Электроды с покрытием для высоколегированных сталей

Правила обозначения согласно норме EN 1600 «Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки нержавеющих и жаростойких сталей»

Обозначение электродов этого типа состоит из пяти членов:

1. Изделие и/или метод сварки обозначены буквой E (электрод с покрытием).
2. Алфавитно-цифровой символ определяющий химический состав наплавленного металла и прочностные свойства – значения этого символа указаны в таблицах 1 и 2.
3. Тип покрытия – в случае электродов для ручной сварки высоколегированных сталей применяются два типа покрытия с обозначениями:
   R - рутиловый
   B – основной.
4. Положение сварки (таблица 3).
5. Тип сварочного тока и коэффициент перехода наплавленного металла (таблица 4).

Обозначение	Предел текучести R_e (Н/мм²)	Предел прочности R_m (Н/мм²)	Удлинение[1)] A (%)	Термообработка
13	250	450	15	[2)]
13 4	500	750	15	[3)]
17	300	450	15	[4)]
19 9	350	550	30	без обработки
19 9 L	320	510	30	без обработки
19 9 Nb	350	550	25	без обработки
19 12 2	350	550	25	без обработки
19 12 3 L	320	510	25	без обработки
19 12 3 Nb	350	550	25	без обработки
19 13 4 N L	350	550	25	без обработки
22 9 3 N L	450	550	20	без обработки
25 7 2 N L	500	700	15	без обработки
25 9 3 Cu N L	550	620	18	без обработки
25 9 4 N L	550	620	18	без обработки
18 15 3 L	300	480	25	без обработки
18 16 5 N L	300	480	25	без обработки
20 25 5 Cu N L	320	510	25	без обработки
20 16 3 Mn N L	320	510	25	без обработки
25 22 2 N L	320	510	25	без обработки
27 31 4 Cu L	240	500	25	без обработки
18 8 Mn	350	500	25	без обработки
18 9 MnMo	350	500	25	без обработки
20 10 3	400	620	20	без обработки
23 12 L	320	510	25	без обработки
23 12 Nb	350	550	25	без обработки
23 12 2 L	350	550	25	без обработки
29 9	450	650	15	без обработки
16 8 2	320	510	25	без обработки
19 9 H	350	550	30	без обработки
25 4	400	600	15	без обработки
22 12	350	550	25	без обработки
25 20	350	550	20	без обработки
25 20 H	350	550	10[5)]	без обработки
18 36	350	550	10[5)]	без обработки

1) Расчётная длина образца = 5 диаметров.
2) 840÷870ºC – 2ч. – охлаждение с печью до 600ºC, а затем на воздухе.
3) 580÷620ºC – 2ч. – охлаждение на воздухе.
4) 760÷790ºC – 2ч. – охлаждение с печью до 600ºC, а затем на воздухе.
5) Наплавленный металл этих электродов исходя из высокого химического эквивалента углерода в высоких температурах становится хрупким – в комнатных температурах – не имеет значения.

Таблица 2. Прочностные свойства наплавленного металла.

Символ	**Коэффициент перехода %**	**Тип тока**
1 2	≤ 105 ≤ 105	переменный и постоянный постоянный
3 4	> 105 ≤ 125 > 105 ≤ 125	переменный и постоянный постоянный
5 6	> 125 ≤ 160 > 125 ≤ 160	переменный и постоянный постоянный
7 8	> 160 > 160	переменный и постоянный постоянный

Таблица 4. Символы коэффициента перехода и типа сварочного тока

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 3. Обозначения положения сварки

Обозначение	Химический состав наплавленного металла % (м/м)[1)2)3)]								
	C	Si	Mn	P[4)]	S[4)]	Cr	Ni[5)]	Mo[5)]	другие компоненты
Мартенсит/феррит									
13	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0-14,0	-	-	-
13 4	0,06	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0-14,5	3,0-5,0	0,4 - 1,0	-
17	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	16,0-18,0	-	-	-
Аустенит									
19 9	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0-21,0	9,0-11,0	-	-
19 9 L	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0-21,0	9,0-11,0	-	-
19 9 Nb	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0-21,0	9,0-11,0	-	Nb[6)]
19 12 2	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0-20,0	10,0-13,0	2,0-3,0	-
19 12 3 L	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0-20,0	10,0-13,0	2,5-3,0	-
19 12 3 Nb	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0-20,0	10,0-13,0	2,5-3,0	Nb[6)]

19 13 4 N L[7)]	0,04	1,2	1,0-5,0	0,030	0,025	17,0-20,0	12,0-15,0	3,0-4,5	N 0,20
Аустенит - феррит высокая стойкость к коррозии									
22 9 3 N L[8)]	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	21,0-24,0	7,5-10,5	2,5-4,0	N 0,08-0,20
25 7 2 N L	0,04	1,2	2,0	0,035	0,025	24,0-28,0	6,0-8,0	1,0-3,0	N 0,20
25 9 3 Cu N L[8)]	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0-27,0	7,5-10,5	2,5-4,0	N 0,10-0,25; Cu 1,5-3,5
25 9 4 N L [8)]	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0-27,0	8,0-10,5	2,5-4,5	N 0,20-0,30; Cu 1,5; W 1,0
Чистый аустенит - высокая стойкость к коррозии									
18 5 3 L[7)]	0,04	1,2	1,0-4,0	0,030	0,025	16,5-19,5	14,0-17,0	2,5-3,5	-
18 16 5 N L[4)]	0,04	1,2	1,0-4,0	0,035	0,025	17,0-20,0	15,5-19,0	3,5-5,0	N 0,20
20 25 5 Cu N L[7)]	0,04	1,2	1,0-4,0	0,030	0,025	19,0-22,0	24,0-27,0	4,0-7,0	Cu 1,0-2,0; N 0,25
20 16 3 Mn N L[7)]	0,04	1,2	5,0-8,0	0,035	0,025	18,0-21,0	15,0-18,0	2,5-3,5	N 0,20
25 22 2 N L[7)]	0,04	1,2	1,0-5,0	0,030	0,025	24,0-27,0	20,0-23,0	2,0-3,0	N 0,20
27 31 4 Cu L[7)]	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	26,0-29,0	30,0-33,0	3,0-4,5	Cu 0,6-1,5
Специальные сорты									
18 8 Mn	0,20	1,2	4,5-7,5	0,035	0,025	17,0-20,0	7,0-10,0	-	-
18 9 MnMo	0,04-0,14	1,2	3,0-5,0	0,035	0,025	18,0-21,5	9,0-11,0	0,5-1,5	-
20 10 3	0,10	1,2	2,5	0,030	0,025	18,0-21,0	9,0-12,0	1,5-3,5	-
23 12 L	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0-25,0	11,0-14,0	-	-
23 12 Nb	0,10	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0-25,0	11,0-14,0	-	Nb[6)]
23 12 2 L	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0-25,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-
29 9	0,15	1,2	2,5	0,035	0,025	27,0-31,0	8,0-12,0	-	-
Жаростойкая сталь									
16 8 2	0,08	1,0	2,5	0,030	0,025	14,5-16,5	7,5-9,5	1,5-2,5	-
19 9 H	0,04-0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0-21,0	9,0-11,0	-	-
25 4	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0-27,0	4,0-6,0	-	-
22 12	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	20,0-23,0	10,0-13,0	-	-
25 20[7)]	0,06-0,20	1,2	1,0-5,0	0,030	0,025	23,0-27,0	18,0-22,0	-	-
25 20 H[7)]	0,35-0,45	1,2	2,5	0,030	0,025	23,0-27,0	18,0-22,0-	-	-
18 36[7)]	0,25	1,2	2,5	0,030	0,025	14,0-18,0	33,0-37,0	-	-

1) В таблице указаны максимальные значения.
2) Не перечисленные в таблице 1 электроды с покрытием следует обозначать буквой Z.
3) Указаны округленные результаты.
4) Сумма P+S не можеть превысить 0,05%.
5) Если не указано Mo≤0,75%, Cu≤0,75% и Ni≤0,60%.
6) Niob мин. 8 x с макс. 1,1% - можно заменить танталом.
7) Наплавленный металл чисто аустенический податливый к трещинам в том числе горячим.
8) Предотвратить появление трещин можно путём увеличения содержания Mn.

Таблица 1. Химический состав наплавленного металла

Пример обозначения электрода:
EN 1600 E 19 12 3 L R 1 2
E –электрод с покрытием
19 12 3 L – химический состав наплавленного металла согласно таблице 1: C-0,04%; Si-1,2%; Mn-2,0%; Cr-17,0÷20,0%; Ni-10,0÷13,0%; Mo-2,5÷3,0%
R –рутиловое покрытие
1 – все положения сварки
2 – сварка постоянным током – коэффициент перехода электрода менее 105 %.