

## Электроды

### **Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей**

К группе электродов для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей относятся электроды, предназначенные для сварки углеродистых сталей, содержащих до 0,25 % углерода, и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 590 МПа.

Основными характеристиками электродов являются механические свойства металла шва и сварного соединения: временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, ударная вязкость, угол изгиба. По этим показателям электроды, согласно ГОСТ 9467-75, классифицируются на следующие типы (в условном обозначении типа электрода две стоящие за буквой "Э" (электрод) цифры соответствуют минимальному временному сопротивлению разрыву металла шва или сварного соединения в кгс/мм<sup>2</sup>):

**Э38, Э42, Э46 и Э50** - для сварки сталей с временным сопротивлением до 490 МПа;

**Э42А, Э46А и Э50А** - для сварки тех же сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по относительному удлинению и ударной вязкости;

**Э55 и Э60** - для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 490 МПа и до 590 МПа.

Указанным стандартом регламентируется содержание серы и фосфора в наплавленном металле.

Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей характеризуются также уровнем сварочно-технологических свойств, в т.ч. возможностью сварки во всех пространственных положениях, родом сварочного тока, производительностью процесса, склонностью к образованию пор, а в некоторых случаях - содержанием водорода в наплавленном металле и склонностью сварных соединений к образованию трещин.

Перечисленные характеристики, которые необходимо учитывать при выборе конкретной марки электрода, в значительной степени определяются видом покрытия. Покрытие может быть:

- кислым,
- рутиловым,
- основным,
- целлюлозным,
- смешанным.

**Электроды с кислым покрытием.** Основу этого вида покрытия составляют оксиды железа, марганца и кремния. Металл шва, выполненный электродами с кислым покрытием, имеет повышенную склонность к образованию горячих трещин. По механическим свойствам металла шва и сварного соединения электроды относятся к типам Э38 и Э42. Электроды с кислым покрытием не склонны к образованию пор при сварке металла, покрытого окалиной или ржавчиной, а также при удлинении дуги. Сварку можно выполнять постоянным и переменным током.

**Электроды с рутиловым покрытием.** Основу покрытия таких электродов составляют рутиловый концентрат (природный диоксид титана). Металл шва, выполненный электродами с рутиловым покрытием, соответствует спокойной или

полуспокойной стали. Стойкость металла шва против образования трещин у электродов с рутиловым покрытием выше, чем у электродов с кислым покрытием. По механическим свойствам металла шва и сварного соединения большинство марок рутиловых электродов относится к электродам типа Э42 и Э46. Рутиловые электроды обладают целым рядом преимуществ по сравнению с другими видами электродов, а именно обеспечивают стабильное и мощное горение дуги при сварке переменным током, малые потери металла на разбрызгивание, легкую отделимость шлаковой корки, отличное формирование шва. Электроды мало чувствительны к образованию пор при изменении длины дуги, при сварке влажного и ржавого металла и по окисленной поверхности. К электродам рассматриваемой группы также относятся электроды с ильменитовым покрытием, занимающими промежуточное положение между электродами с кислым и рутиловым покрытиями. В состав покрытия этих электродов в качестве основного компонента входят ильменитовый концентрат (природное соединение диоксидов титана и железа).

**Электроды с основным покрытием.** Основу этого вида покрытия составляют карбонаты и фтористые соединения. Металл, наплавленный электродами с основным покрытием, по химическому составу соответствует спокойной стали. Благодаря низкому содержанию газов, неметаллических включений и вредных примесей металл шва, выполненный этими электродами, отличается высокими показателями пластичности и ударной вязкости при нормальной и пониженной температурах, а также обладает повышенной стойкостью против образования горячих трещин. По механическим свойствам металла шва и сварных соединений электроды с основным покрытием относятся к электродам типа Э42А, Э46А, Э50А, Э55 и Э60. Вместе с тем по технологическим характеристикам электроды с основным покрытием уступают другим видам электродов. Они весьма чувствительны к образованию пор при наличии окалины, ржавчины и масла на кромках свариваемых деталей, а также при увлажнении покрытия и удлинении дуги. Сварка, как правило, производится постоянным током обратной полярности. Перед сваркой электроды в обязательном порядке необходимо прокалить при высоких температурах (250-4200С).

**Электроды с целлюлозным покрытием.** Покрытие этого вида содержит большое количество (до 50%) органических составляющих, как правило, целлюлозы. Металл, наплавленный целлюлозными электродами, по химическому составу соответствует полуспокойной или спокойной стали. В то же время он содержит повышенное количество водорода. По механическим свойствам металла шва и сварных соединений электроды с целлюлозным покрытием соответствуют электродам Э42, Э46 и Э50. Для целлюлозных электродов характерно образование равномерного обратного валика шва при односторонней сварке на весу, возможность сварки вертикальных швов способом сверху вниз. Все описанные выше электроды, предназначенные для сварки углеродистых и низколегированных сталей, с любым видом покрытия должны отвечать требованиям ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 9467-75, а также требованиям технических условий на электроды. В технических условиях могут содержаться дополнительные требования, которые являются необходимыми для более эффективного ведения процесса и/или получения сварных соединений с особыми характеристиками и повышенной эксплуатационной надежностью.

## Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей

Марка электрода	Тип по ГОСТ 9467-75	Диаметр, мм	Положение сварки	Род сварочного тока
1	2	3	4	5
ОЗС-41	Э38	3,0; 4,0;5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-42	Э42	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-12И/42	Э42	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОМА-2	Э42	2,0; 2,5; 3,0	Все	переменный, постоянный
Огонек	Э42	2,0	Все	переменный, постоянный
ОЗС-23	Э42	2,0; 2,5;3,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
УОНИ-13/45	Э42А	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный
ОЗС-3	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Нижнее	переменный, постоянный
ОЗС-4	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-4И	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-6	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-12	Э46	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все	переменный, постоянный
ОЗС-12И	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
ОЗС-21	Э46	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
УОНИ-13/55К	Э46А	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный
УОНИ-13/55	Э50А	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный
УОНИ-13/55Т	Э50А	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
УОНИ-13/55Г	Э50А	3,0; 4,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный

ОЗС-28	Э50А	3,0; 4,0; 5,0	Все	переменный, постоянный
ОЗС-33	Э50А	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный
УОНИ-13/65	Э60	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный
ВИ-10-6/СВ- 08А	Э60	2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный

**Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей специализированного направления.**

Марка электрода	Тип по ГОСТ 9467-75	Диаметр, мм	Положение сварки	Род сварочного тока	Область применения
1	2	3	4	5	6
ОЗС-17Н	Э46	4,0; 5,0	Нижнее	переменный	Сварка наклонным электродом
ОЗС-30	Э46	4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный	Сварка ванн горячего цинкования
ОЗС-32	Э46	3,0; 4,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный	Сварка оцинкованных сталей
ОЗС-18	Э50А	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка атмосферокоррозионно-стойких сталей типа 10ХНДП
ОЗС-25	Э50А	2,5; 3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка сталей с обеспечением хладостойкости металла шва до температуры минус 40 <sup>0</sup> С
ОЗС/ВНИИСТ- 27	Э55	3,0; 4,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка сталей с обеспечением хладостойкости металла шва до температуры минус 60 <sup>0</sup> С
ОЗС-29	Э50А	4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка сталей с обеспечением хладостойкости металла шва до температуры минус 60 <sup>0</sup> С
ОЗС-24М	Э60	3,0; 4,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка сталей с обеспечением хладостойкости металла шва до температуры минус 70 <sup>0</sup> С

УОНИ-13/55У	Э55	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	переменный, постоянный	Сварка стержней арматуры железобетонных конструкций и рельсов
ВСЦ-4М	Э42	4,0	Все	постоянный	Сварка стыков трубопроводов
ТМУ-21У	Э50А	3,0; 4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка стыков трубопроводов
ВСФ-65У	Э60	4,0; 5,0	Все, кроме вертикального сверху вниз	постоянный	Сварка стыков трубопроводов