы механические свойства металла шва при нормальной температуре (табл. 7). Группа индексов металла шва в условном обозначении электродов состоит из четырех цифр для электродов, обеспечивающих аустенитно-ферритную структуру наплавленного металла, и из трех цифр – для остальных электродов. Индексы характеризуют стойкость к межкристаллитной коррозии, жаропрочность, жаростойкость и количество феррита в металле шва (табл. 8).

Типы электродов для дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами и механические свойства металла шва при нормальной температуре

Тип электрода	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²
Э-12Х13	590	16	0,5
Э-06Х13Н	640	14	0,5
Э-10Х17Т	640	—	—
Э-12Х11НМФ	690	15	0,5
Э-12Х11НВМФ	740	14	0,5
Э-14Х11НВМФ	740	12	0,4
Э-10Х16Н4Б	980	8	0,4
Э-08Х24Н6ТАМФ	690	15	0,5
Э-04Х20Н9	540	30	1,0
Э-07Х20Н9	540	30	1,0
Э-02Х21Н10Г2	540	30	1,0
Э-06Х22Н9	640	20	—
Э-08Х16Н8М2	540	30	1,0
Э-08Х17Н8М2	540	30	1,0
Э-06Х19Н11Г2М2	490	25	0,9
Э-02Х20Н14Г2М2	540	25	1,0
Э-02Х19Н9Б	540	30	1,2
Э-08Х19Н10Г2Б	540	24	0,8
Э-08Х20Н9Г2Б	540	22	0,8
Э-10Х17Н13С4	590	15	0,4
Э-08Х19Н10Г2МБ	590	24	0,7
Э-09Х19Н10Г2М2Б	590	22	0,7
Э-08Х19Н9Ф2С2	590	25	0,8
Э-08Х19Н9Ф2ГФСМ	590	22	0,8
Э-09Х16Н18Г3М3Ф	640	28	0,6
Э-09Х19Н11Г3М2Ф	570	22	0,5
Э-07Х19Н11М3Г2Ф	540	25	0,8
Э-08Х24Н12Г3СТ	540	25	0,9
Э-10Х25Н13Г2	540	25	0,9
Э-12Х24Н14С2	590	24	0,6
Э-10Х25Н13Г2Б	590	25	0,7
Э-10Х28Н12Г2	640	15	0,5
Э-03Х15Н9АГ4	590	30	1,2

**Индексы металла шва в условном обозначении
электродов для сварки высоколегированных сталей
с особыми свойствами**

Цифра ин- декса	Расшифровка цифр индекса			
	Первой ¹	Второй ²	Третьей ³	Четвертой ⁴
0	—	—	—	Не нормируется
1	А	<500	<600	0,5...4
2	АМ	510...550	610...650	2...4
3	Б	560...600	660...700	2...5,5
4	В	610...650	710...750	2...8
5	Д	660...700	760...800	2...10
6	—	710...750	810...900	4...10
7	—	760...800	910...1000	5...15
8	—	810...850	1010...1100	10...20
9	—	>850	>1100	—

¹ Наплавленный металл и металл шва не склонны к межкристаллитной коррозии при испытании по методу (ГОСТ 6032-2003).

² Максимальная рабочая температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности, °С.

³ Максимальная рабочая температура сварных соединений, при которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, °С.

⁴ Содержание феррита в аустенитно-ферритном наплавленном металле, %.

В числителе примера маркировки (см. рис. 2, б), кроме типа электрода (Э46А) записаны: 2 – марка электрода (УОНИ-13/45), 3 – диаметр (5,0 мм), а в позиции 4, 5 и 6 приведена группа из двух букв и цифры (УД2). Первая буква этой группы (У) указывает назначение электрода, вторая (Д) – толщину покрытия, цифра (2) – группу электродов по качеству изготовления.

Шифры групп назначения электродов: У – для конструкционных сталей с временным сопротивлением $\sigma_s < 600$ МПа (60 кгс/мм²), Л – для легированных конструкционных сталей $\sigma_s > 600$ МПа (60 кгс/мм²), Т – для теплоустойчивых

легированных сталей, В – для высоколегированных сталей, Н – для наплавки.

Обозначения толщины покрытия: М – тонкое, С – среднее, Д – толстое, Г – особо толстое.

По качеству изготовления электроды подразделяют на группы 1, 2 и 3. Требования к качеству растут от группы 1 к группе 3.

В знаменателе (см. рис. 2, б) приведены буква «Е» (электрод), группа индексов, характеризующая металл шва (432(5)) и группа из одной буквы и двух цифр (Б10). Буква (Б) обозначает вид покрытия, первая цифра (1) — допустимые пространственные положения при сварке, вторая цифра (0) — требование к электропитанию дуги.

Обозначения видов покрытия: А – кислое, Б – основное, Р – рутиловое, Ц – целлюлозное, П – прочие виды, Ж – с содержанием в покрытии >20 % железного порошка, две буквы – покрытие смешанного вида.

Допустимые пространственные положения при сварке (9 на рис. 2) обозначают следующим образом: 1 – все положения, 2 – кроме вертикального сверху вниз, 3 – кроме вертикального сверху вниз и потолочного, 4 – только нижнее.

В табл. 9 приведены обозначения требований к электропитанию дуги.

Таблица 9

Обозначения требований к электропитанию дуги

Постоянный ток, полярность:	Обозначение			
	любая	–	1	4
прямая	–	2	5	8
обратная	0	3	6	9
Переменный ток, напряжение холостого хода, В	Неприменим	50	70	90

8. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Познакомиться с настоящими методическими указаниями и дать ответы на контрольные вопросы.
2. Разобрать пример маркировки электродов.
3. Расшифровать маркировку электродов по варианту задания (приложение).

9. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Для заданных свариваемых элементов из определённой марки стали подобрать подходящие электроды по их маркировке.
2. Провести сварку пробных стыков выбранными электродами.
3. Сделать заключение по качеству сварного шва о соответствии марки электрода и режимов сварки.

10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определение электрода и его состав.
2. Какие требования предъявляются к электроду и его обмазке?
3. Классификация электродов по назначению.
4. Классификация электродов по виду покрытия.
5. Маркировка сварочных электродов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник электрогазосварщика и газорезчика : учебное пособие / Г.Г. Чернышов, Г.В. Полевой, А.П. Выборнов [и др.]; под ред. Г.Г. Чернышова. – М. : Академия, 2004. – 393 с.
2. Смирнов, И. О. Основы электрогазосварки: учебник / И. О. Смирнов. – М. Дашков и К, 2008. – 351 с.
3. Левадный, В.С. Сварочные работы: практическое пособие / В.С. Левадный, А.П. Бурлака; под ред. В.С. Левадного. – М. : Аделант, 2008. – 441 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Задания для самостоятельной работы

Вариант 1

1. Э42А – СМ-11 – 3 – УД 1
Е 43 2(3) – Б16
2. Э70 – ВФС-75У – 4 – ЛД 2
Е – 11ГМФ – 3 – Б20
3. Э-09Х1М – ТМЛ-1У – 3 – ТД 3
Е – 04 – Б20
4. Э-02Х21Н1012 – ОЗЛ-22 – 3 – ВД 3
Е – 2006 – П10

Вариант 2

1. Э42А – УОНИ-13/45 – 2 – УД 2
Е 41 2(3) – Б20
2. Э85 – ВФС-85 – 3 – ЛД 1
Е – 09Г2Н1МХ – 3 – Б20
3. Э-04Х20Н9 – ОЗЛ-14А – 3 – ВД 3
Е – 2006 – Р20
4. Э-09Х1М – ТМЛ-4В – 3 – ТД 2
Е – 04 – Б20

Вариант 3

1. Э42 – АНО-5 – 4 – УД 1
Е 41 2(5) – РЖ21
2. Э85 – УОНИ-13/85 – 2 – ЛД 2
Е – 12Г2СМ – 0 – Б20
3. Э-09Х1МФ – ЦЛ-39 – 2.5 – ТД 2
Е – 06 – Б20
4. Э-07Х20Н9 – ОЗЛ-8 – 3 – ВД 2
Е – 2004 – Б20

Вариант 4

1. Э42 – АНО-6 – 4 – УД 2
Е 41 2(3) – Р21
2. Э85 – НИАТ-3М – 2 – ЛД 3
Е – 13Г1ХМ – 0 – Б20
3. Э-09Х1МФ – ТМЛ-3У – 3 – ТД 3
Е – 06 – Б20
4. Э-04Х20Н9 – ОЗЛ-36 – 3 – ВД 3
Е – 2006 – РБ20

Вариант 5**Вариант 6**

1. Э42 – ОЗС-23 – 2 – УД 1

Е 41 0(3) – Р23

1. Э42 – ВСЦ-4 – 3 – УС 2

Е 41 0(3) – Ц14

2. Э100 – ОЗШ-1 – 2 – ЛД 2

Е – 16Г2С1Х1М – 0 – Б20

2. Э85 – НИАТ-3М – 2 – ЛД 3

Е – 13Г1ХМ – 0 – Б20

3. Э-09МХ – ОЗС-11 – 11 – ТД 2

Е – 03 – РБ23

3. Э-09Х1М – ТМД-4В – 4 – ТД 2

Е – 04 – Б20

4. Э-07Х20Н9 – ОЗЛ-8 – 4 – ВД 3

Е – 2004 – Б20

4. Э-04Х20Н9 – ОЗЛ-36 – 4 – ВД 2

Е – 2006 – РБ20

Вариант 7**Вариант 8**

1. Э42 – ОМА-2 – 3 – УС 1

Е 410 – АЦ16

1. Э46 – АНО-4 – 4 – УД 2

Е 432(3) – Р21

2. Э46 – ОЗС-6 – 4 – УД 2

Е 430 – РЖ23

2. Э46 – ОЗС-12 – 3 – УД 1

Е 430(3) – Р12

3. Э46 – МР-3 – 3 – УД 3

Е 431(3) – РБ23

3. Э46 – ВН-48 – 3 – УД 3

Е 432(0) – БЖ26

4. Э46А – УОНИ-13/55К – 3 – УД 3

Е 43 3 – Б20

4. Э50 – УОНИ-13/55 – 3 – УД 2

Е 517 – Б20

Вариант 9

1. Э50 – АНО-11 – 4 – УД 1
Е 515 – Б26
2. Э46 – ОЗС-4 – 2 – УД 2
Е 430(3) – Р25
3. Э-08Х20Н9Г2Б – ШЛ-11 – 2 – ВЛ 2
Е – 2005 – Б20
4. Э-02Х21Н10Г2 – ОЗЛ-22 – 3 – ВЛ 2
Е – 2006 – П10

Вариант 11

1. Э46 – АНО-18 – 2 – УД 1
Е 432(3) – РЖ21
2. Э50 – ВСИ-4А – 2 – УС 2
Е 515(3) – Ц14
3. Э60 – ВФС-65У – 4 – ЛД 2
Е – 11ГМ – 5 – Б-2
4. Э50 – ЛСК-50 – 4 – УД 3
Е 515 – Б26

Вариант 10

1. Э46 – АНО-14 – 4 – УД 2
Е 431 – Р21
2. Э46 – ОЗС-21 – 2 – УД 3
Е 430(4) – АР23
3. Э50А – ПУ-5 – 3 – УД 3
Е – 513(0) – Б20
4. Э70 – ВФС-75У – 3 – ЛД 3
Е – 11ГМФ – 3 – Б20

Вариант 12

1. Э45 – СК2-50 – 3 – УД 2
Е 515 – Б16
2. Э60 – ОЗС-24 – 2 – УД 3
Е – 06ГСНЗ – 7 – Б20
3. Э60 – ВСИ-60 – 4 – ЛС 2
Е – 11ГМ – 3 – Ц14
4. Э100 – ОЗШ-1 – 4 – ЛД 2
Е – 16Г2С1Х1М – 0 – Б20

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель работы	3
2. Введение	3
3. Сварочные электроды для ручной дуговой сварки	3
4. Состав покрытия электродов и способы их нанесения	4
5. Классификация электродных покрытий	7
6. Классификация и области применения электродов.....	9
7. Условные обозначения электродов для ручной дуговой сварки.....	10
8. Содержание самостоятельной работы студентов.....	19
9. Порядок выполнения практической работы.....	19
10. Контрольные вопросы	19
Список рекомендуемой литературы	19
Приложение.....	20