A welder wearing a blue denim shirt, a black welding mask, and yellow gloves with the ESAB logo is working on a large, circular stainless steel component. The component has several bolts around its perimeter. The welder is using a welding torch to work on the inner edge of the component. The background shows a workshop setting with various tools and equipment.

## Сварка изделий из нержавеющей стали

ПРИСАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВАРКИ И ПЛАКИРОВАНИЯ  
НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ И СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ



# ВСЕ, ЧТО ВАМ НУЖНО - **ЗДЕСЬ!**

В наших справочниках Вы найдете информацию по всему ассортименту сварочных материалов, оборудования для сварки и резки и аксессуаров для всех видов производств.

Мы поделимся с Вами нашими знаниями и опытом.

Компания ЭСАБ имеет развитую сеть торговых представительств и дистрибьюторов по всему миру. Мы предоставим Вам свои услуги и поддержку в любой точке земного шара.

Представленная в настоящем Справочнике информация позволит Вам повысить производительность сварки. Все необходимые данные от одного надежного источника - ЭСАБ.

Посетите наш сайт: [www.esab.ru](http://www.esab.ru)



**ЛОКАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ - ГЛОБАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

# СОДЕРЖАНИЕ

Обзор сварочных материалов для сварки нержавеющей стали	Стр. 4
Выбор сварочных материалов по основному металлу	8
Штучные электроды для ручной дуговой сварки (ММА)	10
Проволоки сплошного сечения для MIG-сварки	42
Сварка автомобильных систем выхода	49
Прутки для TIG-сварки	50
Орбитальная TIG-сварка – прекрасное решение для сварки труб	57
Порошковые проволоки для MIG/MAG-сварки	58
Строительство танкера для перевозки химически активных жидкостей с применением порошковых сварочных проволок	66
Флюсы для дуговой и электрошлаковой сварки и наплавки под флюсом	67
Процессы наплавки нержавеющей лакирующих слоев	75
Информация о нержавеющей стали	76
Коррозия	81
Ферритная фаза в наплавленных металлах	82
Сварка разнородных сталей	86
Транспортировка и хранение	90
Обозначения, принятые в справочнике	91
Глобальное производство	92

## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Компания ESAB приложила все усилия для того, чтобы обеспечить точность и достоверность информации, представленной в настоящем Справочнике, но с момента выхода Справочника из печати компания не дает гарантии относительно того, что представленная информация не претерпевала каких-либо изменений и дополнений. Пользователь Справочника должен удостовериться в точности представленной в нем информации, ознакомиться с товарными этикетками, инструкциями и сравнить полученную информацию с действующими положениями. Если у пользователя возникнут какие-либо сомнения относительно правильности применения сварочных материалов, ему следует обратиться на завод-изготовитель или получить компетентные рекомендации у регионального специалиста компании ESAB. Компания ESAB не несет ответственность за любую порчу, убыток и повреждения, полученные в результате использования информации, представленной в настоящем Справочнике.



# Обзор сварочных материалов для сварки нержавеющей стали

Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация по Евростандарту	Типичный хим. состав (%)										
	AWS/SFA	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	
OK 61.20 EN 1600 E 19 9 L R 1 1	A5.4 E308L-16	0.026	0.7	0.7	19.2	9.6		0.10		5	
OK 61.25 EN 1600 E 19 9 H B 2 2	A5.4 E308H-15	0.06	0.03	1.7	18.8	9.8		0.05		4	
OK 61.30 EN 1600 E 19 9 L R 1 2	A5.4 E308L-17	0.03	0.9	0.7	19.3	10.0		0.09		4	
OK 61.35 EN 1600 E 19 9 L B 2 2	A5.4 E308L-15	0.04	0.3	1.6	19.5	9.8		0.06		6	
OK 61.35 Cryo EN 1600 E 19 9 L B 2 2	A5.4 E308L-15	0.04	0.3	1.6	18.7	10.5		0.06		3	
OK 61.50 EN 1600 E 19 9 H R 1 2	A5.4 E308H-17	0.05	0.7	0.7	19.8	10.0		0.10		4	
OK 61.80 EN 1600 E 19 9 Nb R 1 2	A5.4 E347-17	0.03	0.7	0.6	19.5	10.0		0.09	Nb: 0.29	7	
OK 61.81 EN 1600 E 19 9 Nb R 3 2	A5.4 E347-16	0.06	0.7	1.7	20.2	9.7		0.08	Nb: 0.72	5	
OK 61.85 EN 1600 E 19 9 Nb B 2 2	A5.4 E347-15	0.04	0.4	1.7	19.5	10.2		0.07	Nb: 0.61	5	
OK 61.86 EN 1600 E 19 9 Nb R 1 2	A5.4 E347-17	<0.03	0.8	0.7	19.0	10.4		0.09	Nb: 0.50	4	
OK 62.53		0.07	1.6	0.6	23.1	10.4		0.16		8	
OK 63.20 EN 1600 E 19 12 3 L R 1 1	A5.4 E316L-16	0.02	0.7	0.7	18.4	11.5	2.8	0.11		4	
OK 63.30 EN 1600 E 19 12 3 L R 1 2	A5.4 E316L-17	0.02	0.8	0.6	18.1	11.0	2.7	0.10		6	
OK 63.34 EN 1600 E 19 12 3 L R 1 1	A5.4 E316L-16	0.02	0.8	0.8	18.7	11.8	2.8	0.13		6	
OK 63.35 EN 1600 E 19 12 3 L B 2 2	A5.4 E316L-15	0.04	0.4	1.6	18.3	12.6	2.7	0.06		4	
OK 63.41 EN 1600 E 19 12 3 L R 5 3	A5.4 E316L-26	0.03	0.8	0.7	18.2	12.5	2.8	0.09		4	
OK 63.80 EN 1600 E 19 12 3 Nb R 3 2	A5.4 E318-17	0.02	0.8	0.6	18.2	11.5	2.9	0.08	Nb: 0.31	7	
OK 63.85 EN 1600 E 19 12 3 Nb B 4 2	A5.4 E318-15	0.04	0.5	1.6	17.9	13.0	2.7	0.06	Nb: 0.55	4	
OK 64.30 EN 1600 E 19 13 4 N L R 3 2	A5.4 E317L-17	0.02	0.7	0.7	18.4	13.1	3.6	0.08		8	
OK 64.63 EN 1600 E 18 16 5 N L R 3 2		0.04	0.4	2.5	17.8	16.4	4.7	0.17		0	
OK 67.13 EN 1600 E 25 20 R 1 2	A5.4 E310-16	0.12	0.5	1.9	25.6	20.5				0	
OK 67.15 EN 1600 E 25 20 B 2 2	A5.4 E310-15	0.10	0.4	2.0	25.7	20.0				0	
OK 67.20 EN 1600 E 23 12 2 L R 1 1	A5.4 (E309LMo-16)	0.02	1.1	0.8	22.9	13.1	2.9	0.13		15	
OK 67.43 EN 1600 E 18 8 Mn B 1 2	A5.4 (E307-16)	0.08	0.8	5.4	18.4	9.1				0	
OK 67.45 EN 1600 E 18 8 Mn B 4 2	A5.4 (E307-15)	0.09	0.3	6.3	18.8	9.1				<5	
OK 67.50 EN 1600 E 22 9 3 N L R 3 2	A5.4 E2209-17	0.03	0.9	1.0	22.6	9.0	3.0	0.16		35	
OK 67.51 EN 1600 E 22 9 3 N L R 5 3	A5.4 E2209-26	0.03	0.8	0.7	22.7	8.9	3.0	0.16		40	
OK 67.52 EN 1600 E 18 8 Mn B 8 3	A5.4 (E307-25)	0.09	0.9	7.0	17.7	8.5				<3	
OK 67.53 EN 1600 E 22 9 3 N L R 1 2	A5.4 (E2209-16)	0.03	1.0	0.7	23.7	9.3	3.4	0.16		35	
OK 67.55 EN 1600 E 22 9 3 N L B 2 2	A5.4 E2209-15	0.03	0.7	1.0	23.2	9.4	3.2	0.17		40	
OK 67.60 EN 1600 E 23 12 L R 3 2	A5.4 E309L-17	0.03	0.8	0.9	23.7	12.4		0.09		15	
OK 67.62 EN 1600 E Z 23 12 L R 7 3	A5.4 E309-26	0.04	0.8	0.6	23.7	12.7		0.09		15	
OK 67.70 EN 1600 E 23 12 2 L R 3 2	A5.4 E309L-17	0.02	0.8	0.6	22.5	13.4	2.8	0.08		18	
OK 67.71 EN 1600 E 23 12 2 L R 5 3	A5.4 E309LMo-26	0.04	0.9	0.9	22.9	13.3	2.6	0.08		15	
OK 67.75 EN 1600 E 23 12 L B 4 2	A5.4 E309L-15	0.04	0.3	0.2	23.5	12.9				15	
OK 68.15 EN 1600 E 13 B 4 2	A5.4 E410-15	0.04	0.4	0.3	12.9						
OK 68.17 EN 1600 E 13 4 R 3 2	A5.4 E410NiMo-16	0.02	0.4	0.6	12.0	4.6	0.6				
OK 68.25 EN 1600 E 13 4 B 4 2	A5.4 E410NiMo-15	0.04	0.4	0.6	12.2	4.5	0.6				
OK 68.37 NF A 81-383 E Z 17.4.1.B 20		0.05	0.16	1.1	16.0	5.0	0.43				
OK 68.53 EN 1600 E 25 9 4 N L R 3 2	A5.4 E2594-16	0.03	0.6	0.7	25.2	10.3	4.0	0.25		39	
OK 68.55 EN 1600 E 25 9 4 N L B 4 2	A5.4 E2594-15	0.03	0.6	0.9	25.2	10.4	4.3	0.24		45	

Классификация по Евростандарту			Типичный хим. состав (%)												
			AWS/SFA	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN			
OK 68.81	EN 1600	E 29 9 R 3 2	A5.4	E312-17	0.13	0.7	0.9	28.9	10.2						50
OK 68.82	EN 1600	E 29 9 R 3 2	A5.4	(E312-17)	0.13	1.1	0.6	29.1	9.9						50
OK 69.25	EN 1600	E 20 16 3 Mn N L B 4 2	A5.4	E316LMn-15	0.04	0.5	6.5	19.0	16.0	3.0	0.15				<0.5
OK 69.33	EN 1600	E20 25 5 Cu N L R 3 2	A5.4	E385-16	0.03	0.5	1.0	20.5	25.5	4.8	0.08	Cu: 1.7			0
OK 310Mo-L	EN 1600	E 25 22 2 N L R 1 2	A5.4	(E310Mo-16)	0.038	0.4	4.4	24.2	21.7	2.4	0.14				0
OK 92.05	EN ISO 14 172	E Ni 2061 (NiTi3)	A5.11	ENi-1	0.04	0.7	0.4		96.0				Ti: 1.5, Al: 0.10, Fe: 0.4		
OK 92.15	EN ISO 14 172	E Ni 6133 (NiCr16Fe12NbMo)	A5.11	ENiCrFe-2	0.03	0.45	2.7	16.1	69.0	1.9			Nb: 1.9, Fe: 7.7		
OK 92.18	EN ISO 1071	E C Ni-CI 3	A5.15	ENi-CI	1.0	0.6	0.8		94.0				Fe: 4		
OK 92.26	EN ISO 14 172	E Ni 6182 (NiCr15Fe6Mn)	A5.11	ENiCrFe-3	0.03	0.5	6.6	15.8	66.9				Nb: 1.7, Fe: 8.8		
OK 92.35	EN 14 700	E Z Ni2	A5.11	(ENiCrMo-5)	0.05	0.5	0.9	15.5	57.5	16.4			W: 3.5, Fe: 5.5		
OK 92.45	EN ISO 14 172	E Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb)	A5.11	ENiCrMo-3	0.03	0.4	0.2	21.7	63.0	9.3			Nb: 3.3, Fe: 2.0		
OK 92.55	EN ISO 14 172	E Ni 6620 (NiCr14Mo7Fe)	A5.11	ENiCrMo-6	0.05	0.3	3.0	12.9	69.4	6.2			Nb: 1.3, W: 1.6, Fe: 5.0		
OK 92.58	EN ISO 1071	E C NiFe-CI-A 1	A5.15	ENiFe-CI-A	1.5	0.7	0.8		51.0				Al: 1.4, Fe: 46		
OK 92.59	EN ISO 14 172	E Ni 6059 (NiCr23Mo16)	A5.11	ENiCrMo-13	0.01	0.2	0.2	22.0	61.0	15.2			W: 0.25, Fe: 0.8		
OK 92.60	EN ISO 1071	E C NiFe-1 3	A5.15	ENiFe-CI	0.9	0.5	0.6	53.0					Fe: 44, Cu: 0.9, Al: 0.4		
OK 92.78	EN ISO 1071	E C NiCu 1			0.7		0.9		65.0				Cu: 32, Fe: 2.2		
OK 92.86	EN ISO 14 172	E Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti)	A5.11	ENiCu7	0.01	0.3	2.1		66.0				Cu: 29, Fe: 1.6, Ti: 0.2		
OK 94.25	DIN 1733	EL-CuSn7					0.35						Cu: 93, Sn: 6.5		

#### Сплошные проволоки для MIG/MAG сварки

Классификация по Евростандарту			Типичный хим. состав (%)												
			AWS/SFA	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN			
OK Autrod 308H	EN ISO 14343	G 19 9 H	A5.9:	ER308H	0.04	0.4	1.8	19.5	9.0						
OK Autrod 308L	EN ISO 14343	G 19 9 L	A5.9:	ER308L	0.02	0.4	1.6	20.0	10.0	0.05	<0.08				5-10
OK Autrod 308LSi	EN ISO 14343	G 19 9 LSi	A5.9:	ER308LSi	0.01	0.8	1.8	20.0	10.0	0.1	<0.08				8
OK Autrod 309L	EN ISO 14343	G 23 12 L	A5.9:	ER309L	0.03	0.4	1.5	23.5	13.0	0.1	<0.11				9
OK Autrod 309LSi	EN ISO 14343	G 23 12 LSi	A5.9:	ER309LSi	0.02	0.8	1.8	24.0	13.0	0.1	<0.09				8
OK Autrod 309MoL	EN ISO 14343	G 23 12 2 L	A5.9:	(ER309MoL)	0.01	0.3	1.8	21.5	14.5	2.6					8
OK Autrod 310	EN ISO 14343	G 25 20	A5.9:	ER310	0.10	0.4	1.7	25.0	20.0						
OK Autrod 312	EN ISO 14343	G 29 9	A5.9:	ER312	0.10	0.5	1.7	29.0	8.5						
OK Autrod 316L	EN ISO 14343	G 19 12 3 L	A5.9:	ER316L	0.02	0.4	1.8	18.5	12.0	2.5	<0.08				8
OK Autrod316LSi	EN ISO 14343	G 19 12 3 LSi	A5.9:	ER316LSi	0.02	0.8	1.8	18.5	12.0	2.5	<0.08				7
OK Autrod 318Si	EN ISO 14343	G 19 12 3 NbSi	A5.9:	ER318	0.08	0.8	1.5	19.0	12.0	2.7	<0.08	Nb: 0.7			7
OK Autrod 347Si	EN ISO 14343	G 19 9 NbSi	A5.9:	ER347Si	0.04	0.7	1.7	19.0	9.8	0.1	<0.08	Nb: 0.6			5-10
OK Autrod 385	EN ISO 14343	G 20 25 5 Cu L	A5.9:	ER385	0.01	0.3	1.6	20.0	25.0	4.7		Cu: 1.4			0
OK Autrod 410NiMo	EN ISO 14343	G 13 4			0.015	0.4	0.7	12.0	4.2	0.5	<0.3				
OK Autrod 430LNb	EN ISO 14343	G Z 17 L Nb			0.015	0.5	0.5	18.5	0.2	0.06	0.01	Nb>12xC			
OK Autrod 430Ti	EN ISO 14343	G Z 17 Ti			0.09	0.9	0.4	18.0	0.3	0.1		Ti: 0.3			
OK Autrod 16.95	EN ISO 14343	G 18 8 Mn			0.10	1.0	6.5	18.5	8.5	0.1	<0.08				
OK Autrod 2209	EN ISO 14343	G 22 9 3 N L	A5.9:	ER2209	0.01	0.6	1.6	23.0	9.0	3.0	0.1				45
OK Autrod 2307					0.02	0.4	0.5	23	7.0	<0.5	0.14				40
OK Autrod 2509	EN ISO 14343	G 25 9 4 N L	-		0.01	0.35	0.4	25.0	9.8	4.0	0.25				40
OK Autrod 19.81	EN ISO 18274	G Ni6059 (NiCr23Mo16)	A5.14:	ERNiCrMo-13	0.002	0.03	0.15	22.7	осн.	15.4		Al: 0.15			
OK Autrod 19.82	EN ISO 18274	G Ni6625 (NiCr22Mo9Nb)	A5.14:	ER NiCrMo-3	0.01	0.1	0.1	22.0	осн.	9.0		Nb+Ta: 3.65, Fe<2			
OK Autrod 19.85	EN ISO 18274	G Ni6082 (NiCr20Mn3Nb)	A5.14:	ERNiCr-3	0.02	0.1	3.0	20.0	осн.			Nb+Ta: 2.5, Ti<3			
OK Autrod 19.92	EN ISO 18274	G Ni 2061 (NiTi3)	A5.14	ERNi-1	0.02	0.3	0.4		93.0			Ti: 3			
OK Autrod 19.93	EN ISO 18274	G Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti)	A5.14	ERNiCu-7	0.03	0.3	3.0		64.0			Cu: 28, Ti: 2			

Прутки для TIG сварки

OK Tigrod	Классификация по Евростандарту			AWS/SFA	Типичный хим. состав (%)								Прочие	FN
					C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N			
OK Tigrod 308H	EN ISO 14343	W 19 9 H	A5.9: ER308H	0.05	0.4	1.8	20	9.3					Сумм.<0.5	
OK Tigrod 308L	EN ISO 14343	W 19 9 L	A5.9: ER308L	0.01	0.4	1.6	20.0	10.0	0.1	<0.08			Сумм.<0.5	9
OK Tigrod 308LSi	EN ISO 14343	W 19 9 LSi	A5.9: ER308LSi	0.01	0.8	1.8	20.0	10.0	0.1	<0.08			Сумм.<0.5	8
OK Tigrod 309L	EN ISO 14343	W 23 12 L	A5.9: ER309L	0.02	0.4	1.6	24.0	13.0	0.1	<0.11			Сумм.<0.5	9
OK Tigrod 309LSi	EN ISO 14343	W 23 12 LSi	A5.9: ER309LSi	0.02	0.8	1.8	23.0	13.0	0.1	<0.09			Сумм.<0.5	9
OK Tigrod 309MoL	EN ISO 14343	W 23 12 2 L	A5.9: (ER309MoL)	0.01	0.3	1.6	22.0	14.5	2.7				Сумм.<0.5	8
OK Tigrod 310	EN ISO 14343	W 25 20	A5.9: ER310	0.10	0.4	1.7	25.0	20.0					Сумм.<0.5	
OK Tigrod 312	EN ISO 14343	W 29 9	A5.9: ER312	0.10	0.5	1.7	29.0	9.0					Сумм.<0.5	
OK Tigrod 316L	EN ISO 14343	W 19 12 3 L	A5.9: ER316L	0.01	0.4	1.6	18.5	12.0	2.5	<0.08			Сумм.<0.5	8
OK Tigrod 316LSi	EN ISO 14343	W 19 12 3 LSi	A5.9: ER316LSi	0.01	0.8	1.7	18.0	0.3	0.1	<0.08			Сумм.<0.5	7
OK Tigrod 318Si	EN ISO 14343	W 19 12 3 Nb	A5.9: ER318	0.04	0.8	1.5	19.0	12.5	2.5	<0.08		Nb=0.5	Сумм.<0.5	7
OK Tigrod 347Si	EN ISO 14343	W 19 9 NbSi	A5.9: ER347Si	0.04	0.8	1.5	20.0	10.0	0.1	<0.08		Nb=0.7	Сумм.<0.5	7
OK Tigrod 385	EN ISO 14343	W 20 25 5 Cu L	A5.9: ER385	0.01	0.4	1.8	20.0	25.0	4.5			Cu=1.5	Сумм.<0.5	0
OK Tigrod 410NiMo	EN ISO 14343	W 13 4		0.01	0.3	0.7	12.3	4.5	0.5	<0.3			Сумм.<0.5	
OK Tigrod 430Ti	EN ISO 14343	W Z 17 Ti		0.09	0.7	0.4	17.5	<0.4	<0.3			Ti=0.5	Сумм.<0.5	
OK Tigrod 16.95	EN ISO 14343	W 18 8 Mn		0.08	0.7	6.5	18.5	8.5	0.1	<0.08			Сумм.<0.5	
OK Tigrod 2209	EN ISO 14343	W 22 9 3 N L	A5.9: ER2209	0.01	0.5	1.6	22.5	8.5	3.2	0.15			Сумм.<0.5	45
OK Tigrod 2509	EN ISO 14343	W 25 9 4 N L	A5.9: -	<0.02	0.35	0.4	25.0	9.8	4.0	0.25			Сумм.<0.5	40
OK Tigrod 19.81	EN ISO 18274	S Ni6059 (NiCr23Mo16)	A5.14: ERNiCrMo-13	0.002	0.03	0.15	22.7	осн	15.4			Al=0.15	Сумм.<0.5	
OK Tigrod 19.82	EN ISO 18274	S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb)	A5.14: ER NiCrMo-3	0.02	0.1	0.1	22.0	осн	9.0			Nb+Ta=3.65, Fe<2	Сумм.<0.5	
OK Tigrod 19.85	EN ISO 18274	S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb)	A5.14: ERNiCr-3	<0.1	<0.5	3.0	20.0	>67				Nb+Ta=2.5, Ti<3	Сумм.<0.5	
OK Tigrod 19.92	EN ISO 18274	S Ni 2061 (NiTi3)	A5.14: ERNi-1	0.02	0.1	0.4		93.0				Ti=3	Сумм.<0.5	
OK Tigrod 19.93	EN ISO 18274	S Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti)	A5.14: ERNiCu-7	0.03	0.3	3.0		64.0				Cu=28, Ti=2, Fe=2	Сумм.<0.5	

Порошковые проволоки для MIG/MAG сварки

OK Tubrod	Классификация по Евростандарту			AWS/SFA	Типичный хим. состав (%)								Прочие
					C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N		
Shield-Bright 308L X-tra	EN ISO 17633-A	T 19 9 L R C 3 / T 19 9 L R M 3	A5.22: E308LT0-1 / E308LT-4	0.02	0.9	1.4	19.6	9.9	0.1				
Shield-Bright 309L X-tra	EN ISO 17633-A	T 23 12 L R C 3 / T 23 12 L R M 3	A5.22: E309LT0-1 / E309LT0-4	0.03	0.8	1.4	24.5	12.5	0.1				
Shield-Bright 309LMo X-tra	EN ISO 17633-A	T 23 12 2 L R C 3 / T 23 12 2 L R M 3	A5.22: E309LMoT0-1 / E309LMoT0-4	0.03	0.8	1.2	23.5	13.5	2.5				
Shield-Bright 316L X-tra	EN ISO 17633-A	T 19 12 3 L R C 3 / T 19 12 3 L R M 3	A5.22: E316LT0-1 / E316LT0-4	0.03	0.6	1.3	18.5	12.0	2.7				
Shield-Bright 317L X-tra			A5.22: E317LT0-1 / E317LT0-4	0.03	0.7	1.5	19.0	12.0	3.5				
Shield-Bright 347 X-tra	EN ISO 17633-A	T 19 9 Nb R M 3	A5.22: E347T0-1 / E347T0-4	0.04	0.5	1.6	19.0	9.6	0.1			Nb:0.8	
Shield-Bright 308L	EN ISO 17633-A	T 19 9 L P M 2 / T 19 9 L P C 2	A5.22: E308LT1-1 / E308LT1-4	0.03	0.9	1.2	19.0	10.0	0.1				
Shield-Bright 309L	EN ISO 17633-A	T 23 12 L P C 2 / T 23 12 L P M 2	A5.22: E309LT1-1 / E309LT1-4	0.03	0.9	1.3	24.0	12.5	0.1				
Shield-Bright 309LMo			A5.22: E309LMoT1-1 / E309LMoT1-4	0.03	0.8	1.2	23.5	13.5	2.5				
Shield-Bright 316L	EN ISO 17633-A	T 19 12 3 L P M 2 / T 19 12 3 L P C 2	A5.22: E316LT1-1 / E316LT1-4	0.03	0.6	1.3	18.5	12.0	2.7				
Shield-Bright 317L			A5.22: E317LT1-1 / E317LT1-4	0.03	0.9	1.2	19.5	13.0	3.5				
Shield-Bright 347			A5.22: E347LT1-1 / E347LT1-4	0.03	0.9	1.2	19.5	10.0	0.1			Nb:0.8	
OK Tubrod 14.27	EN ISO 17633-A	T 22 9 3 N L P M 2 / T 22 9 3 N L P C 2	A5.22: E2209LT1-4 / E2209LT1-1	0.03	0.9	1.0	22.6	9.0	3.0	0.15			
OK Tubrod 14.28				0.03	0.6	0.9	25.2	9.2	3.9	0.25			
OK Tubrod 14.37	EN ISO 17633-A	T 22 9 3 N L R C 3 / T 22 9 3 N L R M 3	A5.22: E2209T0-1 / E2209T0-4	0.02	0.6	0.8	21.7	8.6	2.8	0.13			
Shield-Bright 410 NiMo			A5.22: E410T1-4	0.01	0.7	0.5	11.3	4.1	0.5				
OK Tubrod 15.30	EN ISO 17633-A	T 19 9 L M M 2		0.02	0.7	1.3	18.8	9.8	0.1				
OK Tubrod 15.31	EN ISO 17633-A	T 19 12 3 L M M 2		0.02	0.7	1.2	17.6	11.6	2.7				
OK Tubrod 15.34	EN ISO 17633-A	T 18 8 Mn M M 2		0.10	0.7	6.7	18.5	8.7	0.1				

Проволоки для дуговой сварки под флюсом

Классификация				AWS/SFA	Типичный хим. состав (%)								FN
По Евростандарту					C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	
OK Autrod 308L	EN ISO 14343	S 19 9 L		A5.9: ER308L	0.02	0.4	1.8	20.0	10.0	0.2	0.05		
OK Autrod 308H	EN ISO 14343	S 19 9 H		A5.9: ER308H	0.05	0.5	1.7	21.0	10.0	0.2	0.04		
OK Autrod 347	EN ISO 14343	S 19 9 Nb		A5.9: ER347	0.04	0.4	1.7	19.3	10.0	0.1	0.08	Nb: 0.8	
OK Autrod 316L	EN ISO 14343	S 19 12 3 L		A5.9: ER316L	0.01	0.4	1.7	18.5	12.2	2.7	0.05		
OK Autrod 317L	EN ISO 14343	S 18 15 3 L		A5.9: ER317L	0.01	0.4	1.7	19.0	13.5	3.6	0.05		
OK Autrod 316H	EN ISO 14343	S 19 12 3 H		A5.9: ER316H	0.05	0.4	1.7	19.3	12.5	2.6	0.04		
OK Autrod 16.38	EN ISO 14343	S 20 16 3 Mn L		A5.9: -	0.01	0.4	6.9	19.9	16.5	3.0	0.18		
OK Autrod 318	EN ISO 14343	S 19 12 3 Nb		A5.9: ER318	0.04	0.4	1.7	18.5	11.5	2.5	0.08	Nb: 0.8	
OK Autrod 309L	EN ISO 14343	S 23 12 L		A5.9: ER309L	0.01	0.4	1.7	23.4	13.4	0.1	0.05		
OK Autrod 309MoL	EN ISO 14343	S 23 12 2 L		A5.9: (ER309MoL)	0.01	0.4	1.4	21.4	15.0	2.7	0.05		
OK Autrod 385	EN ISO 14343	S 20 25 5 Cu L		A5.9: ER385	0.01	0.4	1.7	20.0	25.0	4.4	0.04	Cu: 1.5	
OK Autrod 310	EN ISO 14343	S 25 20		A5.9: ER310	0.11	0.4	1.7	25.9	20.8	0.1	0.04		
OK Autrod 312	EN ISO 14343	S 29 9		A5.9: ER312	0.10	0.4	1.8	30.3	9.3	0.2	0.04		
OK Autrod 2209	EN ISO 14343	S 22 9 3 N L		A5.9: ER2209	0.01	0.5	1.6	23.0	8.6	3.2	0.16		
OK Autrod 310MoL	EN ISO 14343	S 25 22 2 N L		A5.9: (ER310MoL)	0.01	0.1	4.5	25.0	21.9	2.0	0.14		
OK Autrod 2509	EN ISO 14343	S 25 9 4 N L		A5.9: -	0.01	0.4	0.4	25.0	9.5	3.9	0.25		
OK Autrod 16.97	EN ISO 14343	S 18 8 Mn		A5.9: (ER307)	0.07	0.5	6.5	18.5	8.2	0.1			
OK Autrod 19.81	EN ISO 18274	S Ni6059 (NiCr23Mo16)		A5.14: ERNiCrMo-13	0.01	0.1	0.2	23.0	Осн.	16.0		Al: 0.3, Fe: 1.0	
OK Autrod 19.82	EN ISO 18274	S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb)		A5.14: ER NiCrMo-3	0.05	0.2	0.2	22.0	Осн.	9.0		Nb: 3.5, Fe≤1.0	
OK Autrod 19.83	EN ISO 18274	S Ni 6276 (NiCr15Mo16Fe6W4)		A5.14: ER NiCrMo-4	0.01	0.05	0.8	15.5	Осн.	15.5		W: 4.0, Co: 2.0, Fe≤5.0	
OK Autrod 19.85	EN ISO 18274	S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb)		A5.14: ERNiCr-3	0.05	0.3	3.0	20.0	Осн.	0.1		Nb: 2.6, Fe≤1.0	

Ленты для плакирования под флюсом и электрошлаковой ленточной наплавки

Классификация				AWS/SFA	Типичный хим. состав (%)								FN
По Евростандарту					C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	
OK Band 308L	EN ISO 14343	S 19 9 L		A5.9: EQ308L	0.015	0.3	1.8	20.0	10.5		0.06	11	
OK Band 347	EN ISO 14343	S 19 9 Nb		A5.9: EQ347	0.02	0.4	1.8	19.5	10.0		0.06	Nb: 0.5	11
OK Band 316L	EN ISO 14343	S 19 12 3 L		A5.9: EQ316L	0.02	0.4	1.8	18.5	13.0	2.9	0.06	8	
OK Band 309L	EN ISO 14343	S 23 12 L		A5.9: EQ309L	0.015	0.4	1.8	23.5	13.5		0.06	13	
OK Band 309LNb	EN ISO 14343	S 23 12 L Nb			0.02	0.3	2.1	24.0	12.5		0.06	Nb: 0.8	22
OK Band 309L ESW					0.015	0.2	1.8	21.0	11.5		0.06	11	
OK Band 309LNb ESW					0.015	0.2	1.8	21.0	11.0		0.06	Nb: 0.6	15
OK Band 309LMo ESW					0.015	0.2	1.8	20.5	13.5	2.9	0.06	13	
OK Band 430	EN ISO 14343	S 17			0.04	0.4	0.7	17.0			0.06		
OK Band NiCr3	EN ISO 18274	S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb)		A5.14: ERNiCr-3	< 0.1	0.2	3.0	20.0	≥67.0		0.05	Nb: 2.5, Fe≤3.0	
OK Band NiCrMo3	EN ISO 18274	S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb)		A5.14: ER NiCrMo-3	< 0.1	0.1	0.3	22.0	≥58.0	9.0	0.05	Nb: 4.0, Fe≤2.0	

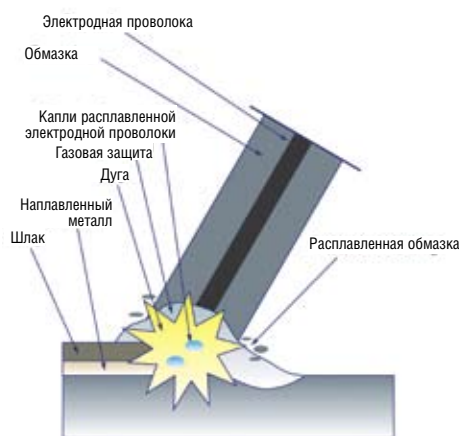
# Выбор присадочных материалов по основному металлу

Стандарт EN	Обозначение	№.	AISI (UNS)	Штучные электроды для сварки MMA	Сплошные проволоки для MIG/MAG сварки
<b>ФЕРРИТНЫЕ</b>					
EN 10088-1	X2CrNi12	1.4003	S41050	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X6Cr13	1.4000	403	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X6Cr17	1.4016	430	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X2CrMoTi18-2	1.4521	S44400	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	-	1.4762	446	OK 67.15	OK Autrod 310
<b>АУСТЕНИТНЫЕ</b>					
EN 10088-1	X2CrNi18-9	1.4307	304L	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.34, OK 61.35, OK 61.35 Cryo	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X10CrNi18-8	1.4310	301	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.34, OK 61.35, OK 61.35 Cryo	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X2CrNi18-10	1.4311	304LN	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.34, OK 61.35, OK 61.35 Cryo	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X5CrNi18-10	1.4301	304	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.34, OK 61.35, OK 61.35 Cryo	OK Autrod 308L, OK Autrod 308LSi
EN 10088-1	X8CrNiS18-9	1.4305	303	OK 68.81	OK Autrod 312
EN 10088-1	X6CrNiTi18-10	1.4541	321	OK 61.80, OK 61.81, OK 61.85, OK 61.86	OK Autrod 347Si
EN 10088-1	X6CrNiNb18-10	1.4550	347	OK 61.80, OK 61.81, OK 61.85, OK 61.86	OK Autrod 347Si
EN 10088-1	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	316	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.34, OK 63.35, OK 63.41	OK Autrod 316L, OK Autrod 316LSi
EN 10088-1	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.34, OK 63.35, OK 63.41	OK Autrod 316L, OK Autrod 316LSi
EN 10088-1	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316L	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.34, OK 63.35, OK 63.41	OK Autrod 316L, OK Autrod 316LSi
EN 10088-1	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	316L	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.34, OK 63.35, OK 63.41	OK Autrod 316L, OK Autrod 316LSi
EN 10088-1	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	S31653	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.34, OK 63.35, OK 63.41	OK Autrod 316L, OK Autrod 316LSi
EN 10088-1	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	316Ti	OK 63.80, OK 63.85	OK Autrod 318Si
EN 10088-1	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	316Nb	OK 63.80, OK 63.85	OK Autrod 318Si
EN 10088-1	X12CrMnNiN17-7-5	1.4372	201	OK 67.43, OK 67.45, OK 67.52	OK Autrod 16.95
EN 10088-1	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	S31603	OK 69.25	
EN 10088-1	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	310MoLN	OK 310Mo-L	OK Autrod 310
EN 10088-1	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	N08904	OK 69.33	OK Autrod 385, OK Autrod 19.82
EN 10088-1	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	S31703	OK 64.30, OK 64.63	OK Autrod 385, OK Autrod 19.82
EN 10088-1	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	S31254	OK 92.45	OK Autrod 19.82
EN 10088-1	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	N08028	OK 92.45	OK Autrod 19.81
EN 10088-1	-	1.4562	S32654	OK 92.59	OK Autrod 19.81
<b>АУСТЕНИТНЫЕ ЖАРОПРОЧНЫЕ</b>					
EN 10095	X15CrNi23-13	1.4833	309S	OK 67.70, OK 67.75	OK Autrod 309LSi, OK Autrod 309MoL
EN 10095	X8CrNi25-21	1.4845	310S24	OK 67.13, OK 67.15	OK Autrod 310
EN 10095	X9CrNiSiN21-11-2	1.4835	S30815	OK 62.53	
<b>АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНЫЕ</b>					
EN 10088-1	-	1.4162	S32101	OK 67.50, OK 67.53, OK 67.55	OK Autrod 2209
EN 10088-1	X2CrNiN23-4	1.4362	S32304	OK 67.50, OK 67.53, OK 67.55	OK Autrod 2209
EN 10088-1	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	S31803	OK 67.50, OK 67.53, OK 67.55	OK Autrod 2209
EN 10088-1	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	S32750	OK 68.53, OK 68.55	OK Autrod 2509
EN 10088-1	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	S32760	OK 68.53, OK 68.55	OK Autrod 2509



Прутки для TIG сварки	Порошковые проволоки для MIG/MAG сварки	Проволок для дуговой сварки под флюсом
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 310		OK Autrod 310
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 308L, OK Tigrod 308LSi	Shield-Bright 308L, Shield-Bright 308L X-tra, OK Tubrod 15.30	OK Autrod 308L
OK Tigrod 312		OK Autrod 312
OK Tigrod 347Si	Shield-Bright 347	OK Autrod 347
OK Tigrod 347Si	Shield-Bright 347	OK Autrod 347
OK Tigrod 316L, OK Tigrod 316LSi	Shield-Bright 316L, Shield-Bright 316L X-tra, OK Tubrod 15.31	OK Autrod 316L
OK Tigrod 316L, OK Tigrod 316LSi	Shield-Bright 316L, Shield-Bright 316L X-tra, OK Tubrod 15.31	OK Autrod 316L
OK Tigrod 316L, OK Tigrod 316LSi	Shield-Bright 316L, Shield-Bright 316L X-tra, OK Tubrod 15.31	OK Autrod 316L
OK Tigrod 316L, OK Tigrod 316LSi	Shield-Bright 316L, Shield-Bright 316L X-tra, OK Tubrod 15.31	OK Autrod 316L
OK Tigrod 316L, OK Tigrod 316LSi	Shield-Bright 316L, Shield-Bright 316L X-tra, OK Tubrod 15.31	OK Autrod 316L
OK Tigrod 318Si		OK Autrod 318
OK Tigrod 318Si		OK Autrod 318
OK Tigrod 16.95		OK Autrod 16.97
OK Tigrod 310		OK Autrod 310MoL
OK Tigrod 385, OK Tigrod 19.82		OK Autrod 385, OK Autrod 19.82
OK Tigrod 385, OK Tigrod 19.82	Shield-Bright 317L, Shield-Bright 317L X-tra	OK Autrod 385, OK Autrod 19.82
OK Tigrod 19.82		OK Autrod 19.82
OK Tigrod 19.81		OK Autrod 19.81
OK Tigrod 19.81		OK Autrod 19.81
OK Tigrod 309LSi, OK Tigrod 309MoL	Shield-Bright 309L, Shield-Bright 309L X-tra	OK Autrod 309L
OK Tigrod 310		OK Autrod 310
OK Tigrod 2209	OK Tubrod 14.27, OK Tubrod 14.37	
OK Tigrod 2209	OK Tubrod 14.27, OK Tubrod 14.37	OK Autrod 2209
OK Tigrod 2209	OK Tubrod 14.27, OK Tubrod 14.37	OK Autrod 2209
OK Tigrod 2509		OK Autrod 2509
OK Tigrod 2509		OK Autrod 2509

# Штучные электроды для ручной дуговой сварки (ММА)



Принцип ручной дуговой сварки штучным электродом

За последние десятилетия для значительного количества изделий, которые раньше традиционно сваривались с помощью покрытых электродов, стали применять более продуктивные способы сварки, такие, как сварка под флюсом и сварка порошковой проволокой. Однако в случаях, когда решающим моментом является мобильность, сварка покрытым электродом часто остается лучшим решением.

Покрытый электрод состоит из электродной проволоки и обмазки, которые в комбинации выполняют следующие функции:

## **Наплавленный металл**

Электродная проволока обеспечивает получение наплавленного металла, а из покрытия в шов переходят дополнительные легирующие элементы или железный порошок.

## **Шлак**

Различные компоненты покрытия помогают формировать соответствующий шлак, который защищает, формирует и поддерживает сварочную ванну во время сварки.

## **Газовая защита**

Компоненты покрытия создают газовую среду, которая оттесняет окружающую атмосферу от расплавленного металла.

## **Раскислители**

Эти компоненты покрытия отвечают также за удаление кислорода из наплавленного металла и наиболее часто являются ферросплавами, например ферро-марганцем и ферро-силицием.

## **Стабилизаторы дуги**

Компоненты покрытия с низким потенциалом ионизации, что позволяет стабилизировать дугу.

## **Типы электродов**

Покрытые электроды, предназначенные для сварки нержавеющей стали, классифицируются по составу покрытия на рутиловые, основные и с высоким коэффициентом наплавки.

Многие сварщики предпочитают электроды с рутиловым покрытием. Они более легкие в использовании благодаря ровной и стабильной дуге как на постоянном, так и переменном токе, минимальному разбрызгиванию и превосходному струйному переносу металла. Зажигание дуги очень легкое, а внешний вид наплавленного валика и отделение шлака превосходны.

Электроды, имеющие основной тип покрытия, обычно используются при повышенных требованиях, например, к высокой ударной вязкости при криогенных температурах и для особо ответственных конструкций. Быстро кристаллизующийся шлак обеспечивает превосходные сварочно-технологические характеристики во всех пространственных положениях. Основные компоненты обмазки обеспечивают получение чистого наплавленного металла. Поэтому электроды такого типа показывает наилучшую стойкость к образованию пористости и горячих трещин.

Электроды с высоким коэффициентом наплавки – те, покрытие которых содержит большое количество железного порошка, и которые используются для получения наибольшей производительности.

Коэффициент наплавки увеличивается с увеличением количества железного порошка в покрытии. У таких электродов наплавка превышает 130%. Сварочные ванны имеют большие размеры, а сварка производится только в нижнем положении. Сварка в положении «вертикаль на спуск» требует использования электродов со специальным покрытием. Тонкое рутиловое покрытие обеспечивает отличные сварочно-технологические характеристики при вертикальной сварке сверху вниз тонких листов, с минимальными деформациями благодаря высокой скорости сварки.

#### Упаковка

##### *VacPac*

Все штучные электроды для сварки нержавеющей стали и сплавов на основе никеля производства ESAB поставляются в вакуумной упаковке VacPac.

- $\leq 2.5$  мм: упаковка 1/4, содержащая около 0.7 кг электродов. В каждой картонной коробке находится 6 упаковок.
- 3.2 мм: упаковка 1/2, содержащая около 2 кг электродов. В каждой коробке находится 3 упаковки.
- $\geq 4.0$  мм: упаковка 1/2, содержащая около 2 кг электродов. В каждой коробке находится 3 упаковки.

##### *Пластиковые пеналы*

Основная часть нержавеющей электродов также может упаковываться в пластиковые пеналы.

- $\leq 2.5$  мм: упаковка, содержащая около 0.7 кг электродов. В каждой картонной коробке находится 9 упаковок.
- $\geq 3.2$  мм: упаковка, содержащая около 2 кг электродов. В каждой коробке находится 6 упаковок.



Различные виды упаковки VacPac предназначены для индивидуального графика расходования сварщиками электродов для MMA

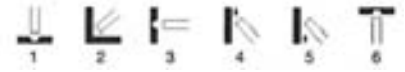
# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 61.20		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 9 L R 1 1 AWS/SFA 5.4 E308L-16	0.026	0.7	0.7	19.2	9.6		0.10		5
<b>Коэффициент наплавки</b> 105-108%	Электроды с рутиловым покрытием для сварки сталей типа 19Cr-10Ni. Они также подходят для сварки стабилизированных сталей аналогичного состава, кроме случаев, когда к основному материалу предъявляются требования по жаростойкости. Данные электроды разработаны специально для сварки тонкостенных труб. Электроды диаметром 1,6...2,5 мм применяются для всех пространственных положений, включая сварку на спуск сверху.									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 61.25		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 9 H B 2 2 AWS/SFA 5.4 E308H-15	0.06	0.3	1.7	18.8	9.8		0.05		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 104%	Seproz									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Электрод с основным покрытием, обеспечивающий нержавеющий наплавленный слой типа 308H. Разработан специально для объектов, эксплуатирующихся при повышенных температурах.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 61.30		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 9 L R 1 2 AWS/SFA 5.4 E308L-17 CSA W48 E308L-17	0.03	0.9	0.7	19.3	10.0		0.09		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 105%	ABS, CE, CWB, DB, DNV, Seproz, TÜV HAKC									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод с очень низким содержанием углерода для сварки нержавеющих сталей типа 19Cr-10Ni. Также подходит для сварки стабилизированных сталей аналогичного состава, кроме случаев, когда к основному материалу предъявляются требования по жаростойкости.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 61.35		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 9 L B 2 2 AWS/SFA 5.4 E308L-15	0.04	0.3	1.6	19.5	9.8		0.05		6
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	Seproz, TÜV HAKC									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Электрод с основным покрытием, обеспечивающий нержавеющий наплавленный слой типа 308L. Разработан специально для сварки во всех пространственных положениях, например, для трубопроводов. Он также подходит для случаев, когда предъявляются особо высокие требования к механическим свойствам наплавленного металла. Поперечное утолщение образца при испытаниях на KV – не менее 0,38 мм обеспечивается до температуры -120 °C (соответственно KV <sub>≥32</sub> Дж).									



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	560	45	+20/70	1.6 x 300 2.0 x 300 2.5 x 300	23 - 40 25 - 60 28 - 85 DC+/AC/min. OCV: 50V	1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	600	45	+20/95	2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350	55 - 85 75 - 110 80 - 160 DC+	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	560	43	+20/70 -60/49	1.6 x 300 2.0 x 300 2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350 5.0 x 350	35 - 45 35 - 65 50 - 90 70 - 130 90 - 180 140 - 250 DC+/AC/min. OCV: 50V	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
460	610	40	+20/100 -120/70 -196/40	2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350 5.0 x 350	55 - 85 80 - 120 80 - 180 160 - 210 DC+	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.35 Сгую		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 9 L B 2 2 AWS/SFA 5.4 E308L-15	0.04	0.3	1.6	18.7	10.5		0.06		3
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Штучный электрод для сварки нержавеющей сталей типа 308L с основным покрытием специально разработан для изделий, работающих при криогенных температурах. Обеспечивает контролируемо низкое содержание ферритной фазы, что гарантирует поперечное утолщение образца при испытаниях на KV – не менее 0,38 мм обеспечивается до температуры -196 °C (соответственно KV $\geq$ 32 Дж).									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.50		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 9 H R 1 2 AWS/SFA 5.4 E308H-17	0.05	0.7	0.7	19.8	10		0.10		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 101%										
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	OK 61.50 – штучный электрод для сварки нержавеющей сталей аустенитного класса типа 19Cr-9Ni с содержанием углерода >0.04%. Специально разработан для сварки изделий, работающих при высоких температурах.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.80		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 9 Nb R 1 2 AWS/SFA 5.4 E347-17	0.03	0.7	0.6	19.5	10		0.09	0.29	7
<b>Коэффициент наплавки</b> 103%	CE, GL, TÜV, НАКС									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	OK 61.80 – стабилизированный ниобием электрод для сварки нержавеющей сталей. Электрод с малоуглеродистым покрытием и низким содержанием углерода, предназначенный для сварки нержавеющей сталей типа 321 и 347. Устойчив к межкристаллитной коррозии при температуре эксплуатации до 400°C..									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.81		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> рутиловое	EN 1600 E 19 9 Nb R 3 2 AWS/SFA 5.4 E347-16	0.06	0.7	1.7	20.2	9.7		0.08	0.72	5
<b>Коэффициент наплавки</b> 104 - 106%	CE, DNV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод, стабилизированный ниобием. Представляет собой штучный электрод для ручной дуговой сварки (ММА) нержавеющей сталей, стабилизированных Nb или Ti, типа 19Cr-10Ni.									



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
460	580	43	+20/100 -120/70 -196/50	2.5 x 300	55 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 180	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	160 - 210 DC+	1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	600	45	+20/60	2.5 x 300	50 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 110	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	110 - 165	1 2
					DC+/AC/min. OCV: 55V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
480	620	40	+20/60 -80/40	2.5 x 300	55 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 130	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	90 - 180	1 2 3
				5.0 x 350	140 - 250	1 2
					DC+/AC/min. OCV: 50V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
560	700	31	+20/60 -10/71	2.0 x 300	40 - 60	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	75 - 115	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 160	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	140 - 210	1 2 3 6
					DC+/AC/min. OCV: 60V	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.85		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 9 Nb B 2 2 AWS/SFA 5.4 E347-15	0.04	0.4	1.7	19.5	10.2		0.07	0.61	5
<b>Коэффициент наплавки</b> 100 - 107%	Seproz, TÜV НАКС									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	OK 61.85 является стабилизированным ниобием электродом с основным покрытием (тип E347). Специально разработан для сварки сталей, стабилизированных титаном или ниобием. Электрод OK 61.85 обладает отличными сварочно-технологическими свойствами при сварке вертикальных и потолочных швов, что делает его пригодным для сварки неповоротных стыков труб.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 61.86		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 9 Nb R 1 2 AWS/SFA 5.4 E347-17	<0.03	0.8	0.7	19.0	10.4		0.09	0.50	4
<b>Коэффициент наплавки</b> 98 - 101%	Seproz НАКС									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод для нержавеющей стали с низким содержанием углерода, стабилизирован ниобием. Предназначен для сварки сталей, стабилизированных титаном или ниобием типа 19Cr-10Ni. Специально разработан для случаев, когда требуется аустенизирующий отжиг изделия после сварки.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 62.53		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутиловое	Seproz	0.07	1.6	0.6	23.1	10.4	0.12	0.16		8
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	Рутильовый нержавеющий электрод, разработанный для применения в условиях сильного нагрева. Температура окисления около 1150°C. OK 62.53 рекомендуется для сварки сталей типа AISI 309 и W.Nr 1.4828.									
<b>Повторная сушка</b> 300°C/2 ч										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 63.20		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 12 3 LR 1 1 AWS/SFA 5.4 E316L-16 CSA W48 E316L-16	0.02	0.7	0.7	18.4	11.5	2.8	0.11		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	CE, CWB, Seproz, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод с рутильовым покрытием для сварки сталей типа 18Cr-12Ni-3Mo. Также подходит для сварки карбидостабилизированных сталей аналогичного состава. Данный электрод специально разработан для сварки тонкостенных труб. Электроды диаметром 1,6...2,5 мм могут быть использованы для сварки во всех положениях, включая вертикаль на спуск.									





Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
500	620	40	+20/100 -60/70	2.5 x 300	55 - 85	1 2 3 4 6
600°C/16h: 500	640	40	+20/80 -60/40	3.2 x 350	75 - 110	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 150	1 2 3 4
				5.0 x 350	150 - 200 DC+	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
520	660	35	+20/55	2.5 x 300	60 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	120 - 170 DC+/AC/min. OCV: 50V	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
550	730	35	+20/60	2.5 x 300	50 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 110	1 2 3
				4.0 x 350	85 - 150 DC+/AC/min. OCV: 65V	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
480	590	41	+20/56 -20/46	1.6 x 300	15 - 40	1 2 3 4 5 6
				2.0 x 300	18 - 60	1 2 3 4 5 6
				2.5 x 300	25 - 80	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	55 - 110 DC+/AC/min. OCV: 50V	1 2 3 4 6

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 63.30		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 12 3 L R 1 2 AWS/SFA 5.4 E316L-17 CSA W48 E316L-17	0.02	0.8	0.6	18.1	11.0	2.7	0.10		6
<b>Коэффициент наплавки</b> 102%	ABS, BV, CE, CWB, DB, DNV, GL, LR, Seproz, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электроды нержавеющие с предельно низким содержанием углерода для сварки сталей типа 18Cr-12Ni-2,8Mo. Также подходят для сварки карбидостабилизированных сталей аналогичного состава, кроме случаев, когда требуется полное совпадение теплоустойчивости наплавленного металла с основным материалом.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 63.34		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 12 3 L R 1 1 AWS/SFA 5.4 E316L-16 CSA W48 E316L-16	0.02	0.8	0.8	18.7	11.8	2.8	0.13		6
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	CWB, Seproz, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	ОК 63.34 является нержавеющим электродом с химией наплавленного слоя типа 19Cr-12Ni-2,8Mo и разработан для сварки на спуск сталей аналогичного состава. Электрод ОК 63.34 обеспечивает получение валиков с очень гладкой поверхности и плавным переходом к основному металлу. При этом образуется незначительное количество шлака, которым практически не течет и легко удаляется.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 63.35		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 12 3 L B 2 2 AWS/SFA 5.4 E316L-15 CSA W48 E316L-15	0.04	0.4	1.6	18.3	12.6	2.7	0.06		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 105%	ABS, CWB, Seproz, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Электрод нержавеющий, предназначенный для сварки сталей типа CrNiMo 17-12-3. Он также может быть использован для сварки некоторых закаливающихся сталей, например, броневых. Хорошо подходит для объектов, работающих при криогенных температурах. При необходимости может быть обеспечено поперечное расширение образца не менее 0,38 мм при испытаниях на ударный изгиб при -196°C.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 63.41		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600 E 19 12 3 L R 5 3 AWS/SFA 5.4 E316L-26	0.03	0.8	0.7	18.2	12.5	2.8	0.09		4
<b>Коэффициент наплавки</b> 150%	CE, DNV, LR, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Высокопроизводительный нержавеющий электрод с низким содержанием углерода. Предназначен для сварки сталей типа 18Cr-12Ni-(2...3)Mo.									



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
460	570	40	+20/60 -20/55 -60/43	1.6 x 300	30 - 45	1 2 3 4 6
				2.0 x 300	45 - 65	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	45 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	60 - 125	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	70 - 190	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	100 - 280	1 2 3
						DC+/AC/min. OCV: 50V

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
440	600	40	+20/65 -120/38	2.5 x 300	70 - 90	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	80 - 130	1 2 3 4 5 6
						DC+/AC/min. OCV: 60V

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	560	40	+20/95 -60/75 -120/60 -196/35	2.5 x 300	55 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 180	1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
470	570	35	+20/60 -60/52	2.5 x 300	60 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 130	1 2 3
				4.0 x 450	110 - 180	1 2 3
				5.0 x 450	170 - 240	1 2

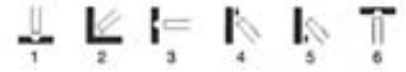
# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 63.80		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 19 12 3 Nb R 3 2 AWS/SFA 5.4: E318-17	0.02	0.8	0.6	18.2	11.5	2.9	0.08	0.31	7
<b>Коэффициент наплавки</b> 110%	CE, Sepro, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод с рутилово-кислым покрытием для ручной дуговой сварки (ММА). Предназначен для сварки коррозионостойких сталей типа 18Cr-12Ni-3Mo, стабилизированных Nb или Ti.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 63.85		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Nb	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600 E 19 12 3 Nb B 4 2 AWS/SFA 5.4 E318-15	0.04	0.5	1.6	17.9	13.0	2.7	0.06	0.55	4
<b>Коэффициент наплавки</b> 115%	Sepro, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Электрод с основным покрытием для ручной дуговой сварки (ММА). Предназначен для сварки коррозионостойких сталей типа 18Cr-12Ni-3Mo, стабилизированных Nb.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 64.30		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 19 13 4 N L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E317L-17	0.02	0.7	0.7	18.4	13.1	3.6	0.08	8	
<b>Коэффициент наплавки</b> 103 - 110%	Sepro, TÜV									
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	OK 64.30 является электродом с рутилово-кислым покрытием для сварки нержавеющей аустенитных сталей типа 19Cr-13Ni-3,5Mo (317L). Высокое содержание Mo обеспечивает лучшую стойкость против общей и питтинговой коррозии при контакте с кислотами по сравнению со сталями типа 316L. Электроды OK 64.30 легко варить в любом пространственном положении. Они обеспечивают получение гладкого наплавленного валика, как на переменном, так и на постоянном токе.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 64.63		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 18 16 5 N L R 3 2 TÜV	0.04	0.4	2.5	17.8	16.4	4.7	0.17	0	
<b>Коэффициент наплавки</b> 114 - 116%										
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	OK 64.63 является нержавеющей электродом, который в наплавке дает полностью аустенитный (немагнитный) металл шва типа Cr-Ni-Mo с великолепными коррозионостойкими свойствами. Электроды этого типа обладают отличными сварочно-технологическими характеристиками и предназначены для сварки во всех положениях, кроме вертикали на спуск.									



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
507	614	38	+20/55 -60/41	2.0 x 300 2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350	45 - 65 60 - 90 80 - 120 120 - 170 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
490	640	35	+20/65 -120/45	2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350 5.0 x 350	50 - 80 65 - 120 75 - 160 145 - 210 DC+	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
480	600	30	+20/45	2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350	50 - 80 60 - 120 80 - 170 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
480	640	35	+20/75	3.2 x 350 4.0 x 350	80 - 110 110 - 150 DC+/AC/min. OCV: 60V	1 2 3 4 6 1 2 3

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
ОК 67.13		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислое	EN 1600: E 25 20 R 1 2 AWS/SFA 5.4: E310-16	0.12	0.5	1.9	25.6	20.5			0
Коэффициент наплавки 95 - 100%	ОК 67.13 является аустенитным нержавеющей электродом. Предназначен для сварки сталей типа 25Cr-20Ni. Наплавленный металл стоек к образованию окалины при температуре до 1100-1150°C и не содержит сколько-нибудь заметного количества ферритной фазы. Электрод ОК 67.13 может также быть использован для сварки некоторых закаляющихся сталей, например, броневых и для сварки нержавеющей сталей с углеродистыми.								
Повторная сушка 250°C/2 ч									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
ОК 67.15		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия основное	EN 1600: E 25 20 B 2 2 AWS/SFA 5.4: E310-15	0.10	0.4	2.0	25.7	20.0			0
Коэффициент наплавки 100 - 105%	CE, DB, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 200°C/2 ч	Электрод с основным покрытием для ручной дуговой сварки (ММА) сталей типа 25Cr-20Ni. Кроме того, подходит для сварки броневых сталей, аустенитных марганцевых сталей и для сварки разнородных сталей.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
ОК 67.20		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислое	EN 1600: E 23 12 2 L R 1 1 AWS/SFA 5.4: (E309LMo-16)	0.02	1.1	0.8	22.9	13.1	2.9	0.13	15
Коэффициент наплавки 105%	Высоколегированный нержавеющей электрод, предназначенный для сварки нержавеющей высоколегированных сталей с углеродистыми и низколегированными. ОК 67.20 разработан для сварки во всех пространственных положениях, включая вертикаль на спуск.								
Повторная сушка 250°C/2 ч									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
ОК 67.43		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислое	EN 1600: E 18 8 Mn B 1 2 EN 14 700: EFe10 AWS/SFA 5.4: (E307-16)	0.08	0.8	5.4	18.4	9.1			0
Коэффициент наплавки 95 - 100%	CE, DB, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 350°C/2 ч	Аустенитный нержавеющей электрод для ручной дуговой сварки (ММА), обеспечивающий химию наплавленного металла типа Cr-Ni-Mn. Наплавленный металл, содержащий незначительное количество равномерно распределенного феррита, обладает достаточно высокой вязкостью и имеет отличную сопротивляемость к образованию трещин. Подходит для сварки 13% марганцевых сталей с другими сталями. Также используется для сварки сталей с ограниченной свариваемостью.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
560	600	35	+20/60	2.5 x 300	50 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	65 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	70 - 160	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	150 - 220	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 65V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
410	590	35	+20/100	2.0 x 300	45 - 55	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	60 - 115	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	70 - 160	1 2 3
				5.0 x 350	130 - 200	1 2 3
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
480	640	35	+20/60	2.0 x 300	30 - 60	1 2 3 4 5 6
				2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	75 - 110	1 2 3 4 6
					DC+/AC/min. OCV: 50V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
440	630	35	+20/80	2.5 x 300	60 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	90 - 115	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	100 - 150	1 2 3
				5.0 x 450	130 - 210	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 65V	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 67.45</b>									
<b>Тип покрытия</b> Основное оксидно-кальциевое	EN 1600: E 18 8 Mn B 4 2 AWS/SFA 5.4: (E307-15)	0.09	0.3	6.3	18.8	9.1			< 5
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	ABS, Seproz, TÜV								
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	Аустенитный нержавеющий электрод, дающий в наплавке менее 5% феррита. Вязкий наплавленный металл имеет отличную сопротивляемость к образованию трещин даже в случаях, когда материалы характеризуются плохой свариваемостью. Подходит для сварки 12-14% марганцевых сталей между собой и с другими сталями. Кроме того, используется для наплавки буферных слоев под упрочняющую наплавку.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 67.50</b>									
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 22 9 3 N L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E2209-17 CSA W48:E2209-17	0.03	0.9	1.0	22.6	9.0	3.0	0.16	35
<b>Коэффициент наплавки</b> 103 - 108%	ABS, BV, CE, CWB, DNV, GL, RINA, Seproz, TÜV								
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Электрод для ручной дуговой сварки (ММА) с рутилово-кислым покрытием для сварки аустенитно-ферритных типа 22Cr-5Ni-3Mo-N и 23Cr-4Ni-N								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 67.51</b>									
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 22 9 3 N L R 5 3 AWS/SFA 5.4: E2209-26	0.03	0.8	0.7	22.7	8.9	3.0	0.16	40
<b>Коэффициент наплавки</b> 142%	DNV								
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Нержавеющий электрод с высоким коэффициентом наплавки для сварки аустенитно-ферритных (дуплексных) нержавеющих сталей, например UNS S31803 или аналогичных. Кроме того, отлично подходит для сварки данной дуплексной стали с черными сталями, легированными С-Mn.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 67.52</b>									
<b>Тип покрытия</b> циркониево-основное	EN 1600: E 18 8 Mn B 8 3 AWS/SFA 5.4: (E307-25) EN 14 700: E Fe10	0.09	0.9	7.0	17.7	8.5			< 3
<b>Коэффициент наплавки</b> 170 - 190%	Seproz								
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Высокопроизводительный синтетический электрод, обеспечивающий в наплавке нержавеющую сталь типа 18Cr-8Ni-6Mn, используемый для восстановительной наплавки, сварки 13% Mn-сталей и сталей, характеризующихся ограниченной свариваемостью, а также плакирования углеродистых сталей и т.д.								





Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
470	605	35	+20/85	2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 100	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 140	1 2 3 4 6
				5.0 x 450	150 - 200	1 2 3
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
690	857	25	+20/50 -30/41	2.0 x 300	30 - 65	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	90 - 160	1 2 3 4
				5.0 x 350	150 - 220	1 2
					DC+/AC/min. OCV: 60V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
645	800	25	+20/50	2.5 x 300	60 - 100	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 130	1 2
					DC+/AC/min. OCV: 60V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
420	630	45	+20/70	2.5 x 350	90 - 115	1 2 3 4 6
				3.2 x 450	120 - 165	1 2
				4.0 x 450	150 - 240	1 2
				5.0 x 450	200 - 340	1
					DC+/AC/min. OCV: 70V	

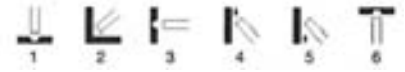
# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.53		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутиловое	EN 1600: E 22 9 3 N L R 1 2 AWS/SFA 5.4: (E2209-16)	0.03	1.0	0.7	23.7	9.3	3.4	0.16	35
Коэффициент наплавки 97 - 105%	DNV, TÜV								
Повторная сушка 350°C/2 ч	OK 67.53 представляет собой электрод с рутиловым покрытием. Предназначен для сварки труб из феррито-аустенитных дуплексных нержавеющей сталей, типа UNS 31803 и 1.4462. Электрод имеет тонкое покрытие, что идеально подходит для сварки корневого прохода и сварки в различных пространственных положениях.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.55		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия основное	EN 1600: E 22 9 3 N L B 2 2 AWS/SFA 5.4: E2209-15	0.03	0.7	1.0	23.2	9.4	3.2	0.17	40
Коэффициент наплавки 102 - 106%	DNV, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 200°C/2 ч	OK 67.55 представляет собой электрод с основным покрытием. Специально разработан для сварки дуплексных нержавеющей сталей типа UNS S31803. Наплавленный металл имеет высокую вязкостью при температурах до -50°C/-60°C. Особенно подходит для сварки труб из дуплексной стали на объектах морского базирования.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.60		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислородное	EN 1600: E 23 12 L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E309L-17 CSA W48: E309L-17	0.03	0.8	0.9	23.7	12.4		0.09	15
Коэффициент наплавки 115%	CE, CWB, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 350°C/2 ч	Электрод для ручной дуговой сварки (ММА) с рутилово-кислым покрытием, дающий в наплавке высоколегированный слой. Подходит для сварки нержавеющей сталей с низкоуглеродистыми и низколегированными. Кроме того, предназначен для выполнения переходного слоя при наплавке высоколегированного слоя на черную сталь.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.62		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутиловое	EN 1600: E Z 23 12 L R 7 3 AWS/SFA 5.4: E309-26	0.04	0.8	0.6	23.7	12.7		0.09	15
Коэффициент наплавки 170 - 175%	BV, DNV, GL, LR, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 350°C/2 ч	OK 67.62 представляет собой высокопроизводительный нержавеющей синтетический электрод с высоким коэффициентом наплавки типа 24Cr-12Ni. Предназначен для сварки нержавеющей сталей с нелегированными. Состав электрода подобран таким образом, чтобы обеспечить максимальное сопротивление к образованию трещин при сварке нержавеющей сталей с низкоуглеродистой. Отличный внешний вид наплавленного валика как на стыковом, так и на угловом сварном соединении.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
660	840	25	+20/56	2.0 x 300 2.5 x 300 3.2 x 350	25 - 60 30 - 80 70 - 110 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
650	800	28	+20/100 -20/85 -60/65	2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350	50 - 80 60 - 100 80 - 140 DC+	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
470	580	32	+20/50 -10/40	2.0 x 300 2.5 x 300 3.2 x 350 4.0 x 350 5.0 x 350	45 - 65 45 - 90 65 - 120 85 - 180 110 - 250 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3 4 6 1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
440	560	36	+20/60 -60/42	3.2 x 450 4.0 x 450 5.0 x 450	110 - 165 150 - 230 200 - 310 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 1 2 3 1 2 3

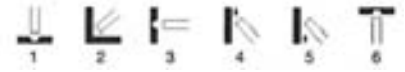
# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.70		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 23 12 2 L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E309LMo-17 CSA W48: E309LMo-17	0.02	0.8	0.6	22.5	13.4	2.8	0.08	18
<b>Коэффициент наплавки</b> 106 - 110%	ABS, BV, CE, CWB, DNV, LR, RINA, Seproz, TÜV								
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	Высоколегированный электрод с рутилово-кислым покрытием для ручной дуговой сварки (ММА). Предназначен для сварки нержавеющей кислотостойких сталей с низкоуглеродистыми и низколегированными. Кроме того, используется для выполнения буферного слоя при наплавке нержавеющей кислотостойкого слоя на черную сталь.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.71		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 23 12 2 L R 5 3 AWS/SFA 5.4: E309LMo-26	0.04	0.9	0.9	22.9	13.3	2.6	0.08	15
<b>Коэффициент наплавки</b> 150%	DNV, TÜV								
<b>Повторная сушка</b> 350°C/2 ч	OK 67.71 является высоколегированным электродом с высоким коэффициентом наплавки для выполнения буферного слоя при плакировании низкоуглеродистой стали нержавеющей слоем и для сварки нержавеющей сталей с другими классами сталей. Ферритно-аустенитный наплавленный металл обладает очень высоким сопротивлением к образованию трещин.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 67.75		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>Тип покрытия</b> основное	EN 1600: E 23 12 L B 4 2 AWS/SFA 5.4: E309L-15	0.04	0.3	0.2	23.5	12.9		0.06	15
<b>Коэффициент наплавки</b> 120%	ABS, DNV, LR, Seproz, TÜV								
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	OK 67.75 является нержавеющей электродом с основным покрытием. Предназначен для сварки сталей типа 24Cr-13Ni, а также для выполнения буферных слоев при наплавке плакирующего слоя на черные стали, для сварки разнородных сталей и для выполнения переходного шва при сварке двухслойных сталей.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 68.15		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>Тип покрытия</b> Основное оксидно-кальциевое	EN 1600: E 13 B 4 2 EN14 700: E Fe7 AWS/SFA 5.4: E410-15	0.04	0.4	0.3	12.9				
<b>Коэффициент наплавки</b> 108-118%	Seproz								
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч	OK 68.15 является нержавеющей электродом, обеспечивающим ферритный наплавленный металл шва типа 13Cr. Электрод OK 68.15 предусмотрен для сварки сталей аналогичного состава, когда невозможно использовать Cr-Ni аустенитные электроды, например, при контакте шва с агрессивной средой серного газа. В зависимости от параметров сварки структура и механические свойства нетермообработанного наплавленного металла могут варьироваться в достаточно широких пределах.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
510	610	32	+20/50 -20/35	2.0 x 300	40 - 60	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 90	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	60 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	85 - 180	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	110 - 250	1 2 3
						DC+/AC/min. OCV: 55V

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
500	620	35	+20/55 -60/30	3.2 x 350	60 - 130	1 2 3
				4.0 x 450	110 - 170	1 2 3
				5.0 x 450	170 - 230	1 2 3
						DC+/AC/min. OCV: 70V

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
470	600	35	+20/75 -80/55	2.5 x 300	50 - 80	1 2 3
				3.2 x 350	80 - 110	1 2 3
				4.0 x 350	80 - 150	1 2 3

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
370 (PWHT: 750°C/1 ч)	520	25		2.5 x 350	65 - 115	1 2 3 4 6
				3.2 x 450	90 - 160	1 2 3
				4.0 x 450	120 - 220	1 2

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 68.17</b>									
Тип покрытия рутиловое основное	EN 1600: E 13 4 R 3 2 EN 14 700: E Fe7 AWS/SFA 5.4: E410NiMo-16	0.02	0.4	0.6	12.0	4.6	0.6		
Коэффициент наплавки 115 -118%	Seproz								
Повторная сушка 350°C/2 ч	Рутилово-основный электрод для сварки мартенситных сталей типа 13Cr-4Ni-Mo.								

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 68.25</b>									
Тип покрытия основное	EN 1600: E 13 4 B 4 2 EN 14 700: E Fe7 AWS/SFA 5.4: E410NiMo-15	0.04	0.4	0.6	12.2	4.5	0.6		
Коэффициент наплавки 117 -121%	Seproz								
Повторная сушка 350°C/2 ч	Электрод с основным покрытием предназначен для сварки коррозионностойкого мартенситного и мартенситно-ферритного проката, а также кованных и литых изделий, например, отливки из стали типа 13Cr-4Ni-Mo.								

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 68.37</b>									
Тип покрытия основное	NF A 81-383: E Z 17.4.1.B 20	0.05	0.16	1.1	16.0	5.0	0.43		
Коэффициент наплавки 120%	Электрод с основным покрытием для соединения и ремонта катаных, кованных и литых изделий из коррозионностойких мартенситных сталей, например, для роторов гидротурбин (сталь типа 17Cr-4Ni).								
Повторная сушка 250°C/2 ч									

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
<b>OK 68.53</b>									
Тип покрытия основное рутиловое	EN 1600: E 25 9 4 N L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E2594-16	0.03	0.6	0.7	25.2	10.3	4.0	0.25	39
Коэффициент наплавки 106%	DNU, Seproz, TÜV								
Повторная сушка 250°C/2 ч	OK 68.53 является покрытым электродом для сварки аустенитно-ферритных супердуплексных сталей типа SAF 2507 и Zeron 100. Этот электрод имеет хорошие сварочно-технологические характеристики во всех пространственных положениях и обеспечивает легкое отделение шлака.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
650 (PWHT: 600°C/2 ч + 600°C/8h)	870	17	+20/45 -10/45 -40/40	2.5 x 350	55 - 100	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	65 - 135	1 2 3 4 6
				4.0 x 450	90 - 190 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
680 (PWHT: 600°C/8h)	900	17	+20/65 0/60 -20/55	3.2 x 450	90 - 150	1 2 3 4 6
				4.0 x 450	110 - 190	1 2 3 4 6
				5.0 x 450	140 - 250 DC+	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
710 (PWHT: 600°C/3 ч)	950	14		2.5 x 350	55 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 450	100 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 450	135 - 170 DC+	1 2 3 4

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
700	850	30	-40/40	2.5 x 300	55 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 110	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 150 DC+/AC/min. OCV: 60V	1 2 3 4 6

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 68.55		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия основное	EN 1600: E 25 9 4 N L B 4 2 AWS/SFA 5.4: E2594-15	0.03	0.6	0.9	25.2	10.4	4.3	0.24	45
Коэффициент наплавки 107 - 109%	DNV								
Повторная сушка 250°C/2 ч	Электрод ОК 68.55 с основным покрытием для сварки аустенитно-ферритных супер-дуплексных сталей, типа SAF 2507 и Zeron 100. ОК 68.55 обеспечивает получение наплавленного металла с высокими пластическими свойствами.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 68.81		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислое	EN 1600: E 29 9 R 3 2 EN 14 700: E Fe11 AWS/SFA 5.4: E312-17	0.13	0.7	0.9	28.9	10.2			50
Коэффициент наплавки 125%	Seproz								
Повторная сушка 350°C/2 ч	Высокопроизводительный нержавеющий электрод универсального применения, обеспечивающий дуплексную аустенитно-ферритную наплавку, с приблизительным содержанием феррита FN 50. Наплавленный металл устойчив к коррозионному растрескиванию под напряжением, а наплавленный шов содержит в себе чрезвычайно низкую долю участия основного металла. Обладает хорошей стойкостью к образованию окалины до 1150°C. Типичные области применения: сварка закаливающих и разнородных сталей, наплавка рельсов, валков, штампов, инструмента для горячей обработки металла, пресс-форм для пластика и т.п.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 68.82		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия рутилово-кислое	EN 1600: E 29 9 R 3 2 EN 14 700: E Fe11 AWS/SFA 5.4: (E312-17)	0.13	1.1	0.6	29.1	9.9			50
Коэффициент наплавки 105%	Seproz								
Повторная сушка 300°C/2 ч	Высоколегированный универсальный нержавеющий электрод, обеспечивающий аустенитно-ферритную дуплексную структуру наплавленного металла с приблизительным содержанием феррита FN 50. Наплавленный металл устойчив к коррозионному растрескиванию под напряжением, а наплавленный шов содержит в себе чрезвычайно низкую долю участия основного металла. Шов стоек к образованию окалины до 1150°C. Типичные области применения: сварка закаливающих и разнородных сталей, сварка металлов с ограниченной свариваемостью (например, пружинных сталей), наплавка рельсов, валков и штампов для горячей обработки металла, пресс-формы для пластика и т.п.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 69.25		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN
Тип покрытия основное	EN 1600: E 20 16 3 Mn N L B 4 2 AWS/SFA 5.4: E316LMn-15	0.04	0.5	6.5	19.0	16.0	3.0	0.15	< 0.5
Коэффициент наплавки 115 - 117%	Нержавеющей электрод с основным покрытием для сварки коррозионностойких, немагнитных и криогенных нержавеющих сталей. Наплавка имеет почти полностью аустенитную структуру состава Cr-Ni-Mo с повышенным содержанием Mn и N.								
Повторная сушка 200°C/2 ч									





Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
700	900	28	+20/90 -40/55 -60/45	2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	60 - 100	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	100 - 140 DC+	1 2 3 4 6

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
610	790	22	+20/30	2.0 x 300	40 - 60	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	60 - 125	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 175	1 2 3
				5.0 x 350	150 - 240 DC+/AC/min. OCV: 60V	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
500	750	23	+20/40	2.0 x 300	40 - 60	1 2 3 4 6
				2.5 x 300	50 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	55 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	75 - 170	1 2 3
				5.0 x 350	140 - 230 DC+/AC/min. OCV: 55V	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
450	650	35	+20/90 -196/50	2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 100	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	100 - 140	1 2 3 4 6
					DC+	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 69.33		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Cu	FN
<b>Тип покрытия</b> основное-рутиловое	EN 1600: E 20 25 5 Cu N L R 3 2 AWS/SFA 5.4: E385-16	0.03	0.5	1.0	20.5	25.5	4.8	0.08	1.7	0
<b>Коэффициент наплавки</b> 110 - 120%	ОК 69.33 является нержавеющей электродом, характеризующимся полностью аустенитным наплавленным металлом с повышенной коррозионной стойкостью в серной кислоте. Наплавленный металл электрода ОК 69.33 также обладает хорошей устойчивостью к межкристаллитной и питтинговой коррозии.									
<b>Повторная сушка</b> 250°C/2 ч										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 310Mo-L		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	
<b>Тип покрытия</b> рутилово-кислое	EN 1600: E 25 22 2 N L R 1 2 AWS/SFA 5.4: (E310Mo-16)	0.038	0.4	4.4	24.2	21.7	2.4	0.14	0	
<b>Коэффициент наплавки</b> 100%	Электрод с рутилово-основным покрытием для сварки и наплавки металла с содержанием 25Cr-22Ni-2Mo-N. Наплавленный металл обладает отличной устойчивостью к чрезвычайно агрессивным средам, например, к мочеvine. Полностью аустенитный наплавленный металл устойчив к образованию горячих трещин. Электрод ОК 310Mo-L одобрен для строительства и ремонта на заводах по производству азотнокислого аммония. Электрод регулярно применяется при регламентных ремонтных работах для конструкций из стали AISI 316L на заводах по производству мочевиных для придания им большей коррозионной стойкости.									
<b>Повторная сушка</b> 200°C/2 ч										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 92.05		C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Al	Fe	
<b>Тип покрытия</b> основное	EN ISO 14 172: E Ni 2061 (NiTi3) AWS/SFA 5.11: ENi-1	0.04	0.7	0.4		96	1.5	0.10	0.4	
<b>Коэффициент наплавки</b> 90%	Штучный электрод для сварки технически чистого ковального или литого никеля. Также предназначен для сварки разнородных металлов, таких как никеля со сталью, никеля с медью или меди со сталью. Электрод также может быть использован для наплавки на сталь.									
<b>Повторная сушка</b> 250°C/2 ч										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
ОК 92.15		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	Fe	
<b>Тип покрытия</b> основное	EN ISO 14 172: E Ni 6133 (NiCr16Fe12NbMo) AWS/SFA 5.11: ENiCrFe-2	0.03	0.45	2.7	16.1	69	1.9	1.9	7.7	
<b>Коэффициент наплавки</b> 110%	ABS, Seproz									
<b>Повторная сушка</b> 250°C/2 ч	Никелевый электрод для сварки сплава Inconel 600 или аналогичных сплавов, криогенных сталей (например, сталей с 9% и 5% содержанием никеля), соединений из мартенситных, аустенитных и разнородных сталей, жаропрочных стальных отливок с ограниченной свариваемостью, и т.п. Обладает хорошими сварочно-технологическими характеристиками во всех положениях, включая потолочное.									



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
400	575	35	+20/80 -140/45	2.5 x 300	60 - 85	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	85 - 130	1 2 3 4
				4.0 x 350	95 - 180	1 2
				5.0 x 350	160 - 240 DC+/AC/min. OCV: 65V	1 2

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
442	623	34	+20/54	2.5 x 300	55 - 70	1 2 3 4 6
				3.2 x 300	70 - 100	1 2 3 4 6
				4.0 x 300	100-140	1 2 3 4
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
330	470	30		2.5 x 300	70 - 95	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	90 - 135	1 2 3 4 6
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
420	660	45	+20/110 -196/90	2.5 x 300	50 - 80	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 105	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	95 - 140	1 2 3 4 6
					DC+	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)				
OK 92.18		C	Si	Mn	Ni	Fe
Тип покрытия Основное специальное	EN ISO 1071: E C Ni-CI 3 AWS/SFA 5.15: ENi-CI  Seproz	1.0	0.6	0.8	94	4
Коэффициент наплавки 105 - 107%	Электрод с сердечником из никеля для сварки обычных марок чугунов, таких как серый литейный чугун, чугун с шаровидным графитом или ковкий чугун. Подходит для восстановления и ремонта данных марок чугунов, а также для их сварки со сталью. Наплавка выполняется на холодный или слегка подогретый чугун. Наплавленный металл хорошо поддается механической обработке.					
Повторная сушка 200°C/2 ч						

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)						
OK 92.26		C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Fe
Тип покрытия основное	EN ISO 14 172: E Ni 6182 (NiCr15Fe6Mn) AWS/SFA 5.11: ENiCrFe-3	0.03	0.5	6.6	15.8	66.9	1.7	8.8
Коэффициент наплавки 110%	ABS, Seproz							
Повторная сушка 200°C/2 ч	Электрод с основным покрытием, с сердечником из никеля для сварки сплава Inconel 600 и аналогичных ему, криогенных сталей, соединений из мартенситных, аустенитных и разнородных сталей, а также жаропрочных стальных отливок с ограниченной свариваемостью..							

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 92.35		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Fe
Тип покрытия рутиловое основное	EN 14 700: E Z Ni2 AWS/SFA 5.11: (ENiCrMo-5)	0.05	0.5	0.9	15.5	57.5	16.4	3.5	5.5
Коэффициент наплавки 185-190%	Электрод с сердечником из никеля для сварки сплава Inconel 600 и аналогичных ему, криогенных сталей, соединений из мартенситных, аустенитных и разнородных сталей, а также жаропрочных стальных отливок с ограниченной свариваемостью.								
Повторная сушка 350°C/2 ч									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 92.45		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	Fe
Тип покрытия основное	EN ISO 14 172: E Ni 6625 (NiCr22 Mo9Nb) AWS/SFA 5.11: ENiCrMo-3	0.03	0.4	0.2	21.7	63	9.3	3.3	2.0
Коэффициент наплавки 94 - 105%	Seproz, TÜV								
Повторная сушка 200°C/2 ч	OK 92.45 является электродом из сплава Ni-Cr-Mo-Nb, предназначен для сварки однотипных или близких по составу никелевых сплавов, таких как Inconel 625, а также для сварки сталей с 5 и 9% Ni. OK 92.45 также подходит для сварки стали UNS S31254.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
	300			2.5 x 300	55 - 110	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	80 - 140	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	100 - 190	1 2 3
					AC/DC+/min. OCV: 50V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
410	640	40	+20/100 -196/80	2.5 x 300	50 - 70	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	65 - 105	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	75 - 150	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	120 - 170	1 2 3
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
515	750	17		2.5 x 300	65 - 110	1 2
				3.2 x 350	110 - 150	1 2
				4.0 x 350	160 - 200	1 2
				5.0 x 350	190 - 250	1 2
					DC+/AC/min. OCV: 70V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
500	780	35	+20/70 -196/50	2.5 x 350	55-75	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	65-100	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80-140	1 2 3 4 6
				5.0 x 350	120-170	1 2 3 4
					DC+	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK 92.55		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Nb	Fe
Тип покрытия основное	EN ISO 14 172: E Ni 6620 (NiCr14Mo7Fe) AWS/SFA 5.11: ENiCrMo-6	0.05	0.3	3.0	12.9	69.4	6.2	1.6	1.3	5.0
Коэффициент наплавки 136%	ABS, BV, DNV									
Повторная сушка 300°C/1-2h	OK 92.55 является всепозиционным штучным электродом с основным покрытием, обеспечивающим Ni-Cr наплавленный слой, легированный Mo, W и Nb. Электрод специально предназначен для сварки сталей с содержанием 9%Ni, используемых для криогенных объектов с температурой ниже -196°C.									

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)						
OK 92.58		C	Si	Mn	Ni	Al	Fe	
Тип покрытия Основное специальное	EN ISO 1071: E C NiFe-CI-A 1 AWS/SFA 5.15: ENiFe-CI-A	1.5	0.7	0.8	51	1.4	46	
Коэффициент наплавки 105%	Sepron							
Повторная сушка 200°C/2 ч	Электрод с сердечником из железоникелевого сплава для сварки обычных марок чугуна, таких как серый литейный чугун, чугун с шаровидным графитом и ковкий чугун. Также подходит для заварки дефектов и ремонта данных марок чугунов, а также для их сварки со сталью. Наплавка выполняется на холодный или слегка подогретый чугун. Наплавленный металл хорошо поддается механической обработке. Электрод создает более прочный и устойчивый к образованию усадочных трещин наплавленный металл, чем материал, образуемый никелевым электродом, который также используется для сварки чугуна. Поэтому данный электрод специально используется для высокопроизводительной сварки чугуна с шаровидным графитом, а также для сварки серого литейного чугуна с повышенным содержанием серы и фосфора.							

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 92.59		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Fe
Тип покрытия основное	EN ISO 14 172: E Ni 6059 (NiCr23Mo16) AWS/SFA 5.11: ENiCrMo-13	0.01	0.2	0.2	22	61	15.2	0.25	0.8
Коэффициент наплавки 100%									
Повторная сушка 200°C/2 ч	OK 92.59 предназначен для сварки сплава 59, C-276 и Ni сплава 625. Также используется для сварки супераустенитных сталей марки AISI/ASTM S31254 и S32654.								

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)							
OK 92.60		C	Si	Mn	Ni	Fe	Cu	Al	
Тип покрытия Основное специальное	EN ISO 1071: E C NiFe-1 3 AWS/SFA 5.15: ENiFe-CI	0.9	0.5	0.6	53	4.4	0.9	0.4	
Коэффициент наплавки 110%	Sepron								
Повторная сушка 200°C/2 ч	Железоникелевый электрод для сварки обычных марок чугуна и их сварки со сталью. Специальный, покрытый железом никелевый сердечник допускает более высокую плотность тока. Наплавленный металл более прочен и устойчив к образованию усадочных трещин, чем у электродов из чистого никеля.								



Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
>690	>35	>35	-196/>70	2.5 x 350	65-115	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70-150	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	120-200	1 2 3
				5.0 x 350	150-240	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 55V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
375				2.5 x 300	55 - 75	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	70 - 100	1 2 3 4 5 6
				4.0 x 350	85 - 160	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 50V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
430	770	40	-60/70	2.5 x 300	50 - 70	1 2 3 4 6
			-196/60	3.2 x 350	60 - 90	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	80 - 120	1 2 3 4 6
					DC+	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
380	560	>15		2.5 x 300	60 - 100	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	80 - 150	1 2 3 4 5 6
				4.0 x 350	100 - 200	1 2 3
				5.0 x 350	150 - 250	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 45V	

# Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки (ММА)

		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
Классификация и одобрения		C	Mn	Ni	Cu	Fe				
<b>OK 92.78</b>										
Тип покрытия Основное специальное	EN ISO 1071: E C NiCu 1	0.35	0.9	65	32	2.2				
Коэффициент наплавки 95%	Электрод с сердечником из никелемедного сплава типа «монель». Предназначен для сварки обычных марок чугуна, таких как серый литейный чугун, чугун с шаровидным графитом и ковкого чугуна. Наплавка выполняется на холодный или слегка подогретый материал. Наплавленный металл хорошо поддается механической обработке, цветом похож на чугун.									
Повторная сушка 80°C/2 ч	Классификация и одобрения									
		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe	Ti
<b>OK 92.86</b>										
Тип покрытия основное	EN ISO 14 172: E Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) AWS/SFA 5.11:ENiCu7	0.01	0.3	2.1		66		29	1.6	0.2
Коэффициент наплавки 105%	Seproz									
Повторная сушка 200°C/2 ч	Электрод с сердечником из никелемедного сплава, предназначенный для сварки Ni-Cu-сплавов между собой и со сталью, а также для антикоррозионной наплавки. Наплавленный металл OK 92.86 устойчив к образованию трещин, достаточно ковкий и отвечает самым строгим требованиям по коррозионной стойкости в морской воде, кислотах и щелочах. OK 92.86 используется для сварки коррозионноустойчивых сплавов типа «монель» на заводах по производству бензина и сульфата аммония, а также на объектах энергетики.									
		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
Классификация и одобрения		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Sn	
<b>OK 94.25</b>										
Тип покрытия основное	DIN 1733: EL-CuSn7			0.35				93	6.5	
Коэффициент наплавки 95%	Seproz									
Повторная сушка 300°C/2 ч	Электрод для сварки меди и бронз, особенно оловянистых бронз. Также используется для плакирования стали и мелкого ремонта изделий из поддающегося сварке чугуна.									

## Электроды для ручной дуговой сварки (ММА) производства ESAB для позиционной сварки тонкостенных труб и листов

ESAB представляет три новых рутиловых MMA-электрода с возможностью контроля дуги во всех пространственных положениях на самых малых сварочных токах - OK 61.20, OK 63.20 и OK 67.53.

Данные электроды разработаны в тесном сотрудничестве со специалистами нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности, как ответ на все более широкое использование тонкостенных труб и листов из нержавеющей стали, применяемых для их оборудования. Эти электроды также нашли

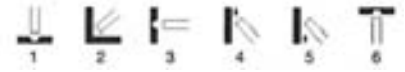
широкое применение в нефтехимической, энергетической и пищевой промышленности.

### Стабильная дуга на малом токе

Стабильная и мягкая дуга на малых токах и напряжениях позволяет выполнять сварку труб с толщиной стенки около 2 мм как на спуск, так и на подъем.

- **Производительная сварка**
- **Уменьшение зачистки после сварки**
- **Хорошая стойкость к коррозии в агрессивных средах**





Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
	325	15		2.5 x 300	50 - 100	1 2 3 4 5 6
				3.2 x 350	60 - 125	1 2 3 4 5 6
				4.0 x 350	90 - 140	1 2 3 4 5 6
					DC+/AC/min. OCV: 45V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A4 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
410	640	40	+20/100 -196/80	2.5 x 300	50 - 70	1 2 3 4 6
				3.2 x 350	70 - 120	1 2 3 4 6
				4.0 x 350	120-140	1 2 3
					DC+/AC/min. OCV: 70V	

Типичные механические свойства наплавленного металла

Диаметр x длина Ток

Положение сварки

$R_{p0.2}$ (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	CVN (°C/J)	(мм x мм)	(A)	
235	360	25	+20/25	2.5 x 350	60 - 90	1 2 3 4
				3.2 x 350	90 - 125	1 2 3 4
				4.0 x 350	125-170	1 2 3 4
					DC+	

Шлаковая система позволяет получать сварные швы с минимальным усилением, что сокращает расход сварочного электрода на единицу длины шва.

Минимальное количество сварочных брызг, хорошие шлакоотделение и смачивание кромок стыка сокращают потери времени на последующую зачистку шва после сварки. Устойчивость к коррозии отвечает самым жестким требованиям при эксплуатации в агрессивных средах, как, например, в нефтехимической промышленности или судостроении.



Сварка на спуск водяного напорного трубопровода электродами ОК 61.20 в трубном цехе целлюлозно-бумажного завода (AISI 304, толщина стенки - 2.5 мм). Сварка выполняется от портативного инверторного выпрямителя CaddyArc с использованием блока дистанционного управления, который позволяет контролировать ток дуги в процессе сварки стыка, предотвращая прожоги. Сварка выполняется в положении «14 часов» при вращении трубы вверх вручную.

# Проволоки сплошного сечения для MIG-сварки

## Информация по сварке

Существуют три вида переноса сварочного материала при MIG-сварке: сварка короткой дугой (короткими замыканиями), сварка со струйным переносом металла и сварка пульсирующей дугой. Сварка короткой дугой используется для тонкостенных материалов, для проварки корня шва в материалах с большими толщинами, а также для сварки в потолочном и вертикальном на подъем положениях.

Сварка короткой дугой выполняется с более низких напряжениях и токах, чем при струйном переносе. Металл переходит в сварочную ванну через короткую дугу отдельными каплями, при коротких замыканиях капли на ванну.

При сварке дугой со струйным переносом подача металла происходит в виде мелких капель, которые не шунтируют дугу. Данная технология более продуктивна и больше подходит для сварки в нижнем положении материала толщиной от 3 мм и более.

При сварке пульсирующей дугой перенос металла инициируется импульсами напряжения, которые накладываются на постоянное основное напряжение. Это создает искусственную дугу со струйным переносом, при которой капля сбрасывается импульсом напряжения в диапазоне режимов короткой дуги. Средний ток при этом значительно меньше, чем при сварке со струйным переносом, что является безусловным преимуществом, при сварке большинства типов нержавеющей сталей. Сварку пульсирующей дугой можно выполнять во всех пространственных положениях, легко контролируя тепловложение.

## Защитный газ

В дополнение к общей защите дуги и сварочной ванны, защитный газ также выполняет ряд других важных функций:

- формирует дуговую плазму
- стабилизирует катодное пятно
- обеспечивает равномерный перенос расплавленных капель с проволоки в сварочную ванну.

Таким образом, защитный газ оказывает значительное воздействие на стабильность дуги и перенос металла, а также на поведение сварочной ванны, в частности, на глубину провара. Защитными газами общего назначения для MIG-сварки являются смеси аргона, кислорода и углекислого газа, а также специальные газовые смеси, содержащие гелий. Газы, обычно используемые для MIG-сварки нержавеющей сталей:

- аргон + 1 – 2% кислорода
- аргон + 2 – 3% углекислого газа
- аргон + гелий + углекислый газ + водород

Использование инертных газов аргона или смеси аргона с гелием рекомендуется только для сварки высоконикелевых сталей и сплавов на основе никеля.

MIG-сварка нержавеющей сталей только инертными газами приводит к нестабильности дуги. Небольшое количество в аргоне кислорода или углекислого газа улучшает стабильность дуги, а также текучесть наплавленного металла и смачивание свариваемых кромок. Данная добавка также уменьшает вероятность образования подрезов, что весьма актуально при MIG-сварке в чистом аргоне.

При сварке ELC-сталей (стали с максимальным содержанием углерода до 0,03%), увеличение содержания углерода не допускается. Обычно CO<sub>2</sub> концентрации до 5% в аргоне ведет себя нейтрально, однако при сварке ELC-сталей необходимо учитывать возможное увеличение содержания углерода. Аргон с содержанием углекислого газа в количестве 2% добавляет в наплавленный металл около 0.01% углерода при сварке дугой со струйным переносом. Четырехкомпонентная газовая смесь обычно используется при сварке короткой дугой. Гелий при добавлении в газовую смесь может обеспечить лучшую защиту при сварке в различных пространственных положениях, а также улучшает провар.

Рекомендуемые ток и напряжение

Диаметр, мм	Напряжение дуги, В	Сила тока, А
0.8	16-22	50-140
1.0	16-24	80-190
1.2	20-28	180-280
1.6	24-28	250-350



Также необходимо помнить, что при сварке неаустенитных нержавеющих сталей следует избегать добавления водорода в защитный газ.

#### Формы поставки

Большинство марок проволоки OK Autrod доступны на стандартных катушках No. 98-0 (EN 759; BS 300) с внешним диаметром 300 мм. Чистый вес проволоки на катушке – 15 кг. Проволока на катушке имеет прецизионную рядную намотку, при этом не требуется использование адаптера. Некоторые марки проволоки меньшего диаметра поставляются на 5-килограммовых пластиковых катушках No. 46 (EN 759; S200) с внешним диаметром 200 мм.

Большинство типов проволоки также поставляются в объемных упаковках Marathon Pac™, разработанных компанией ESAB. Эта упаковка способствует экономии путем сокращения простоев, надежности производственных процессов и эффективной системе работы с расходными материалами. Экономия достигается путем сокращения вспомогательного времени и снижения расходов на утилизацию отходов. Marathon Pac включает в себя подъемные стропы, а также ряд принадлежностей, которые облегчают транспортные и грузоподъемные операции с проволокой на протяжении всего цикла: от завода-изготовителя до рабочего места. После использования всей проволоки восьмиугольный барабан складывается в плоский вид, что экономит место и облегчает его утилизацию. Упаковка от Marathon Pac подвергается 100% -й переработке. В таблице на данной странице указан весь ассортимент упаковки Marathon Pac.

Marathon Pac может также поставляться в виде упаковки Endless Pac, которая является двумя соединенными вместе стандартными упаковками или двумя соединенными упаковками Jumbo Pac. Перед тем, как проволока в первой упаковке Marathon Pac будет полностью израсходована, она сращивается с проволокой из второй упаковки при помощи аппарата для стыковой сварки. Затем специальный переключающий механизм автоматически переносит подачу проволоки с первого барабана на второй, в то время как

сварочный робот-автомат продолжает сварку без остановок.

Проволока выпускается следующих диаметров: 0,8; 0,9; 1,0; 1,2 и 1,6 мм.

#### Матовая проволока

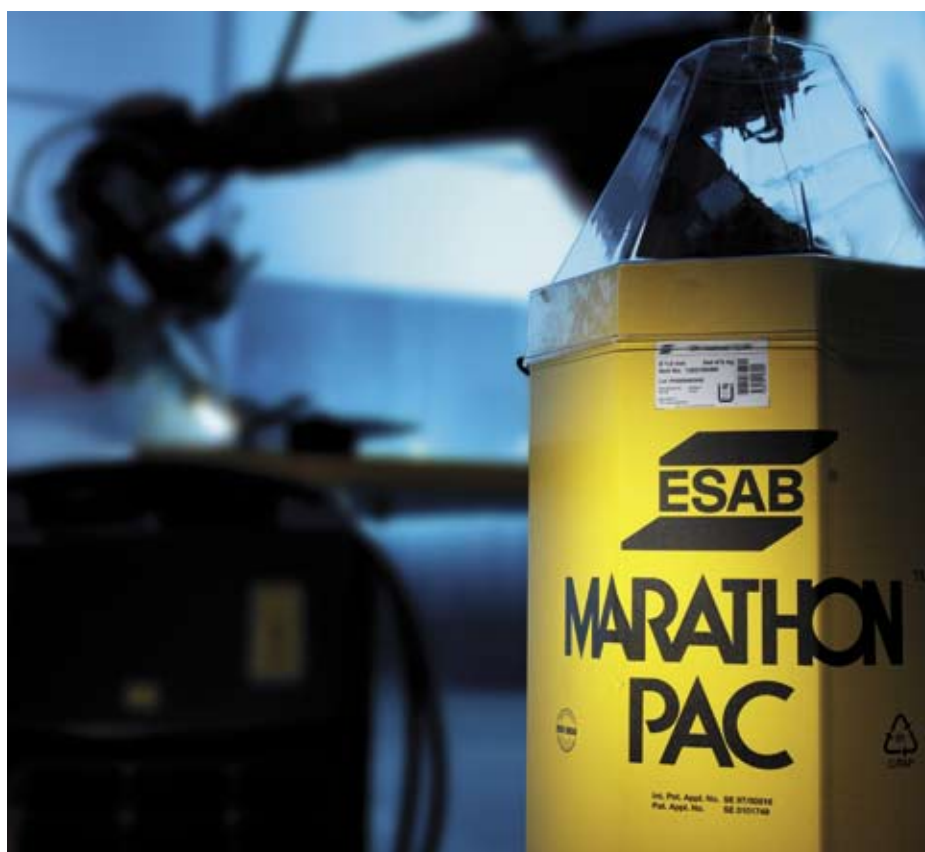
Наиболее популярные марки проволоки производятся с матированной поверхностью, которая создается по специальной технологии. Проволока с такой поверхностью имеет лучшие сварочно-технологические характеристики, что улучшает стабильность дуги, и способствует росту производительности. Это связано с тем, что такая проволока имеет лучший электрический контакт с наконечником горелки, что обеспечивается более стабильный процесс без скачков напряжения. Матирующее покрытие не накапливается в системе подачи проволоки или в сварочной горелке.



Матовая нержавеющая проволока ESAB для MIG-сварки

Ассортимент проволоки в упаковке Marathon Pac

Наименование	Вес	Габариты
Mini Marathon Pac	100 kg,	513 x 500 мм
Standard Marathon Pac	250 kg,	513 x 830 мм
Jumbo Marathon Pac	475 kg,	595 x 935 мм



# Проволоки сплошного сечения для MIG-сварки

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 308H	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 19 9 H AWS/SFA A5.9 ER308H	0.04	0.4	1.8	19.5	9			Сумм. <0.5	5-10	Min 350	Min 550	Min 30	

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока для сварки аустенитных хромоникелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. OK Autrod 308H обладает хорошей устойчивостью к поверхностной коррозии. Повышенное содержание углерода позволяет применять ее для работы при более высоких температурах. Данный материал используется в химической и нефтехимической промышленности для сварки труб, циклонов и котлов.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 308L	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 19 9 L AWS/SFA 5.9 ER308L	0.02	0.4	1.6	20	10	0.05	<0.08	Сумм. <0.5	5-10	450	620	36	-20/110 -60/90 -196/60
	<b>Cu</b>	0.05											

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока. OK Autrod 308L обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Данный сплав имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности, а также в производстве трубопроводов и котлов. Предназначен для сварки нержавеющей сталей типа 18Cr-8Ni и сталей, стабилизированных ниобием того же типа, если рабочая температура не превышает 350°C.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 308LSi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 19 9 LSi AWS/SFA A5.9 ER308LSi	0.01	0.8	1.8	20	10	0.1	<0.08	Сумм. <0.5	8	370	620	36	+20/110 -60/90 -196/60

CE, DB, DNV, TÜV, НАКС

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока, предназначенная для сварки аустенитных хромоникелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. OK Autrod 308LSi обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачиваемость. Данный сплав широко применяется в химической и пищевой промышленности, а также в производстве трубопроводов и котлов.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 309L	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 23 12 L AWS/SFA 5.9 ER309L	0.03	0.4	1.5	23.5	13	0.1	<0.11	Сумм. <0.5	9	440	600	41	+20/160 -60/130 -110/90

CE

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока, предназначенная для сварки поковок и отливок из аналогичных сталей типа 23Cr-12Ni. Сплав также используется для наплавки буферного слоя на СМп-сталь и для сварки разнородных сталей. При использовании данной проволоки для буферного слоя и сварки стыковых соединений из разнородных сталей необходимо контролировать долю участия основного металла в сварном шве. OK Autrod 309L обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. При сварке разнородных материалов коррозионная устойчивость имеет второстепенное значение.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 309LSi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 23 12 LSi AWS/SFA 5.9 ER309LSi	0.02	0.8	1.8	24	13	0.1	<0.09	Сумм. <0.5	8	440	600	41	+20/160 -60/130 -110/90

DB, CE, TÜV

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока, предназначенная для сварки поковок и отливок из аналогичных сталей типа 23Cr-12Ni. Сплав также используется для наплавки буферного слоя на СМп-сталь и для сварки разнородных сталей. При использовании данной проволоки для буферного слоя и сварки стыковых соединений из разнородных сталей необходимо контролировать долю участия основного металла в сварном шве. OK Autrod 309LSi обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 309MoL</b>													
EN ISO 14343 G 23 12 2 L	0.01	0.3	1.8	21.5	14.5	2.6	Сумм.<0.5	8	400	600	31	+20/110	
TÜV	Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока типа 309LMo. OK Autrod 309MoL используется для наплавки коррозионостойкого слоя на нелегированные и низколегированные стали, а также для сварки разнородных сталей, таких как 316L с нелегированной и низколегированной сталью, когда необходимо содержание Mo.												

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 310</b>													
EN ISO 14343 G 25 20 AWS/SFA 5.9 ER310	0.1	0.4	1.7	25	20		Сумм. <0.5		390	590	43	+20/175 -196/60	
	Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока для сварки жаропрочных аустенитных сталей типа 25Cr-20Ni. OK Autrod 310 обладает хорошей окислительной устойчивостью, особенно при высоких температурах, благодаря высокому содержанию Cr. Сплав имеет полностью аустенитную структуру, поэтому является чувствительным к образованию горячих трещин. Основные сферы применения – промышленные печи и котельное оборудование, а также теплообменные аппараты.												

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 312</b>													
EN ISO 14343 G 29 9 AWS/SFA 5.9 ER312	0.1	0.5	1.7	29	8.5		Сумм. <0.5		610	770	20	+20/50	
	Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока для сварки нержавеющей сталей типа 29Cr-9Ni. OK Autrod 312 обладает хорошей окислительной устойчивостью, особенно при высоких температурах, благодаря высокому содержанию Cr. Сплав имеет широкое применение в сварке разнородных сталей, особенно в случаях, когда один из компонентов является полностью аустенитным, а также сталей с ограниченной свариваемостью, т.е. деталей машин, инструмента, а также для сварки аустенитно-марганцевых сталей (сталь Гадфильда).												

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 316L</b>													
EN ISO 14343 G19 12 3 L AWS/SFA A5.9 ER316L	0.02	0.4	1.8	18.5	12	2.5	<0.08	Сумм.<0.5	8	440	620	37	+20/120 -60/95 -196/55
	Сплошная, коррозионостойкая, хром-никель-молибденовая проволока для сварки аустенитных нержавеющей сплавов типа 18Cr-8Ni и 18Cr-10Ni-3Mo. OK Autrod 316L обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии, в частности, очень хорошими антикоррозионными свойствами в кислой и хлорированной средах. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Данный сварочный материал имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности, а также в судостроении и в строительстве.												

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 316LSi</b>													
EN ISO 14343 G 19 12 3 LSi AWS/SFA A5.9 ER316LSi	0.02	0.8	1.8	18.5	12	2.5	<0.08	Сумм.<0.5	7	440	620	37	+20/120 -60/95 -196/55
CE, DB, DNV, TÜV	Сплошная, коррозионостойкая, хром-никель-молибденовая проволока для сварки аустенитных нержавеющей сплавов типа 18Cr-8Ni и 18Cr-10Ni-3Mo. OK Autrod 316LSi обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии, в частности, очень хорошими антикоррозионными свойствами в кислой и хлорированной средах. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Данный сплав имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности.												

# Проволоки сплошного сечения для MIG-сварки

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 318Si	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 19 12 3 NbSi AWS/SFA 5.4 E316L-16	0.08	0.8	1.5	19	12	2.7	<0.08	Сумм. <0.5	7	460	615	35	+20/100 -60/70
	<b>Cu</b>	<b>Nb</b>											
	0.1	0.7											

DB, TÜV

Сплошная, коррозионостойкая, стабилизированная хром-никель-молибденовая проволока для сварки Cr-Ni-Mo и Cr-Ni стабилизированных или нестабилизированных сталей. OK Autrod 318Si обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав стабилизирован ниобием для повышения устойчивости наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Т.к. данный сплав стабилизирован ниобием, он рекомендован к использованию при рабочих температурах до 400°C.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 347Si	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 19 9 NbSi AWS/SFA A5.9 ER347Si	0.04	0.7	1.7	19	9.8	0.1	<0.08	Сумм. <0.5	7	440	640	37	+20/110 -60/80
	<b>Cu</b>	<b>Nb</b>											
	0.1	0.6											

DB, TÜV, НАКС

Сплошная, коррозионостойкая, хромоникелевая проволока для сварки аустенитных хромоникелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. OK Autrod 347Si обладает хорошей устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав стабилизирован ниобием для повышения устойчивости наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Т.к. данный сплав стабилизирован ниобием, он рекомендован к использованию повышенных температурах.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 385	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 20 25 5 CuL AWS/SFA 5.9 ER385	0.01	0.3	1.6	20	25	4.7	1.4	Сумм. <0.5	0	340	540	37	+20/120

TÜV, НАКС

Сплошная, коррозионостойкая, хром-никель-молибден-медная проволока, предназначенная для сварки аустенитных нержавеющей сплавов типа 20Cr-25Ni-5Mo-1,5Cu с низким содержанием С. Наплавленный металл OK Autrod 385 имеет хорошую устойчивость к коррозионному растрескиванию и межкристаллитной коррозии, а также обладает очень хорошей сопротивляемостью коррозии в безкислородных кислотах. Устойчивость к щелевой коррозии лучше, чем у обычных 18Cr-8Ni-Mo сталей. Сплав широко используется в различных областях обрабатывающей промышленности.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 410NiMo	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 13 4	0.015	0.4	0.7	12	4.2	0.5	<0.3	Сумм. <0.5		600	840	17	-10/80

Сплошная сварочная проволока типа 12Cr-4,5Ni-0,5Mo. OK Autrod 410NiMo используется в сварке схожих по составу мартенситных и мартенситно-ферритных сталей в различных областях, например в производстве гидротурбин.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 430LNb	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G Z 17 L Nb	0.015	0.5	0.5	18.5	0.2	0.06	0.01	Сумм. <0.5		275	420	26	
	<b>Nb</b>	<b>&gt;12xC</b>											

Сплошная, ферритная, нержавеющая проволока, с содержанием Cr 18% и низким содержанием углерода стабилизированная ниобием, предназначенная для сварки схожих по составу и совместимых с ней сталей. OK Autrod 430 LNb разработана специально для автомобильной промышленности и используется сварки элементов системы выхлопа. Данную проволоку рекомендуется использовать при повышенных требованиях к коррозионной стойкости и устойчивости к усталостным нагрузкам при термических циклах. Комментарий: приведены типичные механические свойства сварного шва, при сварке основного материала AISI (EN 1.4512) 1,5 мм.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 430Ti	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN 12072 G Z 17 Ti	0.09	0.9	0.4	18	0.3	0.1	0.3	Сумм. <0.5		390	600	24	
Ферритная, нержавеющая, сплошная проволока с содержанием Cr 18%, стабилизированная титаном (0.5% Ti), предназначенная для сварки схожих по составу и совместимых с ней сталей. Данный сплав также используется для наплавки коррозионностойкого слоя на нелегированные и низколегированной стали. OK Autrod 430Ti также широко применяется в автомобильной промышленности для сварки коллекторов, катализаторов и выхлопных труб.													

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 16.95	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 18 8 Mn	0.1	1.0	6.5	18.5	8.5	0.1	<0.08	Сумм. <0.5		450	640	41	+20/130
SE, DB, TÜV Сплошная, коррозионностойкая, хром-никель-марганцевистая проволока для сварки аустенитных нержавеющих сплавов типа 18Cr-8Ni-7Mn. Стойкость к поверхностной коррозии у OK Autrod 16.95 совпадает с коррозионной стойкостью основного металла. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Данный сварочный материал является модифицированным вариантом ER307, только с более высоким содержанием Mn для того, чтобы сделать сварной шов менее чувствительным к образованию горячих трещин. Когда данная проволока применяется для сварки разнородных материалов, коррозионная устойчивость имеет второстепенное значение. Данный сплав имеет широкое применение в различных областях промышленности, например для сварки аустенитных, марганцевых и механически упрочненных сталей, а также броневых и жаропрочных сталей.													

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 2209	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 22 9 3 NL AWS/SFA 5.9 ER2209	0.01	0.6	1.6	23	9	3	0.1		45	600	765	28	+20/100 -20/85 -60/60
DNV, TÜV Сплошная, коррозионностойкая, дуплексная проволока для сварки аустенитно-ферритных нержавеющих сталей типа 22Cr-5Ni-3Mo. OK Autrod 2209 обладает высокой стойкостью к поверхностной коррозии. В средах, содержащих хлориды и сероводород, данный сплав обладает хорошей стойкостью к межкристаллитной и питтинговой коррозии и, в особенности, к коррозионному растрескиванию. Данный сплав имеет широкое применение в различных областях промышленности.													

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 2307	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 18 8 Mn	0.02	0.4	0.5	23	7.0	<0.08	<0.5		40	515	700	30	+20/155 -40/115
Сплошная, коррозионностойкая, дуплексная проволока для сварки аустенитно-ферритных нержавеющих сталей типа 21Cr-1Ni или 23Cr-4Ni. Данный низколегированный дуплексный тип используется в гражданском строительстве, в изготовлении складских резервуаров, контейнеров и т.д. Сварка выполняется так же, как и обычных аустенитных сталей, однако следует избегать повышенных сварочных токов, при этом межпроходная температура не должна превышать 150°C.													

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Autrod 2509	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 G 25 9 4 NL	0.01	0.35	0.4	25	9.8	4	0.25		40	670	850	30	+20/150 -40/115
Сплошная, коррозионностойкая, супердуплексная проволока для сварки аустенитно-ферритных нержавеющих сталей типа 25Cr-7Ni-4Mo, с низким содержанием С. OK Autrod 2509 обладает высокой стойкостью к межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию. Данный сплав применяется для таких объектов, для которых коррозионная устойчивость является важнейшим приоритетом, например в целлюлозно-бумажном производстве, для шельфовых платформ и нефтегазодобывающей промышленности.													

# Проволоки сплошного сечения для MIG-сварки

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 19.81</b>													
EN 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) AWS/SFA 5.14 ERNiCrMo-13	0.002	0.03	0.2	22.7	осн	15.4		Сумм. <0.5	550	800	45	-110/120	
	<b>Co</b>	<b>Al</b>											
	0.02	0.15											
TÜV													

Сплошная Ni-Cr-Mo сварочная проволока для сварки высоколегированных сплавов на никелевой основе, 9% Ni сталей и супераустенитных сталей типа 20Cr-25Ni с 4-6 % Mo. Может также применяться для сварки углеродистых сталей с высоконикелевыми сталями. Наплавленный металл обладает очень хорошей ударной вязкостью и коррозионной стойкостью в различных окислительных и щелочных средах.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 19.82</b>													
EN 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14 ERNiCrMo-3	0,01	0,1	0,1	22.0	осн	9		Сумм. <0.5	500	780	45	-105/120 -196/110	
	<b>Cu</b>	<b>Al</b>	<b>Fe</b>	<b>Ti</b>	<b>Nb+Ta</b>								
	<0.5	<0.4	<2	<0.4	3.65								
TÜV, DNV													

Сплошная, коррозионностойкая, жаропрочная сварочная проволока из сплава Ni-Cr для сварки высоколегированных, жаропрочных и коррозионностойких материалов, 9 % Ni и схожих с ней по составу сталей с высокой ударной вязкостью при низких температурах. Также подходит для сварки разнородных материалов вышеназванных марок. Наплавленный металл обладает хорошими механическими свойствами при высоких и низких температурах. Хорошая устойчивость к питтинговой коррозии и коррозионному растрескиванию. Также подходит для сварки сплавов ISO 18274, S Ni 6625 (NiCr21Mo9Nb), Wnr. 2.4831, используемых в системах выхлопа.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 19.85</b>													
EN 18274 S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS/SFA 5.14 ERNiCr-3	0.02	0.1	3.0	20,0	осн			Сумм. <0.5					
	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Ti</b>	<b>Nb+Ta</b>									
	<0.5	<0.7	<3	2.5									
TÜV													

Коррозионностойкая и жаропрочная сварочная проволока на никелевой основе, легированная 20% Cr, 3% Mo, 2,5% Nb, предназначенная для MIG-сварки высоколегированных жаропрочных и коррозионностойких сталей, 9% Ni и схожими с ней по составу сталями с высокой ударной вязкостью при низких температурах. Также подходит для сварки разнородных материалов вышеназванных марок. В качестве защитного газа при сварке OK Autrod 19.85 обычно используется чистый аргон. Также подходит для сварки сплавов ISO 18274, S Ni 6625 (NiCr21Mo9Nb), Wnr. 2.4831, используемых в системах выхлопа.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 19.92</b>													
EN 18274 S Ni 2061 (NiTi3) AWS/SFA 5.14 ERNi-1	0.02	0.3	0.4		93			Сумм. <0.5	>200	>450	>25	+20/>130	
	<b>Cu</b>	<b>Al</b>	<b>Ti</b>	<b>Fe</b>									
	0.1	0.1	3	0.2									
TÜV													

Сплошная сварочная проволока на никелевой основе с добавлением 3% титана для сварки никеля высокой степени чистоты (мин. 99.6%Ni), поковок из обычного никеля и никеля с низким содержанием С. Наплавленный металл имеет широкий спектр применения для коррозионных сред.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>OK Autrod 19.93</b>													
EN 18274 S Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) AWS/SFA 5.14 ERNiCu-7	0.03	0.3	3		64			Сумм. <0.5					
	<b>Nb</b>	<b>Cu</b>	<b>Al</b>	<b>Ti</b>									
	0.1	28	0.03	2									
TÜV													

Сплошная сварочная проволока на никелевой основе с добавлением 30% Cu, предназначена для сварки материалов аналогичного состава. Может также использоваться для сварки данных сплавов со сталью. Наплавленный металл имеет хорошую стойкость к воздействию проточной морской воды, высокие прочностные характеристики и достаточную пластичность в широком диапазоне температур. Также обладает устойчивостью к фтористо-водородной и серной кислоте, щелочам и т.д. Может быть использован для сварки схожих по составу дисперсионно-твердеющих сплавов легированных небольшим количеством Ti и Al. Используется для плакирования углеродистой стали с промежуточным слоем из OK Autrod 19.92.



# Сварка автомобильных систем выхлопа

Современная автомобильная система выхлопа отработанных газов может быть разделена на две основные части: горячую часть, включающую в себя выпускной коллектор, приемную трубу глушителя, гибкую муфту и катализатор, и холодную часть, состоящую из резонатора, промежуточной трубы, глушителя и выхлопной трубы. Для изготовления множества деталей выхлопных систем часто применяются ферритные стали с 11% Cr. Тем не менее, для увеличения ресурса часто используются ферритные нержавеющие стали с повышенным содержанием хрома (17–20% Cr). Сварочные посты могут оснащаться полуавтоматической, автоматической или полностью роботизированной сварки. Сварочный MIG/MAG процесс нержавеющей стали сплошной или метало-порошковой проволокой со временем стал наиболее популярным способом, применяющимся при сварке систем выхлопа автомобиля.

Несмотря на то, что современные виды автомобильного топлива имеют довольно низкое содержание серы, некоторое количество диоксида серы все же присутствует в выхлопных газах. Вместе с конденсатом диоксид серы образует серную кислоту, которая оседает на стенках выхлопной системы. Ферритные нержавеющие стали обладают очень хорошей устойчивостью к этим кислотам, а также имеют хорошую термическую стойкость. Эти стали получают все более широкое применение в производстве выхлопных систем по сравнению с аустенитными нержавеющими сталями (см. Таблицу 1).

Ферритные нержавеющие стали очень чувствительны к величине удельного тепловложения при сварочном процессе. Рост зерна и возможность образования мартенситных структур может снизить прочность сварного соединения и увеличить риск образования трещин по зоне термического влияния. Этого можно избежать при помощи специальных присадочных материалов и соблюдения требуемой технологии сварки.

- В принципе, предварительный нагрев необходим, если содержание углерода в стали превышает 0,08%, а толщина превышает 3 мм.
- Сварку необходимо выполнять по возможности с наименьшим удельным тепловложением (импульсно-дуговая сварка).

- Нестабилизированные стали после сварки необходимо термообработать при температуре 700–750°C с целью предупреждения межкристаллитной коррозии.
- Стали, стабилизированные титаном или ниобием, не требуют термической обработки после сварки.

Сварка ферритных нержавеющих сталей может выполняться с применением аустенитных или ферритных сварочных материалов. Обычно применяется аустенитная присадочная проволока состава – 18Cr-8Ni-Mn (1.4370/ER 307, см. таблицу 2). Однако, данная марка присадочного материала довольно чувствительна к коррозии в средах с содержанием серы, поэтому она может применяться в производстве выхлопных систем только в тех случаях, которые предназначены для топлива с чрезвычайно низким содержанием серы. Ферритные присадочные материалы, такие как G13, G17 и G18 (EN440), обладают определенными преимуществами по таким показателям, как усталостная прочность и коррозионная стойкость. Коэффициент теплового расширения и содержание углерода в наплавленном металле шва и в основном материале совпадают. При этом удается избежать неблагоприятных концентраций напряжений по линии сплавления, а также диффузии углерода. ESAB предлагает полный ассортимент присадочных материалов для ферритных нержавеющих сталей (см. Таблицу 2).

**Таблица 1: Ферритные нержавеющие стали**

W-Nr.	Состав	AISI/SAE
1.4002	X6CrAl13	405
1.4003	X2Cr11	-
1.4006	X12Cr13	410
1.4016	X6Cr17	430
1.4511	X3CrNb17	-
1.4512	X2Ti12	409
1.4513	X2CrMoTi1-1	-

**Таблица 2: Присадочные материалы производства ESAB для ферритных нержавеющих сталей**

ESAB	EN 12072	AWS A5.9
OK Autrod 430LNb	G Z 17 L Nb	ER430LNb
OK Autrod 430Ti	G Z 17 Ti	ER430
OK Autrod 409Nb	(G 13 Nb)	ER409Nb
OK Autrod 16.95	G 18 8 Mn	ER307
OK Tigrod 430Ti	WZ17Ti	ER430
OK Tigrod 16.95	W 18 8 Mn	ER307



# Прутки для TIG-сварки

## Информация по сварке

Дуговая сварка нержавеющей стали вольфрамовым электродом в среде инертного газа (TIG-сварка) выполняется от сварочного выпрямителя на прямой полярности, т.е. с отрицательным полюсом на электроде. При этом сварка может выполняться в импульсном режиме, обеспечивающим четкий контроль подводимого тепла. Это особенно дает преимущество при сварке тонких листов из нержавеющей стали и при сварке в различных пространственных положениях. Общее правило определения сварочного тока – это 30-40 А на 1 мм толщины материала.

## TIG-сварка особенно подходит для

тонкостенных изделий; что позволяет успешно сваривать листы металла толщиной около 0,3 мм. При сварке более толстостенных изделий с толщинами более 5-6 мм метод TIG иногда применяется для выполнения корневого прохода перед заполнением разделки MIG-сваркой или покрытыми электродами. Сварочные электроды, используемые при TIG-сварке нержавеющей сталей, могут быть выполнены из чистого вольфрама или из вольфрамового сплава с содержанием оксида тория или оксида лантана, что придает электроду лучшие свойства, в части предельно допустимой нагрузки по току, чем у чисто вольфрамового электрода. Электроды из вольфрама легированного цирконием предпочтительнее для сварки алюминиевых сплавов.

## Защитный газ

При TIG-сварке используются инертные защитные газы, аргон и/или гелий. Для ручной TIG-сварки рекомендуется применять чистый аргон. Для автоматической TIG-сварки иногда используют чистый гелий с целью увеличения

скорости сварки. По этой же причине аргон может быть смешан с гелием или даже восстановительным газом. Тем не менее, аргоно-водородную смесь разрешается применять только для сталей аустенитного класса.

В случаях, когда травление невозможно, и сварка корневого прохода одностороннего шва выполняется не шлакообразующими сварочными материалами, корень шва также необходимо защитить от воздействия атмосферы. Если защитного газа недостаточно, обратный валик шва и околошовная зона будут сильно окисляться и возможно образование пор. Для защиты обратной стороны шва можно использоваться либо инертный газ, либо смесь с восстановительным газом. Пример такой смеси – это водород и азот. Доля водорода незначительна, всего 5-10%. Иногда удобно использовать один и тот же газ в качестве сварочного защитного газа и газа, защищающего обратную сторону шва. Еще необходимо учитывать тот факт, что азот, содержащийся в газе для защиты обратной стороны шва, может влиять на содержание ферритной фазы в сварном шве. Азот стабилизирует аустенитную структуру, при этом содержание феррита в шве не должно падать ниже двух процентов, во избежание риска образования горячих трещин.

## Формы поставки

Все прутки OK Tigrod поставляются в круглых картонных коробках весом нетто 5 кг. Эта упаковка включает в себя жесткую трубу из волокна с пластиковой крышкой, которую можно повторно закрыть после того, как герметизирующее пластиковое кольцо было сорвано. Данная труба имеет полиэтиленовое покрытие и обладает очень хорошей устойчивостью к воздействию влаги. Дно трубы имеет восьмиугольную форму, что не позволяет ей перекатыться при хранении.

Рекомендуемые диапазоны сварочного тока

Диаметр электрода [мм]	Чистый вольфрам	Легированный вольфрам
1.6	40-130	60-150
2.4	130-230	170-250
3.2	160-310	225-330
4.0	275-450	350-480





# Прутки для TIG-сварки

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 308H	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 9 H AWS/SFA A5.9 ER308H	0.05	0.4	1.8	20	9.3	<0.3	<0.3	Сумм<0.5		350	550	30	

Коррозионноустойчивый хромо-никелевый пруток без покрытия, предназначенный для сварки аустенитных хромо-никелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. Металл, наплавленный OK Tigrod 308H обладают хорошей стойкостью против поверхностной коррозии. Повышенное содержание углерода позволяет применять ее для работы при более высоких температурах. Сплав используется в химической и нефтехимической промышленности для сварки труб, циклонов и котлов.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 308L	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 9 L AWS/SFA A5.9 ER308L	0.01	0.4	1.6	20	10	0.1	<0.08	Сумм<0.5	9	480	625	37	+20/170 -80/135 -196/90
CE, DNV, TÜV	Cu												
	0.01												

Коррозионноустойчивый хромо-никелевый TIG-пруток без покрытия. OK Tigrod 308L обладают хорошей стойкостью против поверхностной коррозии. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Данный сплав имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности, а также в производстве трубопроводов и котлов. Предназначен для сварки нержавеющей сталей типа 18Cr-8Ni и сталей, стабилизированных ниобием того же типа, если рабочая температура не превышает 350°C. Также может применяться для сварки хромистых сталей, не работающих в средах с повышенным содержанием серы.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 308LSi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 9 LSi AWS/SFA A5.9 ER308LSi	0.01	0.8	1.8	20	10	0.1	<0.08		8	480	625	37	+20/170 -60/150 -110/140 -196/100
CE, DB, DNV, TÜV, НАКС													

Коррозионноустойчивый хромо-никелевый пруток без покрытия. Предназначен для сварки аустенитных хромо-никелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. OK Tigrod 308LSi обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачиваемость. Данный сплав широко применяется в химической и пищевой промышленности, а также в производстве трубопроводов и котлов.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 309L	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 23 12 L AWS/SFA 5.9 ER309L	0.015	0.4	1.7	24	13	0.1	<0.11	Сумм <0.5	9	430	590	40	+20/160 -60/130 -110/90
CE, TÜV													

Коррозионноустойчивый хромо-никелевый пруток без покрытия, предназначенный для сварки сплавов типа 24Cr-13Ni. Сплав также используется для наплавки буферного слоя на СМп-сталь и для сварки разнородных сталей. При использовании данной проволоки для буферного слоя и сварки стыковых соединений из разнородных сталей необходимо контролировать долю участия основного металла в сварном шве. OK Tigrod 309L обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. При сварке разнородных материалов коррозионная устойчивость имеет второстепенное значение.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 309LSi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 23 12 LSi AWS/SFA 5.9 ER309LSi	0.02	0.8	1.8	23	13	0.1	<0.09	Сумм <0.5	9	475	635	32	+20/150 -60/150 -110/130
CE													

Коррозионноустойчивый хромо-никелевый пруток без покрытия, предназначенный для сварки поковок и отливок из аналогичных сталей типа 23Cr-12Ni. Сплав также используется для наплавки буферного слоя на СМп-сталь и для сварки разнородных сталей. При использовании данной проволоки для буферного слоя и сварки стыковых соединений из разнородных сталей необходимо контролировать долю участия основного металла в сварном шве. OK Tigrod 309LSi обладает прекрасной устойчивостью к поверхностной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание.

OK Tigrod 309MoL	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 23 12 2 L	0.01	0.3	1.6	22	14.5	2.7		Сумм<0.5	8	400	600	40	+20/140
DNV													
Коррозионостойкий пруток без покрытия типа 309LМо. OK Tigrod 309MoL используется для наплавки коррозионостойкого слоя на нелегированные и низколегированные стали, а также для сварки разнородных сталей, таких как 316L с нелегированной и низколегированной сталью, когда необходимо содержание Мо.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Tigrod 310	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 25 20 AWS/SFA 5.9 ER310	0.1	0.4	1.7	25	20			Сумм <0.5		390	590	43	+20/175 -196/60
Коррозионостойкий хромо-никелевый пруток без покрытия для сварки жаропрочных аустенитных сталей типа 25Cr-20Ni. Пруток имеет повышенное содержание Cr и обеспечивает хорошую устойчивость к окислению при высоких температурах. Область применения – промышленные печи и комплектующие для котлов, а также теплообменники.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Tigrod 312	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 29 9 AWS/SFA 5.9 ER312	0.1	0.5	1.7	29	9	<0.3		Сумм <0.5		610	770	20	+20/50
Коррозионостойкий хромо-никелевый пруток без покрытия для сварки материалов типа 29Cr-9Ni. OK Tigrod 312 обладает хорошей окислительной устойчивостью, особенно при высоких температурах, благодаря высокому содержанию Cr. Сплав имеет широкое применение в сварке разнородных сталей, особенно в случаях, когда один из компонентов является полностью аустенитным, а также сталей с ограниченной свариваемостью, т.е. деталей машин, инструмента, а также для сварки аустенитно-марганцевых сталей (сталь Гадфильда).													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Tigrod 316L	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 12 3 L AWS/SFA A5.9 ER316L	0.01	0.4	1.6	18.5	12	2.5	<0.08	Сумм <0.5	8	470	650	32	+20/175 -60/150 -110/120 -196/75
CE, DNV, TÜV, НАКС													
Коррозионостойкий хромо-никелево-молибденовый пруток без покрытия, предназначенный для сварки аустенитных нержавеющей сталей типа 18Cr-8Ni и 18Cr-10Ni-3Mo. OK Tigrod 316L обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии, в частности, очень хорошими антикоррозионными свойствами в кислой и хлорированной средах. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Данный сварочный материал имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности, а также в судостроении и в строительстве.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Tigrod 316LSi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 12 3 LSi AWS/SFA A5.9 ER316LSi	0.01	0.8	1.7	18	12	2.5	<0.08	Сумм<0.5	7	480	630	33	+20/175 -110/150 -196/110
Cu 0.1													
CE, DB, DNV, TÜV, НАКС													
Коррозионостойкий хромо-никелево-молибденовый пруток без покрытия, предназначенный для сварки аустенитных нержавеющей сталей типа 18Cr-8Ni и 18Cr-10Ni-3Mo. OK Tigrod 316LSi обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии, в частности, очень хорошими антикоррозионными свойствами в кислой и хлорированной средах. Сплав содержит минимальное количество углерода, поэтому его особенно рекомендуют использовать там, где существует повышенный риск межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Данный сплав имеет широкое применение в химической и пищевой промышленности.													

# Прутки для TIG-сварки

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 318Si	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 12 3 NbSi	0.04	0.8	1.5	19	12	2.5	<0.08	Сумм <0.5	7	460	615	35	+20/40
DB, TÜV	<b>Cu</b> 0.1	<b>Nb</b> 0.5											

Коррозионностойкий стабилизированный хромо-никелево-молибденовый пруток без покрытия для сварки стабилизированных и нестабилизированных Cr-Ni-Mo и Cr-Ni сталей. OK Tigrod 318Si обладает великолепной устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав стабилизирован ниобием для повышения устойчивости наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Т.к. данный сплав стабилизирован ниобием, он рекомендован к использованию при рабочих температурах до 400°C.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 347Si	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 19 9 NbSi AWS/SFA A5.9 ER347Si	0.04	0.8	1.5	20	10	0.1	<0.08	Сумм<0.5	7	440	640	35	+20/90
TÜV, НАКС	<b>Cu</b> 0.1	<b>Nb</b> 0.7											

Коррозионностойкий хромо-никелевый пруток без покрытия, предназначенный для сварки аустенитных хромо-никелевых сплавов типа 18Cr-8Ni. OK Tigrod 347Si обладает хорошей устойчивостью к поверхностной коррозии. Сплав стабилизирован ниобием для повышения устойчивости наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Т.к. данный сплав стабилизирован ниобием, он рекомендован к использованию повышенных температурах.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 385	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 20 25 5 CuL AWS/SFA 5.9 ER385	0.01	0.4	1.8	20	25	4.5	1.5	Сумм <0.5	0	340	540	37	+20/120
TÜV НАКС													

Коррозионностойкий сварочный пруток без покрытия для сварки аустенитных нержавеющей сталей типа 20Cr-25Ni-4,5Mo-1,5Cu. Наплавленный металл имеет хорошую устойчивость к коррозионному растрескиванию и межкристаллитной коррозии, а также обладает очень хорошей сопротивляемостью коррозии в бескислородных кислотах. Устойчивость к питтинговой и щелевой коррозии лучше, чем у обычных 18Cr-8Ni-Mo сталей.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 410NiMo	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 13 4	0.01	0.3	0.7	12.3	4.5	0.5	<0.3	Сумм <0.5		600	800	17	

Сварочный пруток без покрытия типа 410NiMo состава 13Cr-4,5Ni-0,5Mo. Данный сплав используется для сварки схожих по составу мартенситных и мартенситно-ферритных сталей в различных областях, например в производстве гидротурбин. Требуется снятие напряжения после сварки при 600°C, 2 ч.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 430Ti	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Прочие	FN	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W Z 17 Ti	0.09	0.7	0.4	17.5	0.3	0.1	0.5			>300	>450	>15	

Ферритный нержавеющей сплошной пруток с 18% содержанием Cr и стабилизированный 0,5% Ti предназначенный для сварки схожих по составу и совместимых с ней сталей. Данный сплав также используется для наплавки коррозионностойкого слоя на нелегированные и низколегированной стали. OK Tigrod 430Ti также широко применяется в автомобильной промышленности для сварки коллекторов, катализаторов и выхлопных труб.

Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Tigrod 16.95	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 18 8 Mn	0.08	0.7	6.5	18.5	8.5	0.1	<0.08	Сумм <0.5	450	640	41	+20/130	
DB, TÜV													
Коррозионностойкий хромо-никелево-марганцевый сварочный пруток без покрытия для сварки аустенитных нержавеющей сталей типа 18Cr-8Ni-7Mn. Стойкость к поверхностной коррозии у OK Tigrod 16.95 совпадает с коррозионной стойкостью основного металла. Повышенное содержание кремния улучшает сварочные характеристики, такие как смачивание. Когда данная проволока применяется для сварки разнородных материалов, коррозионная устойчивость имеет второстепенное значение. Данный сплав имеет широкое применение в различных областях промышленности, например для сварки аустенитных, марганцевых и механически упрочненных сталей, а также броневых и жаропрочных сталей.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Tigrod 2209	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 22 9 3 NL AWS/SFA 5.9 ER2209	0.01	0.5	1.6	22.5	8.5	3.2	0.15	Сумм<0.5	45	600	765	28	+20/100 -20/85 -60/60
TÜV													
Коррозионностойкий дуплексный сварочный пруток без покрытия для сварки аустенитно-ферритных нержавеющей сплавов типа 22Cr-5Ni-3Mo. OK Tigrod 2209 обладает высокой стойкостью к поверхностной коррозии. В средах, содержащих хлориды и сероводород, данный сплав обладает хорошей стойкостью к межкристаллитной и питтинговой коррозии и, в особенности, к коррозионному растрескиванию. Данный сплав имеет широкое применение в различных областях промышленности.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Tigrod 2509	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN ISO 14343 W 25 9 4 NL	0.01	0.35	0.4	25	9.8	4	0.25		40	670	850	30	+20/150 -40/115
TÜV													
Коррозионностойкий супер-дуплексный сварочный пруток без покрытия для сварки аустенитно-ферритных нержавеющей сплавов типа 25Cr-7Ni-4Mo, с низким содержанием углерода. OK Tigrod 2509 обладает высокой стойкостью к межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию. Данный сплав применяется для таких объектов, для которых коррозионная устойчивость является важнейшим приоритетом, например в целлюлозно-бумажном производстве, для шельфовых платформ и нефтегазодобывающей промышленности.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Tigrod 19.81	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) AWS/SFA 5.14 ERNiCrMo-13	0.002	0.03	0.15	22.7	осн	15.4		Сумм <0.5	550	800	45	-110/120	
TÜV													
Пруток из Ni-Cr-Mo сплава без покрытия для сварки высоколегированных сталей типа 20Cr-25Ni с 4-6% содержанием молибдена, а также сплавов на основе никеля такого же типа. Может также применяться для сварки углеродистых сталей с высоконикелевыми сталями. Наплавленный металл обладает очень хорошей ударной вязкостью и коррозионной стойкостью в различных окислительных и щелочных средах.													
Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Tigrod 19.82	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
EN 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14 ERNiCrMo-3	0.02	0.1	0.1	22.0	осн	9		Сумм<0.5	550	780	40	-196/130	
TÜV, DNV													
Коррозионностойкий жаропрочный пруток на основе никеля с содержанием 22Cr-9Mo-3.5Nb для TIG-сварки высоколегированных, жаропрочных и коррозионностойких материалов, 9 % Ni и схожих с ней по составу сталей с высокой ударной вязкостью при низких температурах. Также подходит для сварки разнородных материалов вышеуказанных марок. При сварке с OK Tigrod 19.82 обычно в качестве защитного газа используется чистый аргон.													

# Прутки для TIG-сварки

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 19.85	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
-----------------	---	----	----	----	----	----	---	--------	----	-------------------------	----------	-----------	------------

EN 18274 S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS/SFA 5.14 ERNiCr-3	0,02	0,1	3	20	>67			Сумм<0.5					
	<b>Cu</b>	<b>Ti</b>	<b>Fe</b>										
	<0.5	<0.7	<3										

TÜV

Коррозионостойкий жаропрочный пруток на основе никеля с содержанием 20Cr-3Mn-2,5Nb для TIG-сварки высоколегированных жаропрочных и коррозионостойких сталей, 9% Ni и схожими с ней по составу сталями с высокой ударной вязкостью при низких температурах. Также подходит для сварки разнородных материалов вышеназванных марок. При сварки с OK Tigrod 19.85 в качестве защитного газа обычно используется чистый аргон.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 19.92	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
-----------------	---	----	----	----	----	----	---	--------	----	-------------------------	----------	-----------	------------

EN 18274 S Ni 2061 (NiTi3) AWS/SFA 5.14 ERNi-1	0.02	0.3	0.4		93			Сумм<0.5	>200	>410	>25		+20/>130
	<b>Cu</b>	<b>Al</b>	<b>Ti</b>	<b>Fe</b>									
	0.1	0.1	3	0.2									

TÜV

Пруток на никелевой основе без покрытия с добавлением 3% титана для сварки никеля высокой степени чистоты (мин. 99.6%Ni), поковок из обычного никеля и никеля с низким содержанием С. Наплавленный металл имеет широкий спектр применения для коррозионных сред.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%) Типичные механические свойства наплавленного металла

OK Tigrod 19.93	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
-----------------	---	----	----	----	----	----	---	--------	----	-------------------------	----------	-----------	------------

EN 18274 S Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) AWS/SFA 5.14 ERNiCu-7	0.03	0.3	3		64			Сумм <0.5					
	<b>Cu</b>	<b>Al</b>	<b>Ti</b>	<b>Ta</b>	<b>Fe</b>								
	28	0.03	2	0.01	2								

TÜV

Пруток на никелевой основе без покрытия с добавлением 30% Cu, предназначен для сварки материалов аналогичного состава. Может также использоваться для сварки данных сплавов со сталью. Наплавленный металл имеет хорошую стойкость к воздействию проточной морской воды, высокие прочностные характеристики и достаточную пластичность в широком диапазоне температур. Также обладает устойчивостью к фтористо-водородной и серной кислоте, щелочам и т.д. Может быть использован для сварки схожих по составу дисперсионно-твердеющих сплавов легированных небольшим количеством Ti и Al.



# Орбитальная TIG-сварка – великолепное решение для сварки труб

ESAB предлагает полный ассортимент оборудования для орбитальной дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа, включая источники питания, предназначенного для автоматической сварки труб. Несмотря на то, что автоматическая сварка труб начала применяться с 1960-х годов, в настоящее время значительную часть все еще занимает ручная TIG-сварка. Тем не менее, существует масса веских причин, чтобы использовать автоматическую орбитальную TIG-сварку для решения различных задач – от однопроходной сварки тонкостенных нержавеющей труб до многопроходной сварки толстостенных труб, включая даже сварку в узкую разделку:

- Трудности с привлечением на работу квалифицированных молодых сварщиков.
- Значительные улучшения в эргономике оператора.
- Возможность дистанционного управления и опция видеоконтроля.
- Увеличение в цикле сварки доли операционного времени – более высокая производительность.
- Повторяемость сварочного процесса, результат – одинаковое качество швов.
- Хороший контроль тепловложения.

## Сравнение поворотной и орбитальной сварки труб

Для труб существуют два основных вида автоматических сварочных систем:

- Поворотная сварка: сварочная головка зафиксирована в одном положении, при этом труба вращается.
- Орбитальная сварка: труба закреплена в горизонтальном или вертикальном положении, при этом сварочная головка вращается вокруг трубы.

## Скобы для орбитальной TIG-сварки

Сварочные скобы используются для орбитальной сварки труб малого и среднего диаметра. Эти головки могут оснащаться устройством подачи проволоки. Максимальный диаметр свариваемой трубы может достигать 200 мм. Скобы большего размера непрактичны и громоздки. Один тип инструмента может использоваться для сварки любых труб, диаметр которых находится в пределах оговоренного диапазона. Сварочные скобы PRB/PRC, например, выпускаются для труб диаметром 17-49 мм, 33-90 мм и 60-170 мм. Обычно при разработке сварочных головок учитываются принятые стандарты на размеры

труб, чтобы диапазон применения одного сварочного инструмента был достаточно широк. Скоба одним движением руки, по принципу «самофиксирующихся клещей», крепится на трубу в том положении, в котором будет выполняться сварка. Сварочная головка PRC может также оснащаться функцией АРНД (Автоматическая Регулировка Напряжения Дуги) и механизмом поперечного колебания электрода, что необходимо при сварке многопроходных швов толстостенных трубопроводов. Сварочные скобы могут быть либо открытого (открытая сварочная горелка), либо закрытого типа (закрытая сварочная горелка). Закрытые головки охватывают всю область сварного шва в пределах объема, заполненного защитным газом. Это необходимо для защиты нагреваемой области сварного стыка от окисления. Эти инструменты используются тогда, когда необходимо обеспечить сварной шов исключительной чистоты, например в трубах, предназначенных для фармацевтической промышленности или для титановых труб. Особо низкая каретка ESAB PRD 100 (75 мм), применяется для сварки стыков с ограниченным доступом. Имеются также сварочные головки для сварки в узкую разделку толстостенных труб.

## Сварка в узкую разделку

Процесс сварки в узкую разделку при помощи автоматов орбитальной TIG-сварки и специальных сварочных головок был разработан сравнительно недавно (см. Рис. 6). За счет сужения поперечного сечения стыка его объем сокращается в два-три раза, в зависимости от толщины стенки трубы (см. рис. 7). Угол скоса кромки стандартной U-образной разделки составляет 10-20°, а у узкой разделки всего 2-6°. Сварочный шов в узкую разделку обычно выполняется методом «валик на валик», т.е. один слой за один проход.



# Порошковые проволоки для MIG/MAG-сварки

Наибольшей популярностью при сварке нержавеющей сталей традиционно пользуются ручные дуговая сварка штучным электродом, за которой следуют сварки сплошной проволокой в инертном газе (MIG), вольфрамовым электродом в среде инертного газа (TIG) и сварки под флюсом. Сварка с применением проволоки сплошного сечения является более высокоскоростной, чем штучным электродом, однако имеет ряд недостатков, как, например, сильное разбрызгивание, сильное окисление сварного шва, наплывы и подрезы, возникающие при сварке на низких токах в сложных пространственных положениях с переносом капель короткими замыканиями.

TIG-сварка и дуговая сварка под флюсом ввиду определенных преимуществ, имеющих в ряде случаев решающее значение, не потеряют своей актуальности и в дальнейшем. Представленная линейка порошковых проволок обеспечивает лучшее качество и более высокую производительность по сравнению с газодуговой сваркой проволокой сплошного сечения и штучными электродами.

Основные преимущества:

- Увеличение скорости наплавки на 30% по сравнению со сплошной проволокой и в четыре раза по сравнению со сваркой штучным электродом; в результате – более высокая скорость сварки и соответственно меньшие сварочные деформации.
- Проволока позволяет выполнять сварку всех основных марок нержавеющей сталей как в нижнем, так и вертикальном положениях, а также и при сварке в переменном положении.
- Минимальное поглощение влаги позволяет избегать образования начальной пористости в начале сварки.
- Рутиловые порошковые проволоки могут использоваться как с защитным газом Ar/CO<sub>2</sub>, так и CO<sub>2</sub>. Последний используется для снижения расходов на газ, а также имеет значительно более низкий уровень излучаемого тепла, что обеспечивает более комфортные условия для сварщика.
- Индивидуальный контроль химического состава наплавляемого металла каждой партии позволяет отвечать самым строгим требованиям к качеству.

## Серия проволок Shield-Bright

Линейка проволок серии Shield-Bright специально разработана для сварки во всех

пространственных положениях. Независимо от положения, наплавленный валик сварного шва будет плоским – это обеспечивается более высокой скоростью затвердевания расплавленного шлака. Рутиловая основа обеспечивает струйный перенос капель, а также позволяет выполнять сварку на форсированных режимах, тем самым, повышая производительность наплавки.

Удаление шлака после сварки не представляет ни какой сложности, даже при выполнении V-образных стыковых соединений. Если шлак не отходит сам, его легко удалить легким постукиванием. Брызги практически отсутствуют, что позволяет сэкономить время на дальнейшую обработку шва. Это достигается чрезвычайно стабильной дугой и струйным переносом присадочного материала, максимально повышая производительность всего процесса изготовления изделия. При этом типичный коэффициент наплавки данными проволоками составляет 80-85%, в зависимости от диаметра и величины сварочного тока.

С точки зрения производительности, данные проволоки диаметром 1,2 мм более чем в три раза превосходят покрытые электроды для ручной дуговой сварки диаметром 3,2 мм и практически в два раза превосходят сплошную проволоку диаметром 0,9 мм при сварке в вертикальном положении.

## Серия проволок Shield-Bright X-tra

Невозможно разработать сварочный материал, который смог бы одинаково эффективно варить в любом пространственном положении. Поэтому серия Shield-Bright X-tra была специально разработана для сварки швов в нижнем положении (H1) и в угол (H2). Данный тип проволоки дополняет серию Shield-Bright, создавая превосходный ассортимент сварочных материалов для нержавеющей сталей.

## Серия Shield-Bright X-tra может также

использоваться и для сварки в положении вертикаль на подъем, однако образующаяся в процессе сварки более жидкий шлак, являющийся оптимальным для сварки в нижнем положении, накладывает определенные ограничения. Сварка за один проход или в узкую разделку в положении вертикаль на подъем невозможны по причине чрезмерного перегрева. В данном пространственном положении сварка точками с гашениями дуги является отличным решением проблемы при



сварке толстых листов, когда обеспечивается достаточное рассеивание тепла в паузах. Однопроходные угловые швы и корневые проходы стыковых соединений в вертикальном положении должны выполняться на спуск, однако при этом падает глубина провара. Применение данной технологии возможно проволокой диаметром до 1,2 мм, а также ее можно успешно использоваться для высокоскоростной сварки листового материала.

### **Серия Shield-Bright X-tra отличается**

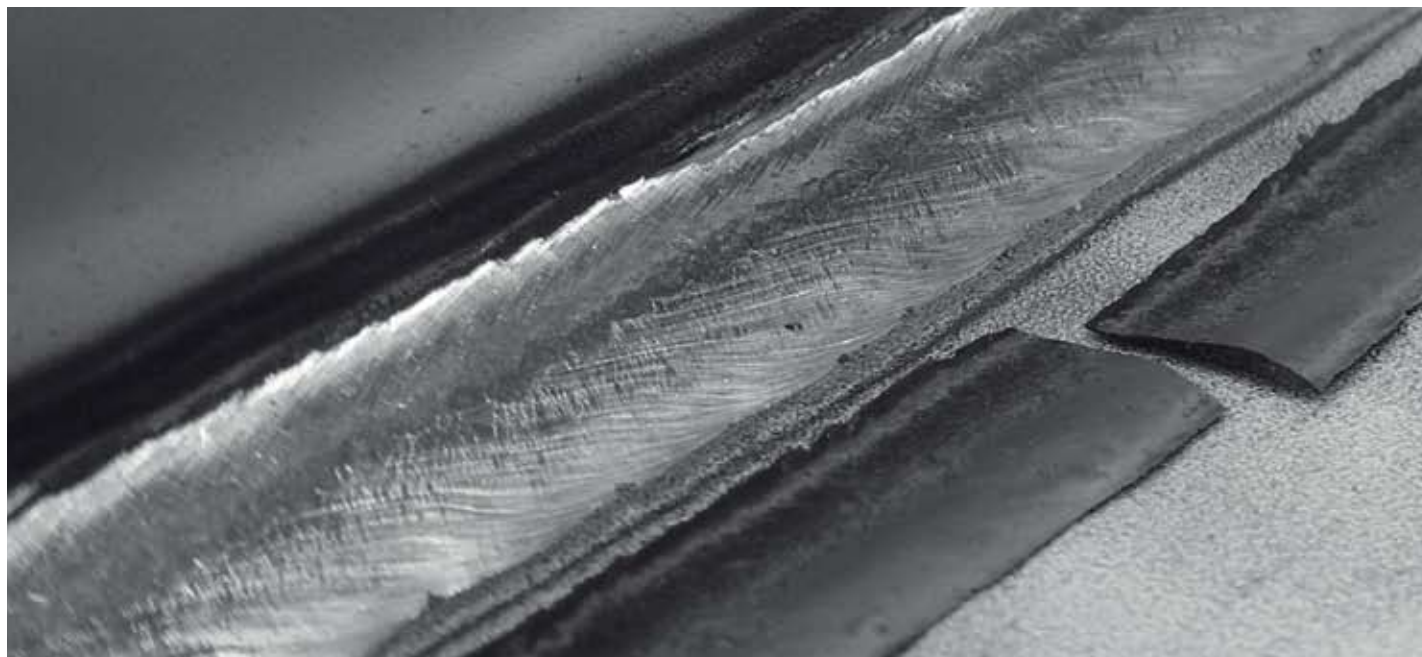
исключительной простотой в применении, высокой эффективностью наплавки и великолепным внешним видом сварного шва, не уступающего швам, выполненным электродами для ручной дуговой сварки последнего поколения. Также как и рутиловых порошковых проволок С/Мп типа, режим струйного переноса капель происходит на всех допустимых значениях сварочного тока, начиная со 100А, при диаметрах проволок до 1,2мм. Эта продукция позволяет достигать высоких скоростей сварки, снижает утомляемость сварщика, улучшает качество плавки и снижает вероятность возникновения брака по сравнению со сплошной проволокой.

Несмотря на то, что сварки данными проволоками выполняется на более высоких токах, чем Shield-Bright, брызг также практически не бывает, а тонкая шлаковая корка в большинстве случаев удаляется сама,




оставляя после себя яркую гладкую поверхность шва. Это, безусловно, является преимуществом в случаях, когда необходима последующая зачистка и полировка изделия, особенно для соединений с угловым швом.

### **Защитные газы**

Флюсонаполненные порошковые проволоки позволяют выполнять сварку на различных защитных газах, однако следует учитывать, чем выше содержание  $CO_2$ , тем больше углерода содержится в наплавке, а соответственно снижается содержание ферритной фазы. Тем не менее, эти изменения очень незначительны: содержание С линейно увеличивается на 0.01%, а Сг линейно уменьшается на 0.1% при изменении состава газовой смеси от чистого Ar до чистого  $CO_2$ . Влияние защитного газа на механические свойства также минимально, так что этим можно пренебречь. Что касается сварочно-технологических характеристик, содержание  $CO_2$  должно быть не менее 20%, т.к. недостаток  $CO_2$  приводит к ухудшению стабильности дуги.



# Порошковые проволоки для MIG/MAG-сварки

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
<b>Shield-Bright 308L X-tra</b>											
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 19 9 L R C 3 T 19 9 L R M 3	0.02	0.9	1.4	19.6	9.9	0.1	0.15	410	580	40
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E308LT0-1 E308LT0-4										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, DNV, LR, TÜV										
Диаметр (мм) 1.2 и 1.6											
											
Shield-Bright 308L X-tra – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении нержавеющей стали типа 18...20Cr - 8...12%Ni. В дополнение к маркам 304L и 308L, она также подходит для сварки стабилизированных марок сталей 321 и 347. Shield-Bright 308L X-tra характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO <sub>2</sub> или чистого CO <sub>2</sub> . Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.											
<b>Shield-Bright 309L X-tra</b>											
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 23 12 L R C 3 T 23 12 L R M 3	0.03	0.8	1.4	24.5	12.5	0.1	0.10	480	600	35
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E309LT0-1 E309LT0-4										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, DNV, TÜV										
Диаметр (мм) 1.2 и 1.6											
											
Shield-Bright 309L X-tra – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении нержавеющей стали с углеродистыми и низколегированными сталями или для буферного слоя при наплавке на черные стали лакирующего слоя. Shield-Bright 309L X-tra характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO <sub>2</sub> или чистого CO <sub>2</sub> . Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.											
<b>Shield-Bright 309LMo X-tra</b>											
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 23 12 2 L R C 3 T 23 12 2 L R M 3	0.03	0.8	1.2	23.5	13.5	2.5	0.10	550	690	30
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E309LMoT0-1 E309LMoT0-4										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>											
Диаметр (мм) 1,2 и 1,6											
											
Shield-Bright 309LMo X-tra – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO <sub>2</sub> или чистого CO <sub>2</sub> . Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.											

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 316L X-tra</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	EN ISO 17633-A T 19 12 3 L R C 3 T 19 12 3 L R M 3	0.03	0.6	1.3	18.5	12	2.7	0.15	450	580	36	
<b>Полярность</b> DC+	AWS/SFA A5.22 E316LT0-1 E316LT0-4											
<b>Защитный газ</b> Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, LR, TÜV											

Shield-Bright 316L X-tra – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении, дающая наплавку состава 316 с низким углеродом типа 18...20Cr-10...14Ni-2...3Mo. Состав проволоки также позволяет успешно варить стабилизированные марки сталей. Shield-Bright 316L X-tra характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 317L X-tra</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	AWS/SFA A5.22 E317LT0-1 E317LT0-4	0.03	0.7	1.5	19.0	12.5	3.5	0.15	480	580	35	

Shield-Bright 317L X-tra – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении нержавеющей сталей 317 и 317L. Shield-Bright 317L X-tra характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

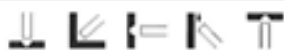
	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 347 X-tra</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	EN ISO 17633-A T 19 9 Nb R M 3 AWS/SFA A5.22	0.04	0.5	1.6	19	9.6	0.1	0.04	460	610	41	
<b>Полярность</b> DC+	E347T0-1 E347T0-4	<b>Nb</b> 0.8										

Shield-Bright 347 X – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении нержавеющей сталей 321 и 347. Shield-Bright 347 X-tra характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

# Порошковые проволоки для MIG/MAG-сварки

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
<b>Shield-Bright 308L</b>											
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 19 9 L P M 2 / T 19 9 L P C 2	0.03	0.9	1.2	19	10	0.1	0.15	410	580	44
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E308LT1-1 E308LT1-4										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, CWB, TÜV										

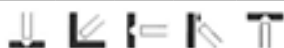
Диаметр (мм)  
1.2



Shield-Bright 308L – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех пространственных положениях нержавеющей стали типа 18...20Cr - 8...12%Ni. В дополнение к маркам 304L и 308L, она также подходит для сварки стабилизированных марок сталей 321 и 347. Shield-Bright 308L характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
<b>Shield-Bright 309L</b>											
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 23 12 L P C 2 T 23 12 L P M 2	0.03	0.9	1.3	24	12.5	0.1	0.10	480	600	35
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E309LT1-1 E309LT1-4										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, GL, TÜV										

Диаметр (мм)  
1.2

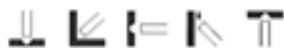


Порошковая проволока для сварки во всех пространственных положениях, обеспечивающая наплавленный металл типа 309L. Кроме этого, содержание ферритной фазы в наплавленном металле позволяет сваривать разнородные и трудносвариваемые стали. Shield-Bright 309L характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p,0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
<b>Shield-Bright 309LMo</b>											
Тип рутиловое	AWS/SFA A5.22 E309LMoT1-1 E309LMoT1-4	0.03	0.8	1.2	23.5	13.5	2.5	0.10	480	620	30
Полярность DC+											

Защитный газ  
Ar/15-25%CO<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>

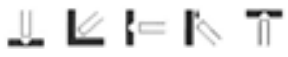
Диаметр (мм)  
1.2



Shield-Bright 309LMo – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех пространственных положениях буферных слоев при их плакировании 316-й сталью, сварки разнородных сталей, таких как Mo-содержащий аустенитных сталей с углеродистыми. Shield-Bright 309LMo характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 316L</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	EN ISO 17633-A T 19 12 3 L P M 2 / T 19 12 3 L P C 2	0.03	0.6	1.3	18.5	12	2.7	0.15	450	580	40	
<b>Полярность</b> DC+	AWS/SFA A5.22 E316LT1-1 E316LT1-4											
<b>Защитный газ</b> Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>	ABS, CWB, TÜV											

**Диаметр (мм)**  
1.2

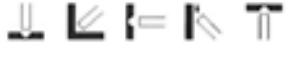


Shield-Bright 316L – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех пространственных положениях стали марки 316 с низким углеродом типа 18...20Cr-10...14Ni-2...3Mo. Состав проволоки также позволяет успешно варить стабилизированные марки сталей. Shield-Bright 316L характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 317L</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	AWS/SFA A5.22 E317LT1-1 E317LT1-4	0.03	0.9	1.2	19.5	13.0	3.5	0.15	480	620	35	
<b>Полярность</b> DC+												

**Защитный газ**  
Ar/15-25%CO<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>

**Диаметр (мм)**  
1.2



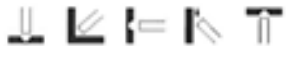
Shield-Bright 317L – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех пространственных положениях сталей марок 317 и 317L. Shield-Bright 317L характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
<b>Shield-Bright 347</b>												
<b>Тип</b> рутиловое	AWS/SFA A5.22 E347LT1-1 E347LT1-4	0.03	0.9	1.2	19.5	10.0	0.1	0.10	520	650	35	
<b>Полярность</b> DC+												
<b>Защитный газ</b> Ar/15-25%CO <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub>												
<b>Диаметр (мм)</b> 1.2												

**Полярность**  
DC+

**Защитный газ**  
Ar/15-25%CO<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>

**Диаметр (мм)**  
1.2

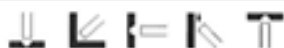


Shield-Bright 347 – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех положениях нержавеющей стали марок 321 и 347. Также может использоваться для сварки марок 302, 304 и иногда 304L. Shield-Bright 347 характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

# Порошковые проволоки для MIG/MAG-сварки

OK Tubrod 14.27	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	N	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 22 9 3 N L P M 2 T 22 9 3 N L P C 2	0.03	0.9	1.0	22.6	9	3	0.15	0.15	637	828	26
Полярность DC+	AWS/SFA A5.22 E2209LT1-4 / E2209LT1-1											
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub>	ABS, DNV, LR, TÜV											

Диаметр (мм)  
1.2



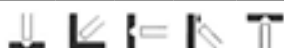
OK Tubrod 14.27 – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех положениях дуплексных нержавеющих сталей. Идеально подходит для сварки во всех положениях дуплексных сталей SAF 2205, FAL223, AF22, NK Cr22. и HY Resist 22/5. OK Tubrod 14.27 характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

OK Tubrod 14.28	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	N	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип рутиловое		0.03	0.6	0.9	25.2	9.2	3.9	0.15	0.25	700	870	18

Полярность  
DC+

Защитный газ  
Ar/15-25%CO<sub>2</sub>

Диаметр (мм)  
1.2



OK Tubrod 14.28 – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки во всех супердуплексных нержавеющей сталей. Химический состав наплавленного металла обеспечивает повышенную устойчивость к питтинговой коррозии. OK Tubrod 14.28 характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва. Высокое качество сварных швов, выполненных данной проволокой, подтверждается результатами рентгенографии. Односторонняя сварка корня шва может выполняться на керамических подкладках с высокой производительностью.

OK Tubrod 14.37	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	
Тип рутиловое	EN ISO 17633-A T 22 9 3 N L R C 3 T 22 9 3 N L R M 3	0.03	0.7	0.9	22.6	8,9	3,1	0.13	556	735	32	

Полярность  
DC+

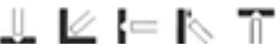
Защитный газ  
Ar/15-25%CO<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>


Диаметр (мм)  
1.2





OK Tubrod 14.37 – это рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении дуплексных нержавеющей сталей. Характеризуется отличными сварочно-технологическими свойствами при использовании традиционных неимпульсных источников питания с применением в качестве защитного газа Ar/15...25%CO<sub>2</sub> или чистого CO<sub>2</sub>. Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва.



Shield-Bright 410 NiMo	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип рутиловое	AWS/SFA A5.22 E410NiMoT1-4	0.01	0.7	0.5	11.3	4.1	0.5	0.03	760	900	17
Полярность DC+	Shield-Bright 410 NiMo – это всепозиционная рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки и ремонта рабочих колес и других элементов гидротурбин. Рекомендуется для сварки поковок из нержавеющей стали типа UNS S41 500, а также отливок материалов, схожих по составу со сталью типа 13Cr-4Ni-Mo. В качестве защитного газа применяется только сварочная смесь Ar/15...25%CO <sub>2</sub> . Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у штучных электродов или сплошной проволоки (до 4кг/ч в положениях В1, П1). Данная проволока показывает наилучшие результаты в режиме дуги со струйным переносом. Шлак удаляется сам, либо при помощи незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый плоский шов с хорошим проваром и плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, при использовании данного типа проволоки не образуется кремниевых бляшек, что значительно экономит время на зачистку сварного шва.										
Защитный газ Ar/15-25%CO <sub>2</sub>											
Диаметр (мм) 1.2 и 1.6											
											

OK Tubrod 15.30	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип порошковое	EN ISO 17633-A T 19 9 L M M 2	0.02	0.7	1.3	18.8	9.8	0.1	0.10	340	550	45
Полярность DC+	DB, TÜV										
Защитный газ Ar/2%O <sub>2</sub>	OK Tubrod 15.30 – это нержавеющая металлопорошковая проволока типа 308L, предназначенная для высокопроизводительной сварки сталей марок 301, 302, 304 и 304L. При сварке не образуется шлаковая корка, а только небольшое количество кремниевых бляшек и незначительное количество брызг, что делает ее пригодной для автоматической и роботизированной сварки. Процесс сварки протекает в режиме дуги со струйным переносом с использованием в качестве защитного газа Ar/2%O <sub>2</sub> сварочной смеси.										
Диаметр (мм) 1.2											
											

OK Tubrod 15.31	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	N	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип порошковое	EN ISO 17633-A T 19 12 3 L M M 2	0.02	0.7	1.2	17.6	11.6	2.7	0.10	416	575	37
Полярность DC+	DB, DNV, LR, TÜV										
Защитный газ Ar/2%O <sub>2</sub>	OK Tubrod 15.31 – это нержавеющая металлопорошковая проволока типа 316L, предназначенная для высокопроизводительной сварки. При сварке не образуется шлаковая корка, а только небольшое количество кремниевых бляшек и незначительное количество брызг, что делает ее пригодной для автоматической и роботизированной сварки. Процесс сварки протекает в режиме дуги со струйным переносом с использованием в качестве защитного газа Ar/2%O <sub>2</sub> сварочной смеси.										
Диаметр (мм) 1.2											
											

OK Tubrod 15.34	Классификация и одобрения	Типичный химический состав наплавленного металла (%)							Типичные механические свойства наплавленного металла		
		C	Si	Mn	Cr	N	Mo	Cu	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)
Тип порошковое	EN ISO 17633-A T 18 8 Mn M M 2	0.10	0.7	6.7	18.5	8.7	0.1	0.10	430	635	39
Полярность DC+	DB, TÜV										
Защитный газ Ar/2%O <sub>2</sub>	OK Tubrod 15.34 – это нержавеющая металлопорошковая проволока типа 307, предназначенная для высокопроизводительной сварки броневых, аустенитно-марганцевых и разнородных по составу сталей. При сварке не образуется шлаковая корка, а только небольшое количество кремниевых бляшек и незначительное количество брызг, что делает ее пригодной для автоматической и роботизированной сварки. Процесс сварки протекает в режиме дуги со струйным переносом с использованием в качестве защитного газа Ar/2%O <sub>2</sub> сварочной смеси.										
Диаметр (мм) 1.2											
											

# Строительство танкера для перевозки химически активных жидкостей с применением порошковых сварочных проволок.

## 1 Стыковка листов дна танка



Положение сварки: H1 (PA)  
Корень и 1-й проход FCAW  
проволокой OK Tubrod 14.37  
ручной сваркой на керамических  
подкладках.  
Заполнение SAW OK Autrod 2209 /  
OK Flux 10.93

## 2 Connection between tank floor and carbon steel hull



Положение сварки: H1 (PA)  
Корень и 1-й проход FCAW  
проволокой OK Tubrod 14.22  
ручной сваркой на керамических подкладках.  
Заполнение SAW OK Autrod 309L /  
OK Flux 10.93

## 3 Соединение гофрированных перегородок с бортами судна



Положение сварки: B1 (PF)  
Корень FCAW проволокой OK  
Tubrod 14.27 ручной сваркой на  
керамических подкладках.  
Заполнение – ручная FCAW-сварка  
проволокой OK Tubrod 14.27

## 4 Соединение вертикальных стенок с откосами танка



Положение сварки:  
Г (PC)  
Корень FCAW  
проволокой OK  
Tubrod 14.27  
ручной сваркой  
на керамических  
подкладках.  
Заполнение –  
ручная FCAW-сварка  
проволокой  
OK Tubrod 14.27

## 5 Соединение с откосов танка с днищем

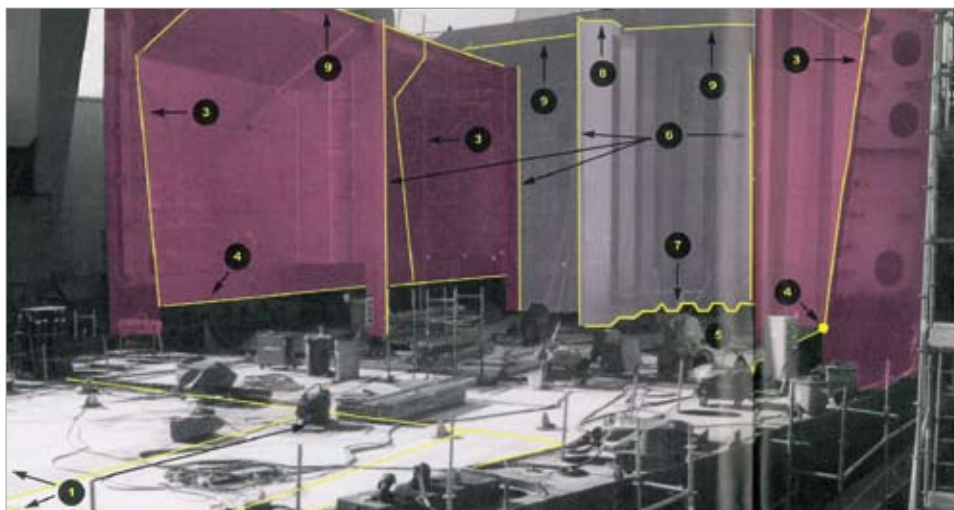


Положение сварки: Г (PC)  
Многопроходная ручная FCAW-сварка  
Т-образного стыка с полным проплавлением  
проволокой OK Tubrod 14.27.  
Герметизирующая облицовка штучными  
электродами ОК 67.50

## 6 Соединение гофрированной стенки с днищем танка



Положение сварки: Г (PC)  
Корень ручная FCAW проволокой  
OK Tubrod 14.27 на цилиндрических  
керамических подкладках.  
Заполнение ручная FCAW-сварка  
проволокой OK Tubrod 14.27



Линейка порошковых проволок ESAB для сварки стандартных дуплексных нержавеющей сталей состоит из всепозиционной проволоки OK Tubrod 14.27 и проволоки для сварки в нижнем положении – OK Tubrod 14.37. Обе проволоки обладают оптимальными сварочно-технологическими характеристиками и производительностью для ручной и автоматизированной сварки.

OK Tubrod 14.27 является довольно универсальным присадочным материалом, который подходит для сварки во всех положениях, включая сварку труб в комбинации с подваркой корня TIG-сваркой. Возможна сварка угловых швов сверху вниз с достаточно большой скоростью для стыков, которые не требуют полного провара корня шва. Многие производители используют данную марку проволоки как стандартную, когда большинство

сварочных работ выполняется в различных пространственных положениях. Обе марки проволоки обладают явными преимуществами по сравнению со штучными электродами (MMA) и газодуговой механизированной сваркой проволокой сплошного сечения (GMAW), сравнение которых приведено ниже:

### Преимущества по сравнению с MMA:

- Более высокая общая производительность благодаря длительному операционному времени
- Скорость наплавки при сварке в различных пространственных положениях почти в 3 раза выше
- Экономичная наплавка при сварке корневых швов, требования к квалификации сварщика не такие жесткие
- Отсутствие отходов от неиспользованных остатков электродов

### Преимущества по сравнению с GMAW:

- При сварке в различных пространственных положениях производительность выше на 150%
- Отличная производительность при использовании традиционных источников питания; не требуются дорогостоящие импульсные инверторные выпрямители
- Использование стандартного 80%Ar/20%CO<sub>2</sub> защитного газа; не требуется использование более дорогостоящих смесей с повышенным содержанием аргона. Производители получают возможность применять только один газ для сварки как нелегированных, так и нержавеющей сталей.
- Меньшая степень окисления поверхности шва благодаря защитному действию шлака
- Зачистка или проварка обратной стороны корня шва не требуется

# Флюсы для дуговой и электрошлаковой сварки и наплавки под флюсом

## Определение

Дуговая сварка под флюсом (SAW) является таким методом сварки, при котором тепло необходимое для расплавления металла, образуется за счет электрического тока, проходящего между электродом и свариваемой деталью. Слой гранулированного минерального материала, известного как флюс для дуговой сварки, покрывает рабочую поверхность сварочной проволоки, дугу и свариваемые детали. При этом способе сварки отсутствуют искры, видимая дуга, брызги металла и дым. Электрод может представлять собой сплошную или порошковую электродную проволоку или ленту. Дуговая сварка под флюсом – это как правило автоматический процесс. Сварочный ток, напряжение на дуге и скорость сварки – все это оказывает



влияние на форму наплавленного валика, глубину проплавления и химический состав наплавленного металла шва. Так как оператор не может следить за сварочной ванной, то многое зависит от установленных параметров и положения электрода.

## Виды упаковок флюса, проволоки и ленты

Компания ESAB поставляет флюсы в бумажных пакетах по 25 кг. Некоторые типы флюсов поставляются в бумажных пакетах по 20 кг. Изнутри каждый бумажный пакет имеет слой полиэтиленового покрытия, который обеспечивает защиту флюса от поглощения влаги из окружающей среды. Полеты с флюсом также защищены от влаги: они обернуты влагозащитной пленкой.

Компания ESAB может поставлять флюсы в более прочных упаковках: в стальных ведрах весом 25 кг и 30 кг. В крышке ведра предусмотрена эластичная резиновая прокладка, которая обеспечивает влагонепроницаемость упаковки. Упаковочный материал может использоваться для вторичного применения, таким образом, он является экологичным материалом. Большая часть бумажных пакетов перерабатывается для вторичной переработки в качестве макулатуры.

Электродные проволоки из нержавеющей стали и на основе никеля, которые применяются для дуговой сварки под флюсом, поставляется в виде катушек на проволочных каркасах весом по 25 кг.

Электродная проволока, имеющая диаметр до 2.0 мм, может также поставляться в восьмигранных картонных барабанах по 475 кг. В упаковках типа **Marathon Pac** электродная проволока уложена таким образом, что обеспечивается ее прямолинейная подача в зону сварки. В этом случае не требуется специальное разматывающее устройство. Все эти упаковочные материалы не подлежат возврату, но



все они могут быть полностью переработаны для вторичного использования.

Ленточный электрод поставляется в холоднокатаном состоянии, смотанным в бухты по 25 кг или 50 кг и по 100-200 кг, имеющими внутренний диаметр 300 мм. Стандартная толщина ленточного электрода равна 0.5 мм; ширина, как правило, равна 30, 60 и 90 мм.

По запросу покупателя могут поставляться бухты, имеющие другой вес, а также другие размеры электродной ленты.

# Флюсы для дуговой и электрошлаковой сварки и наплавки под флюсом

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%)

OK Flux 10.05		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
Индекс основности 1.1	EN 760: SA CS 2 DC <b>C OK Band 309L</b>									
Насыпная плотность ~ 0.7 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 23 12 L AWS/SFA 5.9: EQ309L									
Размер гранул 0.25-1.6мм	TÜV <b>C OK Band 308L*</b>									* во 2-м слое наплавки по углеродистой стали
Тип шлака слабо-основный	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: EQ308L <b>C OK Band 347*</b>	0.02	0.6	1.0	19.0	10.5		0.03	6	* во 2-м слое наплавки по углеродистой стали
Полярность DC+	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: EQ347 <b>C OK Band 316L*</b>	0.02	0.7	1.1	19.0	10.5		0.03	8	Nb=0.35
Легирование из флюса нет	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: EQ316L	0.02	0.7	1.1	18.0	13.0	2.5	0.02	7	

TÜV

OK Flux 10.05 является агломерированным флюсом на алюминатной основе, разработанным для ленточной дуговой наплавки под флюсом Cr, Cr-Ni, Cr-Ni-Mo и стабилизированными нержавеющейими лентами из сталей класса AWS EQ300. Флюс OK Flux 10.05 является стандартным флюсом компании ESAB для наплавки буферных слоев на углеродистую или низколегированную сталь. Он обладает очень хорошими сварочно-технологическими характеристиками, дает ровную поверхность наплавленного валика и обеспечивает легкое удаление шлака. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, в ядерной энергетике, на целлюлозно-бумажных комбинатах, в строительстве и т.д.

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%)

OK Flux 10.06, OK Flux 10.06F		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
Индекс основности 1.0	EN 760: SA CS 2 CrNiMo DC <b>C OK Band 309L*</b>									* в 1-ом слое наплавки с OK Band 309L 0,5x60 мм и OK Flux 10.06F
Насыпная плотность ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN 12072: S 23 12 L AWS/SFA 5.9: EQ309L	0.03	0.6	0.8	18.6	11.9	2.5	0.05	6.7	
Размер гранул 0.25-1.4мм	<b>C OK Band 309L**</b> EN ISO 14343 S 23 12 L AWS/SFA 5.9: EQ309L	0.03	0.6	0.8	18.6	11.9	2.5	0.05	6.7	* в 1-ом слое наплавки с OK Band 309L 0,5x90 мм и OK Flux 10.06
Тип шлака нейтральный	OK Flux 10.06 и OK Flux 10.06F являются нейтральными агломерированными флюсами, обеспечивающие дополнительное легирование Cr, Ni и Mo; они разработаны для ленточной дуговой наплавки под флюсом при высоких скоростях наплавки лентой типа AWS EQ309L. Они дают в первом слое наплавленный металл типа 316L, например, для наплавки внутренней поверхности котлов для целлюлозно-бумажной промышленности. Шлак отделяется самостоятельно, или с приложением минимальных усилий, получая чистый и плоский наплавленный слой. Флюс OK Flux 10.06F разработан специально для сварки лентой, имеющей ширину 60 мм. Флюс OK Flux 10.06 предназначен для сварки лентой, имеющей ширину 90 мм. Используется в химической, бумажной промышленности, для наплавки резервуаров для хранения нефти и т.д.									
Полярность DC+										
Легирование из флюса Cr-компенсирующий, легирование Ni и Mo										

Классификация и одобрения Типичный химический состав наплавленного металла (%)

OK Flux 10.07		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
Индекс основности 1.0	EN 760: SA CS 3 NiMo DC <b>C OK Band 430*</b>									* во 2-ом слое наплавки с OK Band 430 0,5x60 мм
Насыпная плотность ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 17	0.05	0.6	0.15	13.0	4.0	1.0			
Размер гранул 0.25-1.4мм	OK Flux 10.07 является нейтральным, агломерированным флюсом, дополнительно легирующим наплавку Ni и Mo. Он разработанным для ленточного наплавки под флюсом лентой типа AWS EQ430 и обеспечивает получение слоя наплавленного металла типа 14Cr-4Ni-1Mo и твердость по Бринеллю 370-420 НВ. К комбинации с этот флюсом образуется ферритная структура наплавленного металла с улучшенной вязкостью и стойкостью к образованию трещин при эксплуатации. Используется для наплавки валов, поршней, литых валков и других деталей для ремонта и восстановления.									
Тип шлака нейтральный										
Полярность DC+										
Легирование из флюса Легирование Ni и Mo										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK Flux 10.10		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
<b>Индекс основности</b> 4.0	EN 760: Не классифицировано <b>C OK Band 309L ESW*</b>	* в 1-ом слое наплавки по 2,25Cr-1Mo стали								
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343: Не классиф. AWS/SFA 5.9: Не классиф.	0.03	0.4	1.2	19.0	10.0		0.05	4	
<b>Размер гранул</b> 0.2-1.0мм	<b>C OK Band 309LNb ESW*</b>	* в 1-ом слое наплавки по 2,25Cr-1Mo стали								
<b>Тип шлака</b> высокоосновный	EN ISO 14343: Не классиф. AWS/SFA Не классиф.	0.03	0.4	1.3	19.0	10.0		0.05	4	Nb=0.4
<b>Полярность</b> DC+	TÜV <b>C OK Band 309L Mo ESW*</b>	* в 1-ом слое наплавки по 2,25Cr-1Mo стали								
<b>Легирование из флюса</b> нет	EN ISO 14343: Не классиф. AWS/SFA Не классиф.	0.03	0.4	1.1	18.0	12.5	2.8	0.04	6	
OK Flux 10.10 является высокоосновным, агломерированным флюсом, разработанным для электрошлаковой ленточной наплавки лентами из аустенитных нержавеющей сталей. OK Flux 10.10 является стандартным флюсом компании ESAB для электрошлаковой ленточной наплавки разными лентами, например OK Band 309L ESW. Этот флюс разработан для высокопроизводительной ленточной наплавки. Он дает ровный внешний вид наплавленного валика, очень хорошие сварочно-технологические характеристики и легко удаляемый шлак. Его можно применять для одно- и многослойной наплавки. Однако для этого процесса требуется специальная сварочная головка и источник питания, как минимум на 1600 А. Используется для химических и нефтехимических установок, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, компонентов ядерных реакторов и в ядерной энергетике.										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK Flux 10.11		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
<b>Индекс основности</b> 5.4	EN 760: SA AF 2 DC <b>OK Band NiCrMo3*</b>	* в 1-м слое наплавки по углеродистой стали								
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN 18274: S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14: ER NiCrMo-3	0.025	0.45	0.07	19.6	Осн.	8.1	0.01	4	Nb+Ta=2.9, Fe=7
<b>Размер гранул</b> 0.2-1.0мм	<b>OK Band NiCrMo3**</b>	* во 2-м слое наплавки по углеродистой стали								
<b>Тип шлака</b> очень высокоосновный	EN ISO 14343 18274: S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14: ER NiCrMo-3	0.02	0.5	0.03	21.0	Осн.	8.1	0.01	4	Nb+Ta=3.2, Fe=4
<b>Полярность</b> DC+	OK Flux 10.11 является высокоосновным, агломерированным флюсом, разработанным для электрошлаковой ленточной наплавки лентами из полностью аустенитной нержавеющей стали и из сплавов на никелевой (Ni) основе. Может использоваться для одно- и многослойной наплавки на форсированных скоростях. Флюс OK Flux 10.11 имеет очень хорошие сварочно-технологические характеристики, дает ровный внешний вид наплавленного валика и легко удаляемый шлак. Используется в химической перерабатывающей промышленности, для оборудования для контроля за загрязнением окружающей среды, оборудования морского базирования, компонентов ядерных реакторов, валов насосов.									
<b>Легирование из флюса</b> нет										

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								
OK Flux 10.14		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие
<b>Индекс основности</b> 4.4	EN 760: Не классиф. <b>C OK Band 309LNb *</b>	* в 1-м слое наплавки по углеродистой стали								
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 23 12 L Nb (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.9:	0.03	0.5	1.6	19.0	10.0		0.02	5	Nb=0.6
<b>Размер гранул</b> 0.2-1.0мм	OK Flux 10.14 является высокоосновным, агломерированным флюсом, разработанным для электрошлаковой ленточной наплавки лентами из аустенитной нержавеющей стали, особенно, лентами марки OK Band 309LNb Этот флюс предназначен для высокоскоростной ленточной наплавки, до 35 см/мин. Может быть использован для одно- и многослойной наплавки. Он дает ровный внешний вид наплавленного валика, хорошие сварочно-технологические характеристики и легко удаляемый шлак. Однако для процесса требуется сварочная головка с водяным охлаждением и источник питания, как минимум, 2400 А. Используется для наплавки химических и нефтехимических установок, для сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, компонентов ядерных реакторов и ядерной энергетике.									
<b>Тип шлака</b> очень высокоосновный										
<b>Полярность</b> DC+										
<b>Легирование из флюса</b> нет										

# Флюсы для дуговой и электрошлаковой сварки и наплавки под флюсом

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Flux 10.16		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>Индекс основности</b> 2.4	EN 760: SA AF 2 DC <b>C OK Autrod 19.82</b>													
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.2 кг/дм <sup>3</sup>	EN 18274: S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14 ER NiCrMo-3 <b>C OK Autrod 19.85</b>	0.01	0.3	0.3	21	Осн.	9		Nb+Ta=3 Fe=3		425	700	40	+20/130 -196/80
<b>Размер гранул</b> 0.25-1.6мм	EN 18274: S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS/SFH 5.14 ERNiCr-3	0.01	0.3	3.2	19	Осн.	0.5		Nb=2.5		360	600	35	+20/140 -196/100
<b>Тип шлака</b> основное	<b>C OK Band NiCrMo3*</b>	* во 2-м слое наплавки по углеродистой стали												
<b>Полярность</b> DC+	EN 18274: S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFH 5.14 ER NiCrMo-3	0.01	0.2	1.1	21	Осн.	8	0.026	Nb+Ta=2.8 Fe=4					
<b>Легирование из флюса</b> Нет	<b>C OK Band NiCr3*</b>	* во 2-м слое наплавки по углеродистой стали												
	EN 18274: S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS/SFH 5.14 ERNiCr-3	0.02	0.5	3	20	Осн.			Nb=2.5					

OK Flux 10.16 это агломерированный нелегирующий флюс для электродуговой сварки под флюсом. Разработан для стыковой сварки проволокой на никелевой основе. Может также использоваться для наплавки лентами из сплава на никелевой основе. Хорошо сбалансированный состав флюса минимизирует переход кремния из флюса в наплавленный металл, обеспечивает хорошие механические свойства (в частности, великолепные значения по ударной вязкости) и снижение риска образования горячих трещин. OK Flux 10.16 можно использовать только на постоянном токе (DC) для стыковой сварки проволокой на никелевой основе. Этот флюс имеет хорошие сварочно-технологические характеристики для положения Г(РС). Используется для одно- и многослойной сварки листов любой толщины. Флюс подходит для ленточной наплавки лентами всех марок на никелевой основе. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, шельфовых конструкций, оборудования морского базирования, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти и т.д.

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Flux 10.90		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>Индекс основности</b> 1.7	EN 760: SA AF 2 CrNi DC <b>C OK Autrod 19.81</b>													
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN 18274: S Ni6059 (NiCr23Mo16) AWS/SFA 5.14 ERNiCrMo-13 DNV: NV5Ni/NV8Ni	0.01	0.2	3	22	Осн.	14.0		Fe=3	5-10	470	675	46	+20/65 -196/70
<b>Размер гранул</b> 0.25-1.6мм	<b>C OK Autrod 19.82</b>													
<b>Тип шлака</b> основное	EN 18274: S Ni6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS/SFA 5.14 ER NiCrMo-3 <b>C OK Autrod 19.83</b>	0.01	0.2	1.5	21	Осн.	8.5		Nb+Ta=3, Fe=3		440	720	33	+20/130 -196/90
<b>Полярность</b> DC+	EN 18274: S Ni 6276 (NiCr15Mo16Fe6W4) AWS/SFA 5.14 NiCrMo-4 <b>C OK Autrod 19.85</b>	0.01	0.2	1.9	15	Осн.	14		W=3.5, Fe=7		480	700	35	+20/85 -196/75
<b>Легирование из флюса</b> Cr-компенсирующий, легирование Ni и Mn	EN 18274: S Ni6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS/SFA 5.14 ERNiCr-3	0.01	0.5	3.5	20	Осн.	0.5		Nb=2.5		400	600	35	

OK Flux 10.90 является агломерированным фторидно-основным флюсом для электродуговой сварки под флюсом 9 % никелевых сталей, других высоколегированных сталей и сплавов на никелевой основе в комбинации с проволоками из сплава на никелевой основе. OK Flux 10.90 является решением ваших проблем связанных со сваркой емкостей для хранения сжиженного природного газа. Этот флюс является Cr-компенсирующим, он обеспечивает легирование наплавленного металла Mn и небольшим количеством Ni, что минимизирует риск образования горячих трещин при сварке материалами на никелевой основе. Он ориентирован больше на многопроходную сварку. Небольшое легирование наплавленного металла Si в процессе сварки обеспечивает хорошие механические свойства (в частности, особенно хорошие значения по ударной вязкости). Обеспечивает легкое отделение шлака и хороший внешний вид наплавленного валика, а также очень хорошие сварочно-технологические характеристики для положения Г(РС). Предназначен для сварки на постоянном токе. Применяется для одно- и многослойной сварки листов неограниченной толщины. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, шельфовых конструкций, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти и т.д.

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Flux 10.92		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>Индекс основности</b> 1.0	EN 760: SA CS 2 DC													
	<b>C OK Autrod 308L</b>													
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: ER308	<0.03	0.9	1	20.0	10.0					365	580	38	-60/60 -196/50
	TÜV <b>C OK Autrod 347</b>													
<b>Размер гранул</b> 0.25-1.6мм	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: ER347	0.04	0.7	0.9	19.8	9.7			9		470	640	35	+20/65 -60/55 -110/40
	TÜV <b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Тип шлака</b> нейтральный	TÜV													
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Полярность</b> DC+	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: ER316L	0.02	0,8	1	19.1	11.9	2.7				385	590	36	-60/55
	TÜV <b>C OK Autrod 318</b>													
<b>Легирование из флюса</b> Cr-ком-пенсирующий	EN ISO 14343 S 19 12 3 Nb AWS/SFA 5.9: ER318	<0.03	0.5	1.2	18.5	12	2.6		9	Nb=0.5	440	600	42	+20/100 -60/90 -110/40
	TÜV <b>C OK Autrod 309MoL</b>													
	EN ISO 14343 S 23 12 L AWS/SFA 5.9: (ER309MoL)	0.02	0.8	1.5	21	15	3				400	600	38	+20/120
	TÜV <b>C OK Band 308L*</b>													
	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: EQ308L	0.02	1	0.7	20.6	9.8			12					
	TÜV <b>C OK Band 347*</b>													
	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: EQ347	0.02	1.3	0.7	20.6	9.5			15	Nb=0.5				
	TÜV <b>C OK Band 316L*</b>													
	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: EQ316L	0.02	0.9	0.7	18.5	12.3	2.8		8					
	TÜV													

OK Flux 10.92 является нейтральным хромкомпенсирующим агломерированным флюсом. Этот флюс разработан для ленточной наплавки, стыковой сварки и для сварки угловых швов нержавеющей и коррозионостойких сталей проволоками типа AWS ER300. Предназначен для сварки на постоянном токе для одно- и многослойной сварки листов неограниченной толщины. Обеспечивает хорошие сварочно-технологические характеристики и отличается легким удалением шлака. При использовании для ленточной наплавки сварочными лентами из аустенитных нержавеющей сталей флюс OK Flux 10.92 дает ровную поверхность наплавленного валика. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, шельфовых конструкций, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, емкостей для хранения химически активных продуктов, в ядерной энергетике и т.д.

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)									Типичные механические свойства наплавленного металла			
OK Flux 10.93		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	FN	Прочие	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
Индекс основности 1.7	EN 760: SA AF 2 DCC													
	<b>C OK Autrod 308L</b>													
Насыпная плотность ~ 1.1 кг/дм³	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: ER308L	<0.03	0.6	1.4	20	10		0.06	8		400	560	38	+20/100 -60/65 -110/55 -196/40
	DNV 308L, TÜV, DB, CE													
Размер гранул 0.25-1.6мм	<b>C OK Autrod 308H</b>													
	EN ISO 14343 S 19 9 H AWS/SFA 5.9: ER308H	0.05	0.6	1.5	20	9.6			10					
Тип шлака основное	<b>C OK OK Autrod 347</b>													
	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: ER347	0.04	0.5	1.1	19	9.6			8	Nb=0.5	455	635	35	-60/85 -110/60 -196/30
Полярность DC+	TÜV, DB													
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
Легирование из флюса нет	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: ER316L	<0.03	0.6	1.4	18.5	11.5	2.7		8		390	565	35	-60/90 -110/75 -196/40
	DNV 316L, TÜV, DB													
	<b>C OK Autrod 317L</b>													
	EN ISO 14343 S 18 15 3 L AWS/SFA 5.9: ER317L	<0.04	0.6	1.5	19	13.5	3.5				440	615	28	+20/80 -60/50
	<b>C OK Autrod 316H</b>													
	EN ISO 14343 S 19 12 3 H AWS/SFA 5.9: ER316H	0.05	0.6	1.5	18.5	11.5	2.7							
	<b>C OK Autrod 16.38</b>													
	EN ISO 14343 S 20 16 3 Mn L RINA N50M	0.02	0.7	5.4	20	15.5	2.5	0.13	0		410	600	44	-60/70 -110/60 -196/40
	<b>C OK Autrod 318</b>													
	EN ISO 14343 S 19 12 3 Nb AWS/SFA 5.9: ER318 TÜV, DB	<0.04	0.6	1.2	18.5	12	2.6		9	Nb=0.5	440	600	42	+20/100 -60/90 -110/40
	<b>C OK Autrod 309L</b>													
	EN ISO 14343 S 23 12 L AWS/SFA 5.9: ER309L	<0.03	0.6	1.5	24	12.5					430	570	33	+20/90 -60/70 -110/60 -196/35
	DNV 309L, LR, TÜV, CE													
	<b>C OK Autrod 309MoL</b>													
	EN ISO 14343 S 23 12 L AWS/SFA 5.9: (ER309MoL)	0.02	0.5	1.5	21	15	3				400	600	38	+20/120
	<b>C OK Autrod 385</b>													
	EN ISO 14343 S 20 25 5 Cu L AWS/SFA 5.9: ER385 TÜV	<0.03	0.6	1.5	19	25	4			Cu=1.5	310	530	35	+20/80 -196/35
	<b>C OK Autrod 310</b>													
	EN ISO 14343 S 25 20 AWS/SFA 5.9: ER310	0.10	0.5	1.1	26	21					390	590	45	+20/170
	<b>C OK Autrod 312</b>													
	EN ISO 14343 S 29 9 AWS/SFA 5.9: ER312	0.10	0.5	1.5	29.0	9.5					530	750	20	
	<b>C OK Autrod 2209</b>													
	EN ISO 14343 S 22 9 3 N L AWS/SFA 5.9: ER2209	<0.025	0.8	1.3	22	9	3	0.15	45		630	780	30	+20/140 -60/110 -110/80
	ABS, BV, DNV, GL, LR, TÜV, RINA													
	<b>C OK Autrod 310MoL</b>													
	EN ISO 14343 S 25 22 2 N L AWS/SFA 5.9: (ER310MoL)	0.02	0.1	4	24.5	22	2.1	0.12			335	575	42	+20/120
	<b>C OK Autrod 2509</b>													
	EN ISO 14343 S 25 9 4 N L	<0.03	0.5	0.6	24.5	9.5	3.5	0.15	40		640	840	28	+20/85
	TÜV													
	<b>C OK Autrod 16.97</b>													
	EN ISO 14343 S 18 8 Mn AWS/SFA 5.9: (ER307)	0.06	1.2	6.3	18.0	18					400	600	45	+20/95 -110/40
	DNV													

OK Flux 10.93 – это агломерированный основной флюсом для сварки под флюсом нержавеющей сталей, преимущественно многопроходной. Этот флюс разработан для сварки стыковых и угловых швов как стандартных аустенитных нержавеющей сталей, так и других высоколегированных нержавеющей сталей. Небольшое легирование наплавленного металла Si во время сварки обеспечивает хорошие механические характеристики (особенно по ударной вязкости). Имеет также хорошие сварочно-технологические характеристики для положения Г(РС). Предназначен для сварки на постоянном токе. Используется для одно- и многослойной сварки листов неограниченной толщины. Обеспечивается самоотделение или легкое отделение шлака, после чего остаются чистые и плоские швы с хорошим проплавлением. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, шельфовых конструкций, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, емкостей для хранения химически активных продуктов, на предприятиях энергетики, в ядерной энергетике, в целлюлозно-бумажной промышленности, в строительстве, транспортном машиностроении и т.д. Этот флюс также хорошо подходит для сварки duplexных нержавеющей сталей типа 2205, например для емкостей хранения химически активных продуктов.



Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Flux 10.94		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>Индекс основности</b> 1.7	EN 760: SA AF 2 Cr DC													
	<b>C OK Autrod 308L</b>													
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: ER308L	0.02	0.5	1.4	20.2	9.7		0.06		11	400	560	40	+20/85 -60/60
	<b>C OK Autrod 347</b>													
<b>Размер гранул</b> 0.25-1.6мм	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: ER347	0.04	0.5	1.0	19.6	9.6			Nb=0.5	9	455	620	38	+20/100 -60/70 -110/50 -196/30
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Тип шлака</b> основное	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: ER316L	0.02	0.6	1.2	19.5	11.5	2.7				430	570	36	+20/80 -196/35
	<b>C OK Autrod 2509</b>													
<b>Полярность</b> DC+	EN ISO 14343 S 25 9 4 N L	<0.04	0.5	0.5	25.5	9.5	3.5	0.2		50	625	830	28	+20/90 -60/50
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Легирование из флюса</b> Cr-ком-пенсирующий	OK Flux 10.94 является основным хромкомпенсирующим агломерированным флюсом, предназначенным для сварки стыковых соединений нержавеющей сталей, преимущественно многопроходной. Небольшое легирование наплавленного металла Si во время сварки обеспечивает хорошие механические характеристики. Предназначен для сварки на постоянном токе. Используется для одно- и многослойной сварки листов неограниченной толщины. Обеспечивается самоотделение или легкое отделение шлака, после чего остаются чистые и плоские швы. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, емкостей для хранения химически активных продуктов и т.д. Особенно рекомендуется для сварки супердуплексных нержавеющей сталей типа 2507, т.е. для сварки шельфовых конструкций.													

Классификация и одобрения		Типичный химический состав наплавленного металла (%)								Типичные механические свойства наплавленного металла				
OK Flux 10.95		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Прочие	FN	R <sub>p0.2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	A4/A5 (%)	CVN (°C/J)
<b>Индекс основности</b> 1.7	EN 760: SA AF 2 Ni DC													
	<b>C OK Autrod 308L</b>													
<b>Насыпная плотность</b> ~ 1.0 кг/дм <sup>3</sup>	EN ISO 14343 S 19 9 L AWS/SFA 5.9: ER308L	<0.03	0.6	1.4	20.0	11.0		0.06		3	400	540	40	+20/88 -60/80 -110/70 -196/50
	<b>C OK Autrod 308H</b>													
<b>Размер гранул</b> 0.25-1.6мм	EN ISO 14343 S 19 9 H AWS/SFA 5.9: ER308H	<0.08	0.4	1.8	20.5	10.0		0.05		8	270	520	55	
	<b>C OK Autrod 347</b>													
<b>Тип шлака</b> основное	EN ISO 14343 S 19 9 Nb AWS/SFA 5.9: ER347	0.04	0.5	1.0	19.0	10.0			Nb=0.5	6	455	620	38	+20/100 -60/70 -110/50 -196/40
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Полярность</b> DC+	EN ISO 14343 S 19 12 3 L AWS/SFA 5.9: ER316L	<0.03	0.6	1.4	18.5	11.5	2.7				390	565		-60/50 -110/75 -196/40
	<b>C OK Autrod 316L</b>													
<b>Легирование из флюса</b> Cr-ком-пенсирующий	OK Flux 10.95 является основным легирующим наплавку никелем агломерированным флюсом для электродуговой сварки стыковых и угловых швов аустенитных сталей проволоками типа AWS ER 300. Этот флюс наиболее подходит для тех случаев, когда требуется пониженное содержание ферритной фазы, максимально 3-8%. Особенно рекомендуется для сварки нержавеющей сталей, когда предъявляются повышенные требования к ударной вязкости при криогенных температурах. Преимущественно используется для многопроходной сварки. Предназначен для сварки на постоянном токе. Наплавленные валики, полученные с использованием флюса OK Flux 10.95, обладающего великолепными сварочно-технологическими свойствами, имеют чистую поверхность шва, а шлак легко удаляется. Используется для сварки химических и нефтехимических установок, шельфовых конструкций, сосудов работающих под давлением, резервуаров для хранения нефти, в строительстве, транспортной машиностроении и т.д.													





# Процессы наплавки нержавеющей лакирующих слоев

Плакирование нержавеющей лентой несущих элементов конструкций из углеродистых или низколегированных сталей является гибким и экономичным методом наплавки коррозионостойкого слоя.

## Два метода плакирования

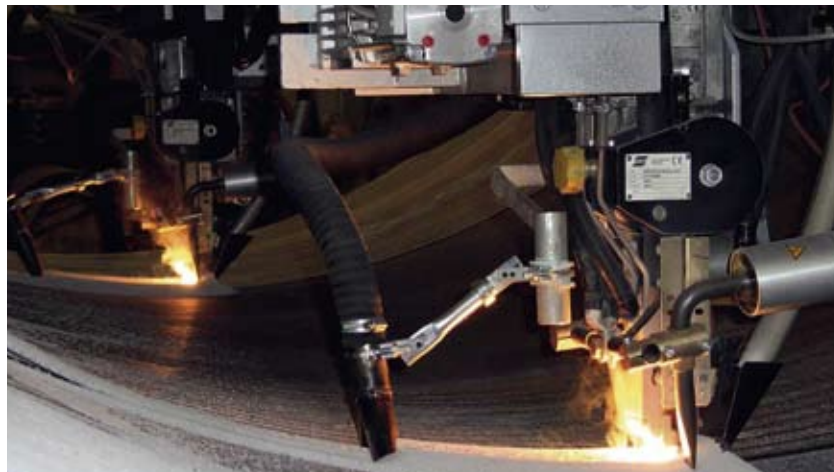
Электродуговая сварка под флюсом (SAW) – это наиболее часто используемый методом наплавки, но если требуется более высокая производительность и имеются ограничения по доли участия в наплавке основного металла, то рекомендуется электрошлаковая наплавка (ESW). Оба процесса сварки характеризуются высокой производительностью и низкой степенью разбавления наплавляемого слоя. Они подходят для нанесения покрытия на плоские и криволинейные поверхности объектов, таких как трубные доски теплообменников или различные типы сосудов, работающих под давлением.

## Ленточная наплавка дуговой сварки под флюсом (SAW)

Начиная с середины 1960 годов, хорошо известная дуговая сварка под флюсом (SAW), начала широко применяться с ленточным электродом. Данная лента, имеющая, как правило, размеры 60 x 0,5 или 90 x 0,5 мм, используется в качестве электрода (обычно, положительного), где электрическая дуга формируется между лентой и обрабатываемой деталью. Флюс образует расплавленный шлак, который обеспечивает защиту сварочной ванны от влияния атмосферы, а также способствует формированию ровной поверхности наплавленного валика.

## Ленточная наплавка электрошлаковой сваркой под флюсом (ESW)

Ленточная электрошлаковая наплавка (ESW), являющаяся дальнейшим развитием техники ленточного плакирования дуговой сваркой под флюсом, быстро завоевала репутацию надежного высокоскоростного процесса. ESW наплавка относится к резистивным процессам электрических сварок, основным принципом которых является генерирование тепла током, протекающим через тонкий слой расплавленного электропроводящего шлака, за счет омического сопротивления. Нагрев,



происходящий в ванне расплавленного шлака, обеспечивает расплавление поверхности основного металла и конца ленточного электрода, который погружается в шлак и флюс. Глубина проплавления при электрошлаковой наплавке менее значительна, по сравнению с проплавлением, получаемым в процессе дуговой наплавки под флюсом (SAW), так как при ESW отсутствует электрическая дуга между ленточным электродом и основным металлом.

Флюсы, для ленточного плакирования электрошлаковой наплавкой (ESW), являются высокоосновными с высоким содержанием фторидов. Для увеличения скорости наплавки, при соответствующих более высоких рабочих токах, требуется применять флюсы, образующие шлак большей электрической проводимостью и более низкой вязкостью.

## Характерные особенности электрошлаковой наплавки (ESW)

По сравнению с ленточной дуговой наплавкой под флюсом, ленточное плакирование электрошлаковой наплавкой имеет следующие характерные отличия:

- Производительность наплавки выше на 60 % - 80 %.
- Вследствие меньшей степени проплавления, доля участия в наплавленном слое основного металла в два раза ниже (разбавление около 10-15 %).
- Более низкое рабочее напряжение дуги (24-26 В).

- Более высокие рабочий ток и плотность тока (около 1000-1250 А при наплавке лентой шириной 60 мм, что соответствует 33-42 А/мм<sup>2</sup>). Кроме того, разработаны специальные высокопроизводительные флюсы позволяющие выполнять сварку на токах превышающих 2000 А, при обеспечивает большую площадь

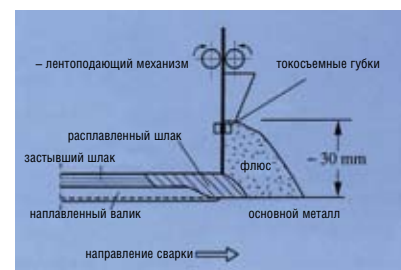


Рис. 1. Принцип ленточной электрошлаковой наплавки.

- плакирования, в м<sup>2</sup>/час.
- Соизмеримые удельные тепловложения
- Меньший расход флюса (около 0,4-0,5 кг/ на 1 кг ленточного электрода).
- Скорость кристаллизации наплавленного металла при ESW наплавке ниже, что улучшает процесс дегазации наплавленного металла, снижая тем самым вероятность образования пористости. Оксиды более полно всплывают из сварочной ванны на поверхность, поверхностный слой является более чистым с металлургической точки зрения, а значит и менее чувствительным к образованию горячих трещин и коррозии.

# Информация о нержавеющей стали

Из огромного и постоянно растущего семейства нержавеющей сталей можно выбрать именно те комбинации коррозионной стойкости и механических свойств, которые будут отвечать предъявляемым требованиям.

## «Нержавеющая сталь»

Термин «нержавеющая сталь» был введен в обиход при разработке сталей, пригодных для изготовления лезвий ножей. В то время этот термин был принят как обобщенное название, и в настоящее время оно относится к широкому диапазону классов и марок сталей, которые обладают коррозионной стойкостью или стойкостью к окислению.

Нержавеющие стали обладают коррозионной стойкостью благодаря наличию «пассивной» оксидной плёнки с высоким содержанием хрома, которая образуется на поверхности естественным путем. Несмотря на то, что эта защитная пленка является чрезвычайно тонкой и невидимой, она имеет очень высокую адгезию с поверхностью и становится химически стойкой под воздействием условий, которые оказывают влияние на поверхность при наличии достаточного количества кислорода. Кроме того, эта защитная оксидная

плёнка является самовосстанавливающейся при условии, что имеется достаточное количество кислорода. Поэтому даже если на поверхности нержавеющей стали появились царапины, выбоины или надрезы, кислород из окружающего воздуха незамедлительно вступает в реакцию с хромом, обеспечивая восстановление защитного слоя. Так, например, по истечении определенного количества лет использования, нож, изготовленный из нержавеющей стали, может буквально уменьшиться в размере из-за ежедневного использования и, соответственно, заточке, но сталь все равно остается нержавеющей.

## Классы нержавеющей сталей

Большой удачей является то, что коррозионную стойкость в сплаве на основе железа можно обеспечить путем его легирования хромом, а затем, за счет соответствующих добавок других элементов,

**Таблица 1. Основные классы нержавеющей сталей**

Классы нержавеющей сталей	Химический состав (%)		Область применения
	Стандартные марки	Марки стали специального назначения	
<b>Ферритная сталь</b>	<0,08 C* 10,5-19,0 Cr 0-2,5 Ni 0-2,5 Mo + Ti, Nb	- повышенное содержание Cr, Mo - чрезвычайно низкое содержание C и N (ELI)	Бытовая техника, детали автомобилей, химическая промышленность
<b>Мартенситная сталь</b>	0,1-0,5 C 11,0-17,0 Cr 0-2,5 Ni 0-1,0 Mo	- повышенное содержание Ni, Mo, C - чрезвычайно низкое содержание C для обеспечения свариваемости - в некоторых случаях легированные Nb, Ti, V - дисперсионно твердеющие, например с добавками Cu, Al	Инструменты и детали машин, нефтяная и газовая промышленность, химическая промышленность, гидроэнергетика
<b>Аустенитная сталь</b>	<0,08 C* (как правило, C<0.03) 16,0-19,0 Cr 6,0-16,0 Ni 0-5,0 Mo	- повышенное содержание Cr, Mo, Ni - стабилизированные Nb, Ti - в некоторых случаях легированные Cu, N - для улучшения обрабатываемости резанием с повышенной	Оборудование, сосуды и трубопроводы для предприятий химической, пищевой, энергетической, нефтяной, газовой, целлюлозно-бумажной промышленности.
<b>Дуплексная сталь (аустенитно-ферритная сталь)</b>	<0,03 C* 18,0-30,0 Cr 1,5-8,0 Ni 1,0-5,0 Mn 0-4,0 Mo 0,1-0,3 N	- повышенное содержание Cr, Mo, N - в некоторых случаях легированные Cu, W	Нефтяная, газовая, химическая, целлюлозно-бумажная промышленность, теплообменники, танкеры для перевозки химически активных веществ.

\* - повышенное содержание C для теплоустойчивых и жаропрочных марок.



таких как никель и углерод, можно получить широкий диапазон микроструктур. Таким образом, семейство нержавеющей сталей имеет очень широкий диапазон механических и коррозионноустойчивых свойств и выпускается в различных марках. Такие свойства как коррозионная стойкость, пластическая деформируемость, свариваемость, прочность и ударная вязкость при низких температурах в основном определяются микроструктурой. Поэтому, как правило, нержавеющие стали разделяют на несколько основных групп в соответствии с их микроструктурой. Основные классы нержавеющей сталей представлены в Таблице 1.

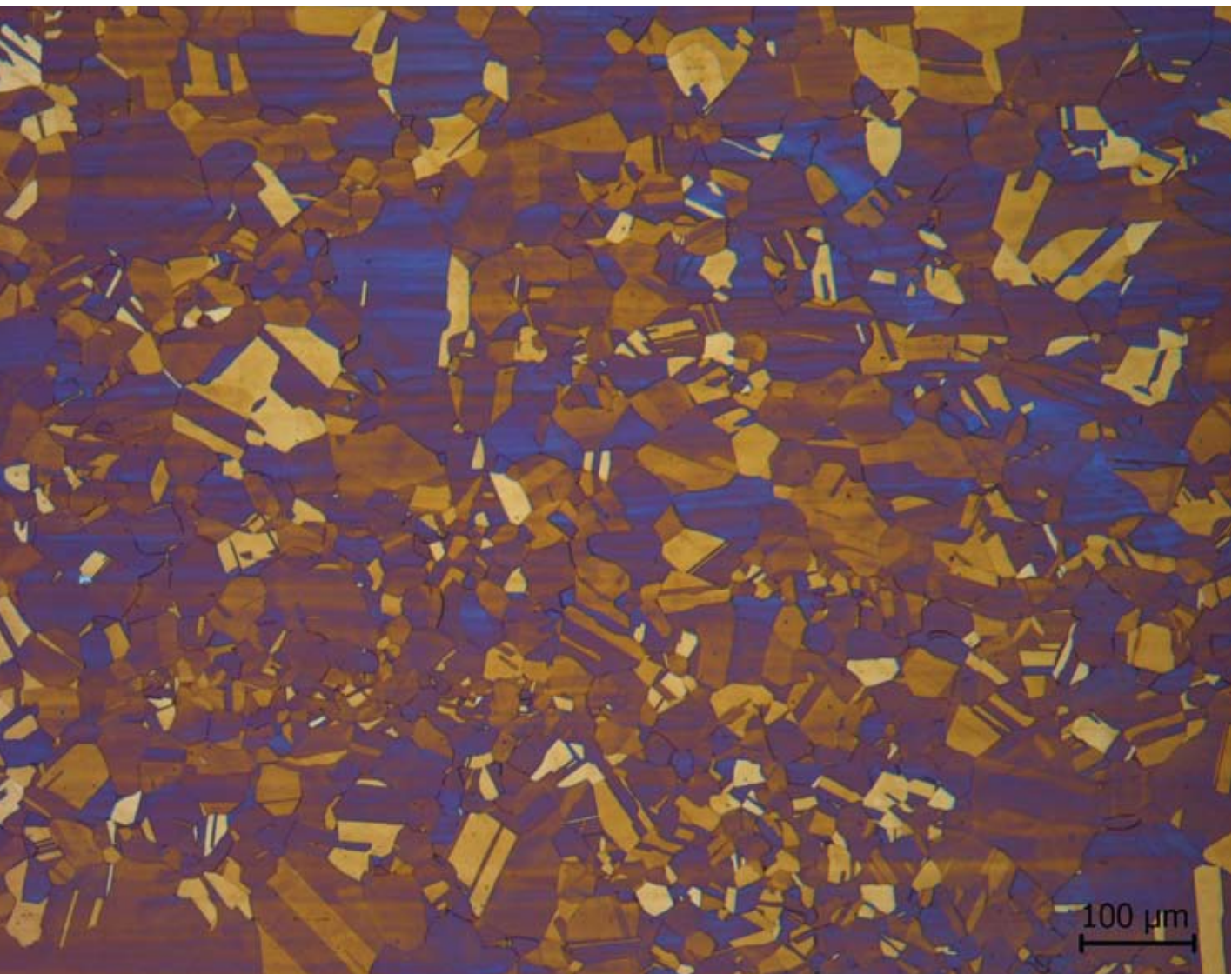
Супер-аустенитные и супер-дуплексные марки сталей имеют повышенную устойчивость к питтинговой коррозии по сравнению с обычными аустенитными и дуплексными марками стали. Эта повышенная устойчивость обеспечивается повышенным содержанием хрома, молибдена

и азота. Супер-мартенситные стали имеют очень низкое содержание углерода, что значительно улучшает их свариваемость. Многие нержавеющие стали обладают теплоустойчивостью и жаропрочностью. Эти марки сталей имеют несколько модифицированный химический состав, например, для улучшения сопротивляемости ползучести они содержат повышенное содержание углерода.

## Свойства и свариваемость

### Ферритные нержавеющие стали

Ферритные нержавеющие стали имеют свойства, подобные свойствам низкоуглеродистой стали, однако обладают лучшей коррозионной стойкостью благодаря легированию, как правило, 11-17 % хрома. Ферритные стали стоят не очень дорого, благодаря низкому содержанию в них Ni, а также обладают хорошей устойчивостью к коррозионному растрескиванию в хлоридных средах. Более высоколегированные марки



сталей данного класса, в частности, имеют более низкую вязкость при пониженных температурах и более склонны к высокотемпературному охрупчиванию. Свариваемость ферритных нержавеющей сталей зависит от их химического состава. Современные марки этих сталей с контролируемым образованием мартенсита и ограниченным выпадением карбидов по зоне термического влияния (ЗТВ) обладают относительно хорошей свариваемостью. Однако все марки ферритных нержавеющей сталей страдают ростом зерна в ЗТВ, что приводит к потере в ней пластических свойств. Поэтому следует ограничивать межпроходную температуру и удельное тепловложение. Для сталей толщиной более 3 мм, склонных к образованию некоторого количества мартенсита, для предотвращения образования холодных трещин, иногда требуется предусмотреть предварительный нагрев,

Расходные сварочные материалы для ферритных нержавеющей сталей могут быть изготовлены из ферритной нержавеющей стали, химический состав которой соответствует основному металлу, или они могут быть изготовлены из аустенитных сталей. Ферритные нержавеющей стали обладают коррозионной стойкостью в сернистой окружающей среде. Использование аустенитных расходных материалов не рекомендуется для такой области применения.

#### **Мартенситные нержавеющей стали**

Мартенситные марки нержавеющей сталей можно упрочнить закалкой с последующим отпуском, по аналогии с углеродистыми сталями. Мартенситные марки нержавеющей сталей обладают умеренной коррозионной стойкостью, содержат, как правило, 11-13 % хрома и более высокое содержание углерода, по сравнению с ферритными марками нержавеющей сталей. Мартенситные нержавеющей стали находят свое применение, благодаря высоким прочностным свойствам, твердости и коррозионной стойкости. Прочность дисперсионно твердеющих марок можно повысить за счет специальной дополнительной термообработки. Мартенситные нержавеющей стали имеют ограниченные пластические свойства, которые уменьшаются при увеличении содержания в них углерода. Однако мартенситно-аустенитные марки сталей, легированные достаточным количеством никеля, имеют более высокие показатели по пластичности и свариваемости. В последнее время были разработаны супер-мартенситные нержавеющей стали, с очень низким содержанием углерода, улучшенной коррозионной стойкостью и свариваемостью. Свариваемость мартенситных нержавеющей сталей сравнительно невысока, и она ухудшается с увеличением содержания углерода, так как в основном металле,

прилегающем к сварному шву, всегда образуется зона охрупчивания. Поэтому при их сварке обычно требуется предварительный подогрев, четкое выдерживание и контроль минимальной межпроходной температуры, термообработка и минимальные скорости охлаждения. Если игнорировать это требование, то возникает большой риск образования холодных трещин в твердой и хрупкой зоне термического влияния. Для мартенситно-аустенитных и супер-мартенситных марок сталей требуется меньший (или не требуется вообще) предварительный подогрев и последующая термическая обработка.

Однотипность химического состава сварочного и основного материалов требуется только в тех случаях, когда требуется совпадение их физических свойств. Однако, как правило, предпочтение отдается аустенитным сварочным материалам, так как при их применении снижается риск образования трещин. При сварке сложных конструкций возможно использование техники сварки через буферные слои. В этом случае на свариваемые кромки наплавляется аустенитный присадочный материал, а при необходимости восстановления вязкости зоны термического влияния, их подвергают термообработке. Буферный слой должен быть достаточно толстым, чтобы исключить структурные изменения, которые могут произойти в основном металле после заварки сварного соединения.

#### **Аустенитные нержавеющей стали**

Для стабилизации структуры, а также обеспечения хорошей вязкости, широкого диапазона рабочих температур, немагнитных свойств и хорошей свариваемости, содержание никеля в аустенитных нержавеющей сталях должно быть не менее 6 %. Эти материалы относятся к группе наиболее широко распространенных нержавеющей сталей, которые нашли применение в различных области. Было разработано большое количество данных марок, начиная с классического базового химического состава 18%Cr/8%Ni.

К широко применяемым маркам аустенитных сталей относятся марки, содержащие Mo, обеспечивающий повышение стойкости к питтинговой коррозии, марки, содержащие Nb или Ti, предотвращающие выделения карбидов хрома по границам зерен, что приводят к межкристаллитной коррозии, а также марки легированные азотом, обладающие большей прочностью. Коррозионная стойкость этих марок варьируется от очень хорошей до превосходной, в зависимости от процентного содержания в них легирующих элементов и рабочей среды.

Дополнительное введение в состав этих сталей, таких элементов как хром (Cr),

молибден (Mo) и азот (N) оказывающих наибольшее влияние на их коррозионную стойкость, образует так называемую подгруппу супер-аустенитных сталей. Далее общепринято разделять марки аустенитных нержавеющей стали на: стандартные, стабилизированные, полностью аустенитные, легированные азотом, жаростойкие и стали, хорошо поддающиеся механической обработке.

Аустенитные нержавеющей стали, как правило, имеют превосходную свариваемость, и для сварки этих сталей можно применять любой из основных сварочных процессов. Хотя эти стали термически не упрочняются, при их сварке следует избегать чрезмерного удельного тепловложения и предварительного подогрева, чтобы исключить риск образования горячих трещин и больших деформаций, а для нестабилизированных сталей с содержанием углерода выше 0,03% исключить перегрев, приводящий к межкристаллитной коррозии. У более высоколегированных марок сталей может иметь место выпадение интерметаллических фаз.

Сварку аустенитных нержавеющей сталей выполняют сварочными материалами, имеющими подобный или несколько более легированный химический состав, по сравнению с основным металлом. Избыточное легирование требуется для сварки более высоколегированных марок сталей, чтобы оптимизировать коррозионную стойкость, компенсируя ликвационную неоднородность сварного шва. Для сварки супер-аустенитных сталей, как правило, используют сварочные материалы, изготовленные из высоколегированных сплавов на никелевой основе.

Обычно, в состоянии поставки, структура аустенитных сталей представляет собой однофазную аустенитную структуру. Однако в процессе сварки в сварном шве и в зоне термического влияния может выпадать ферритная фаза. Феррит может по-разному влиять на механические свойства и свариваемость, см. раздел «Ферритная фаза в сварном шве». Положительным фактором является то, что феррит предупреждает образование горячих трещин, что иногда является самой серьезной проблемой для полностью аустенитных сталей и наплавленного металла сварного шва. Отрицательным фактором является то, что на феррит могут оказывать отрицательное влияние некоторые внешние условия, и он значительно легче, чем аустенит, может трансформироваться в сигма-фазу при высоких температурах. Поэтому присадочный материал для сварки стандартных марок аустенитных нержавеющей сталей, как правило, обеспечивает образования некоторого количества ферритной фазы в наплавленном металле. В тех случаях, когда требуется получить полностью аустенитный

наплавленный металл, образование горячих трещин можно предотвратить путем дополнительного легирования присадочного материала марганцем (Mn). Дуплексные (аустенитно-ферритные) нержавеющей стали имеет смешенную структуру, содержащую приблизительно в равных пропорциях ферритную и аустенитную фазы. Этим и объясняется их название – «дуплексные стали». Эти марки сталей легируются определенной комбинацией никеля и азота, чтобы получить у них частично аустенитную структуру кристаллической решетки и улучшить механические свойства и коррозионную стойкость. Имеется обширный перечень марок дуплексных сталей, обеспечивающий широкий выбор необходимых комбинаций прочности и коррозионной стойкости. В настоящее время разработано большое семейство марок дуплексных нержавеющей сталей, начиная от малолегированных, которые являются рентабельными и могут конкурировать со стандартными марками аустенитных сталей до высоколегированных супер-дуплексных, предназначенных для тех областей, где предъявляются более жесткие требования.

В основном, дуплексные нержавеющей стали имеют хорошую свариваемость, и их сварку можно выполнять различными способами сварки. Присадочные материалы также являются дуплексными, но, как правило, их химический состав слегка отличается от состава свариваемой марки стали. Например, требуется, чтобы сварочные материалы имели более высокое содержание аустенизаторов, как правило, это Ni, чтобы предотвратить чрезмерно повышение ферритной фазы в наплавленном металле шва, которая в противном случае может привести к ухудшению свойств. Поэтому обычно не рекомендуется производить сварку без присадочного металла. Как правило, предварительный нагрев не требуется, но погонная энергия должна иметь определенные ограничения, которые зависят от марки свариваемой стали. Слишком низкое удельное тепловложение приводит к высокой скорости охлаждения и повышению уровня содержания ферритной фазы. С другой стороны, слишком высокий уровень погонной энергии может привести к выпадению вредных фаз, особенно у высоколегированных супер-дуплексных сталей. В обоих случаях ухудшаются вязкость и коррозионная стойкость.

#### Литература:

EN 1011-3, 2000, *Сварка – Рекомендации по сварке металлических материалов – Глава 3: «Дуговая сварка нержавеющей сталей».*



# Коррозия

## Нержавеющая сталь

Очень тонкий слой богатых хромом оксидов, который самостоятельно образуется на поверхности нержавеющей стали в присутствии кислорода, защищает нержавеющую сталь от дальнейшей коррозии. Однако нержавеющие стали не следует рассматривать как «неразрушаемые». Пассивное состояние может быть нарушено под воздействием определенных условий, и в результате эти стали могут подвергнуться коррозии, как это кратко описано ниже. Поэтому выбор соответствующей марки стали, для каждого конкретного случая имеет такое большое значение. Следует также учитывать эффект, который оказывают на коррозионную стойкость изделия сварка и хранение.

## Общая коррозия

Общая коррозия является таким типом коррозии, при которой в большей или меньшей степени, с одной скоростью происходит разрушение материала по всей поверхности. Поверхностная коррозия происходит под агрессивным воздействием кислых или щелочных растворов высокой концентрации. Стойкость к образованию сплошной коррозии, как правило, повышают путем увеличения содержания в стали Cr и Mo.

## Межкристаллитная коррозия

Локальная коррозия по границам зерен и вблизи их называется межкристаллитной коррозией. Нержавеющие стали могут стать чувствительными к межкристаллитной коррозии под воздействием повышенных температур (500-850°C). Локальное обеднение Cr по границам зерен происходит в результате его выпадения в виде карбида, и как следствие – снижение коррозионной стойкости по этим зонам. Выпадение карбида хрома может быть предотвращено либо низким содержанием в сплаве C, или добавлением стабилизирующих элементов, таких как Nb или Ti.

## Питтинговая коррозия

Питтинговая – это локализованная коррозия, которая является в высшей степени разрушающим типом коррозии, которая, в конечном счете, приводит к образованию свищей в металле. Точечная коррозия наиболее часто происходит в нейтральной или кислой хлорсодержащей среде. Стойкость к питтинговой коррозии повышается за счет увеличения содержания в стали Cr, Mo и N. Термин Эквивалент Стойкости к Питтинговой Коррозии (PREN) используется для качественного сравнения стойкости к точечной коррозии разных сплавов:

$$PREN = \%Cr + 3,3\%Mo + 16\%N$$

Однако следует проявить осторожность при сравнении стойкостей между сталью и наплавленным металлом, так как у последнего неизбежна неравномерная концентрация легирующих элементов, имеющая место в процессе кристаллизации, что делает шов менее стойким к точечной коррозии.

## Щелевая коррозия

Щелевая коррозия является одной из разновидностей локализованных коррозий, которая возникает в щелях при тех же условиях, что и питтинговая коррозия. Однако в щелях, заполненных жидкостью, коррозионное разрушение возникает и протекает значительно быстрее, т.к. кислород, необходимый для восстановления пассивного слоя, быстро расходуется. Типичными местами образования такой коррозии являются поверхности под прокладками, в нахлесточных соединениях, под головками болтов и заклепок. Особой формой щелевой коррозии является так называемая коррозия под отложениями. Такая коррозия возникает при наличии неметаллических отложений или покрытий на поверхности стали. Сплавы, имеющие хорошую стойкость к точечной коррозии, обладают также хорошей стойкостью и к щелевой коррозии.

## Коррозионное растрескивание

Коррозионное растрескивание под напряжением (SCC) возникает в результате объединенного воздействия растягивающих напряжений и агрессивной среды. Металлическая поверхность может выглядеть неповрежденной, в то время как тонкие трещинки распространяются внутрь, по всей толщине. В частности, стандартные аустенитные стали чувствительны к коррозионному растрескиванию под напряжением при воздействии на них растворов, содержащих хлориды. Риск такого растрескивания увеличивается с повышением их концентрации в растворе, ростом растягивающих напряжений и с повышением температуры. Однако коррозионное растрескивание под напряжением редко встречается при воздействии на изделие растворов, температура которых ниже +60°C. В принципе, ферритные и дуплексные нержавеющие стали очень устойчивы к коррозионному растрескиванию под напряжением, а увеличение содержания Ni и Mo повышают эту стойкость у аустенитных марок нержавеющих сталей.



Общая (поверхностная) коррозия



Межкристаллитная коррозия



Питтинговая (точечная) коррозия



Щелевая коррозия



Коррозионное растрескивание

# Ферритная фаза в наплавленных металлах

Феррит является обязательной составляющей структур наплавленных ферритных и дуплексных сварных швов. Некоторое количество феррита можно также обнаружить в наплавках мартенситных и наиболее часто встречающихся аустенитных марках. Содержание феррита в наплавленном металле сварного шва может оказывать влияние на широкий диапазон свойств, включая коррозионную стойкость, вязкость, ползучесть при воздействии высоких температур, стойкость к образованию горячих трещин и т.д. Аустенит является более вязким и более ковким, чем феррит, особенно, при низких

температурах. Он не является ферромагнетиком и менее склонен к образованию хрупких фаз при повышенных температурах. С другой стороны, феррит более устойчив к коррозионному растрескиванию под напряжением, он является ферромагнетиком и имеет, как правило, более высокий предел текучести по сравнению с аустенитом.

Важным свойством феррита в наплавленном металле сварного шва является его поведение при кристаллизации. Хорошо известно, что сварные швы, содержащие только аустенитную фазу, при кристаллизации более чувствительны к образованию горячих трещин, чем швы, имеющие в своей структуре феррит. В значительной степени это происходит вследствие большей растворимости в феррите легирующих элементов и примесей, способствующих образованию горячих трещин. Поэтому большая часть сварочных материалов, включая такие стандартные марки аустенитных сталей, как 308 и 316, разработаны так, чтобы обеспечить кристаллизацию в начальной стадии ферритной фазы, чтобы повысить их стойкость к образованию горячих трещин. Это означает, что аустенитная фаза, в основном кристаллизуется, когда ферритная фаза уже сформировалась в процессе охлаждения. Следовательно, содержание феррита при комнатной температуре отличается от его содержания при кристаллизации, и зависит от скорости охлаждения.

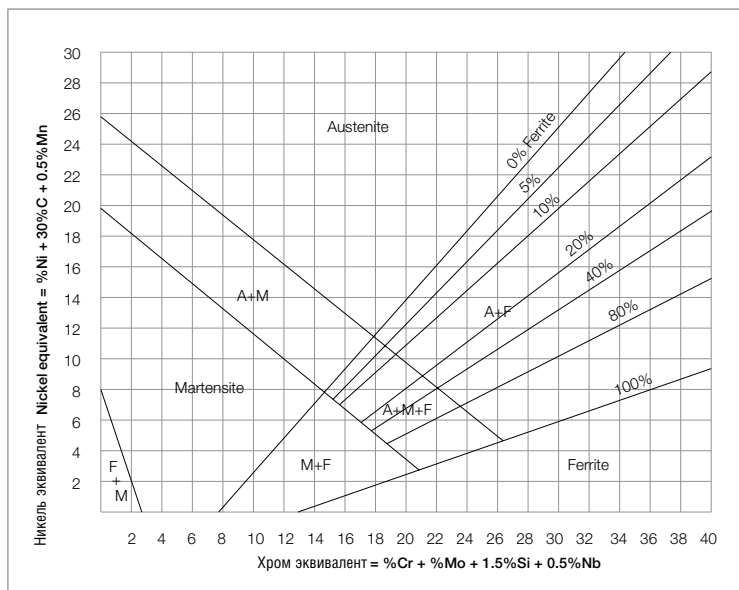


Диаграмма Шеффлера

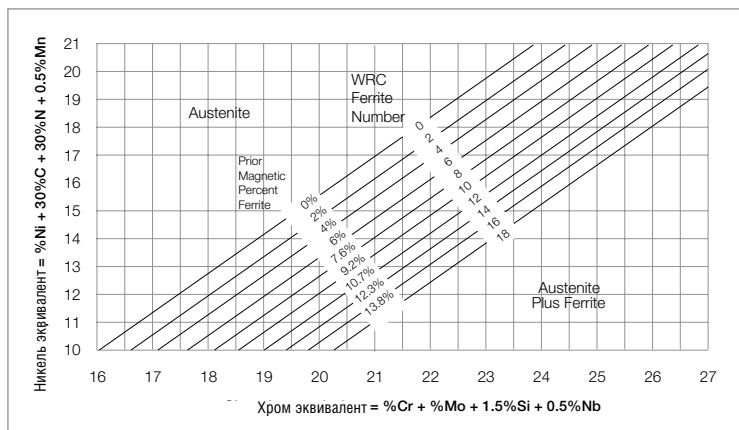


Диаграмма Де Лонги

## Измерение и прогнозирование содержания ферритной фазы

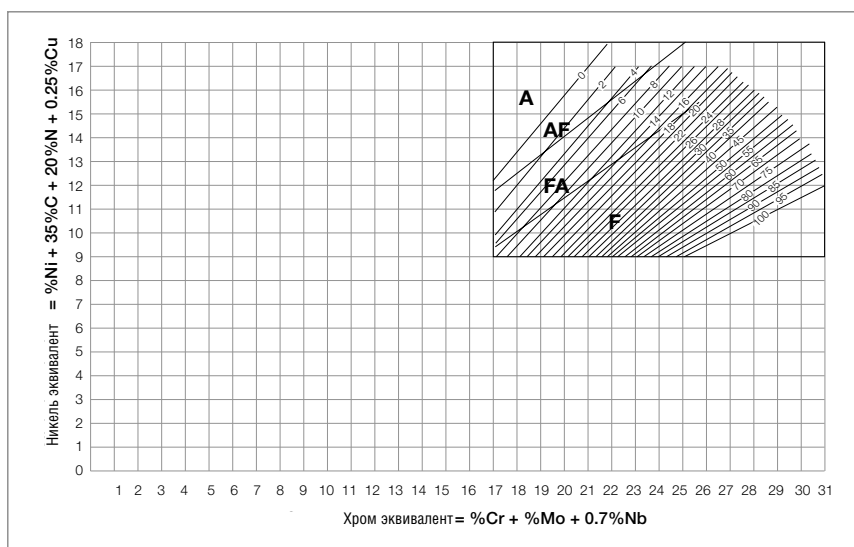
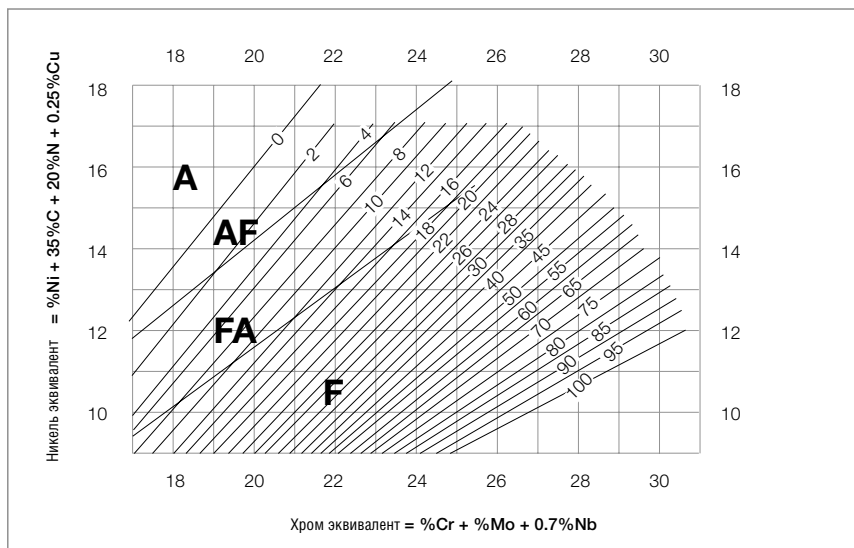
Определение содержания ферритной фазы часто требуется для оценки технологии сварки, а также для установки уровня ее содержания в присадочном материале. Содержание феррита можно измерить одним из двух методов: методом точечного подсчета или методом магнитного измерения, а также его можно оценить методом прогнозирования, на основании химического состава наплавленного металла шва.

### Измерение содержания феррита

Имеется два метода измерения содержания ферритной фазы в наплавленном металле шва и в основном материале: (а) методы точечного

подсчета и (b) магнитные методы измерения. Точечный подсчет дает содержание феррита в виде процентного содержания ферритной фазы (иногда обозначается как FP). Магнитные методы измерения содержания феррита основаны на различиях в магнитных свойствах феррита и аустенита, а именно тот факт, что феррит является ферромагнетиком, а аустенит – нет. Ферритное Число (FN) устанавливает соответствие содержания ферритной фазы определенному уровню силы магнитного притяжения, задаваемому по эталонным образцам, известным под названием MagneGage (магнитный калибр) с использованием рычажных весов. Важно помнить, что между Ферритным Числом с процентным содержанием ферритной фазы отсутствует однозначная корреляция, так как Ферритное Число зависит не только от процентного содержания феррита, но также и от химического состава сплава. Ферритное Число приблизительно равно процентному содержанию ферритной фазы при его низких значениях, но при значительном процентном содержании феррита их значения начинают серьезно расходиться.

- (a) Метод точечного подсчета заключается в прямом подсчете содержания ферритной фазы на специально подготовленном микрошлифе, и дает ее концентрацию в процентах. Этот метод измерения является разрушающим методом, так как требуется полированный и травленный шлиф. Поэтому он не может быть использован на готовых сварных изделиях, но для него можно использовать образцы, сваренные по однотипной технологии. Основным преимуществом метода точечного подсчета является то, что с его помощью можно получать результаты для всех участков сварного соединения, включая микроструктуру узкой зоны термического влияния. Однако точечный подсчет является медленным и трудоемким методом измерения. Сравнительные исследования показали некоторый разброс результатов у разных лабораторий и операторов.
- (b) Приборы магнитного измерения содержания феррита выдают результат в виде Ферритного Числа (FN), измерение которого основано на



**Диаграмма WRC-1992**

одном из двух принципов. Они, или измеряют усилие отрыва постоянного магнита (т.е. MagneGage), или для измерения магнитных свойств используют вихревые токи (т.е. Ферритоскоп Фишера). Оба этих метода, в принципе, являются неразрушающими, хотя при использовании измерительного прибора MagneGage требуется ровная полированная поверхность, что делает его менее пригодным для проведения измерений в «полевых» условиях. С другой стороны ручные приборы, основанные на применении вихревых токов, являются очень доступными и могут использоваться на сварных соединениях с минимальной подготовкой поверхностей. Для всех магнитных методов требуется использование соответствующих первичных (принцип постоянного электромагнита) или вторичных эталонных образцов (методов вихревых токов), чтобы производить поверку оборудования для обеспечения соответствующей точности измерения Ферритного Числа.



Прогнозирование содержания феррита  
Прогнозирование содержания ферритной фазы может производиться на основе анализа химического состава наплавленного металла. В настоящее время имеется несколько современных диаграмм, с помощью которых можно производить прогнозирование содержания ферритной фазы в единицах Ферритного Числа вместо процентного содержания. Диаграмме Шеффлера (см. рис. на стр. 82) уже более 50 лет, и для прогнозирования содержания феррита в сварных швах нержавеющей сталей она считается устаревшей. За ней последовала Диаграмма Делонги (см. рис. на стр. 82), в которой учитывается такой важный элемент как азот. В настоящее время наиболее широкое применение для прогнозирования содержания феррита получила Диаграмма WRC-1992 (см. рис. на стр. 83), которая с 1995 года признана ASME (Американское общество инженеров-механиков). Имеются также и другие системы, включая некоторые системы на базе нейронной сети (Neural Network). Точность этих методов зависит от точности химического анализа, фактического наплавленного металла шва. Используя для прогнозирования данные хим. анализа, приведенные в сертификате на присадочный материал, следует помнить, что эти химические составы не будут совпадать с составом наплавленного металла, который зависит от доли участия в шве основного металла и от параметров сварки.

#### Примечания

При определении, измерении и прогнозировании содержания ферритной фазы следует учитывать некоторые нюансы:

- Содержание феррита в реальном сварном шве зависит от ряда факторов, из которых наиболее значимыми являются следующие: состав присадочного металла, доля участия основного материала, поглощение расплавленным металлом азота и скорость охлаждения.
- Ферритная фаза неравномерно распределяется в наплавленном металле. Например, у поверхности раздела между двумя проходами, содержание феррита, в принципе, ниже так как тепло при наплавке последующего прохода приводит к трансформации некоторого количества феррита в аустенит.
- Некорректно требовать сохранения определенного количества ферритной фазы после термообработки выполняемой по окончании сварки, так как в процессе термообработки феррит трансформируется в другие фазы.
- Измерение и прогнозирования содержания ферритной фазы не относится к точным процессам:
- не реально требовать, чтобы измеренное или рассчитанное Ферритное Число (FN) для конкретного наплавленного металла шва укладывалось в какой-то узкий диапазон;
- Химический анализ допускает определенные неточности, в связи с чем, Диаграмма WRC-1992 допускает ошибку порядка  $\pm 4$  FN для диапазона 0...18 FN;



- Исследования 17 лабораторий в 8 странах, принимавших участие в работе Международного Сварочного Института, показало, что при оценке реальных сварных швов следует ожидать  $\pm 20\%$  разброса измеренных значений, полученных в разных лабораториях.

#### Литература

- Schaeffler A L. Constitution diagram for stainless steel weld metal, *Metal Progress*, 1949, vol. 56, No. 11, pp. 680 - 680B.
- DeLong W T. Ferrite in austenitic stainless steel weld metal, *Welding Journal*, 1974, vol.53, No. 7, pp. 273-s - 286-s.
- Kotecki D J and Siewert T A. WRC-1992 constitution diagram for stainless steel weld metals: a modification of the WRC-1988 diagram, *Welding Journal*, 1992, vol. 71, No. 5, pp. 171-s - 178-s.
- Lefebvre J.: Guidance on specifications of ferrite in stainless steel weld metal, *Welding in the World*, 1993, vol. 31, No. 6, pp. 390-407.
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, 1995 Edition, Section III, Division I, Figure NB-2433. 1-1, The American Society of Mechanical Engineers.
- AWS A4.2M/A4.2:1997. Standard procedures for calibrating magnetic instruments to measure the delta ferrite content of austenitic and duplex ferritic-austenitic stainless steel weld metal, American Welding Society.
- Kotecki D.J.: FN measurement Round Robin using shop and field instruments after calibration by secondary standards - Final Summary Report, *Welding in the World*, July-August 1999, vol. 43, No. 4, pp. 91-99.
- ISO 8249: 2000, *Welding – Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni stainless steel weld metals*, ISO, Geneva, Switzerland.
- ASTM E562-02. Standard Test Method for Determining Volume Fraction by Systematic Manual Point Count.
- ISO 9042: 2002. Steels – Manual point counting method for statistically estimating the volume fraction of a constituent with a point grid.
- ISO TR 22824: 2003, *Welding consumables – Predicted and measured FN in specifications – A position statement of the experts of IIV Commission IX*, ISO, Geneva, Switzerland.
- Farrar J.C.M., The measurement of Ferrite Number (FN) in real weldments, *Welding in the World*, November-December 2005, vol. 49, No. 5/6, pp. 13-21.

# Сварка разнородных сталей

Разные марки нержавеющей стали, как правило, можно без проблем сваривать друг с другом. Однако при этом следует помнить, что необходимо использовать сварочные материалы, имеющие, как минимум, такую же механическую прочность и коррозионную стойкость, что и у основного материала, имеющего самые низкие показатели этих свойств, и что необходимо строго соблюдать все рекомендации по сварке этих материалов.

Нержавеющие стали также можно с отличным результатом сваривать с углеродистыми или низколегированными сталями при условии, что эти стали имеют достаточно хорошую свариваемость, и что строго соблюдаются приведенные ниже указания по предотвращению возникновения трещин. Такие же металлургические аспекты следует принимать во внимание и при наплавке нержавеющей стали на углеродистые или низколегированные стали, а также при сварке двухслойных сталей.

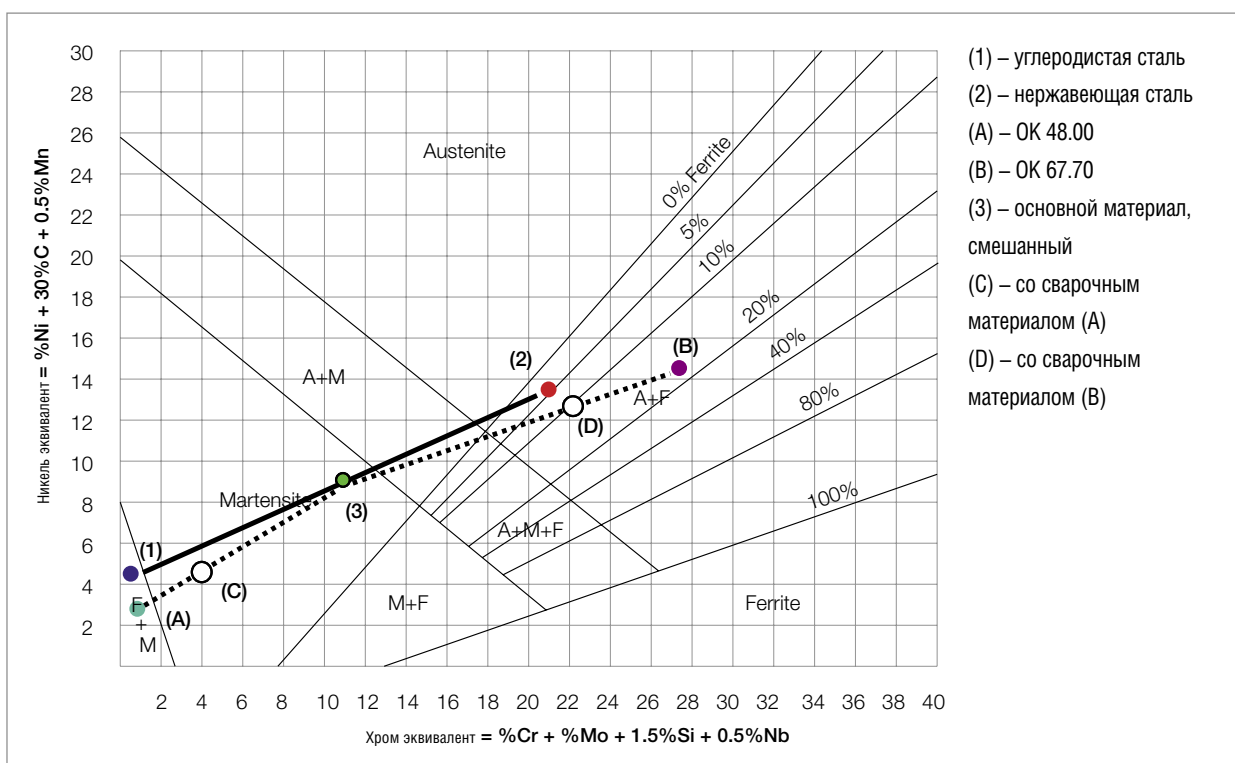
Основное внимание в процессе сварки следует уделять вопросу предотвращения образования трещин в наплавленном металле шва и в основном материале по зоне термического влияния. Образование трещин может происходить в результате водородного растрескивания или в результате процесса образования горячих трещин,

в зависимости от марок основного и присадочного материалов и от технологии сварки.

## Рассмотрение проблем наплавленного металла шва

Чтобы предотвратить образование твердых хрупких структур или структур, чувствительных к образованию горячих трещин, следует принимать во внимание эффект разбавления присадочного материала основным материалом. При использовании в качестве присадки для наплавки на нержавеющую сталь черных сварочных материалов образуется высоколегированная хрупкая мартенситная микроструктура. Использование в качестве присадки стандартного нержавеющей сварочного материала приводит к такой же неблагоприятной микроструктуре при его наплавке на черную сталь. В обоих случаях в этих хрупких областях сварного шва весьма вероятно образование трещин.

Имеется три основных метода для получения плотных, устойчивых к образованию трещин сварных швов при сварке углеродистых или низколегированных сталей с нержавеющей стали. Как правило, предпочтительным является первый метод. Наиболее общей задачей является получение состава наплавленного металла сварного шва, обеспечивающего аустенитную структуру с некоторым количеством феррита. Как уже было сказано в разделе «Ферритная



фаза в наплавленном металле», это обеспечивает получение пластичного сварного шва очень стойкого к образованию трещин. Обычно используют марки сварочных материалов с повышенным легированием типа (весовой процент): 23Cr-12 Ni (с Мо или без него) и 29Cr-9 Ni. Во многих случаях можно также использовать дуплексный присадочный металл, который тоже дает хорошие результаты.

Подобный, но имеющий некоторые отличия метод, основан на применении присадочных материалов, обеспечивающий получение более или менее аустенитного наплавленного металла. В этом случае требуется относительно высокое легирование сплава марганцем, чтобы гарантировать стойкость к образованию трещин. Наиболее распространенной маркой является сплав типа 18Cr-8Ni-6Mn.

Для сварки конструкций, предназначенных для эксплуатации при рабочих температурах выше 350-400°C, следует использовать присадочные материалы на основе никеля, чтобы минимизировать миграцию углерода в металл шва.

Для прогнозирования микроструктуры наплавленного металла шва можно использовать как Диаграмму Шеффлера, так и более современную Диаграмму WRC-1992. При использовании Диаграммы WRC-1992 можно получить более точный результат по содержанию ферритной фазы в наплавленном металле шва, но преимуществом Диаграммы Шеффлера является то, что она показывает структуру химического состава наплавленного металла шва для любых сталей. На примере, представленном на рисунке (см. стр. 86) проиллюстрирована сварка нержавеющей стали марки 18Cr-12 Ni-3Mo с углеродистой сталью.

#### Пример

Расчет микроструктур разнородного сварного соединения между нержавеющей сталью (2: 18Cr-12Ni-3Mo) и конструкционной сталью (1), полученных с использованием нелегированного электрода (А: ОК 48.00) и нержавеющей электрода с повышенным легированием (В: ОК 67.70).

Шаг 1: Рассчитать эквиваленты хрома и никеля по химическому составу сталей (т.1 и т.2) и электродов (т.А и т.В) и указать их на диаграмме

Шаг 2: Соединить линией точки, соответствующие составам сталей (сплошная линия)

Шаг 3: Исходя из предположения, что обе свариваемые кромки будут расплавляться одинаково, следует отметить на этой линии центральную точку, которая делит пополам расстояние между двумя этими точками (т.3).

Шаг 4: Соединить линиями эту центральную точку (т.3) и интересующие составы сварочных электродов (т.А и т.В)

Шаг 5: Состав полученного наплавленного металла

шва находится в точке, расположенной на штриховой линии, соединяющей т.3 с соответствующей т.А или т.В (в т.С или т.Д). Расстояния между центральной точкой (т.3) и точкой, соответствующей составу сварочного материала (т.А или т.В) делиться пропорционально его предполагаемому разбавлению основным материалом (т.С или т.Д). Для различных способов сварки они обычно принимаются: 25-40 % - для ручной дуговой сварки штучным электродом, 15-40% - для MIG/MAG сварки, 25-100 % - для TIG сварки и 20-50 % - для дуговой сварки под флюсом. В данном примере предполагаемый уровень разбавления принят равным 30 %.

Сварочный материал из нержавеющей стали с избыточным легированием, как показано на нашем примере, дает желаемый пластичный наплавленный металл шва, стойкий к образованию трещин, с некоторым количеством феррита (т.Д). Использование нелегированного сварочного материала дает мартенситную структуру наплавленного металла (т.С), который является более твердым и хрупким, в котором возможно образование трещин.

#### Оценка зоны термического влияния основного металла

При сварке разнородных марок сталей важное значение имеет не только соответствующий выбор сварочного материала, обеспечивающего желаемую структуру наплавленного металла шва при разбавлении с основным металлом. Следует также принимать во внимание свариваемость самих сталей. Простыми, хотя и консервативными способами, являются использование предварительного подогрева и послесварочной термообработки, соблюдение межпроходной температуры и т.п., которые характерны для сварки наиболее тяжело свариваемой марки стали. Однако при использовании присадочных материалов из аустенитных нержавеющей сталей или сплавов на основе никеля, допускается более низкая температура предварительного подогрева.

Послесварочная термообработка при температуре 500-700°C, широко применяемая для углеродистых и низколегированных сталей, может привести к снижению коррозионной стойкости (см. раздел «Коррозия») нержавеющей стали или наплавленного металла шва, в особенности это касается нестабилизированных марок нержавеющей сталей с высоким содержанием углерода. Термообработка после сварки также может привести к охрупчиванию из-за выделения интерметаллических фаз. Этот эффект более четко выражен у наплавленных металлов с высоким содержанием ферритной фазы. Поэтому общепринято ограничение по содержанию феррита 8-10 FN, например, при плакировании низколегированных сталей, если требуется последующая термообработка.

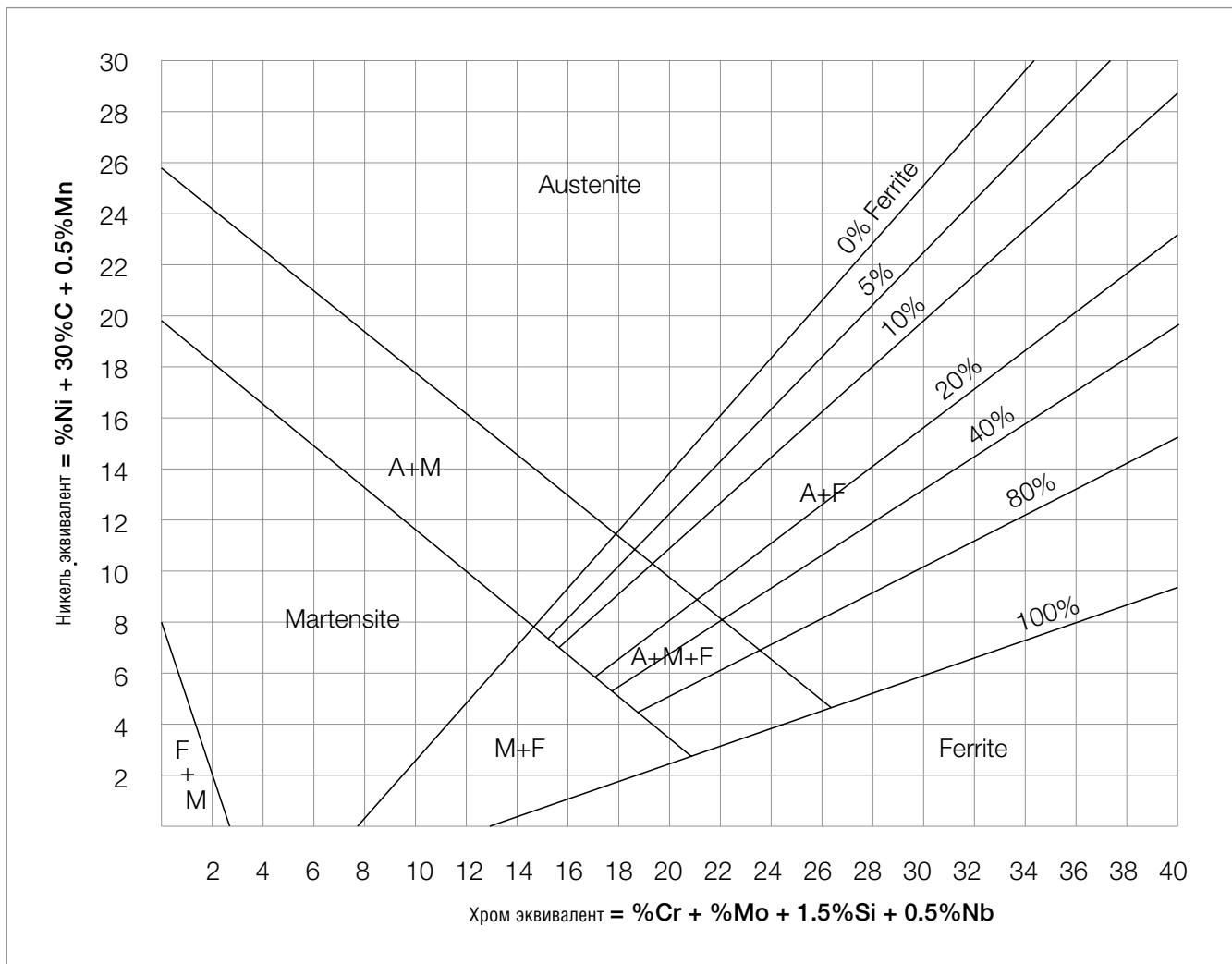


Диаграмма Шеффлера

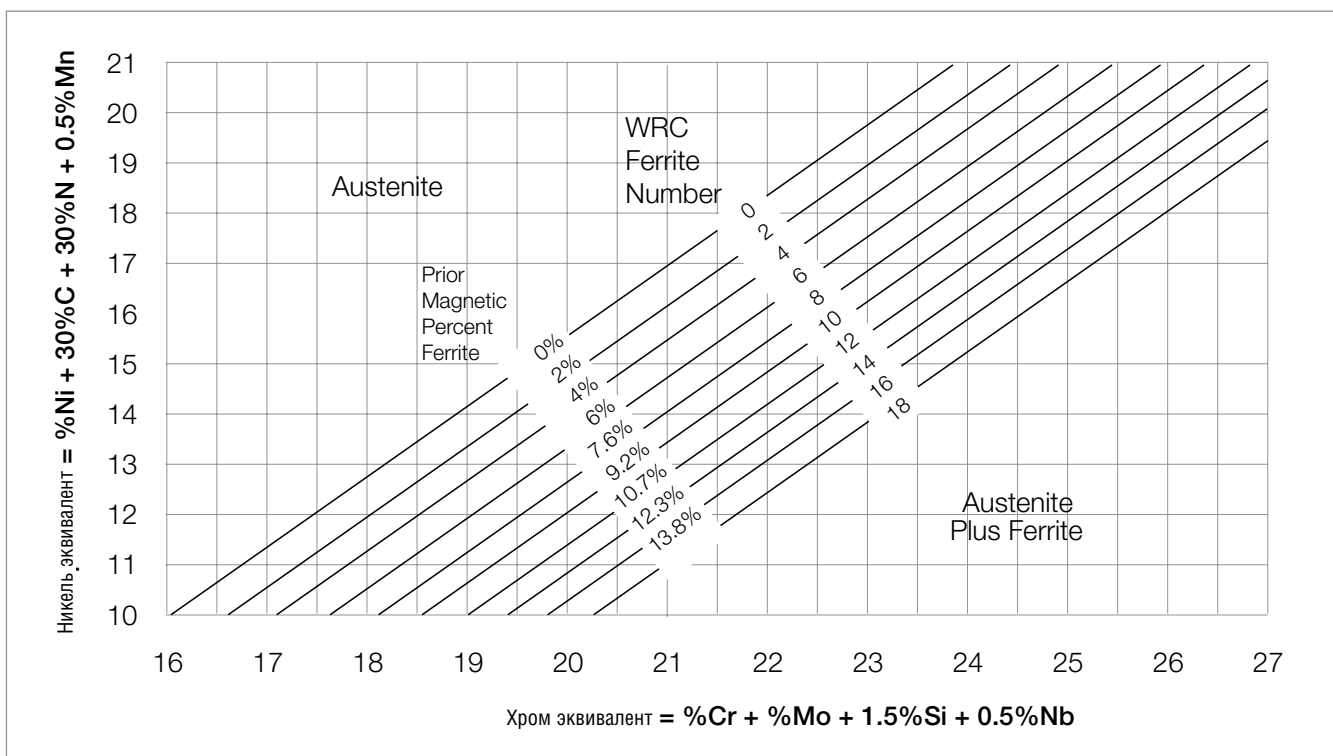


Диаграмма Де Лонги



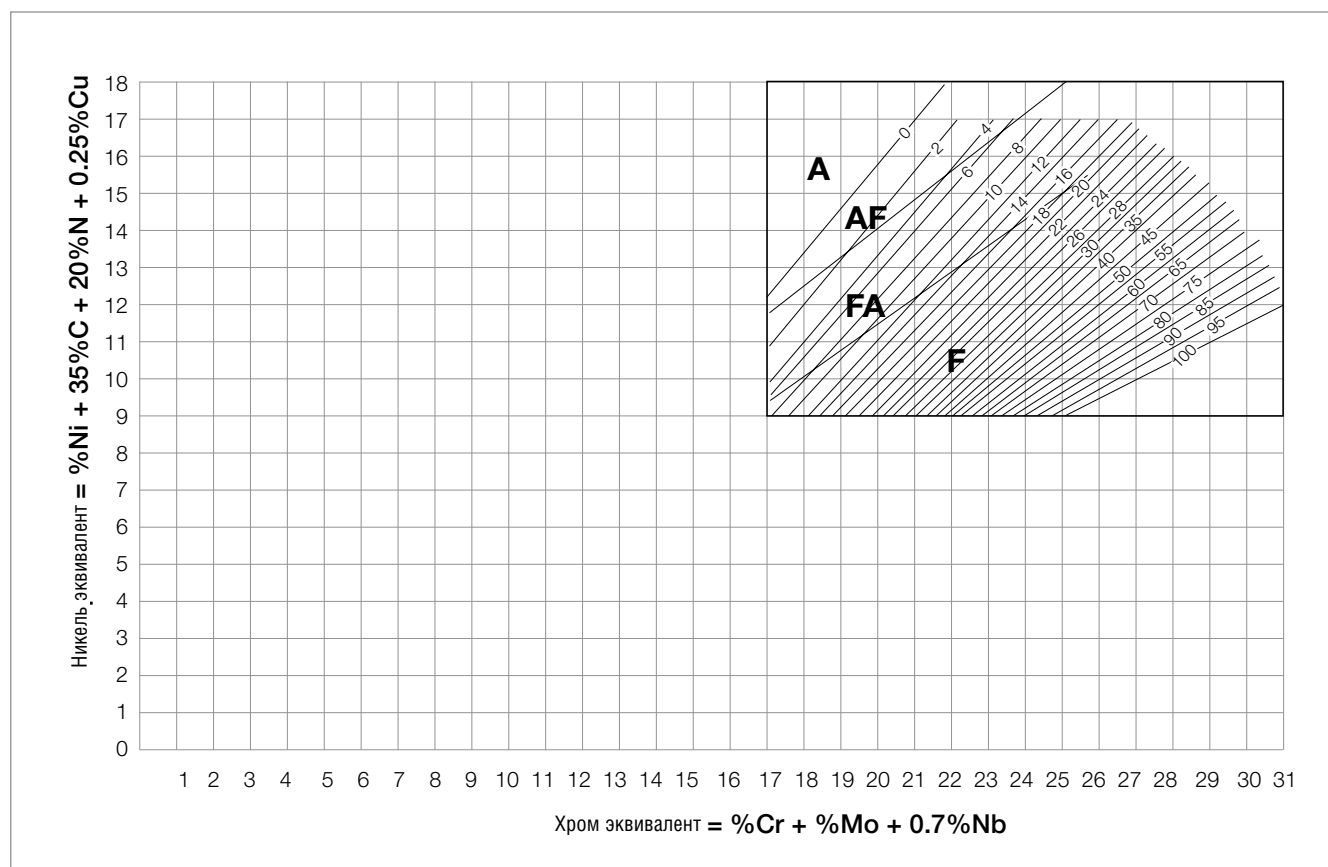
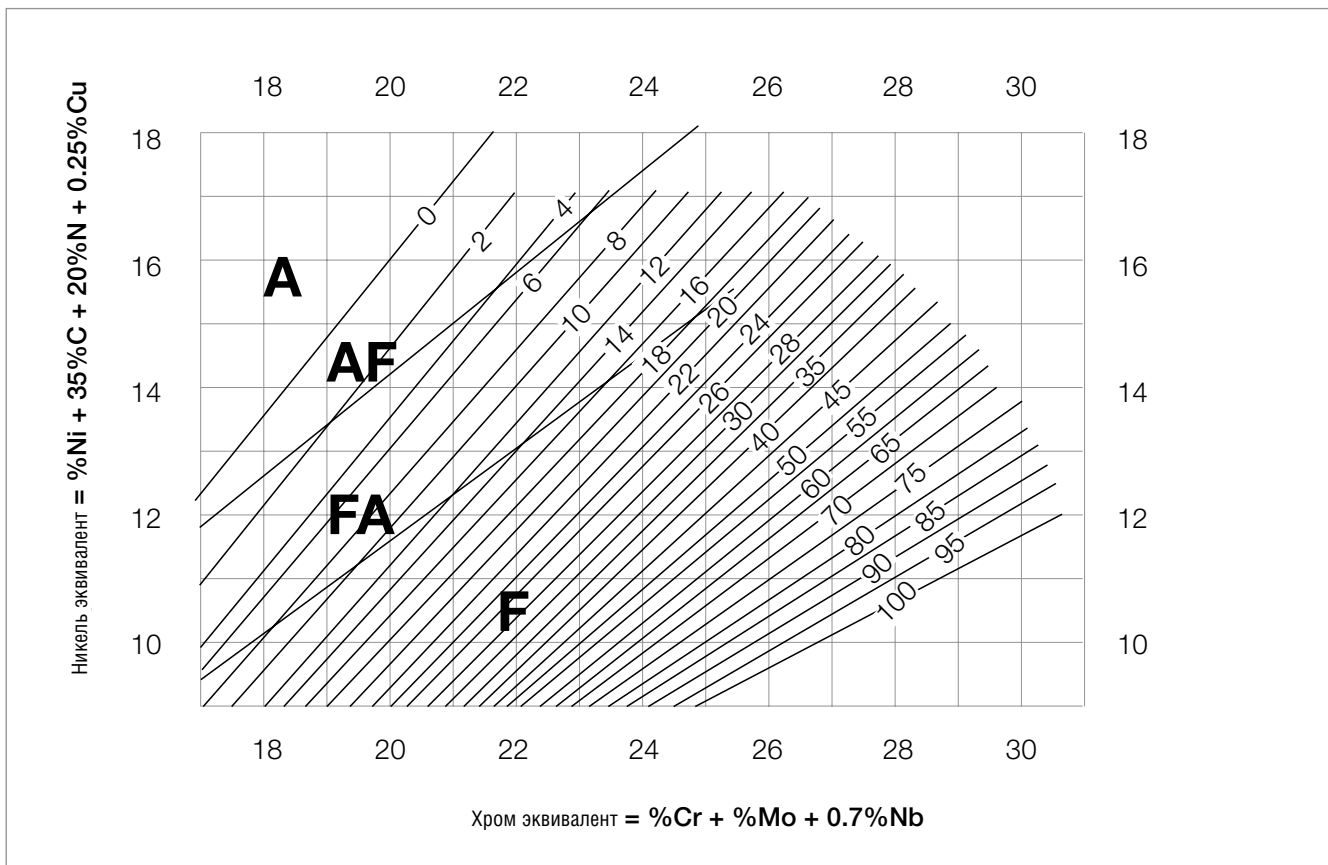


Диаграмма WRC-1992

# Транспортировка и хранение

## Хранение

Все покрытые электроды активно поглощают влагу из окружающего воздуха, но скорость ее поглощения может быть очень низкой при соблюдении надлежащих условий хранения:

- 5 – 15°C: максимально, 60 % относительной влажности
- 15 – 25°C: максимально, 50 % относительной влажности
- >25°C: максимально, 40 % относительной влажности.

При низких температурах легче поддерживать низкую относительную влажность если температура хранения, как минимум, на 10°C выше наружной температуры. При высоких температурах низкая относительная влажность обеспечивается, если производится осушение воздуха в помещениях, где хранятся электроды. Перед вскрытием упаковок электродов следует убедиться в том, что принесенные из холодного помещения упаковки нагрелись до температуры окружающего воздуха. Пластиковая упаковка обеспечивает некоторую защиту электродов от влаги: влага хотя и поглощается, но очень медленно. Высокая влажность покрытия электродов из нержавеющей стали для ручной дуговой сварки (ММА) может стать причиной пористости. Если уровень содержания влаги неизвестен, следует заново просушить электроды согласно соответствующей инструкции. В процессе использования электродов рекомендуется использовать термопены.

## Транспортировка и хранение электродов в вакуумной упаковке (VacPac™)

Электроды в упаковке VacPac™ следует хранить при температуре не выше 50°C. Дополнительная просушка этих электродов не требуется при условии, что упаковка не была повреждена. Для вскрытия вакуумной пленки не следует пользоваться ножом или другими острыми предметами, чтобы не повредить другие вакуумные упаковки. Перед использованием электродов из вакуумной упаковки VacPac™ которая была повреждена, следует повторно просушить электроды. Разрезать защитную пленку следует на указанном конце упаковки. Не рекомендуется одновременно вынимать более одного электрода из упаковки, оставшиеся электроды необходимо снова закрыть пленкой. Если электроды находились под воздействием атмосферного воздуха в открытой упаковке VacPac™ более 12 часов, электроды следует забраковать или повторно просушить.\*

Рекомендации по сплошной и порошковой проволокам  
Сплошную и порошковую проволоку следует хранить в условиях, которые препятствуют ухудшению качества продукции или упаковки. Всю проволоку следует защитить от непосредственного контакта с водой или влагой. Проволоку следует хранить в сухих условиях. Следует обеспечить мониторинг уровня относительной влажности и температуры в складском помещении. Температура окружающего воздуха не должна падать ниже точки росы. Чтобы избежать выпадения конденсата, проволоку следует хранить в оригинальной упаковке. Перед вскрытием

упаковки, если это потребует, ее следует выдержать до выравнивания температуры с температурой окружающего воздуха. Следует обеспечить защиту проволоки также от других водородосодержащих материалов, таких как масло, смазка и коррозия или гигроскопичные материалы. Условия хранения должны также обеспечить защиту от повреждения упаковок и проволоки.

## Рекомендации по флюсам OK Flux

При поставке с предприятий-изготовителей флюсы компании ESAB, агломерированные и плавленные, имеют гарантированный уровень содержания влажности. Перед транспортировкой каждый поддон с установленными на нем мешками флюса плотно обертывается полимерной пленкой. Это делается для того, чтобы сохранить как можно дольше уровень содержания влаги, который был замерен по состоянию непосредственно после изготовления. Флюс никогда не должен попадать в условия повышенной влажности, такие как дождь и снег.

## Хранение

Закрытые мешки флюса должны храниться при следующих контролируемых условиях:

- Температура: 20±10°C.
- Относительная влажность не более 60%.
- Флюсы должны храниться не более 3 лет.
- Остатки флюса из незащищенных бункеров должны быть отправлены в сушильную камеру или в бункер, в котором поддерживается температура 150±25°C.
- Остатки флюса из открытых пакетов, должны храниться при температуре 150±25°C.

## Рециркуляция флюса

- Влага и масло должны быть удалены из сжатого воздуха, который используется в системе рециркуляции флюса.
- Добавление нового флюса должно производиться в пропорции, как минимум, одна (1) часть нового флюса на три (3) части прошедшего рециркуляцию.
- Посторонние материалы, такие как прокатная окалина, грат и т.д. следует удалить соответствующим способом, например, просеиванием.

## Повторная сушка

Повторная сушка требуется в том случае, если при хранении, транспортировке или использовании флюс впитал влагу, или если этого заложено в требованиях на материал. Просушку следует производить на плоских листах с толщиной слоя:

- Не более 50 мм, при:
- Агломерированные флюсы следует выдерживать при температуре 300±25°C в течение 2-4 часов.
- Плавленные флюсы следует выдерживать при температуре 200±50°C в течение 2-4 часов.
- Просушенный флюс, который не используется непосредственно после прокалки, следует хранить до использования при температуре 150±25°C.

\* В соответствии со стандартом AWS испытания производятся при 26,7°C при относительной влажности 80%

Обозначения, принятые в справочнике	Расшифровка обозначений
<b>Стандарты</b>	
AWS	Соответствие стандартам Американского общества специалистов по сварке
EN	Соответствие стандартам Европейского комитета по стандартизации
ISO	Соответствие стандартам Международной Организации по стандартизации
<b>Одобрения</b>	
ABS	Американским бюро стандартизации в области судостроения «American Bureau of Standards»
BV	Французским бюро стандартизации в области судостроения «Bureau Veritas»
CE	Советом Европы
DB	Немецким бюро стандартизации в области производства конструкций и подвижного состава железнодорожного транспорта «Deutsche Bahn AG»
DNV	Норвежской компанией стандартизации в области судостроения «Det Norsk Veritas»
GL	Немецким морским страховым объединением регистра Ллойда «Germanischer Lloyd»
LR	Британским морским страховым объединением регистра Ллойда «Lloyd's Register»
NAKS	Российским национальным агентством контроля и сварки
RS	Российским морским регистром
T V	ТЮФом – немецким объединением аудиторских компаний союза технического надзора за объектами котельного оборудования
<b>Сокращения и обозначения</b>	
A4/A5 (%)	Относительное удлинение образца при испытаниях на растяжение [%]
AC	Переменный ток (Alternating Current)
AW	Механические свойства сварного соединения после сварки (As Weld)
CTOD	Тест на стойкость материала к развитию трещины по критическому значению величины ее раскрытия.
CVN (J)	Работа разрушения стандартного образца с V-образным острым надрезом «Шарпи» при испытаниях на ударный изгиб [Дж] (работа удара = 1 Дж соответствует значению ударной вязкости $a_u=1,25$ Дж/см <sup>2</sup> )
DC+	Постоянный ток обратной полярности (Direct Current)
FN	Ферритное число (примерно равно % ферритной фазы при содержании феррита до 10%)
HAZ	Зона термического влияния (Heat Affected Zone)
HDM (ml/100g)	Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле (мл/100 г наплавленного металла)
LNG	Сжиженный природный газ (Liquefied Natural Gas)
LPG	Сжиженный нефтяной (попутный) газ (Liquefied Petroleum Gas)
MAG	Дуговая сварка плавящимся электродом в среде активных газов (Metal-arc Active Gas)
MIG	Дуговая сварка плавящимся электродом в среде инертных газов (Metal-arc Inert Gas)
MMA	Дуговая сварка штучным электродом (Metal Manual Arc)
PWHT	Механические свойства сварного соединения после термической обработки (Post Weld Heat Treatment)
PDS	Спецификация на продукцию (Product Data Sheet)
ReL (МПа)	$\sigma_T$ – Предел текучести (МПа)
Rm (МПа)	$\sigma_B$ – Предел прочности (МПа)
Rp0,2 (МПа)	$\sigma_{0,2}$ – Условный предел текучести (МПа). Величина остаточной деформации не превышает 0,2%
SAW	Дуговая сварка под флюсом (submerged-arc welding)
SR	Снятие напряжений (Stress Relief)
TIG	Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде инертных газов (Tungsten-arc Inert Gas)

# Глобальное производство



OK Flux является всемирно известной торговой маркой концерна ESAB, а комбинация флюса OK Flux со сплошной и порошковой проволоками для сварки под флюсом OK Autrod и OK Tubrod пользуются популярностью во всем мире.

Все предприятия ESAB, которые производят OK Flux, изготавливают его в соответствии с требованиями, указанными в централизованно предоставляемых спецификациях, которые определяют все этапы производства, а именно:

- Исходный материал
- Методы испытаний
- Выходной контроль изделий
- Технологический процесс, параметры и ограничения процесса
- Требования к упаковке и маркировке продукции
- Одобрения продукции международными организациями
- Управление жизненным циклом изделия (PLM)
- Система Обеспечения Качества

- ISO 14001
  - OHSAS 18001.
- Эти меры обеспечивают уверенность ESAB в том, что вся продукция под маркой OK имеет идентичные свойства независимо от того, в какой стране мира находится производство.

Некоторые виды материалов под маркой OK одновременно производятся в нескольких странах, чтобы удовлетворить потребности местного рынка. Это также является частью плана по построению логистической цепочки ESAB для удовлетворения потребностей наших клиентов. Компания ESAB может поставить свою продукцию с заводов, которые находятся в разных странах мира. Именно поэтому ESAB может обеспечить самые лучшие услуги по доставке.

# Сертификация производства



**QUALITY SYSTEM  
CERTIFICATE**

quality system properly  
for applicable rules of  
certification. Any material  
in accordance with

# Мировой лидер в области технологий и оборудования для сварки и резки



Компания ESAB работает на передовой линии в области технологий сварки и резки металла. Более чем столетний опыт и постоянное усовершенствование продукции и технологий позволяет нам идти в ногу с техническим прогрессом в каждом направлении, которым занимается компания ESAB.

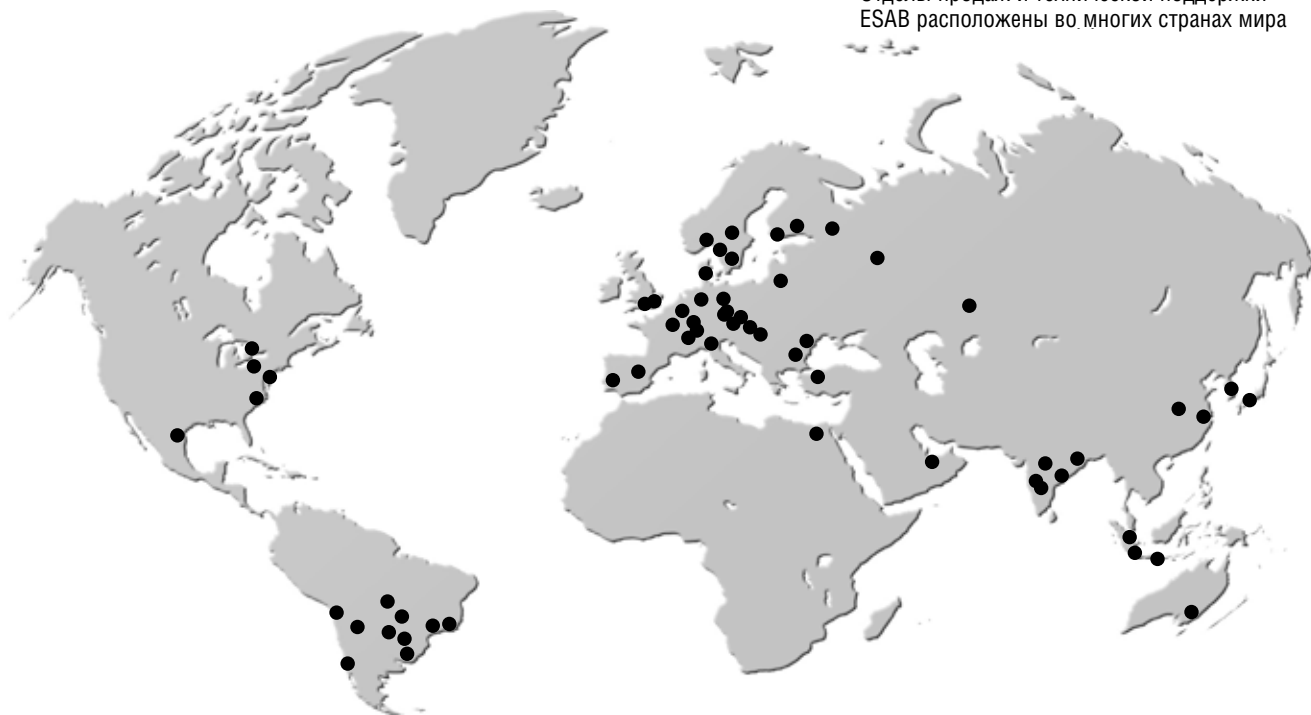
## Стандарты качества и экологические нормативы

Три ключевых момента в деятельности компании: качество, экология и безопасность. ESAB является одной из немногих компаний в мире, продукция которой отвечает стандартам ISO14001 и OHSAS 18001 в части систем экологического менеджмента, а также в области управления охраной здоровья и безопасностью персонала.

Это относится ко всем производственным предприятиям компании ESAB.

С точки зрения ESAB качество – это непрерывно развивающийся процесс, который является сутью нашего производства в международном масштабе. Производственные мощности во всех странах мира, местные представительства и международная сеть независимых дистрибьюторов гарантируют нашим клиентам высокое качество и богатый опыт ESAB в области производства материалов и технологий, независимо от того, где находятся наши клиенты.

Отделы продаж и технической поддержки ESAB расположены во многих странах мира



\* Включая производство компании ESAB в Северной Америке

Локальные задачи – глобальные решения



ООО «ЭСАБ»  
Москва (495) 663 20 08  
С-Петербург (812) 336 70 80  
Екатеринбург (343) 220 10 07  
Н. Новгород (831) 278 00 03  
Новосибирск моб. 8 (913) 766 46 74  
Орел моб. 8 (919) 209 52 15

Ростов-на-Дону (863) 295 03 85  
Южно-Сахалинск моб. 8 (914) 755 02 28  
Алматы (727) 259 86 60  
Киев 8 10 (38044) 501 23 24  
Минск 8 10 (37517) 328 60 49  
[www.esab.ru](http://www.esab.ru)