Электроды с покрытием для сварки жаропрочных сталей

Правила обозначения согласно норме EN 1599 «Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки жаропрочных сталей»

Принципы обозначения (классификации) электродов с покрытием приведены изходя из их химического состава. Сдесь обращается внимение на то, что применение в классификации механических свойств шва моглобы привести к ошибочным выводам, так как механические свойства сварных соединений могут совсем отличатся от прочностных характеристик шва. Это исходит из применяемой технологии сварки, а касается: диаметра электрода, ширины уширенного валика, положения сварки, а также химического состава основного и вспомогательного материала. Поэтому приведённая в настоящем тексте таблица 2: «Механические свойства швов» имеет исключительно ориентировочно-дополняющий характер в настоящей норме и не является основой для классификации электродов этого типа.

Классификация

Классификация электродов с покрытием для ручной дуговой сварки жаропрочных сталей состоит из шести членов:

1. Изделие и/или метод сварки (обозначенные буквой E).
2. Химический состав наплавленного металла (таблица 1).
3. Тип покрытия – в электродах этого типа присутствуют два вида покрытий: рутиловое - обозначаемое буквой R и основное обозначаемое буквой B.
4. Коэффициент перехода и вид сварочного тока (таблица 3).
5. Положение сварки (таблица 4).
6. Содержание водорода в наплавленном металле (таблица 6).

Обозначение электродов согласно норме EN 1599 разделено на две части:

Обязательная часть – содержащая три первых члена, т.е. изделие, химический состав наплавленного металла и вид покрытия; коэффициент перехода наплавленного металла и вид сварочного тока, положение сварки, а также содержание водорода в наплавленном металле.

Символ	Химический состав % (м/м)[1)2)3)]								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	другие компоненты
Mo	0,10	0,80	0,40 до 1,50[4)]	0,030	0,025	-	0,40 до 0,70	-	-
MoV	0,03 до 0,12	0,80	0,40 до 1,50	0,030	0,025	0,30 до 0,60	0,80 до 1,20	0,25 до 0,60	-
CrMo0,5	0,05 до 0,12	0,80	0,40 до 1,50	0,030	0,025	0,40 до 0,65	0,40 до 0,65	-	-
CrMo1	0,05 до 0,12	0,80	0,40 до 1,50[4)]	0,030	0,025	0,90 до 1,40	0,45 до 0,70	-	-
CrMo1L	0,05	0,80	0,40 до 1,50[4)]	0,030	0,025	0,90 до 1,40	0,45 до 0,70	-	-
CrMoV1	0,05 до 0,15	0,80	0,70 до 1,50	0,030	0,025	0,90 до 1,30	0,90 до 1,30	0,10 до 0,35	-
CrMo2	0,05 до 0,12	0,80	0,40 до 1,30	0,030	0,025	2,0 до 2,6	0,90 до 1,30	-	-
CrMo2L	0,05	0,80	0,40 до 1,30	0,030	0,025	2,0 до 2,6	0,90 до 1,30	-	-
CrMo5	0,03 до 0,12	0,80	0,40 до 1,50	0,025	0,025	4,0 до 6,0	0,40 до 0,70	-	-
CrMo9	0,03 до 0,12	0,80	0,40 до 1,30	0,025	0,025	8,0 до 10,0	0,90 до 1,20	0,15	Ni 1,0
CrMo91	0,06 до 0,12	0,60	0,40 до 1,50	0,025	0,025	8,0 до 10,5	0,80 до 1,20	0,15 до 0,30	Ni 0,40 до 1,0 Nb 0,03 до 0,10 N 0,02 до 0,07
CrMoWV12	0,15 до 0,22	0,80	0,40 до 1,30	0,025	0,025	10,0 до 12,0	0,80 до 1,20	0,20 до 0,40	Ni 0,80 W 0,40 до 0,60
Z	другой химический состав по согласованию								

1) Если не определено: Ni<0,3%, Cu<0,3%, V<0,03%, Nb<0,01%, Cr<0,2%.
2) Единичные значения в таблице являются максимальными значениями.
3) Результаты анализа следует округлить до цифры обозначающей, согласно с принципом A данным в приложении B до ISO 31-0:1992.
4) Содержание Mn в пределах от 0,4% до 0,9% обычно для электродов с рутиловым покрытием; содержание в пределах от 0,7% до 1,5% для электродов с основным покрытием.

Таблица 1. Символы химического состава наплавленного металла.

Символ	**Коэффициент перехода %**	**Тип тока [1)]**
1	≤ 105	переменный и постоянный
2	≤ 105	постоянный

3	> 105 ≤ 125	переменный и постоянный
4	> 105 ≤ 125	постоянный

[1)] Чтобы определить пригодность электрода для сварки переменным током следует произвести испытания сварки при напряжении холостого хода не выше 65 В.

Таблица 3. Символы коэффициента перехода наплавленного металла и типа сварочного тока

Символ	Содержание водорода в наплавленном металле макс. мл/100г
H5	5
H10	10

Таблица 5. Содержание водорода в наплавленном металле

Символ	Предел текучести R_{eL}[1)] Н/мм^2	Предел прочности R_m Н/мм^2	Минимальное удлинение[2)] A %	Работа излома [Дж] КВ в +20°C		Термообработка наплавленного металла		
						Межваликовая температура предварительного подогрева °C	Параметры отжига образцов после сварки	
				Среднее из трёх образцов минимум	Единичное значение[3)] минимум		Температура[4)] °C	Время[5)] мин
Mo	355	510	22	47	38	< 200	570 до 620	60
MoV	355	510	18	47	38	200 до 300	690 до 730	60
CrMo0,5	355	510	22	47	38	100 до 200	600 до 650	60
CrMo1	355	510	20	47	38	150 до 250	660 до 700	60
CrMo1L	355	510	20	47	38	150 до 250	660 до 700	60
CrMoV1	435	590	15	24	19	200 до 300	680 до 730	60
CrMo2	400	500	18	47	38	200 до 300	690 до 750	60
CrMo2L	400	500	18	47	38	200 до 300	690 до 750	60
CrMo5	400	590	17	47	38	200 до 300	730 до 760	60
CrMo9	435	590	18	34	27	200 до 300	740 до 780	120
CrMo91	415	585	17	47	38	200 до 300	750 до 770	120 до 180
CrMoWV 12	550	690	15	34	27	250 до 350[6)] или 400 до 500[6)]	740 до 780	120

1) Требуется нижняя граница пластичности (R_{eL}). В случае отсутствия явной пластичности следует принять условную границу пластичности 0,2% ($R_p0,2$).
2) Длина измерения составляет пять диаметров образца.
3) Только для одного образца допускается значение меньше чем минимальное среднее.
4) После отжига образцы следует охлаждать в печи до температуры 300°C со скоростью не больше чем 200°C/ч.
5) Допуск ± 10 мин.
6) Непосредственно после сварки соединение охлаждают до температуры от 120 °C до 100 °C и выдерживают в течении не менее 1 часа.

Таблица 2. Механические свойства наплавленного металла

Символ	**Положения сварки**
1	все положения
2	все положения кроме вертикального сверху вниз
3	нижнее положение в случае стыкового шва, нижнее и боковое положение в случае углового шва
4	нижнее положение в случае стыкового и углового шва
5	вертикальное положение сверху вниз, а также положения из поз. 3

Таблица 4. Обозначение положения сварки

Пример обозначения электрода:

EN 1599 – номер нормы
E – электрод с покрытием
CrMo1 – химический состав наплавленного металла (таблица 1)
B – тип покрытия - основной
4 – коэффициент перехода и вид тока (таблица 3)
4 – положение сварки (таблица 4)
H5 – содержание водорода в наплавленном металле (таблица 5)

Расшифровка: электрод с покрытием для дуговой ручной сварки, которого наплавленный металл содержит 1,1% Cr и 0,6% Mo (CrMo1) согласно таблице 1, с основным покрытием (B). Может применятся для сварки постоянным током и имеет коэффициент перехода 120% (3). Для исполнения стыковых и угловых швов в нижнем положении (4). Содержание водорода в наплавленном металле не превышает 5мл/100г металла (H5).