



**СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Введение



Будучи одним из пионеров производства сварочных материалов, компания BÖHLER WELDING особое внимание уделяет высокотехнологичным применениям выпускаемой продукции.

Так, с тех пор как, трубопроводный транспорт приобрел огромное значение, BÖHLER WELDING принимает активное участие в развитии этой отрасли промышленности.

Трубопроводное строительство в различных климатических поясах и областях с различным рельефом и типом почв поставило множество инженерных задач.

Решая возникшие задачи, работая бок о бок с ведущими компаниями, занимающимися трубопроводным строительством, BÖHLER WELDING добился мирового лидерства в произ-

водстве сварочных проволок и электродов с целлюлозным и основным покрытием, обеспечивающих высокие прочностные свойства наплавленного металла, гарантирующие, в первую очередь, безопасность соединения.

Тысячи километров трубопроводов, построенные на суше и проложенные с помощью барж на море, обеспечили мировую известность сварочным материалам производства BÖHLER WELDING.

Быструю, точно в срок, доставку материалов обеспечивает охватывающая весь мир сеть представительств и складов. Вашего ближайшего поставщика Вы можете найти на сайте компании www.boehler-welding.com.

Сварочные МАТЕРИАЛЫ компании BÖHLER WELDING выпускаются во влагоустойчивой и герметичной упаковке.



	Электроды				Проволока	ДСПП	
	Марки стали API EN	CEL	BVD	Серия PIPE			
Трубные стали низкой прочности	API	A, B	FOX CEL	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe		
		X42 - X52	FOX CEL	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P	
		X56 - X60	FOX CEL FOX CEL Mo FOX CEL 70-P FOX CEL 75 FOX CEL 80-P FOX CEL 85	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P	
	EN	L210	FOX CEL	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe		
		L290MB-L360MB	FOX CEL	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P	
		L385M-L415MB	FOX CEL FOX CEL Mo FOX CEL 70-P FOX CEL 75 FOX CEL 80-P FOX CEL 85	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV Pipe FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P	
	Трубные стали высокой прочности	API	X65	FOX CEL FOX CEL 80-P FOX CEL 85	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P
			X70	FOX CEL FOX CEL 80-P FOX CEL 85 FOX CEL 90	FOX BVD RP FOX BVD 90	FOX EV 70 Pipe	SG 8-P NiMo 1-IG Ti 70 Pipe-FD
			X80	FOX CEL FOX CEL 90	FOX BVD RP FOX BVD 90 FOX BVD 100	FOX EV 70 Pipe	NiMo 1-IG Ti 80 Pipe-FD
			X100-X110		FOX BVD RP FOX BVD 110 FOX BVD 120		
EN		L450MB	FOX CEL FOX CEL 80-P FOX CEL 85	FOX BVD RP FOX BVD 85	FOX EV 60 Pipe	SG 3-P SG 8-P	
		L485MB	FOX CEL FOX CEL 80-P FOX CEL 85 FOX CEL 90	FOX BVD RP FOX BVD 90	FOX EV 70 Pipe	SG 8-P NiMo 1-IG	
		L555MB	FOX CEL FOX CEL 90	FOX BVD RP FOX BVD 90 FOX BVD 100	FOX EV 70 Pipe	NiMo 1-IG	
Дуплексные стали		22Cr	FOX CN 22/9 N FOX CN 22/9 N-B			CN 22/9 N-IG CN 22/9 PW-FD	
<p>Выбор зависит от технологии сварки, см. подробные рекомендации для корневого, горячего и заполняющих слоев на следующих страницах</p> <p>CEL = Электроды с целлюлозным покрытием</p> <p>BVD = Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз</p> <p>Серия PIPE = Электроды с основным покрытием для сварки в положении снизу вверх</p> <p>ДСПП = Порошковая сварочная проволока</p>							

		Стр.
Электроды с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз	Сравнительная таблица трубных сталей	5
	Рекомендации по электродам с целлюлозным покрытием	7
	BÖHLER FOX CEL (AWS E6010)	8
	BÖHLER FOX CEL+ (AWS E6010)	8
	BÖHLER FOX CEL Mo (AWS E7010-A1)	8
	BÖHLER FOX CEL 70-P (AWS E7010-P1)	9
	BÖHLER FOX CEL 75 (AWS E7010-P1)	9
	BÖHLER FOX CEL 75 G (AWS E7010-G)	29
	BÖHLER FOX CEL 80-P (AWS E8010-P1)	9
	BÖHLER FOX CEL 85 (AWS E8010-P1)	10
	BÖHLER FOX CEL 85 G (AWS E8010-G)	29
BÖHLER FOX CEL 90 (AWS E9010-P1)	10	
Технология сварки	11 - 14	
Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз	Рекомендации по электродам с основным покрытием	15
	BÖHLER FOX BVD RP (AWS E8045-P2)	16
	BÖHLER FOX BVD 85 (AWS E8045-P2)	16
	BÖHLER FOX BVD 90 (AWS E9018-G)	16
	BÖHLER FOX BVD 100 (AWS E10018-G)	17
	BÖHLER FOX BVD 110 (AWS E11018-G)	17
	BÖHLER FOX BVD 120 (AWS E12018-G)	17
	Технология сварки	18 - 22
Электроды с основным покрытием для сварки в положении снизу вверх	Рекомендации по электродам с основным покрытием для сварки, выполняемой снизу вверх.	24
	BÖHLER FOX EV PIPE (AWS E7016-1)	25
	BÖHLER FOX EV 60 PIPE (AWS E8016-G)	25
	BÖHLER FOX EV 70 PIPE (AWS E9016-G)	25
Сплошные и порошковые проволоки для полуавтоматической сварки	Рекомендации по автоматической сварке сплошной проволокой	26
	BÖHLER SG 3-P	27
	BÖHLER SG 8-P	27
	BÖHLER NiMo 1-IG	28
	BÖHLER Ti 70 Pipe-FD	28
	BÖHLER Ti 80 Pipe-FD	28
Иные сварочные материалы для трубопроводов	BÖHLER FOX CEL S	29
	BÖHLER FOX CEL 75 G	29
	BÖHLER FOX CEL 85 G	29
	BÖHLER FOX EV 50-W	29
Для дуплексных сталей	FOX CN 22/9 N	29
	FOX CN 22/9 N-B	29
	CN 22/9 N-IG	29
	CN 22/9 PW-FD	29

Сравнительная таблица трубных сталей

Классификация сталей			Предел текучести - минимум		Предел прочности - минимум		Удлинение - минимум
API 5 L-92	EN 10208-2	DIN 17172	ksi	Н/мм ²	ksi	Н/мм ²	%
A	L210	StE 210.7	30.0	207	48.0	331	28
			30.4	210	46.4	320	26
			30.4	210	46.4	320	26
B	L245MB	StE 240.7	35.0	241	60.0	413	23
			35.5	245	60.2	415	22
			34.8	240	53.7	370	24
X 42	L290MB	StE 290.7 StE 290.7 TM	42.0	289	60.0	313	23
			42.0	290	60.2	415	21
			42.0	290	60.9	420	23
X 46	L320M	StE 320.7 StE 320.7 TM	46.0	317	63.0	434	22
			46.4	320	66.7	460	21
			46.4	320	66.7	460	21
X 52	L360MB	StE 360.7 StE 360.7 TM	52.0	358	66.0	455	21
			52.2	360	66.7	460	20
			52.2	360	74.0	510	20
X 56	L385M	StE 385.7 StE 385.7 TM	56.0	386	71.0	489	20
			55.8	385	76.9	530	19
			55.8	385	76.9	530	19
X 60	L415MB	StE 415.7 StE 415.7 TM	60.0	413	75.0	517	19
			60.2	415	75.4	520	18
			60.2	415	79.8	550	18
X 65	L450MB	StE 445.7 TM	65.0	448	77.0	530	18
			65.3	450	77.6	535	18
			64.6	445	81.2	560	18
X 70	L485MB	StE 480.7 TM	70.0	482	82.0	565	18
			70.3	485	82.7	570	18
			69.6	480	87.0	600	18
X 80	L555MB	StE 550.7 TM	80.0	550	90.0	620	18
			80.5	555	90.6	625	18
			79.8	550	100.1	690	18



Сварка сверху вниз, с использованием электродов с целлюлозным покрытием, ОАЭ



Водопровод в Саудовской Аравии

© a.hak

Рекомендации по электродам с целлюлозным покрытием

Марки стали API	Электроды с целлюлозным покрытием				
	FOX CEL FOX CEL S E 6010	FOX CEL № E 7010-A1	FOX CEL 70-P FOX CEL 75 E 7010-P1	FOX CEL 80-P FOX CEL 85 E 8010-P1	FOX CEL 90 E 9010-G
A					
B					
X 42					
X 46					
X 52					
X 56					
X 60					
X 65					
X 70					
X 80					
Марки стали EN					
L210					
L245MB					
L290MB					
L320M					
L360MB					
L385M					
L415MB					
L450MB					
L485MB					
L555MB					


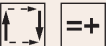
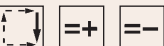
только для сварки корневого шва

для корневого шва, горячего прохода, заполняющих слоев и облицовочного слоя.
 Применение FOX CEL или FOX CEL S для корневого шва высокопрочных сталей с высокой ударной вязкостью X 60 / L415MB и более широко распространено, однако их использование зависит от конкретных технических характеристик и условий.
 Обратите, пожалуйста, также внимание на материалы раздела «Комбинированная технология и сварка с использованием электродов одной марки» страниц 8 и 9.

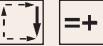
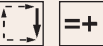

В течение многих лет экономическая целесообразность применения электродов с целлюлозным покрытием доказана их успешным использованием в трубопроводном строительстве по всему миру. Область применения электродов включает все прочностные классы трубных сталей вплоть до API 5L X 70. Экономический эффект использования достигается как при сварке корневых, так и заполняющих и облицовочных швов. Результат обеспечивается возможностью использованием больших диаметров электродов

в позиции сверху вниз на повышенных токах при высокой скорости сварки. Хотя электроды **БЭЛЕР** с целлюлозным покрытием разработаны для получения сварных соединений с высокой прочностью и ударной вязкостью, большое содержание водорода в металле шва может ограничивать применение таких электродов, особенно в случаях сварки толстостенных труб и при необходимости достижения высокой ударной вязкости.

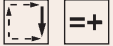
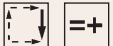
Электроды с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX CEL EN ISO 2560-A:2005: E 38 3 C 2 1 AWS A5.1-04: E6010 AWS 5.1M-04: E4310  Прямая полярность (-) для корневого шва Прокатка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	ДСМПЭ	C 0.12 Si 0.14 Mn 0.5	Re 450 (≥ 390) Н/мм ² Rm 520 (≥ 470-540) Н/мм ² A5 26 (≥ 22) % Av +20°C: 110 (≥ 70) Дж ± 0°C: 105 Дж -20°C: 95 Дж -30°C: 65 (≥ 47) -40°C: 45 Дж Предел текучести 65000 (≥ 57000) PSI Предел прочности 75000 (≥ 68000-78000) PSI Удлинение на 4d 26 % Ударная вязкость +68°F: 81 (≥ 52) ft-lb +32°F: 77 ft-lb -4°F: 70 (≥ 35) ft-lb -22°F: 48 ft-lb -40°F: 34 ft-lb	2.5 3.2 4.0 5.0	50-90 80-130 120-180 160-210	TÜV-D, TÜV-A, DNV, GdF, Statoil, SEPROZ, PDO, VNIIST, CE	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов больших диаметров. Подходит для корневого шва, горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Особенно рекомендуется для сварки корневого шва. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки — снизу вверх. Помимо хороших сварочных характеристик и хорошего перекрытия зазора, электрод FOX CEL позволяет получить наплавленный металл с высочайшими значениями ударной вязкости, и, таким образом, гарантирует еще большую степень безопасности при сварке трубопроводов во время монтажа. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высокоэнергетических газов. (НІС-тест в соответствии с NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материала сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	S235JR, S275JR, S235J2G3, S275J2G3, S355J2G3, P235GH, P265GH, P355T1, P235T2-P355T2, L210NB-L415NB, L290MB-L415MB, P235G1TH, P255G1TH. Проход корневого шва до L555NB, L555MB API Спец 5 L: A, B, X 42, X 46, X 52, X 56. Корневой слой до X 80.
FOX CEL+ EN ISO 2560-A:2005: E 38 2 C 2 1 AWS A5.1-04: E6010 AWS A5.1M-04: E4310  Прокатка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	ДСМПЭ	C 0.17 Si 0.15 Mn 0.6	Re 450 (≥ 390) Н/мм ² Rm 520 (≥ 470-540) Н/мм ² A5 26 (≥ 22) % Av +20°C: 105 (≥ 70) Дж ± 0°C: 95 Дж -20°C: 65 (≥ 47) Дж -30°C: — (≥ 27) Дж Предел текучести 65000 (≥ 57000) PSI Предел прочности 75000 (≥ 68000-78000) PSI Удлинение на 4d 26 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 77 (≥ 52) ft-lb +32°F: 70 ft-lb -4°F: 48 (≥ 35) ft-lb -22°F: — (≥ 20) ft-lb	2.5 3.2 4.0	50-90 80-130 120-180	—	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов больших диаметров. Особенно рекомендуется для корневого шва при сварке постоянным током положительной полярности, при сварке снизу вверх и сверху вниз. Помимо хороших сварочных характеристик и хорошего перекрытия зазора, электрод BÖHLER FOX CEL+ позволяет получить мощную проплавляющую дугу, гладкие корневые слои шва при высоких скоростях прохода, а также большую степень защиты от образования усадочных раковин, полостей и подрезок.	S235JR, S275JR, S235J2G3, S275J2G3, S355J2G3, P235GH, P265GH, P355T1, P235T2-P355T2, L210NB-L415NB, L290MB-L415MB, P235G1TH, P255G1TH. Проход корневого шва до L555NB, L555MB API Спец 5 L: A, B, X 42, X 46, X 52, X 56. Проход корневого шва до X 80.
FOX CEL Mo EN ISO 2560-A:2005: E 42 3 Mo C 2 5 AWS A5.5-06: E7010-A1  Прямая полярность (-) для корневого шва Прокатка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	ДСМПЭ	C 0.1 Si 0.14 Mn 0.4 Mo 0.5	Re 480 (≥ 420) Н/мм ² Rm 550 (≥ 510-590) Н/мм ² A5 23 (≥ 22) % Av +20°C: 100 (≥ 70) Дж ± 0°C: 95 Дж -20°C: 85 Дж -30°C: 50 (≥ 47) Дж -40°C: 42 Дж Предел текучести 70000 (≥ 61000) PSI Предел прочности 80000 (≥ 74000-85500) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 74 (≥ 52) ft-lb +32°F: 70 ft-lb -4°F: 63 ft-lb -22°F: 37 (≥ 35) ft-lb -40°F: 31 ft-lb	3.2 4.0 5.0	80-130 120-180 160-210	TÜV-D, TÜV-A, ABS, SEPROZ, VNIIST, CE	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с высокой ударной вязкостью больших диаметров. Более экономичен по сравнению с обычной сваркой в направлении снизу вверх. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Помимо отличных прочностных свойств наплавленного металла, обеспечивает простоту использования, концентрированную мощную дугу с глубоким проплавлением, что позволяет получить прочные сварные соединения с высокой рентгенографической плотностью шва. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высокоэнергетических газов. (НІС-Тест асс. NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материала сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	S235JR, S275JR, S235J2G3, S275J2G3, S355J2G3, P235GH, P265GH, L210-L415NB, L290MB-L415MB, P355T1, P235T2-P355T2, P235G1TH, P255G1TH Проход корневого шва до L555MB. API Спец 5 L: Grade A, B, X 42, X 46, X 52, X 56, X 60. Проход корневого шва до X 80.

Электроды с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	\varnothing мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX CEL 70-P EN ISO 2560-A:2005: E 42 3 C 25 AWS A5.5-06: E7010-P1  Прокаливание: не допустимо Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	АСМПЭ	C 0.17 Si 0.11 Mn 0.6 Ni 0.17	Re 475 (≥ 420) Н/мм ² Rm 550 (510-610) Н/мм ² A5 23 (≥ 22) % Av +20°C: 90 J -20°C: 70 J -30°C: 55 (≥ 47) J -40°C: 45 J Предел текучести 69000 (≥ 61000) PSI Предел прочности 80000 (≥ 73000 -93000) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 66 ft-lb -4°F: 51 ft-lb -22°F: 40 (≥ 34) ft-lb -40°F: 33 ft-lb	5.0	140-210	–	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с большим диаметром и высокой ударной вязкостью. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки - снизу вверх. BÖHLER FOX CEL 70-P обеспечивает более мощную дугу и более текучий наплавленный металл по сравнению с хорошо известным BÖHLER FOX CEL 75.	S235JR, S275JR, S235J2G3, S275J2G3, S355J2G3, P235GH, P265GH, L210 - L415NB, L290MB - L415MB, P355T1, P235T2 - P355T2, P235G1TH, 255G1TH API Спец. 5 L: Grade A, B, X42, X 46, X 52, X 56, X 60
FOX CEL 75 EN ISO 2560-A:2005: E 42 3 C 2 5 AWS A5.5-06: E7010-P1  Прямая полярность (-) для корневого шва Прокалка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	АСМПЭ	C 0.14 Si 0.14 Mn 0.7	Re 480 (≥ 420) Н/мм ² Rm 550 (510-610) Н/мм ² A5 23 (≥ 22) % Av +20°C: 100 (≥ 85) Дж ±0°C: 95 Дж -20°C: 85 Дж -30°C: 55 (≥ 47) Дж -40°C: 45 (≥ 27) Дж Предел текучести 70000 (≥ 61000) PSI Предел прочности 80000 (≥ 74000 -89000) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 74 (≥ 63) ft-lb +32°F: 70 ft-lb -4°F: 63 ft-lb -22°F: 41 (≥ 35) ft-lb -40°F: 33 (≥ 20) ft-lb	3.2 4.0 5.0	80-130 120-180 160-210	TÜV-A	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с высокой ударной вязкостью больших диаметров. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки - снизу вверх. Характеристики проникновения дуги и малое шлакообразование обеспечивают хороший контроль за сварной ванной и гарантируют отличные сварочно-технологические показатели во всех положениях, даже при использовании электродов больших диаметров и более высоких значений тока. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высокоокислительных газов. (НСТ-тест в соответствии с NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материала сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	S235JR, S275JR, S235J2G3, S275J2G3, S355J2G3, P235GH, P265GH, L210-L415NB, L290MB-L415MB, P355T1, P235T2-P355T2, P235G1TH, P255G1TH. Проход корневого шва до L480MB. API Спец. 5 L: Grade A, B, X 42, X 46, X 52, X 56, X 60. Проход корневого шва до X 70.
FOX CEL 80-P EN ISO 2560-A:2005: E 46 3 1Ni C 25 AWS A5.5-06: E8010-P1  Прокаливание: не допустимо Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	АСМПЭ	C 0.15 Si 0.15 Mn 0.75 Ni 0.8	Re 490 (≥ 460) Н/мм ² Rm 570 (550-650) Н/мм ² A5 23 (≥ 20) % Av +20°C: 90 J -20°C: 80 J -30°C: 60 (≥ 47) J -40°C: 45 J Предел текучести 71000 (≥ 67000) PSI Предел прочности 83000 (≥ 80000 -94000) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: 66 ft-lb -4°F: 59 ft-lb -22°F: 44 (≥ 34) ft-lb -40°F: 33 ft-lb	5.0	140-210	–	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с большим диаметром и высокой ударной вязкостью. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки - снизу вверх. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. BÖHLER FOX CEL 80-P обеспечивает более мощную дугу и более текучий наплавленный металл по сравнению с хорошо известным BÖHLER FOX CEL 85.	L415NB - L485NB, L415MB - L485MB API Спец. 5 L: X 56, X 60, X 65, X 70

Электроды с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одоб- рения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX CEL 85 EN ISO 2560-A:2005: E 46 4 1Ni C 2 5 AWS A5.5-06: E8010-P1  Прокалка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	SMAW	C 0.14 Si 0.15 Mn 0.75 Ni 0.7	Re 490 (≥ 460) Н/мм ² Rm 570 (550-650) Н/мм ² А5 23 (≥ 20) % Av +20°C: 110 (≥ 80) Дж ±0°C: 105 Дж -20°C: 100 Дж -40°C: 70 (≥ 47) Дж Предел текучести 71000 (≥ 67000) PSI Предел прочности 82000 (≥ 80000-94000) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: 81 (≥ 59) ft-lb +32°F: 77 ft-lb -4°F: 74 ft-lb -40°F: 52 (≥ 35) ft-lb	3.2 4.0 5.0	80-130 120-180 160-210	TÜV-D, TÜV-A, ABS, GdF, SEPROZ, PDO, CE	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с высокой ударной вязкостью больших диаметров. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки – снизу вверх. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Безусловно, BÖHLER FOX CEL 85 – наиболее популярный электрод с целлюлозным покрытием, превосходно соответствующий всем высоким требованиям сварки при монтаже магистральных трубопроводов. Его применение гарантирует получение сварных соединений высочайшего качества при температурах до -40 °C. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высокосернистых газов. (НЭС-тест в соответствии с NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материала сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	L415NB-L485NB, L415MB-L485MB. API Спец. 5 L: X 56, X 60, X 65, X 70
FOX CEL 90 EN ISO 2560-A:2005: E 50 3 1Ni C 2 5 AWS A5.5-06: E9010-P1  Прокалка: не допустима Условия предварительного нагрева, температура промежуточного прохода и процедура сварки указаны в наших рекомендациях на страницах 10 и 11.	АСМПЭ	C 0.17 Si 0.15 Mn 0.9 Ni 0.8	Re 610 (≥ 530) Н/мм ² Rm 650 (620-720) Н/мм ² А5 21 (≥ 18) % Av +20°C: 100 (≥ 80) Дж ±0°C: 90 Дж -20°C: 75 Дж -30°C: 65 (≥ 47) Дж -40°C: 40 (≥ 27) Дж Предел текучести 89000 (≥ 77000) PSI Предел прочности 94000 (≥ 90000-104400) PSI Удлинение на 4d 21 (≥ 18) % Ударная вязкость +68°F: 74 (≥ 59) ft-lb +32°F: 66 ft-lb -4°F: 55 ft-lb -22°F: 48 (≥ 35) ft-lb -40°F: 30 (≥ 35) ft-lb	4.0 5.0	120-180 160-210	TÜV-D, TÜV-A, GdF, Statoil, SEPROZ, VNIIST, CE	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки в положении сверху вниз трубопроводов с высокой ударной вязкостью больших диаметров. Высокоэкономичен по сравнению со стандартным способом ведения сварки – снизу вверх. Особенно рекомендуется для горячих проходов, заполняющих и облицовочных слоев. Специальная конструкция покрытия и электродной проволоки гарантирует высочайшее металлургическое качество и отсутствие дефектов наплавленного металла с отличными механическими свойствами. Электрод обеспечивает хорошую видимость сварочной ванны и простоту выполнения работ в любом положении, а также высокий запас стойкости против поробразования и шлаковых включений.	L450MB, L485MB, L555MB. API Спец. 5 L: X 65, X 70, X 80

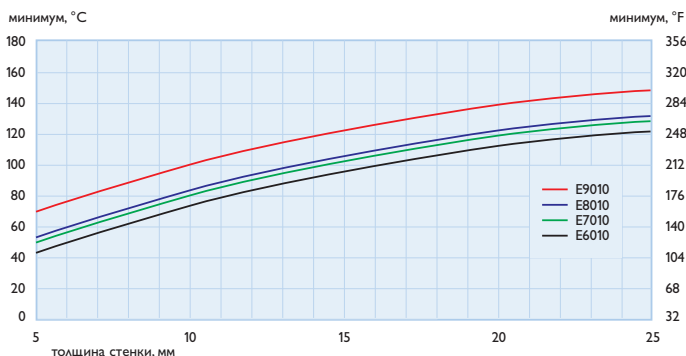
Технология сварки

Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода

Чтобы предотвратить водородное растрескивание, требуется предварительный нагрев труб перед сваркой и поддержание температуры промежуточного прохода в процессе варки отдельных слоев.

Что касается сварки по месту монтажа трубопровода, достаточно часто выполняемой в трудных условиях, в основном, рекомендуется предварительный нагрев до (300 °F). Это относится ко всем трубам с толщиной стенок до 25 мм (1") и наплавленному металлу класса E9010 (FOX CEL 90). Помните, что при сварке тон-костенных труб требуются более низкие температуры предварительного нагрева и промежуточного прохода.

На прилагаемой схеме показаны минимально возможные температуры в зависимости от толщины стенок труб и диаметра электродов



СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

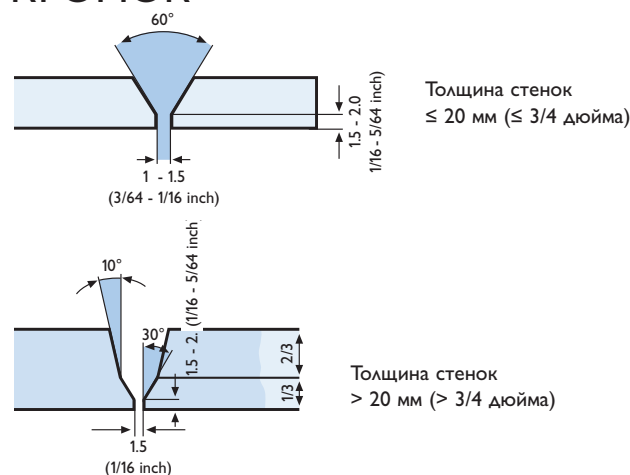
Сварка электродами с целлюлозным покрытием возможна только на постоянном токе. Сварочные аппараты должны иметь падающую вольтамперную характеристику и высокое напряжение холостого хода.

При ручной сварке, расстояние между электродами и сварной ванной или кромками, не постоянно, т.е. длина дуги и сварочный ток будут изменяться. Использование сварочных аппаратов с падающей вольтамперной снижает влияние этих изменений до минимума. **Напряжение холостого хода должно превышать 70 В** для того, чтобы обеспечить энергию дуги необходимую для ионизации компонентов покрытия электродов. Обычно, сварочные аппараты, применяемые в трубопроводном строительстве для работы с электродами с целлюлозным покрытием, имеют напряжение холостого хода от 80 до 100 В.

Электроды большого диаметра требуют больших токов и напряжений. Данные рекомендации относятся ко всем сварочным аппаратам и носят общий характер.

Другие параметры, в зависимости от области применения и способов сварки оговариваются отдельно с производителями сварочного оборудования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОДГОТОВКА КРОМОК



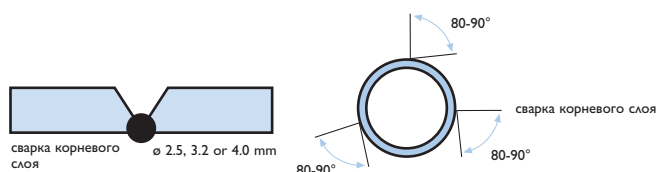
Технология сварки КОРНЕВОЙ СЛОЙ

Для выполнения качественной сварки корневого слоя необходимо произвести аккуратную сборку стыка, по возможности с применением центрирующих зажимов, обеспечивающую оптимальную ширину зазора, совмещение и выравнивание кромок. При сварке труб диаметром выше 200 мм (8") сварку обычно ведут два сварщика с противоположных сторон. Иногда для предотвращения коробления и для выдержки зазора по всему периметру работают три или четыре сварщика одновременно. Три-четыре сварщика работают на сварке труб диаметром более 700 мм (28") или при работе на сложном грунте, когда велика вероятность смещения. **Корневой слой - наиболее ответственная часть кольцевого сварного соединения, требует высокой степени проплавления, при этом особое внимание следует уделять выбору диаметра электродов, скорости сварки, току, что в свою очередь зависит от толщины стенок и диаметра трубы. Для труб диаметром до 250 мм (10") с толщиной стенок до 8 мм (5/16"), мы рекомендуем электроды диаметром 3.2 мм, для больших размеров труб - электроды диаметром 4.0 мм.** Сварка ведется в положении сверху вниз, электрод находится в контакте с кромками разделки стыка. Полярность прямая.

Диаметр электрода:

ø 2.5 mm (3/32")	50 - 180 A
ø 3.2 mm (1/8")	80 - 100 A
ø 4 mm (5/32")	120 - 150 A

Центрирующие зажимы следует удалять только после завершения прохода корневого шва по всей длине окружности и, при сварке трубы больших диаметров, только после завершения горячего прохода. При выполнении указанных проходов, не смещайте трубы во избежание образования трещин.



Электроды с целлюлозным покрытием

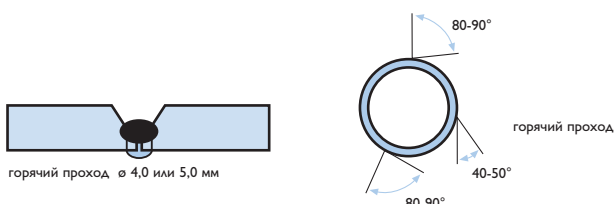
Горячий проход

Перед сваркой горячего прохода производится зачистка корневого шва шлиф кругами для удаления шлаковых «карманов», образующихся у кромок разделки («дорожка» на рентгенограмме). При сварке горячего прохода электрод держится почти вертикально, ток – максимальный, полярность – обратная. Высокое значение тока обеспечивает глубокий провар, в результате чего оставшиеся шлаковые

Наиболее часто используются электроды следующих размеров:

4 мм	(5/32")	при 150 - 180 А
5 мм	(3/16")	при 170 - 210 А

включения всплывают на поверхность сварной ванны, а корневой слой полностью отжигается. Горячий проход осуществляется непосредственно сразу после сварки корневого шва, в любом случае, не позднее, чем через 10 минут. Это особенно важно для предотвращения образования трещин при сварке высокопрочных труб



ЗАПОЛНЯЮЩИЕ СЛОИ

Поверхность сварного шва будет плоской без подрезов и шлаковых включений, если при работе электродом совершаются круговые или шаговые движения малой амплитуды, особенно это важно при сварке в позициях от 12 до

2 часов, 12-10, 4-6, 8-6 часов. На других участках рекомендуется применять колебательные движения электрода. После прохода каждого слоя для удаления шлака необходимо тщательная зачистка шва кругами с металлическими щетками. Диаметр применяемых электродов зависит от толщины стенок и диаметра трубы

Диаметры электродов и сила тока, рекомендованные для заполняющих слоев при обратной (+) полярности:

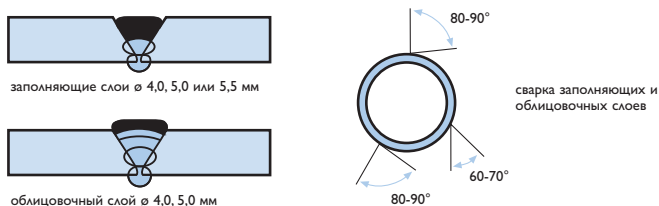
4 мм	(5/32")	120 - 150 А
5 мм	(3/16")	160 - 210 А
5.5 мм	(7/32")	200 - 260 А

Толщина шва при сварке сверху вниз может оказаться неравномерной по периметру. Поэтому перед сваркой облицовочного шва обычно корректируют толщину наплавляя где необходимо дополнительные слои. В позициях 2-4 часа и 10-8 часов такие слои наносятся при высокой скорости перемещения электрода.

ОБЛИЦОВОЧНЫЙ СЛОЙ

Сварку облицовочного слоя производят с небольшими поперечными колебаниями электрода. Допускается перекрытие слоем наружной кромки разделки не более чем на 1,5 мм. При правильной сварке облицовочный слой шире расстояния между верхними кромками разделки на 1-2 мм. **Для сварки облицовочного слоя обычно применяют электроды диаметром 5 мм, для предотвращения образования пор ток немного ниже, чем при сварке заполняющих слоев (150-200 А).**

Образование пор при сварке облицовочного слоя возникает из-за перегрева или большой амплитуды поперечных колебаний.



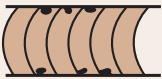
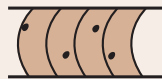
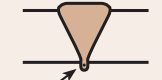



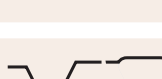
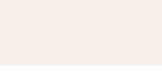


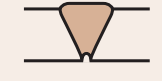
Комбинированная технология и сварка электродами одной марки

Наплавленный металл корневого шва, не подвергнутый отпуску горячим проходом, может иметь прочность, превышающую прочность завершеного соединения на 100 to 150 Н/мм² (~18000 psi). Это, а также чувствительный к образованию подрезов валик, наплавленный без поперечных колебаний электрода, может, в случае неконтролируемого смещения трубы, вызывать механическое образование трещин до наплавки горячего прохода. Комбинированная технология сварки, практикуемая в течение многих лет, позволяет свести эту проблему к минимуму. Комбинированная технология сварки включает в себя сварку корневого шва труб высокой прочности с высоким содержанием углерода электродами, дающими наплавленный металл меньшей прочности по сравнению со свариваемым металлом, но имеющим большую пластичность (FOX CEL). Относительно мягкий и пластичный корневой шов лучше поглотит возникающие механические напряжения до и во время сварки горячего прохода. Применение комбинированной технологии особенно успешно при сварке сталей с повышенным содержанием углерода. Невысокая прочность металла, наплавляемого электродами для корневого слоя, компенсируется приблизительно 50 % растворением со свариваемым металлом. Однако, при сварке низкоуглеродистых перлитных сталей, высокая степень растворения корневого слоя приводит к понижению прочности на этом участке соединения. В случае тонкостенных труб, сечение корневого шва составляет относительно большую часть общего сечения сварного соединения, чем для толстостенных труб. Это приводит к общему снижению прочности по всему поперечному сечению соединения. Поэтому, мы рекомендуем использование электродов одной марки от корневого до облицовочного слоя для сварки труб, изготовленных из малоуглеродистых сталей с содержанием углерода ниже 0,10 %, имеющим толщину стенок меньше 10 мм (13/32"). Механические свойства металла электрода данной марки в этом случае будут близки свойствам металла свариваемых труб.

Хранение

Целлюлозное покрытие электродов имеет сравнительно высокое содержание влаги, что определяет необходимые сварочно-технологические параметры наплавляемого металла. При хранении в открытой, негерметичной упаковке, влажность воздуха и/или температура воздуха могут повлиять на содержание влаги в покрытии. Поэтому электроды с целлюлозным покрытием BÖHLER упаковываются в запаянные жестяные банки. Электроды следует хранить в закрытых упаковках, избегая больших перепадов температур и прямого воздействия солнечных лучей. Если банка открыта, электроды должны быть использованы как можно быстрее. Прокаливание электродов с целлюлозным покрытием не допускается.

Технология сварки

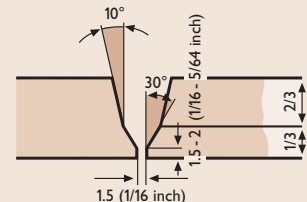
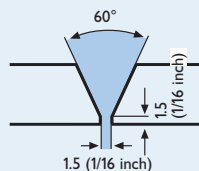
Дефекты сварных швов	Дефекты	Причины	Как избежать дефектов
	Пористость выход пор на поверхность	<ul style="list-style-type: none"> слишком большая, неконтролируемая амплитуда колебаний электродов перегрев металла свариваемых труб (особенно в случае тонкостенных труб) слишком низкое содержание влаги в покрытии электрода 	<ul style="list-style-type: none"> амплитуда колебаний электродов не больше 2-х диаметров правильный подбор тока и диаметра электрода в зависимости от толщины стенки трубы электроды следует хранить в герметичной упаковке, см. раздел «Хранение» на стр. 11
	Точечная пористость невидимые на поверхности поры	<ul style="list-style-type: none"> недостаток раскислителя в наплавленном металле содержание влаги в покрытии электрода слишком низкое или слишком высокое 	<ul style="list-style-type: none"> избегать слишком высокой скорости сварки электроды следует хранить в герметичной упаковке, см. раздел «Хранение» на стр. 11
	Усадочная раковина в основном, возникает в месте уширения валика, практически без уменьшения площади сечения	<ul style="list-style-type: none"> слишком малый зазор в области корневого шва: дегазация затруднена слишком интенсивным переходом наплавленного металла в металл труб химический состав металла труб: обычно высокое содержание Al 	<ul style="list-style-type: none"> зазор в области корневого шва не менее 1 мм оптимальный зазор для корневого шва - 1,5 мм, особенно для сталей с содержанием 0,040 %. Если дефект не устраняется, используйте электрод меньшего диаметра
	Шлаковые включения обычно встречается на поверхностях сварных швов и области корневого шва («колея»)	<ul style="list-style-type: none"> недостаточная зачистка между проходами плохо зачищен корневой шов неправильное обращение с электродом низкий ток 	<ul style="list-style-type: none"> зачищать каждый слой кругами с металлическими щетками тщательная зачистка корневого шва перед горячим проходом правильное манипулирование электродом увеличить силу тока
	Непровар холодный спай	<ul style="list-style-type: none"> недостаточное расплавление кромок низкий ток загрязнение и/или окисление кромок 	<ul style="list-style-type: none"> правильный выбор силы тока, соответствующего диаметру электрода и положению сварки тщательная зачистка кромок
	Закалочные трещины большой частью в зоне термического влияния	<ul style="list-style-type: none"> комбинированное воздействие, связанное с выделением водорода и возникновением напряжения при закалке 	<ul style="list-style-type: none"> предварительный подогрев труб для ускорения истечения водорода, увеличить тепловложение избегать смещения труб закалке в основном подвергается область корневого слоя, поэтому горячий слой должен свариваться сразу после завершения корневого слоя
	Трещины, вызванные механическими напряжениями обычно в области корневого шва	<ul style="list-style-type: none"> перемещение труб во время сварки корневого шва и/или до выполнения горячего прохода большое смещение кромок, в результате чего уменьшается сечение корневого шва и повышается вероятность образования 	<ul style="list-style-type: none"> избегать перемещения труб, особенно во время сварки корневого шва руководствоваться соответствующими нормативами и техническими спецификациями относительно максимально допустимого смещения кромок и, в любом случае, сводить его к минимуму
	Подрез в области корневого и облицовочного шва	<ul style="list-style-type: none"> большой ток неправильная процедура сварки 	<ul style="list-style-type: none"> правильный подбор силы тока и диаметра электрода
	Чрезмерное усиление	<ul style="list-style-type: none"> Неправильная процедура сварки 	<ul style="list-style-type: none"> правильный подбор силы тока и ширины зазора определение максимального усиления облицовочного слоя до нанесения заполняющих слоев (напр., наплавкой дополнительных слоев или удалением шлифкругами избыточной наплавки)
	Провисание корневого слоя	<ul style="list-style-type: none"> большой ток плохая подготовка соединения, слишком большой зазор в области корневого шва 	<ul style="list-style-type: none"> правильный подбор значения силы тока, подходящего для разделки кромки для корневого шва
	Следы зажигания	<ul style="list-style-type: none"> следы зажигания дуги справа и слева от соединения образуют зоны закалывания, появляется вероятность образования закалочных трещин 	<ul style="list-style-type: none"> зажигать дугу в разделке стыка

Расход

Толщина стенки [Дюйм; мм]			0,25 6,35	0,312 7,92	0,432 10,97	0,5 12,7	0,562 14,27	0,625 15,88	0,719 18,26	0,812 20,62	0,938 23,83	1,0 25,4	1,062 26,97	1,188 30,15
Ø Трубы	Ø Электр. [мм]		Масса [кг]											
10 3/4" 273 мм	Корневой слой 4.0	4.0	9,5*	9,1	8,9	8,8	8,7	8,6	8,4	8,3	8	7,9	7,8	7,6
	Горячий проход 4.0	4.0	8,9*	8,8	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	7,9	7,7	7,6	7,5	7,2
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	25*	42,6	86,3	114,4	147,6	182,5	240,1	171	230,5	258,5	289,8	354,5
12 3/4" 323,8 мм	Корневой слой 4.0	4.0	11*	11	10,7	10,6	10,5	10,4	10,2	10,1	9,8	9,7	9,6	9,4
	Горячий проход 4.0	4.0	10,6*	10,5	10,3	10,2	10,1	9,9	9,8	9,6	9,4	9,3	9,2	9
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	28,3*	51,2	103,6	138,5	175,2	217,1	284,7	210,8	350	391,8	438,9	538,3
14" 355,6 мм	Корневой слой 4.0	4.0	12,5*	12,1	11,9	11,7	11,6	11,5	11,3	11,2	10,9	10,5	10,7	10,2
	Горячий проход 4.0	4.0	11,7*	11,6	11,4	11,2	11,1	11	10,9	10,7	10,5	10	10,3	9,7
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	31,3*	55,8	113,5	153,6	193,8	239,1	314	232,8	386	418,6	483,6	586,9
16" 406,4 мм	Корневой слой 4.0	4.0	14,3*	13,9	13,7	13,5	13,4	13,3	13,2	13	12,8	12,2	12,5	11,9
	Горячий проход 4.0	4.0	13,4*	13,3	13,1	13	12,9	12,8	12,6	12,5	12,2	11,7	12	11,4
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	36,3*	62,6	129	174,3	221,4	273,6	360,4	267,4	443,1	480,5	556,3	675,6
18" 457,2 мм	Корневой слой 4.0	4.0	16,2*	15,7	15,5	15,4	15,2	15,1	15	14,8	14,6	14	14,3	13,6
	Горячий проход 4.0	4.0	15,1*	15	14,8	14,7	14,6	14,5	14,3	14,2	13,9	13,4	13,7	13,1
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	39,8*	71,2	146,3	196,8	249	308,3	405,8	291,6	500,2	544,1	629	747,6
20" 508 мм	Корневой слой 4.0	4.0	18*	17,5	17,3	17,2	17	16,9	16,8	16,8	16,4	15,7	16,1	15,4
	Горячий проход 4.0	4.0	16,9*	16,8	16,5	16,4	16,3	16,2	16,1	15,9	15,7	15	15,5	14,7
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	44,8*	78,1	161,7	219,2	276,7	342,8	452,4	324,3	557,4	606,1	701,8	834,8
22" 558,8 мм	Корневой слой 4.0	4.0	19,9*	19,3	19,1	19	18,9	18,7	18,6	18,4	17,6	17,5	18	17,1
	Горячий проход 4.0	4.0	18,6*	18,5	18,3	18,2	18,1	17,9	17,8	17,6	16,8	16,7	17,2	16,4
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	49,9*	86,6	179	241,7	306,1	377,4	497,5	357,2	594	669,7	774,6	921,9
24" 609,6 мм	Корневой слой 4.0	4.0	21,7*	21,1	20,9	20,8	20,7	20,5	20,4	20,2	20	19,2	19,9	18,9
	Горячий проход 4.0	4.0	20,3*	20,2	20	19,9	19,8	19,7	19,5	19,4	19,1	18,4	18,9	18,1
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	53,3*	95,1	194,4	264,1	333,7	412	544,2	391,8	671,6	731,6	847,3	1003,3
26" 660,9 мм	Корневой слой 4.0	4.0	23,6*	22,9	22,7	22,6	22,5	22,4	22,2	22,1	21,8	21	21,6	20,6
	Горячий проход 4.0	4.0	22,1*	22	21,8	21,6	21,5	21,4	21,3	21,1	20,9	20,1	20,7	19,8
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	58,3*	102	211,7	284,8	361,3	448,2	589,1	424,6	730,4	795,2	919,9	1096,1
28" 711,2 мм	Корневой слой 4.0	4.0	25,4*	24,7	24,5	24,4	24,3	24,2	24	23,8	23,6	22,7	23,4	22,4
	Горячий проход 4.0	4.0	23,8*	23,7	23,5	23,3	23,2	23,1	23	22,8	22,6	21,7	22,4	21,4
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	61,7*	110,5	227,2	307,2	388,9	482	635,9	457,5	785,8	857,1	991,1	1181,5
30" 762 мм	Корневой слой 4.0	4.0	27,3*	26,5	26,3	26,2	26,1	26	25,8	25,7	25,4	24,4	25,2	24,1
	Горячий проход 4.0	4.0	25,5*	25,4	25,2	25,1	25	24,9	24,7	24,6	24,3	23,4	24,1	23,1
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	68,6*	117,3	242,7	329,7	418,3	517,5	680,8	490,4	843	919,1	1063,8	1269,9
32" 812,8 мм	Корневой слой 4.0	4.0	29,1*	28,3	29,1	28	27,9	27,8	27,6	27,5	27,2	26,2	27	25,9
	Горячий проход 4.0	4.0	27,2*	27,1	26,9	26,8	26,7	26,6	26,4	26,3	26	25,1	25,8	24,8
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	71,9*	125,9	259,9	352,1	446	552,1	727,6	524,9	901,9	981,1	1136,6	1347,9
34" 863,6 мм	Корневой слой 4.0	4.0	31*	30,1	29,9	29,8	29,7	29,6	29,4	29,3	29	27,9	28,8	27,6
	Горячий проход 4.0	4.0	29*	28,9	28,7	28,5	28,4	28,3	28,2	28	27,8	26,7	27,6	26,4
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	75,2*	134,5	275,4	374,6	473,7	586,6	772,6	557,8	959	1044,7	1209,3	1434,4
36" 914,4 мм	Корневой слой 4.0	4.0	32,8*	32	31,7	31,6	31,5	31,4	31,2	31,1	30,8	29,7	30,6	29,4
	Горячий проход 4.0	4.0	30,7*	30,6	30,4	30,3	30,2	30	29,9	29,7	29,5	28,4	29,3	28,1
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	80,3*	141,3	292,6	395,3	501,3	621,2	819,3	590,6	1016,1	1106,6	1282	1519,8
38" 965,2 мм	Корневой слой 4.0	4.0	33,8*	33,8	33,5	33,4	33,3	33,2	33	32,9	32,6	31,4	32,4	31,1
	Горячий проход 4.0	4.0	32,3*	32,3	32,1	32	31,9	31,8	31,6	31,5	31,2	30,1	31	29,8
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	149,9*	308,1	417,7	527,2	655,8	864,3	1092,3	623,5	1073,3	1170,2	1354,8	1606,8
40" 1016 мм	Корневой слой 4.0	4.0	35,6*	35,6	35,3	35,2	35,1	35	34,8	34,7	34,4	33,2	34,2	32,8
	Горячий проход 4.0	4.0	34*	34	33,8	33,7	33,6	33,5	33,3	33,2	33	31,8	32,8	31,5
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	156,7*	325,4	440,1	558,3	690,4	911	1156,3	656,3	1130,4	1232,1	1427,5	1692,3
42" 1066,8 мм	Корневой слой 4.0	4.0	37,4*	37,4	37,2	37	36,9	36,8	36,6	36,5	36,2	34,9	36	34,6
	Горячий проход 4.0	4.0	35,8*	35,8	35,6	35,5	35,3	35,2	35,1	34,9	34,7	33,4	34,5	33,1
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	165,2*	340,8	462,6	585,9	725	956	1242,6	690,8	1187,5	1294	1500,3	1779,3
44" 1117,6 мм	Корневой слой 4.0	4.0	39,2*	39,2	39	38,8	38,7	38,6	38,4	38,3	38	37,9	37,8	37,6
	Горячий проход 4.0	4.0	37,5*	37,5	37,3	37,2	37,1	37	36,8	36,8	36,4	36,3	36,2	36
	Filler + Cap 5.0	5.0	172*	356,3	483,3	613,6	759,5	1002,8	1273,2	864,8	1244,7	1404,5	1572,9	1939,5
46" 1168,4 мм	Корневой слой 4.0	4.0	41*	41	40,8	40,6	40,5	40,4	40,2	40,1	39,9	38,4	39,6	38,1
	Горячий проход 4.0	4.0	39,2*	39,2	39	38,9	38,8	38,7	38,5	38,4	38,2	36,8	37,9	36,5
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	180,6*	372,6	505,7	641,2	794,1	1047,7	1319,1	756,6	1301,9	1419,6	1591,8	1962
48" 1219,2 мм	Корневой слой 4.0	4.0	42,8*	42,8	42,6	42,4	42,3	42,2	42,1	41,9	41,7	41,5	41,4	41,2
	Горячий проход 4.0	4.0	41*	41	40,8	40,6	40,5	40,4	40,3	40,1	39,9	39,8	39,7	39,5
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	189,1*	389,1	528,1	670,6	830,4	1094,5	1401,1	1001,1	1359	1532,7	1718,5	2119,7
50" 1270 мм	Корневой слой 4.0	4.0	44,6*	44,6	44,4	44,3	44,1	44	43,9	43,7	43,5	43,4	43,2	43
	Горячий проход 4.0	4.0	42,7*	42,7	42,5	42,4	42,3	42,2	42	41,9	41,6	41,5	41,4	41,2
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	196*	406,3	550,6	698,3	865,1	1141,1	1442,6	1042,6	1417,8	1598,4	1789,5	2209,8
56" 1422,4 мм	Корневой слой 4.0	4.0	50*	50	49,8	49,7	49,6	49,4	49,3	49,1	48,9	48,8	48,7	48,4
	Горячий проход 4.0	4.0	47,9*	47,9	47,7	47,6	47,5	47,3	47,2	47	46,8	46,7	46,6	46,4
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	219,9*	454,5	616,1	781,1	968,8	1277,9	1668,9	1168,9	1589,2	1792,4	2007,8	2478,4
60" 1524 мм	Корневой слой 4.0	4.0	53,6*	53,6	53,4	53,3	53,2	53,1	52,9	52,7	52,5	52,4	52,3	52
	Горячий проход 4.0	4.0	51,3*	51,3	51,1	51	50,9	50,8	50,6	50,5	50,3	50,2	50	49,8
	Заполн.+Облицов. 5.0	5.0	221,4*	471,7	643,7	817,4	1015,3	1314,8	1729,4	1229,4	1674	1887,6	2115,1	2613,5


* Исключение:
 Корневой слой 3.2
 Горячий проход 4.0
 Заполн.+Облицов.4.0


Расход электродов, кг
 Масса электродов с целлюлозным покрытием. Из расчета на 100 сварных соединений без учета отходов. Огарок 50 мм (2 дюйма).



Сварка электродами с основным покрытием

Марки стали API	Электроды с основным покрытием				
	FOX BVD E 8018-G	FOX BVD 85 E 8018-G	FOX BVD 90 E 9018-G	FOX BVD 100 E 10018-G	FOX BVD 110 E 11018-G
A					
B					
X 42					
X 46					
X 52					
X 56					
X 60					
X 65					
X 70					
X 80					
X 100					
Марки стали EN					
L210					
L245MB					
L290MB					
L320M					
L360MB					
L385M					
L415MB					
L450MB					
L485MB					
L555MB					

 только для сварки корневого шва

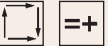
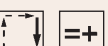
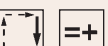
 для облицовочного и заполняющих слоев

Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз обладают отличными сварочно-технологическими свойствами, обеспечивают высокие механические свойства при низком содержании водорода в наплавленном металле. При сварке этим типом электродов заполняющих и облицовочных слоев производительность такая же, как при работе с электродами с целлюлозным покрытием. Однако, при сварке корневого шва, этот тип электродов уступает электродам с целлюлозным покрытием. Поэтому, обычно рекомендуется проводить сварку корневого и горячего шва электродами с целлюлозным покрытием, а заполняющих и

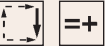
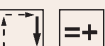
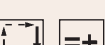
облицовочных швов - электродами с основным покрытием. Низководородные электроды для работы в положении сверху вниз используются для сварки толстостенных труб из сталей прочностного класса API X 80 или X 100, а также в тех случаях, когда предъявляются высокие требования к ударной вязкости соединения.

Другая область применения: надземные участки трубопроводов (AGI), трубопроводы, прокладываемые в сложном рельефе, части водных переходов, где использование электродов с целлюлозным покрытием запрещено.

Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX BVD RP EN ISO 2560-A:2005: E 46 3 B 4 1 AWS A5.5-06: E8045-P2  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	ДСМПЭ	C 0.05 Si 0.3 Mn 1.0	Re 510 (≥ 460) Н/мм ² Rm 560 (550-650) Н/мм ² A5 26 (≥ 22) % Av +20°C: 170 (≥ 130) Дж ±0°C: 150 Дж -20°C: 120 Дж -30°C: 60 (≥ 47) Дж Предел текучести 74000 (≥ 67000) PSI Предел прочности 81200 (≥ 80000-94000) PSI Удлинение на 4d 26 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 125 (≥ 96) ft-lb +32°F: 111 ft-lb -4°F: 89 ft-lb -22°F: 44 (≥ 35) ft-lb	2.5 3.2	80-110 100-160	TÜV-D, SEPROZ, CE	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Также пригоден для сварки корневых швов в положении снизу вверх. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с очень низким содержанием водорода. Более экономичен по сравнению с традиционной сваркой снизу вверх. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высококислородных газов. (НІС-тест в соответствии с NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материалу сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	Корневые швы для следующих сталей: от S235J2G3 до S355J2G3, от L290NB до L415NB, от L290MB до L555MB, от P235GH до P310GH API Спец. 5 L: Корневые швы для следующих сталей: X 42, X 46, X 52, X 56, X 60, X 70, X 80
FOX BVD 85 EN ISO 2560-A:2005: E 46 5 1Ni B 4 5 AWS A5.5-06: E8045-P2  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	ДСМПЭ	C 0.05 Si 0.4 Mn 1.1 Ni 0.9	Re 510 (≥ 460) Н/мм ² Rm 560 (550-650) Н/мм ² A5 27 (≥ 22) % Av +20°C: 170 (≥ 130) Дж ±0°C: 150 Дж -20°C: 120 Дж -40°C: 85 (≥ 60) Дж -50°C: 65 (≥ 47) Дж Предел текучести 74000 (≥ 67000) PSI Предел прочности 81200 (≥ 80000-94000) PSI Удлинение на 4d 27 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 125 (≥ 96) ft-lb +32°F: 111 ft-lb -4°F: 89 ft-lb -40°F: 63 (≥ 45) ft-lb -58°F: 48 (≥ 35) ft-lb	3.2 4.0 4.5	110-160 180-210 200-240	TÜV-D, GdF, SEPROZ, CE	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Пригоден для сварки облицовочного и заполняющих слоев в трубопроводном строительстве. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с очень низким содержанием водорода. Производительность наплавки на 80-100 % выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх. Наплавленный электродом BÖHLER FOX BVD 85 металл характеризуется идеальным сочетанием высокой прочности и ударной вязкости при низких температурах вплоть до -50 °С (-58 °F). Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу, избегая при этом образования пор при сварке облицовочного слоя. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам, применение данного электрода с основным покрытием особенно удобно при работе в полевых условиях. Можно использовать при сварке конструкций, эксплуатируемых в среде высококислородных газов. (НІС-тест в соответствии с NACE TM-02-84). Данные по сопротивлению материалу сульфидному растрескиванию под нагрузкой (SSC-тест) также могут быть предоставлены.	от S235J2G3 до S355J2G3, от L290NB до L450NB, от L290MB до L450MB, от P235GH до P295GH API Спец. 5 L: А, В, X 42, X46, X 52, X 56, X 60, X 65
FOX BVD 90 EN 757:1997 E 55 5 Z2Ni B 4 5 AWS A5.5-06: E9018-G  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	ДСМПЭ	C 0.05 Si 0.3 Mn 1.2 Ni 2.2	Re 600 (≥ 550) Н/мм ² Rm 650 (620-720) Н/мм ² A5 27 (≥ 20) % Av +20°C: 170 (≥ 120) Дж ±0°C: 145 Дж -20°C: 130 Дж -40°C: 110 Дж -50°C: 80 (≥ 47) Дж Предел текучести 87000 (≥ 80000) PSI Предел прочности 94000 (≥ 90000-104000) PSI Удлинение на 4d 27 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: 127 (≥ 89) ft-lb +32°F: 107 ft-lb -4°F: 96 ft-lb -40°F: 82 ft-lb -58°F: 60 (≥ 35) ft-lb	3.2 4.0 4.5	110-160 180-210 200-240	TÜV-D, Statoil, GdF, SEPROZ, NAKS, CE	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Пригоден для сварки облицовочного и заполняющих слоев в трубопроводном строительстве. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с очень низким содержанием водорода. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу, избегая при этом образования пор при сварке облицовочного слоя. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам, применение данного электрода с основным покрытием особенно удобно при работе в полевых условиях. Производительность наплавки на 80-100 % выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх.	L485MB, L555MB API Спец. 5 L: X 70, X 80

Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX BVD 100 EN 757:1997 E 62 5 Z2Ni B 45 AWS A5.5-06: E1018-G  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. Рекомендуемая температура промежуточного прохода > 100 °С. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	АСМПЭ	C 0.07 Si 0.4 Mn 1.2 Ni 2.3	Re 670 (≥ 620) Н/мм ² Rm 730 (690-810) Н/мм ² A5 24 (≥ 18) % Av +20°C: 150 (≥ 110) Дж ±0°C: 125 Дж -20°C: 120 Дж -50°C: 70 (≥ 47) Дж Предел текучести 97000 (≥ 90000) PSI Предел прочности 105800 (≥ 100000-117000) PSI Удлинение на 4d 24 (≥ 18) % Ударная вязкость +68°F: 111 (≥ 81) ft-lb 32°F: 92 ft-lb -4°F: 89 ft-lb -58°F: 52 (≥ 35) ft-lb	4.0 4.5	180-210 200-240	TÜV-D, SEPROZ, CE	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Пригоден для сварки облицовочного и заполняющих слоев в трубопроводном строительстве. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с очень низким содержанием водорода. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу, избегая при этом образования пор при сварке облицовочного слоя. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам, применение данного электрода с основным покрытием особенно удобно при работе в полевых условиях. Производительность наплавки на 80-100 % выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх.	L555MB API Спец 5 L: X 80
FOX BVD 110 EN 757:1997 E 69 3 Mn2NiMo B 45 AWS A5.5-06: E11018-G  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. Рекомендуемая температура промежуточного прохода > 110 °С. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	АСМПЭ	C 0.07 Si 0.4 Mn 1.5 Ni 2.2 Mo 0.4	Re 720 (≥ 690) Н/мм ² Rm 810 (≥ 760) Н/мм ² A5 20 (≥ 17) % Av +20°C: 90 (≥ 80) Дж -20°C: 70 (≥ 50) Дж -40°C: 50 (≥ 40) Дж Предел текучести 104000 (≥ 100000) PSI Предел прочности 117000 (≥ 110000) PSI Удлинение на 4d 20 (≥ 17) % Ударная вязкость +68°F: 66 (≥ 60) ft-lb -4°F: 52 (≥ 37) ft-lb -40°F: 37 (≥ 30) ft-lb	4.0 4.5	180-210 200-240	SEPROZ	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Пригоден для сварки облицовочного и заполняющих слоев в трубопроводном строительстве. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с очень низким содержанием водорода. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу, избегая при этом образования пор при сварке облицовочного слоя. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам, применение данного электрода с основным покрытием особенно удобно при работе в полевых условиях. Производительность наплавки на 80-100 % выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх.	L690 ¹⁾ API Спец 5 L: X100 ¹⁾ ¹⁾ еще не стандартизован
FOX BVD 120 EN 757:1997 E 69 3 Mn2NiMo B 45 AWS A5.5-06: E12018-G  Прокаливание, при необходимости: 300-350 °С, мин. 2 ч. Рекомендуемая температура промежуточного прохода > 120 °С. См. наши рекомендации на страницах 18 и 22.	АСМПЭ	C 0.07 Si 0.4 Mn 1.85 Ni 2.25 Mo 0.35	Re 815 (≥ 740) Н/мм ² Rm 870 (≥ 830) Н/мм ² A5 18 (≥ 17) % Av +20°C: 80 (≥ 80) Дж -20°C: 60 (≥ 50) Дж -40°C: 50 (≥ 40) Дж Предел текучести 118000 (≥ 107300) PSI Предел прочности 126000 (≥ 120300) PSI Elongation on 4d 18 (≥ 17) % Ударная вязкость +68°F: 60 (≥ 60) ft-lb -4°F: 44 (≥ 37) ft-lb -40°F: 37 (≥ 30) ft-lb	3.2 4.0	110-160 180-220	–	Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз, для сваривания труб больших диаметров и стальных конструкций. Пригоден для сварки облицовочного и заполняющих слоев в трубопроводном строительстве. Наплавленный металл обладает высочайшей стойкостью к трещинообразованию, очень прочный, с низким содержанием водорода. Производительность наплавки на 80-100 % выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх. Электрод с таким покрытием обеспечивает лучшие условия зажигания дуги и позволяет избежать при этом порообразования при сварке облицовочного слоя. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам, применение электрода этой марки особенно удобно при работе в полевых условиях.	L690 ¹⁾ API Спец 5 L: X100 ¹⁾ , X110 ¹⁾ ¹⁾ еще не стандартизован

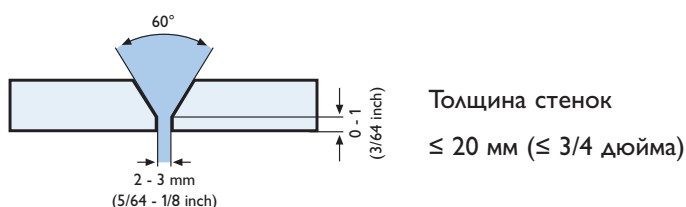
Технология сварки

Межпроходная температура

Межпроходная температура влияет на металлургические процессы, возникающие в наплавленном металле в процессе охлаждения и кристаллизации, и, таким образом, в определенной степени влияет на механические свойства сварного шва.

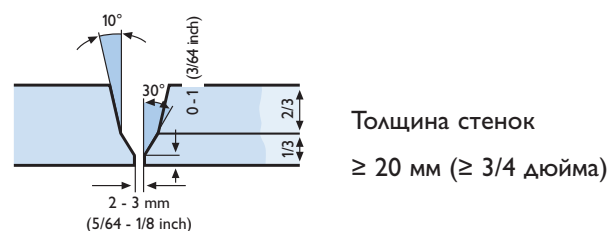
Обычно мы рекомендуем поддерживать **в процессе сварки температуру между проходами на уровне $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($210\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 86\text{ }^{\circ}\text{F}$).**

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОДГОТОВКА КРОМОК



Сварочные аппараты

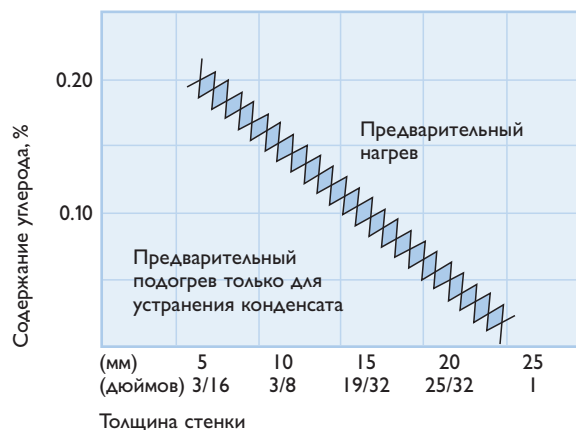
Сварка стыков трубопроводов кольцевым швом электродами с основным покрытием в положении сверху вниз возможна только на постоянном токе, обратная полярность. Практика показывает, что сварочные аппараты, используемые для сварки электродами с целлюлозным покрытием, годятся и для электродов с основным покрытием в положении сверху вниз. Такие аппараты должны иметь падающую характеристику и высокое напряжение холостого хода.



Предварительный нагрев

Сварка электродами с основным покрытием обеспечивает малое содержание водорода в наплавленном металле вследствие чего вероятность образования трещин значительно ниже, чем при использовании электродов с целлюлозным покрытием.

При этом, рекомендуемая температура предварительного нагрева приблизительно $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($210\text{ }^{\circ}\text{F}$), подогрев применяется при сварке толстостенных труб и труб, изготовленных из сталей, чувствительных к закалке. На диаграмме показаны те случаи, когда подогрев необходим.



Предварительный нагрев в зависимости от толщины стенки и содержания углерода.

Электроды с основным покрытием

В тех случаях, когда требуются высокие вязко-пластичные свойства шва, предполагается эксплуатация трубопроводов в сложных климатических условиях, прокладка ведется с большим перепадом высот, свариваются толстостенные трубы (толщина стенки ≥ 25 мм / ≥ 1 дюйм), т.е. при сварке трубопроводов на сложном рельефе или труб с высочайшими прочностными характеристиками класса StE 550.7 TM/X 80, X 100, для сварки в положении сверху вниз требуется применение низководородных электродов с основным покрытием.

Компания BÖHLER WELDING предлагает пять марок таких электродов удовлетворяющих всем техническим и экономическим требованиям, предъявляемым для сварки трубопроводов большого диаметра.

Сравнение ударной вязкости

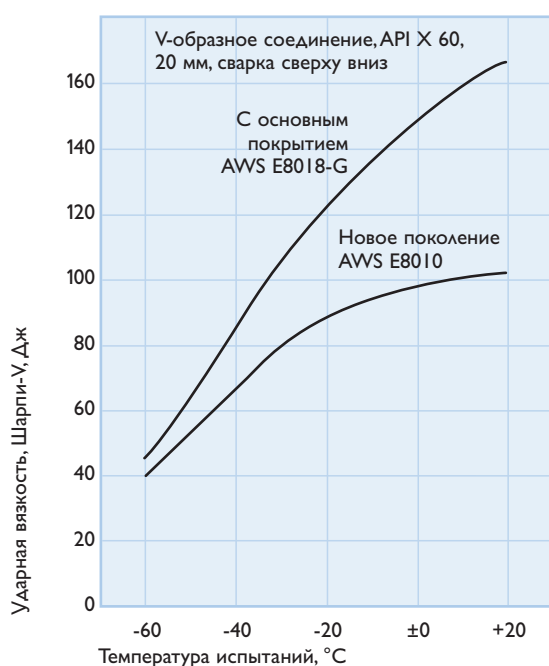
На схеме №1 представлена зависимость ударной вязкости для сварных швов, сваренных по технологии сверху вниз. На диаграмме четко видно, что ударная вязкость наплавленного металла с применением электрода с основным покрытием намного выше. **Ударная вязкость, достигаемая электродами с целлюлозным покрытием, значительно улучшена, что видно на примере использования электрода FOX CEL 85 (E8010-PI).**

На диаграмме № 2 показаны преимущества использования электродов с основным покрытием для сварки сверху вниз для заполняющих и облицовочных слоев.

Комбинированная технология сварки с использованием электродов с основным и целлюлозным покрытием

Благодаря содержанию большого количества железного порошка в покрытии и способности работать при высоких токах, низководородные электроды с основным покрытием **диаметром 4 мм (5/32") для сварки сверху**

Схема №1



вниз обеспечивают такую же скорость наплавки, как и электроды с целлюлозным покрытием диаметром 5,5 мм (7/32"). Следовательно, время выполнения заполняющих и облицовочных швов электродами с основным покрытием такое же, как и при работе с электродами с целлюлозным покрытием.

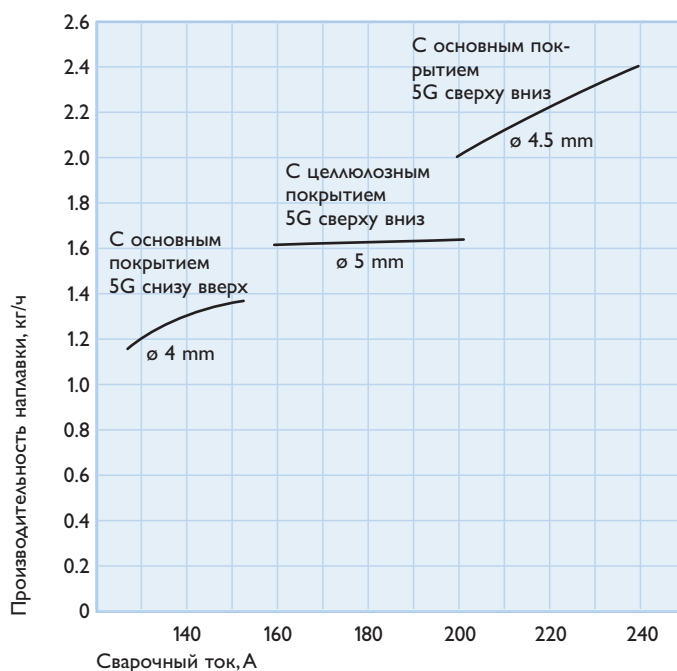
Однако, при сварке корневого слоя, электроды с целлюлозным покрытием более экономичны.

Поэтому, рекомендуется и широко практикуется сварка корневого и горячего слоя, производимая электродами с целлюлозным покрытием, а заполняющих и облицовочных слоев – электродами с основным покрытием.

Таким образом, можно комбинировать высокую экономичность с хорошими механическими и технологическими свойствами сварного соединения.

Нами накоплен большой позитивный опыт по применению комбинированной технологии сварки. Более подробную информацию по использованию этой технологии можно получить в нашем технологическом отделе.

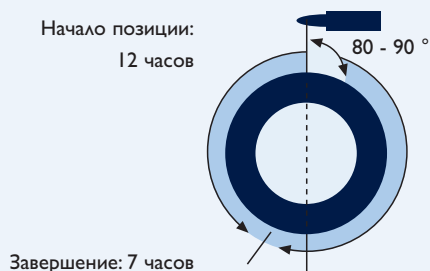
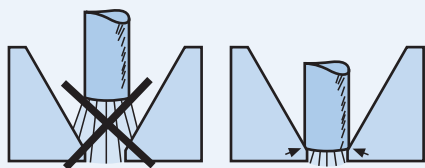
Схема №2



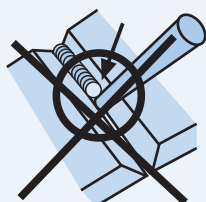
Пост. ток, обратная полярность (+)

∅ 2,5 мм (3/32") 70 - 90 А
В положении 10 - 14 часов 60 - 70 А

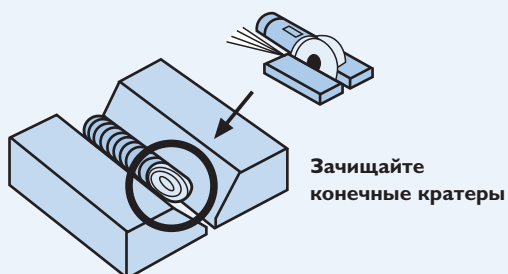
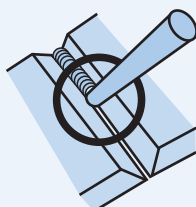
∅ 3,2 мм (1/8") 90 - 150 А
В положении 10 - 14 часов 90 - 100 А

**Короткая дуга! Опираие на кромки!**

Избегайте:
образования
«замочных скважин»



Правильно:
без «замочных скважин»

**Корневой слой**

В случае, если запрещена сварка корневого слоя электродами с целлюлозным покрытием, все существующие марки трубопроводной стали могут свариваться электродами BÖHLER FOX BVD RP.

Обычно, для предотвращения деформаций и обеспечения равномерного зазора по всему периметру стыка одновременно работают два или большее количество сварщиков.

Рекомендуемые диаметры электродов 2,5 мм (3/32"), или, в случае сварки толстостенных труб, 3,2 мм (1/8"). Необходимо выполнять сварку опиранием торца электрода на кромки разделки.

Обязательна зачистка кратеров в конце шва.

Для равномерного отделения шлака и сохранения визуального контроля за образованием шлака, необходимо очистить кромки от грязи и ржавчины.

Для предотвращения формирования пор в шве следует избегать образования «замочных скважин». Одной из причин возникновения такого дефекта может быть слишком большой ток.

Ни в коем случае не следует завершать сварку с двух сторон в положении 6 часов. Завершение прохода должно быть только в положении приблизительно 7 часов.

Рекомендуется вести сварку короткой дугой. Удаление шлака с поверхности шва осуществляется шлифкругами. Чистая, без шлаковых включений поверхность шва обеспечивает прекрасный контроль за образованием шлака при нанесении последующих слоев.

Заполняющие слои

Сварку этих слоев производят электродами диаметром 3,2 мм, 4 мм и 4,5 мм, в зависимости от толщины стенок. Предпочтительный диаметр – 4 мм.

∅ 3,2 мм	(1/8")	110 - 160 А
∅ 4 мм	(5/32")	180 - 210 А
∅ 4,5 мм	(3/16")	200 - 240 А

Большой ток обеспечивает хорошее проплавление и повышает производительность процесса.

Отсутствие поперечных колебаний при сварке приводит к тому, что сварочная ванна движется быстрее электрода, в результате чего происходит короткое замыкание дуги и «приморозание» электрода. Все это способствует порообразованию и препятствует дегазации сварочной ванны. Опытные сварщики могут определить амплитуду колебаний и скорость прохода, учитывая также и скорость шлака.

В потолочном положении возможность работы с поперечными колебаниями ограничена.

При сварке толстостенных труб мы рекомендуем каждый слой шва выполнять в 2-3 параллельных валика, каждый раз удаляя шлак перед наплавкой нового валика. Если шла-

Электроды с основным покрытием

ковые включения покрываются новым валиком, особенно в положении 3 часа, образующийся шлак будет перемещаться впереди дуги.

Сварку следует вести короткой дугой.

Во избежание образования закалочных трещин рекомендуется последний заполняющий слой выводить заподлицо с разделкой кромок, так, чтобы проплавить края разделки. В этом случае при сварке облицовочного слоя зона термического влияния будет подвержена отпуску.

Облицовочный слой

Облицовочный слой выполняется с небольшими поперечными колебаниями, минимальная амплитуда - два диаметра электрода. Для толстостенных труб рекомендуется много-валиковый облицовочный слой шва.

Рекомендуемый ток:

ø 3,2 мм (1/8")	110 - 160 А
ø 4 мм (5/32")	180 - 210 А

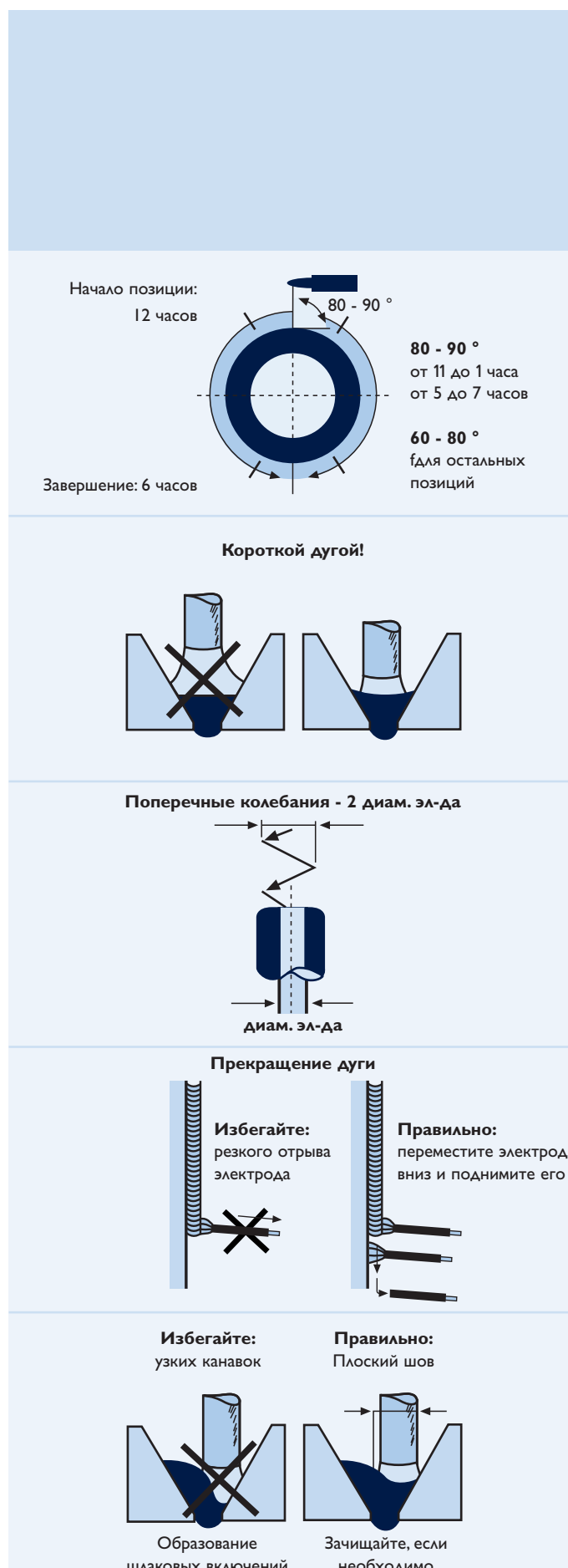
Хранение и прокаливание электродов с основным покрытием

Электроды, хранившиеся в запаянных банках прокаливать не следует.

Если банка распечатана, электроды до начала работы должны находиться в банке, закрытой специальной крышкой.

Электроды, которые хранились в поврежденных банках, или хранились открытыми в течение нескольких часов, следует прокаливать при температуре 300 - 350 °C (570 - 660 °F) в течение, минимум, 2 часов, но не более 10 часов.

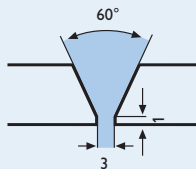
В случае, когда относительная влажность при работе превышает 70 %, перед работой электроды следует выдерживать в пеналах с подогревом при температуре 100 - 200 °C (210 - 400 °F).



Технология сварки – электроды с основным покрытием

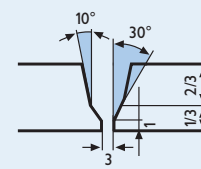
Толщина стенки		Расход электродов, кг			
(дюймов)	мм	∅ 2,5 мм 3/32 дюйма	∅ 3,2 мм 1/8 дюйма	∅ 4 мм 5/32 дюйма	Всего
11/64	14.36	0.30			0.30
13/64	15.16	0.20	0.20		0.40
1/4	16.35	0.20	0.35		0.55
5/16	17.93	0.20	0.65		0.85
3/8	19.52		0.20	0.90	1.10
1/2	12.70		0.20	1.55	1.75
5/8	15.88		0.20	2.45	2.65
11/16	17.46		0.20	2.95	3.15
3/4	19.04		0.20	3.50	3.70
13/16	20.63		0.20	4.00	4.20
7/8	22.22		0.20	4.75	4.95
15/16	23.81		0.20	5.40	5.60
1	25.40		0.20	6.00	6.20

*) Информация о количестве в шт. см. в разделе «Форма поставки» в индивидуальных описаниях марок электродов.

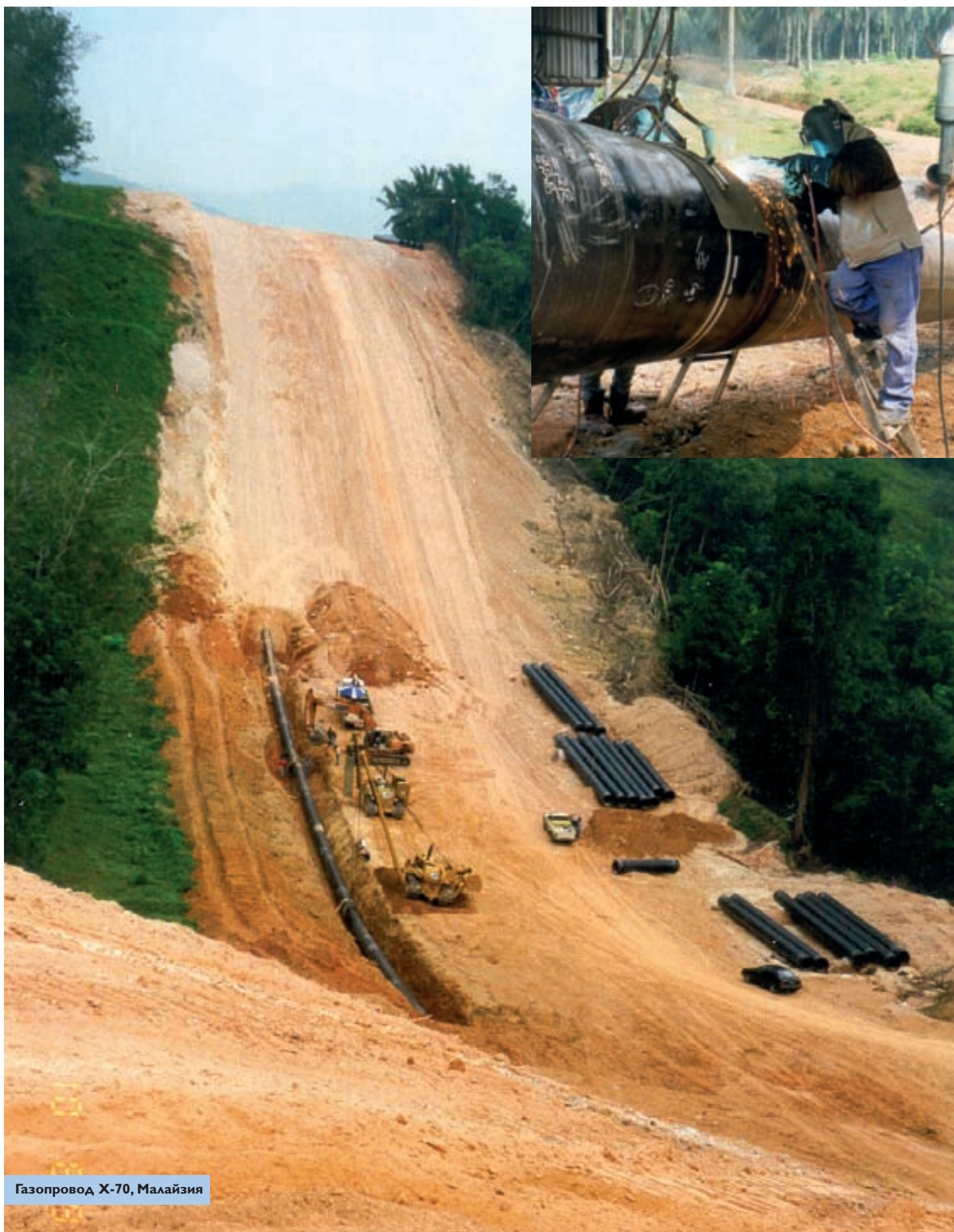


Толщина стенки		Расход электродов, кг		
(дюймов)	мм	∅ 3,2 мм 1/8 дюйма	∅ 4 мм 5/32 дюйма	Всего
13/16	20.63	0.20	2.60	2.80
7/8	22.22	0.20	3.00	3.20
15/16	23.81	0.20	3.40	3.60
1	25.40	0.20	3.90	4.10

*) Информация о количестве в шт. см. в разделе «Форма поставки» в индивидуальных описаниях марок электродов. 1 кг = 2,205 фунтов (lbs)



Дефекты сварных швов	Дефекты	Причины	Как избежать дефектов
	Образование пор в области зажигания дуги	<ul style="list-style-type: none"> влажные электроды длинная дуга после зажигания электрод с поврежденным концом 	<ul style="list-style-type: none"> используйте сухие (прокаленные электроды) поддерживайте короткую дугу используйте неповрежденные электроды со специальным, облегчающим зажигание концом производства BÖHLER
	Непровар	<ul style="list-style-type: none"> сварка поверх шлаковых включений недостаточная вышлифовка подреза низкий ток 	<ul style="list-style-type: none"> необходима тщательная зачистка шва между проходами щеткой или шлифкругами вышлифовка подрезов увеличить силу тока
	Провисания корневого слоя	<ul style="list-style-type: none"> большой ток слишком большой диаметр электрода плохая разделка кромок слишком малый зазор в области корневого шва 	<ul style="list-style-type: none"> установить меньший ток используйте электрод меньшего диаметра разделить кромки в соответствии с рекомендациями
	Следы зажигания	<ul style="list-style-type: none"> случайные зажигания дуги вне разделки вызывают локальную закалку 	<ul style="list-style-type: none"> зажигать дугу в разделке стыка
	Шлаковые включения	<ul style="list-style-type: none"> недостаточная зачистка между проходами 	<ul style="list-style-type: none"> зачищать каждый слой кругами с металлическими щетками
	Рассеянная пористость	<ul style="list-style-type: none"> влажные электроды короткие замыкания, связанные с работой сварочных аппаратов с неадекватной вольтамперной характеристикой неправильное обращение с электродами, напр., длинная дуга, неправильный угол сварки 	<ul style="list-style-type: none"> используйте сухие (прокаленные электроды) проверьте сварочный аппарат (напряжение холостого хода и т.д.) поддерживайте короткую дугу, угол наклона электрода 80 - 90°



Газопровод X-70, Малайзия

Рекомендации по электродам с основным покрытием для сварки, выполняемой снизу вверх

Марки стали API	Электроды с основным покрытием		
	FOX EV Pipe E 7016-1	FOX EV 60 Pipe E 8016-G	FOX EV 70 Pipe E 9016-G
A	■		
B	■		
X 42	■	■	
X 46	■	■	
X 52	■	■	
X 56	■	■	
X 60	■	■	
X 65	■	■	■
X 70	■		■
X 80	■		■
Марки стали EN			
L210	■		
L245	■		
L290MB	■	■	
L320M	■	■	
L360MB	■	■	
L385M	■	■	
L415MB	■	■	
L450MB	■	■	■
L485MB	■		■
L555MB	■		■

■ для корневого шва, горячего прохода, заполняющих слоев и облицовочного слоя
 ■ только для сварки корневого шва

По сравнению со сваркой корневого шва с использованием электрода с целлюлозным покрытием в положении сверху вниз, сварщику приходится сталкиваться с проблемой снижения скорости сварки на 60-70 % при сварке аналогичного корневого шва с использованием электродов с основным покрытием в положении снизу вверх.


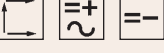
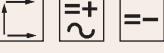
Однако, исследования нового изделия показывают сварочные характеристики, позволяющие добиться экономичного ведения сварки. Изделия BÖHLER FOX EV для сварки труб гарантируют получение существенных преимуществ при ведении позиционной сварки:

- Возможность использования электродов диаметром 4,0 мм для стенок толщиной не менее 12 мм.

- Лучшие эксплуатационные показатели по сравнению со стандартным электродом типа E7018.
- Очевидные экономические преимущества при выполнении облицовочных слоев.
- Уменьшение потребности в шлифовке по сравнению с электродами E7018.

Более того, данные изделия обладают высокой стойкостью к механическим нагрузкам, для них характерно очень низкое содержание водорода в наплавленном металле, хорошее перекрытие воздушного зазора, высочайшие значения ударной вязкости и предела прочности на разрыв (если необходимо).

Электроды с основным покрытием для сварки в положении снизу вверх

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
FOX EV PIPE EN ISO 2560-A:2005: E 42 4 B 1 2 H5 AWS A5.1-04: E7016-1 H4 R AWS A5.1M-04: E4916-1 H4 R  Прямая полярность (-) для корневого шва Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла. Оптимальная ширина зазора для корневого шва – 2-3 мм, притупление кромок шва – в диапазоне 2-2,5 мм. Электроды можно использовать сразу же, вынув их из герметически запаянных банок. Прокатка, если необходимо: 300-350 °С, мин. 2 ч.	ДСМПЭ	C 0.06 Si 0.60 Mn 0.9	Re 470 (≥ 420) Н/мм ² Rm 560 (≥ 520-640) Н/мм ² A5 29 (≥ 22) % Av +20°C: 170 (≥ 120) Дж -20°C: 100 Дж -40°C: 60 (≥ 47) Дж -46°C: 55 (≥ 27) Дж Предел текучести 68000 (≥ 61000) PSI Предел прочности 81200 (≥ 74000-92800) PSI Удлинение на 4d 29 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 125 (≥ 89) ft-lb -4°F: 74 ft-lb -40°F: 44 (≥ 35) ft-lb -51°F: 40 (≥ 20) ft-lb	2.0 2.5 3.2 4.0	30-60 40-90 60-130 110-180	TÜV-D, LTSS, SEPROZ, VNIIST, VNIGAZ, DB, CE	BÖHLER FOX EV PIPE – электрод с основным покрытием с небольшим количеством рутиловых и силикатных добавок. Отлично подходит для позиционной сварки корневого шва для сварки постоянным током, прямой полярности, а также для заполняющих и облицовочных слоев для трубопроводов, труб и листового материала для сварки постоянным током, прямой полярности, или даже переменным током. Электроды BÖHLER FOX EV PIPE позволяют существенно сократить затраты времени по сравнению с электродами AWS E7018 при сварке корневого шва благодаря увеличенному скорости прохода. Также возможно использование электродов диаметром 3,2 мм для корневого шва в случае толщины стенки труб 8 мм и более. Удобство использования сварщиком и отличное заполнение зазора, а также легкое шлакоудаление, сводящее к минимуму работы по зачистке. Ударная вязкость наплавленного металла при температурах до -46 °С; очень низкое содержание водорода (HD < 5 мл/100 г).	P235GH, P265GH, P295GH, P235T1, P275T1, P235G2TH, P255G1TH, S255N-S420N ¹⁾ , от S255NL1 до S420NL1, от L290NB до L360NB, от L290MB до L415MB, от L450MB ²⁾ до L555MB ²⁾ API Спец. 5 L: A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65-X80 ²⁾ ASTM: A53 Gr.-A-B, A106 Gr.-A.-C, A179, A192, A210 Gr.-A-1 ¹⁾ снятие напряжений до S380N / S380NL1 ²⁾ только для корневого шва
FOX EV 60 PIPE EN ISO 2560-A:2005: E 50 4 1 Ni B 1 2 H5 AWS A5.5-06: E8016-G H4 R  Прямая полярность (-) для корневого шва Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла. Оптимальная ширина зазора для корневого шва – 2-3 мм, притупление кромок шва – в диапазоне 2-2,5 мм. Электроды можно использовать сразу же, вынув их из герметически запаянных банок. Прокатка, если необходимо: 300-350 °С, мин. 2 ч.	ДСМПЭ	C 0.07 Si 0.60 Mn 1.2 Ni 0.9	Re 550 (≥ 500) Н/мм ² Rm 590 (560-720) Н/мм ² A5 29 (≥ 22) % Av +20°C: 170 (≥ 130) Дж ±0°C: 150 Дж -20°C: 140 Дж -40°C: 110 (≥ 47) Дж -46°C: 60 Дж Предел текучести 80000 (≥ 72500) PSI Предел прочности 85600 (≥ 81200-104400) PSI Удлинение на 4d 29 (≥ 22) % Ударная вязкость +68°F: 125 (≥ 96) ft-lb +32°F: 111 ft-lb -4°F: 103 ft-lb -40°F: 81 (≥ 35) ft-lb	2.5 3.2 4.0 5.0	40-90 60-130 110-180 180-230	VNIGAZ	Электрод с основным покрытием, отлично подходит для позиционной сварки корневого шва для сварки постоянным током, прямой полярности, а также для заполняющих и облицовочных слоев для трубопроводов, труб и листового материала для сварки постоянным током, прямой полярности, или даже переменным током. BÖHLER FOX EV 60 PIPE позволяют существенно сократить затраты времени по сравнению с электродами AWS E8018 при сварке корневого шва благодаря увеличенному скорости прохода. Также возможно использование электродов диаметром 3,2 мм возможно для сварки корневого шва, для труб с толщиной стенки 8 мм и более. Хорошие показатели ударной вязкости при температурах до -40 °С, низкое содержание водорода (HD < 5 мл/100 г), а также упаковка в герметически запаянные банки – дополнительные преимущества для пользователя.	S235J2G3-S355J2G3, L210NB-L450NB, L210MB-L450MB, P235GH-P295GH, E295, E335, S355J2G3, C35-C45, P310GH, S380N-S460N, P380NH-P460NH, S380NL-S460NL, S380NL1-S460NL2, GE260-GE300 API Спец. 5 L: X42, X46, X52, X56, X60, X65 ASTM: A516 Gr.65, A572 Gr.55,60,65, A633 Gr.E, A612, A618 Gr.I, A537 Gr.1-3
FOX EV 70 PIPE EN 757:1997 E 55 4 Z (Mn2NiMo) B 1 2 H5 AWS A5.5-06: E9016-G H4 R  Прямая полярность (-) для корневого шва Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла. Оптимальная ширина зазора для корневого шва – 2-3 мм, притупление кромок шва – в диапазоне 2-2,5 мм. Электроды можно использовать сразу же, вынув их из герметически запаянных банок. Прокатка, если необходимо: 300-350 °С, мин. 2 ч.	ДСМПЭ	C 0.06 Si 0.50 Mn 1.7 Ni 2.2 Mo 0.3	Re 620 (≥ 550) Н/мм ² Rm 680 (630-780) Н/мм ² A5 20 (≥ 18) % Av +20°C: 140 (≥ 90) Дж -20°C: 80 Дж -40°C: 70 (≥ 47) Дж -46°C: 55 Дж Предел текучести 90000 (≥ 80000) PSI Предел прочности 98600 (≥ 91300-113100) PSI Удлинение на 4d 20 (≥ 18) % Ударная вязкость +68°F: 103 (≥ 66) ft-lb -4°F: 59 ft-lb -40°F: 52 ft-lb	2.5 3.2 4.0	40-90 60-130 110-180	–	Высокопрочный электрод основным покрытием. Отлично подходит для позиционной сварки корневого шва для сварки постоянным током, отрицательной полярности, а также для заполняющих и облицовочных слоев для трубопроводов, труб и листового материала для сварки постоянным током, отрицательной полярности, или даже переменным током. BÖHLER FOX EV 70 PIPE позволяют существенно сократить затраты времени по сравнению с электродами AWS E9018 при сварке корневого шва благодаря увеличенному скорости прохода. Также возможно использование электродов диаметром 3,2 мм для корневого шва в случае толщины стенки труб 8 мм и более. Удобство использования сварщиком и отличное заполнение зазора, а также легкое шлакоудаление, сводящее к минимуму работы по зачистке. Хорошие показатели ударной вязкости при температурах до -40 °С, низкое содержание водорода (HD < 5 мл / 100 г), а также упаковка в герметически запаянные банки – дополнительные преимущества для пользователя.	L450MB, L485MB, L555MB API Спец. 5 L: X65, X70, X80

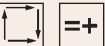
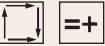
Рекомендации по автоматической сварки с использованием проволоки сплошного сечения

Марки стали API	Проволока сплошного сечения			Порошковые проволоки	
	SG 3-P ER 70S-6	SG 8-P ER 80S-G	NiMo 1-IG ER 90S-G	Ti 70 Pipe-FD E91Ti1-K2Mn4	
X 42	■	■			
X 46	■	■			
X 52	■	■			
X 56	■	■			
X 60	■	■			
X 65	■	■			
X 70		■	■	■	
X 80			■		
Марки стали EN					
L290MB	■	■			
L320M	■	■			
L360MB	■	■			
L385M	■	■			
L415MB	■	■			
L450MB	■	■			
L485MB	■	■	■		
L555MB			■		
	■ для корневого шва, горячего прохода, заполняющих слоев и облицовочного слоя				

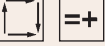
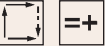
Проволоки BÖHLER специально разработаны для автоматической и полуавтоматической сварки магистральных трубопроводов.

Проволоки обладают отличными механическими свойствами, однородный наплавленный металл, чистая и гладкая поверхность шва. Проволоки предназначены для сварки труб прочностных классов от API 5L X42 до X80.

Проволока для автоматической сварки трубопроводов

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	\varnothing мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
SG 3-P EN ISO 14341-A:2008 G3Si1 G 46 5 M G3Si1 G 42 4 C G3Si1 AWS A5.18-05: ER70S-G AWS A5.18M-05: ER485S-G  Защитный газ: Ar + 15-25 % CO ₂ 100 % CO ₂ Температура предварительного прогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла.	ДСЗГ	C 0.05 Si 0.75 Mn 1.55 Ti +	в состоянии после сварки, Ar +15-25 % CO₂ Re 510 (≥ 470) Н/мм ² Rm 640 (600-680) Н/мм ² A5 25 (≥ 24) % Av +20°C: 120 (≥ 100) Дж -40°C: 75 (≥ 65) Дж -50°C: 55 (≥ 47) Дж Предел текучести 74000 (≥ 68000) PSI Предел прочности 92800 (≥ 87000-98600) PSI Удлинение на 4d 25 (≥ 24) % Ударная вязкость +68°F: 89 (≥ 74) ft-lb -40°F: 55 (≥ 48) ft-lb -58°F: 40 (≥ 35) ft-lb в состоянии после сварки 100 % CO₂ Re 470 (≥ 440) Н/мм ² Rm 610 (570-640) Н/мм ² A5 26 (≥ 25) % Av +20°C: 100 (≥ 95) -40°C: 60 (≥ 47) Предел текучести 68000 (≥ 63800) PSI Предел прочности 88400 (≥ 82600-92800) PSI Удлинение на 4d 26 (≥ 25) % Ударная вязкость +68°F: 74 (≥ 70) ft-lb -40°F: 44 (≥ 35) ft-lb	0.9	–	TÜV-D, CE	BÖHLER SG 3-P проволока прецизионного легирования для высококачественной автоматической сварки трубопроводов. Благодаря оптимально сбалансированному составу легирующих добавок, наплавенный металл соответствует высочайшим требованиям при строительстве трубопроводов объектов морского базирования. Наплавенный металл характеризуется высочайшей стойкостью к трещинообразованию и ударной вязкостью при температурах до -50 °С. Такие важные параметры как ограничения по спиральности проволоки; прочное омеднение; жесткие допуски по диаметру проволоки; прецизионная порядная намотка – контролируются при производстве и обеспечивают непрерывную, плавную подачу проволоки.	L290MB-L485MB API Спец. 5 L: X42, X46, X52, X56, X60, X65
BÖHLER SG 8-P EN ISO: 14341-A:2008 G3Ni1 G 42 5 M G3Ni1 AWS A5.28-05: ER80S-G  Защитный газ: Ar + 15-25 % CO ₂ Ar + 0-5 % CO ₂ + 3-10 % O ₂ 100 % CO ₂ Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла.	ДСЗГ	C 0.06 Si 0.70 Mn 1.50 Ni 0.90 Ti +	после сварки Ar +15-25 % CO₂ Re 500 (≥ 420) Н/мм ² Rm 590 (≥ 550) Н/мм ² A5 24 (≥ 20) % Av +20°C: 150 (≥ 47) Дж -50°C: 80 Дж Предел текучести ≥ 72000 (≥ 61000) PSI Предел прочности ≥ 85000 (≥ 80000) PSI Удлинение на 4d ≥ 24 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: 110 ft-lb -58°F: 58 ft-lb после сварки 100 % CO₂ Re 470 (≥ 420) Н/мм ² Rm 560 (≥ 500) Н/мм ² A5 25 (≥ 20) % Av +20°C: 110 Дж -50°C: 45 Дж Предел текучести 68000 (≥ 61000) PSI Предел прочности 81000 (≥ 72500) PSI Удлинение на 4d ≥ 25 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: ≥ 81 ft-lb -58°F: ≥ 35 ft-lb	0.9 1.0 1.2	–	DNV	Проволока прецизионного легирования для высококачественной автоматической сварки трубопроводов. Оптимально сбалансированный состав легирующих элементов гарантирует отличные свойства наплавленного металла соответствующие высоким требованиям при строительстве трубопроводов объектов морского базирования. Наплавенный металл характеризуется высочайшей стойкостью к трещинообразованию и ударной вязкостью при температурах до -50 °С.	L290MB-L485MB API Спец. 5 L: X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70

Проволока для автоматической сварки трубопроводов

BÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения	Свариваемые металлы Классификация по стандартам EN API
NiMo 1-IG EN ISO 16834-A G Mn3Ni1Mo (для проволоки) EN ISO 16834-A G 55 6 M Mn3Ni1Mo G 55 4 C Mn3Ni1Mo AWS A5.28-05: ER90S-G  Защитный газ: Ar +15-25 % CO ₂ Ar +0-5 % CO ₂ +3-10 % O ₂ 100 % CO ₂ Температура предварительного подогрева и промежуточного прохода выбираются в зависимости от свариваемого металла.	ДСЗГ	C 0.08 Si 0.6 Mn 1.8 Mo 0.3 Ni 0.9	после сварки Ar +15-25 % CO ₂ Re 620 (≥ 550) H/мм ² Rm 700 (650-800) H/мм ² A5 23 (≥ 20) % Av +20°C: 140 (≥ 120) Дж -40°C: 110 (≥ 90) Дж -60°C: (≥ 47) Дж Предел текучести 89900 (≥ 80000) PSI Предел прочности 101500 (≥ 94000-116000) PSI Удлинение на 4d 23 (≥ 20) % Ударная вязкость +68°F: 103 (≥ 89) ft-lb -40°F: 82 (≥ 66) ft-lb -94°F: (≥ 35) ft-lb после сварки 100 % CO ₂ Re 590 (≥ 550) H/мм ² Rm 680 (620-770) H/мм ² A5 22 (≥ 20) % Av +20°C: 120 (≥ 100) -40°C: (≥ 47) Предел текучести 85500 (≥ 63800) PSI Предел прочности 98600 (≥ 89900) PSI Удлинение на 4d 22 (≥ 25) % Ударная вязкость +68°F: 89 (≥ 74) ft-lb -40°F: (≥ 35) ft-lb	(0.9) 1.0 1.2	-	DB, ÖBB, GL, SEPROZ, CE	Омедненная проволока для сварки высокопрочных, закаленных и отпущенных, мелкозернистых конструкционных сталей. Проволока сплошного сечения применима для изготовления котлов и сосудов давления, труб, кранов а также для изготовления стальных конструкций. Характерный состав проволоки соответствует требованиям Norsok для «систем нагнетания воды». Благодаря точной дозировке при добавлении микросплавных элементов, помимо высокой прочности, проволока NiMo 1-IG обладает высокой стойкостью к растрескиванию и эластичностью. Хорошая стойкость к ударам при низких температурах до -60 °C, низкое содержание водорода в наплавленном металле, отличная подача и низкое содержание меди – дополнительные преимущества данной проволоки.	Трубные стали и мелкозернистые стали, закаленные и отпущенные мелкозернистые стали. S380N-S500N, S380NL-S500NL, S500NC-S550NC, N-A-XTRA 56-70, BHV 70, PAS 600, HSM 600, 20MnMoNi5-5 ASTM: A517 Gr.A,B,C,E,F, H,J,K,M,P, A225 Gr.C, A633 Gr.E, A572 Gr.65 API Спец. 5 L: X70, X80
Ti 70 Pipe-FD EN ISO 18276-A:2006: T 55 4 Mn1Ni P M 1 H5 AWS A5.29-05: E91T1-K2MH4  Прокаливание: возможна в режиме 150 °C/24 ч, но обычно не требуется	ДСПП	C 0.07 Si 0.4 Mn 1.5 Ni 1.0	Re ≥ 550 H/мм ² Rm 640-820 H/мм ² A5 18 % Av -40°C: ≥ 47 Дж Предел текучести ≥ 80000 PSI Предел прочности 93000-119000 PSI Удлинение на 4d ≥ 18 % Ударная вязкость -40°F: 34 ft-lb	1.2	180-280	TÜV-D, CE	Порошковая проволока с рутиловым наполнением и добавлением микросплавных элементов для сварки углеродистых мартенситных и высокопрочных сталей в один или несколько проходов в среде защитного газа Ar-CO ₂ . Основные особенности: отличные сварочно-технологические свойства при работе в любом положении, отличное качество поверхности шва, отсутствие брызг. Быстро схватывающийся и легко удаляемый шлак. Благодаря исключительным механическим свойствам даже при низких температурах (-40 °C), а также низкому содержанию диффундирующего водорода, данная проволока особенно хорошо подходит для применения при строительстве трубопроводов. Кроме того, она может найти применение при строительстве оффшорных объектов, судов и конструкций из высокопрочных сталей.	Трубные и мелкозернистые стали S460 – S500N, S460NL – S500NL, S500NC – S550NC, L450MB – L485MB (L555MB) API Спец. 5L: X65, X70, (X80)
Ti 80 Pipe-FD EN ISO 18276-A:2006: T 69 4 Z P M 1 H5 AWS A5.29-05: E11T1-GMH4	ДСПП	C 0.07 Si 0.3 Mn 1.7 Ni 2.5	Re (≥ 690) H/мм ² Rm 770-940 H/мм ² A5 (≥17) % ISO V -40°C: (≥ 47) Дж Предел текучести ≥ 80000 PSI Предел прочности 111700-136000 PSI Удлинение на 4d ≥ 17 % Ударная вязкость -40°F: 34 ft-lb	1.2	180-280	TÜV-D, CE	Порошковая легированная Ni-Mo рутиловая проволока для одно- или многопроходной сварки высоко прочных сталей в защитном газе Ar-CO ₂ . Основные преимущества: Отлично подходит для сварки во всех положений, гладкая поверхность, быстроохлаждающийся и самоотделяющийся шлак. Наплавленный металл характеризуется отличными механическими свойствами даже при низких температурах (-40°C) Низкое содержание растворённого водорода делает эту проволоку оптимальной для сварки трубопроводов. Возможное использование в строительстве морских платформ, кораблестроении, а также для сварки конструкций из высокопрочных сталей.	Трубные и мелкозернистые стали L485MB, L555MB API Спец. 5L: X70, X80

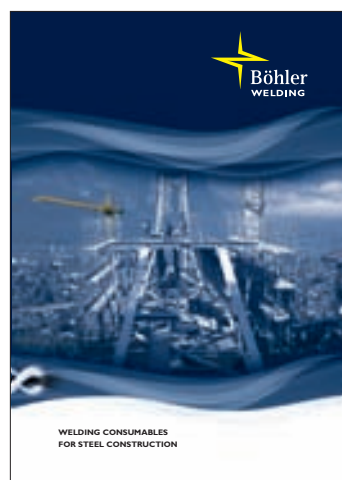
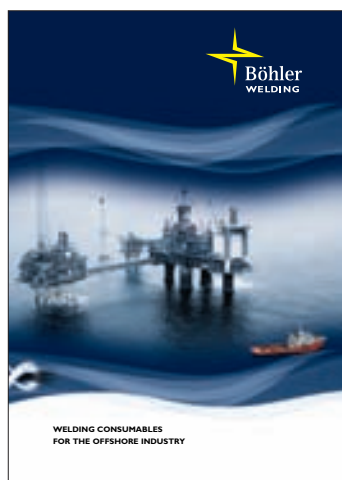
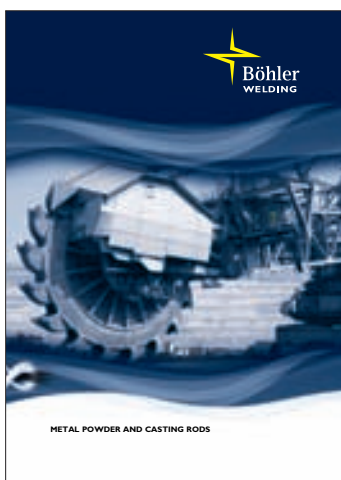
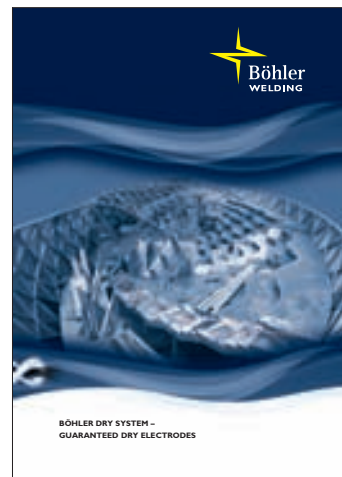
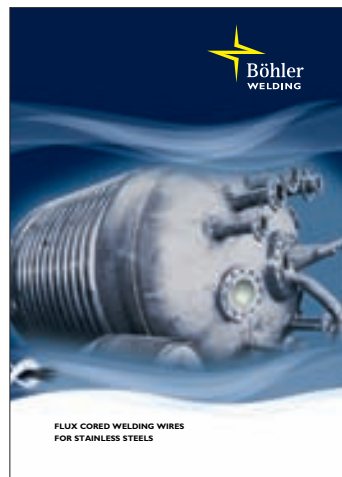
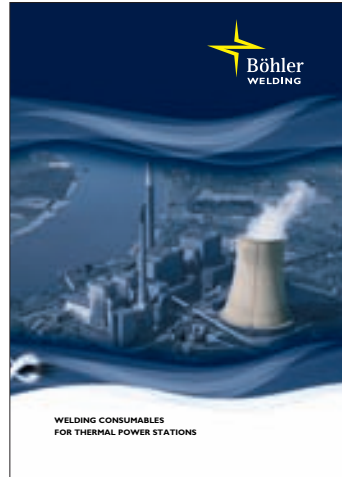
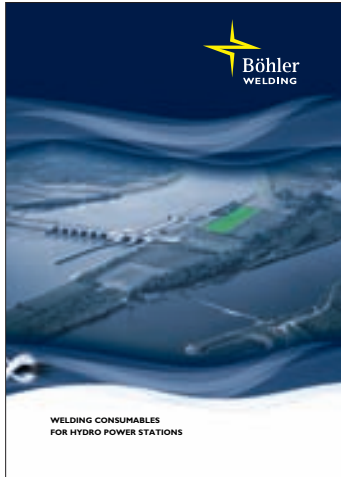
Прочие сварочные материалы для сварки трубопроводов

БÖHLER Стандарт Эксплуатационные параметры	Сварочный процесс	Типичный состав %	Типичные механические свойства	Ø мм	Ток А	Одобрения	Характеристики и области применения
FOX CEL S E6010	ДСМПЭ	C 0.10 Si 0.20 Mn 0.50	Re 480 (70) Rm 550 (80) A5 23 % Av 110 Дж	2.5 3.2 4.0	–	–	Электрод с целлюлозным покрытием для сварки корневого шва в положении снизу вверх постоянным током, обратной полярности. Однако, его можно использовать при сварке сверху вниз и прямой полярности. Идеально подходит для техники ведения сварки «Dolly Mix». Мощная дуга и хорошие сварочно-технологические свойства.
FOX CEL 75 G E7010-G	ДСМПЭ	C 0.14 Si 0.10 Mn 0.7 Ni 0.6	Re 460 (68) Rm 550 (80) A5 24 % Av 110 Дж -40°C 65 Дж	3.2 4.0 5.0	–	TÜV-D, CE	Электрод BÖHLER FOX CEL 75 G с целлюлозным покрытием для сварки труб класса X 56, X 60 и X 65 или EN сталей L385M, L415MB и L450MB. Применение этого электрода обеспечивает неизменно высокое качество, а также непревзойденные характеристики ударной вязкости при низких температурах, а также высочайшие сварочно-технологические свойства.
FOX CEL 85 G E8010-G	ДСМПЭ	C 0.16 Si 0.4 Mn 0.7 Ni 0.7	Re 490 (71) Rm 570 (82) A5 23 % Av 105 Дж -40°C 70 Дж	3.2 4.0 5.0	–	–	Электрод BÖHLER FOX CEL 85 G с целлюлозным покрытием типа AWS E8010-G, для сварки труб класса от X 60 до X 70 или EN сталей, L415MB, L450MB и L485MB. Применение этого электрода обеспечивает неизменно высокое качество, а также непревзойденные характеристики ударной вязкости при низких температурах и высочайшие сварочно-технологические свойства.
FOX EV 50-W E7016-1 H4 R E 42 5 B 1 2 H5	ДСМПЭ	C 0.07 Si 0.5 Mn 1.1	Re 460 (67) Rm 560 (81) A5 28 % Av 200 Дж	2.5 3.2 4.0	40-60 55-85 80-140 110-180 180-230	TÜV-D, GL, LTSS, PDO, SEPROZ	Низководородный электрод для сварки на компрессорных станциях и станциях понижения давления. Прекрасный материал для сварки корневых швов в положении снизу вверх. Стабильное проникновение дуги и высочайшая радиографическая плотность сварных швов. Отличные сварочные характеристики корневого шва постоянным током, отрицательной полярности. HD < 5 мл/100 г.
FOX CN 22/9 N E2209-17 E 22 9 3 N L R 3 2	ДСМПЭ	C ≤ 0.03 Si 0.8 Mn 0.9 Cr 22.6 Ni 9.0 Mo 3.1 N 0.17 PREN ≥ 35	Re 650 (94) Rm 820 (118) A5 25 % Av 55 Дж -20°C ≥ 32 Дж	2.5 3.2 4.0 5.0	40-75 70-120 110-150 150-200	TÜV-D, TÜV-A, ABS, DNV, GL, LR, RINA, Statoli, SEPROZ, CE	Электрод с легированным сердечником со смешанным рутилово основным покрытием ферритно-аустенитных дуплексных сталей класса 1.4462, UNS 31803. Отлично подходит для сварки в положении снизу вверх труб и трубопроводов (диаметр электрода 2,5 мм; постоянный ток, D.C., прямая полярность). Отличные сварочно-технологические свойства при сварке переменным током.
FOX CN 22/9 N-B E2209-15 E 22 9 3 N L B 2 2	ДСМПЭ	C 0.03 Si 0.3 Mn 1.1 Cr 22.6 Ni 8.8 Mo 3.1 N 0.16 PREN ≥ 35	Re 630 (92) Rm 830 (121) A5 27 % Av 110 Дж -60°C 40 Дж	2.5 3.2 4.0 5.0	50-75 80-110 100-145 140-180	TÜV-D, CE	Электрод с основным покрытием для сварки дуплексных сталей типа S31803. Наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -60 °C, безопасная сварка толстостенных труб, эксплуатируемых в среде с высокими температурами. «Эквивалент стойкости к точечной коррозии» ≥ 35 (PREN = % Cr + 3,3 x % Mo + 16 x % N), содержание ферритной фазы в наплавленном металле ≥ 30 %.
CN 22/9 N-IG ER2209 W 22 9 3 N L G 22 9 3 N L	ДСНЭ ДСЭГ	C ≤ 0.015 Si 0.4 Mn 1.7 Cr 22.5 Mo 3.2 Ni 8.8 N 0.15 PREN ≥ 35	ДСНЭ: Re 600 (87) Н/мм ² Rm 800 (116) Н/мм ² A5 33 % Av 150 Дж -60°C ≥ 32 Дж ДСЭГ: Re 660 (95) Н/мм ² Rm 830 (120) Н/мм ² A5 28 % Av 85 Дж -40°C ≥ 32 Дж	1.6 2.0 2.4 3.2 1.0 1.2	–	TÜV-D, TÜV-A, ABS, DNV, GL, LR, Statoil, CE TÜV-D, TÜV-A, DNV, GL, Statoil, DB, SEPROZ, CE	Пруток и проволока для аргонодуговой сварки в среде защитных газов для сварки ферритно-аустенитных дуплексных сталей типа 1.4462, UNS 31803. Металлургические свойства CN 22/9 N-IG с оптимальным легирующим составом и малыми границами допусков позволяют получить особенно высокие свойства металла и сопротивление коррозионному растрескиванию, а также точечной коррозии. Идеально подходит для высококачественной сварки трубопроводных стыков. Лучшие результаты также достигаются с использованием проволоки для сварки под флюсом «CN 22/9 N-UP» с флюсом «BB 202».
CN 22/9 PW-FD E2209T1-4 E2209T1-1 T 22 9 3 N L P M 1 T 22 9 3 N L P C 1	ДСПП	C ≤ 0.03 Si 0.8 Mn 0.9 Cr 22.7 Mo 3.2 Ni 9.0 N 0.13 PREN ≥ 35	Re 600 (87) Н/мм ² Rm 800 (116) Н/мм ² A5 27 % Av 80 Дж -46°C ≥ 45 Дж	1.2	100-220	TÜV-D, DNV, ABS, LR, GL, RINA, CWB, SEPROZ, CE	Порошковая проволока с рутиловым наполнителем для позиционной сварки. Простота применения во всех положениях сварки, задание единого параметра, сварка с использованием смеси Ar или CO ₂ . Мощная проникающая дуга, струйный перенос, минимальное брызгообразование, самоотделяющийся шлак, отличная смачиваемость, гладкая и плоская поверхность шва. Высокие скорости прохода и широкий диапазон эксплуатационных параметров гарантируют высочайшую производительность. Рабочие температуры от -46 °C до 250 °C.



Издания по сварочным материалам производства BÖHLER WELDING для различных отраслей промышленности доступны на нескольких языках.

Более подробную информацию можно получить у торговых партнеров BÖHLER WELDING или в интернете на сайте www.boehler-welding.com



Подробные сведения касательно свойств и предназначения наших изделий предназначены для информации пользователя. Данные касательно механических характеристик всегда относятся ко всему наплавленному металлу в соответствии с применимыми стандартами. На свойства наплавленного металла в области сварного соединения влияют свойства основного металла, положения сварки и параметры сварки. Гарантия пригодности для конкретного применения требует в каждом отдельном случае специального письменного согласования.

Может быть изменено без уведомления.

Издано компанией BÖHLER WELDING

Böhler Schweißtechnik Austria GmbH

Böhler-Welding-St. 1

8605 Kapfenberg / AUSTRIA

☎ +43 (0) 3862-301-0

☎ +43 (0) 3862-301-95193

✉ postmaster.bsga@bsga.at

www.boehler-welding.com

Ваш партнер:

www.boehler-welding.com