



## **СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**BÖHLER**

# КОМПАНИЯ

Компания БЁЛЕР ВЕЛДИНГ является одним из ведущих производителей сварочных материалов в мире. Основываясь на длительном опыте применения материалов и всесторонней исследовательской работе, программа производства включает материалы для всех типов сварки.

История нашего производства началась в 1927 году с выпуска легендарного продукта БЁЛЕР "Seelendraht" (тип порошковой проволоки), который был разработан нашей компанией и произвел революцию в области сварки.

В настоящее время мы поставляем свыше 350 наименований сварочных материалов в более чем 60 стран мира.

К основным принципам развития нашего производства следует отнести: проблемно ориентированные разработки с учетом потребностей потребителя; контроль и управление качеством выпускаемой продукции в соответствии со стандартом EN ISO 9001. Особое внимание при этом уделяется металлургическим и экономическим аспектам производства, технической поддержке и консультациям.

Одним из наиболее успешных направлений нашего производства в течении десятилетий

является производство материалов для трубопроводного строительства: электродов с основным и целлюлозным покрытием, проволок сплошного сечения.

Последние достижения в области металлургии позволили значительно улучшить прочностные свойства сварных соединений для всех типов материалов. Мы уверены, что строящиеся в настоящее время с использованием наших материалов трубопроводы будут значительно безопасней в эксплуатации.

С использованием электродов БЁЛЕР уже построены тысячи километров трубопроводов. Мы всегда готовы представить список завершенных объектов трубопроводного строительства построенных с помощью наших материалов.

Мы полагаем, что в этой брошюре Вы найдете достаточную информацию о сварочных материалах для трубопроводного строительства и надеемся, что сотрудничество с БЁЛЕР будет успешным.

Если у Вас есть вопросы, Вам нужна консультация или совет обращайтесь к нам. Команда экспертов БЁЛЕР, обладающая глубокими знаниями и опытом всех областях применения сварки, всегда поможет Вам.



**Böhler Schweißtechnik Austria GmbH**

**ЭТО:**

**... качество и безопасность!**

**... Ассоциированный член IPLOCA!**

**... Компания, на которую можно положиться!**

# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЭЛЕКТРОДЫ С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СВАРКИ СВЕРХУ ВНИЗ</b>				стр.
Трубные стали, стандарты API и DIN .....				4
Типы электродов с целлюлозным и основным покрытием .....				5
Технические описания	BÖHLER	FOX CEL	(AWS E 6010) .....	6
	BÖHLER	FOX CEL+	(AWS E 6010) .....	7
	BÖHLER	FOX CEL Mo	(AWS E 7010-A1) .....	8
	BÖHLER	FOX CEL 75	(AWS E 7010-P1) .....	9
	BÖHLER	FOX CEL 75 G	(AWS E 7010-G) .....	30
	BÖHLER	FOX CEL 85	(AWS E 8010-P1) .....	10
	BÖHLER	FOX CEL 85 G	(AWS E 8010-G) .....	30
	BÖHLER	FOX CEL 90	(AWS E 9010-G) .....	11
Подготовка кромок, температурный режим, сварочные аппараты .....				12
Технология сварки .....				13 - 14
Комбинированная технология сварки и сварка одной маркой электродов .....				14
Потребление электродов .....				15
Дефекты сварных швов .....				16
<b>ЭЛЕКТРОДЫ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СВАРКИ СВЕРХУ ВНИЗ</b>				
Введение .....				17
Технические описания	BÖHLER	FOX BVD RP	(Корневой шов) .....	18
	BÖHLER	FOX BVD 85	(AWS E 8018-G) .....	19
	BÖHLER	FOX BVD 90	(AWS E 9018-G) .....	20
	BÖHLER	FOX BVD 100	(AWS E 10018-G) .....	21
	BÖHLER	FOX BVD 110	(AWS E 11018-G) .....	22
Подготовка кромок, температурный режим, сварочные аппараты .....				23
Технология сварки .....				24 - 25
Правила хранения и прокалки электродов с основным покрытием .....				25
Потребление электродов .....				26
Дефекты сварных швов .....				26
<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>				
Электроды с основным покрытием для сварки снизу вверх	BÖHLER	FOX EV PIPE	.....	27
	BÖHLER	FOX EV 60 PIPE	.....	28
	BÖHLER	FOX EV 70 PIPE	.....	29
Электроды с целлюлозным покрытием для сварки снизу вверх (DOLLY MIX)	BÖHLER	FOX CEL S	.....	30
Материалы для компрессорных станций, станций понижения давления; врезки и т.п. ....				30
Материалы для дуплексных сталей .....				30
Материалы для автоматической сварки .....				31

# ТРУБНЫЕ СТАЛИ

В представленной таблице приведены механические свойства наиболее распространенных марок трубных сталей в соответствии со стандартами API, EN и DIN.

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



Фрагмент соединения трубы X-80, Шотландия.



Сварщики за работой.

# ТИПЫ ЭЛЕКТРОДОВ С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ И ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

ЭЛЕКТРОДЫ С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ПОКРЫТИЕМ					
Марка стали API / EN	FOX CEL FOX CEL S E 60 10	FOX CEL Mo E 7010-A1	FOX CEL 75 E 7010-P1	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					
L210					
L245MB					
L290MB					
L320M					
L360MB					
L385M					
L415MB					
L450MB					
L485MB					
L555MB					

Только для корневого шва

Для корневого, горячего, заполняющего и облицовочного швов. Обычно возможно применение FOX CEL или FOX CEL S для высокопрочных сталей X60/ L415MB и выше, однако их использование в этих случаях определяется технической спецификацией и условиями работ (см. замечания в разделе "Комбинированная технология сварки и сварка одной маркой электродов" на стр.13).

ЭЛЕКТРОДЫ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ					
Марка стали API / EN	FOX BVD RP 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					
L210					
L245MB					
L290MB					
L320M					
L360MB					
L385M					
L415MB					
L450MB					
L485MB					
L555MB					

Только для корневого шва

Для заполняющего и облицовочного швов

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 больших токах при высокой скорости сварки.

Хотя электроды **БЁЛЕР** 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. Этот фактор нужно принимать в рассмотрение при разработке конкретной технологии сварки.

**Электроды с основным покрытием для сварки в положении сверху вниз** обладают отличными сварочно-технологическими, обеспечивают высокие механические свойства, при низком содержании водорода ( $HD < 5$  мл/100 г) в наплавленном металле.

При сварке этим типом электродов заполняющих и облицовочных швов производительность такая же как при работе с электродами с целлюлозным покрытием. При сварке же корневого шва этот тип электродов уступает целлюлозным. Поэтому, обычно рекомендуется проводить сварку корневого и горячего шва электродами с целлюлозным покрытием, а заполняющих и облицовочного 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 / X 100, а так же в тех случаях, когда предъявляются высокие требования к ударной вязкости соединения. Другая область применения: надземные секции трубопроводов (AGI), трубопроводы прокладываемые в сложном рельефе, части водных переходов, где использование электродов с целлюлозным покрытием запрещено.

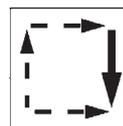
## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

AWS A 5.1: E 6010  
EN 499: E 38 3 C 2 1

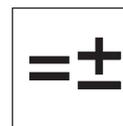
# BÖHLER FOX CEL

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:		
C	Si	Mn
0.12	0.14	0.5 %

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



## ОПИСАНИЕ

Электрод с целлюлозным покрытием специально разработан для сварки в положении сверху вниз. Сварка ведется на постоянном токе: прямая полярность - для сварки коневого шва, для остальных швов - полярность обратная. Отличные сварочно-технологические свойства и проплавление; высокие механические свойства и ударная вязкость, обеспечивают надежность сварного соединения трубопроводных стыков. Для сварки корневых швов в положении снизу вверх мы рекомендуем электроды с целлюлозным покрытием FOX CEL +, постоянный ток, полярность обратная (см стр. 7).

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	450 65000	520 75000	26	110 (81)	95 (70)	65 (48)	45 (34)
	минимальное	390 57000	470 68000	22	70 (52)	-	-	-

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: **Grade A, B, X 42, X 46, X 52, X 56** для корневого шва вплоть до **API grade X 80**.  
EN 10208-2: **Grade L210, L245NB (MB), L290NB (MB), L320 (M), L360NB (MB)** для корневого шва вплоть до **L555MB**.  
EN 10025: S 235 J2G3, S 355 J2G3.  
EN 10028: P 235 G1TH, P 255 G1TH.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТВ-D (1281), ТВ-A (1), ISPEL (X), FI (E 38 3 C 21), DNV (3), CL (0366), STATOIL, UDT, SEPROS, PDO, ВНИИСТ.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

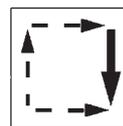
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
2.5	250	255	3.2	12.55	765	9.6
2.5	300	260	3.9	15.00	780	11.7
3.2	350	380	9.6	25.26	760	19.2
4.0	350	240	9.3	38.75	480	18.6
5.0	350	150	9.2	61.33	300	18.4

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

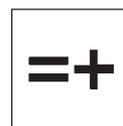
AWS A 5.1: E 6010  
EN 499: E 38 2 C 2 1

# BÖHLER FOX CEL +

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn
0.15	0.15	0.6 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с целлюлозным покрытием для сварки во всех пространственных положениях. В основном рекомендуется для сварки в положении сверху вниз на постоянном токе обратной полярности (+ на электроде). Использование электрода FOX CEL+ обеспечивает отличные проплавливающие свойства, гладкий корневой шов. Высокая скорость сварки, отсутствие подрезов и усадочных раковин. Рекомендуемая межпроходная температура 100 (+/- 30) °C.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)		
					+20 °C +68 °F	0 °C 32 °F	-20 °C -4 °F
после сварки	типичное	450 65000	520 75000	26	105 (77)	95 (70)	65 (48)
	минимальное	390 57000	470 68000	22	70 (52)	-	-

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: **Grade A, B, X 42, X 46, X 52, X 56** для корневого шва вплоть до **API grade X 80**.  
EN 10208-2: **Grade L210, L245NB (MB), L290NB (MB), L320 (M), L360NB (MB)** as well as the  
для корневого шва вплоть до **L555MB**.  
EN 10025: S 235 J2G3, S 355 J2G3.  
EN 10028: P 235 G1TH, P 255 G1TH.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

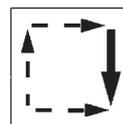
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
2.5	300	230	3.5	15.22	690	10.5
3.2	350	330	8.7	26.36	660	17.4
4.0	350	210	8.5	40.48	420	17.0

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

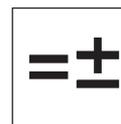
AWS A 5.5: E 7010-A 1  
EN 499: E 42 3 Mo C 2 5

# BÖHLER FOX CEL Mo

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Mo
0.10	0.14	0.4	0.5 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с целлюлозным покрытием "**E 7010 A 1**" для сварки в положении сверху-вниз горячего, заполняющего и облицовочных слоев высокопрочных трубных сталей типа **API X56/X60** или **L385M / L415NB (MB)**. Электрод может быть использован для сварки корневого шва, однако для высокопрочных сталей предпочтительно использование **BOHLER FOX CEL**. Превосходные сварочно-технологические характеристики и мощная дуга обеспечивают глубокий провар и высокие прочностные свойства сварного соединения. Сварка ведется на постоянном токе: прямая полярность для сварки концевого шва, для остальных швов полярность обратная.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	480 70000	550 80000	23	100 (74)	85 (63)	50 (37)	42 (31)
	минимальное	420 61000	510 74000	22	70 (52)	-	-	-

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X 42, X 46, X 52, **X 56, X 60** для корневого шва вплоть до API grade X 80.  
EN 10208-2: Grade L290NB (MB), L320M, **L385M / L415NB / MB**.  
для корневого шва вплоть до **L555MB**.  
EN 10025: S 235 J2G3, S 355 J2G3.  
EN 10028: P 235 G1TH, P 255 G1TH или мелкозернистых сталей P 255 NH - P 355 NH.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (1325.), ТЪV-A (2), ISPEL (X), CL (0960), ABS (E 7010-A1), UDT, SEPROS, ВНИИСТ

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах..

## ФОРМА ПОСТАВКИ

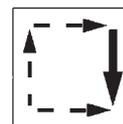
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	380	9.6	25.26	760	19.2
4.0	350	235	9.3	39.57	470	18.6
5.0	350	150	9.2	61.33	300	18.4

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

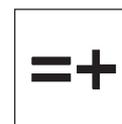
AWS A 5.5: E 7010-P 1  
EN 499: E 42 3 C 2 5

# BÖHLER FOX CEL 75

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn
0.14	0.14	0.7 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с целлюлозным покрытием "E 7010-P1" для сварки в положении сверху вниз специально разработан для сварки трубных сталей X 56/X 60 или L385M / L415MB. Механические свойства наплавленного металла близки к получаемым с помощью FOX CEL Mo. Необходимость применения электродов AWS E 7010-P1 или AWS E 7010-A 1 определяется технической спецификацией. В основном BOHLER FOX CEL 75 применяется для горячего, заполняющего и облицовочного шва. Хороший провар и малое количество образующегося шлака позволяют контролировать формирование валика даже при работе электродами больших диаметров на больших токах.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	480 70000	550 80000	23	100 (74)	85 (63)	55 (41)	45 (33)
	минимальное	420 61000	510 74000	22	85 (63)	-	47 (35)	27 (20)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X 42, X 46, X 52, **X 56, X 60** для корневого шва вплоть до API grade **X 70**.  
EN 10208-2: Grade L290NB (MB), L320 (M), **L385N (M), L415NB (MB)**.  
для корневого шва вплоть до **L485MB**.  
EN 10025: S 235 J2G3, S 355 J2G3.  
EN 10028: P 235 G1TH, P 255 G1TH.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-A (533), CL (0553), FI (E 42 3 C 25), UDT.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

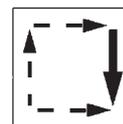
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	380	9.7	25.53	760	19.4
4.0	350	240	9.5	39.58	480	19.0
5.0	350	150	9.2	61.33	300	18.4

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

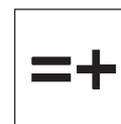
AWS A 5.5: E 8010-P 1  
EN 499: E 46 4 1 Ni C 2 5

# BÖHLER FOX CEL 85

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.14	0.10	0.7	0.6 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод BÖHLER CEL 85 "E 8010-P1 предназначен для сварки высокопрочных трубных сталей API от X 60 до X 70 или EN сталей L415MB, L450MB и L485MB. Применение комбинации FOX CEL для сварки корневого шва и FOX CEL 85 для последующих слоев обеспечивает высокое качество сварных соединений работающих при температурах до - 40°C. FOX CEL 85 удобен в работе, сварка на постоянном токе, полярность обратная. Для сварки корневого шва - постоянный ток, прямая полярность. Без сомнения FOX CEL 85 один из самых популярных электродов используемый при строительстве магистральных трубопроводов, отвечающий всем необходимым техническим требованиям.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	490 71000	570 82000	23	110 (81)	100 (74)	80 (60)	70 (52)
	минимальное	460 67000	550 80000	20	80 (59)	-	-	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X 56, X 60, X 65, X 70.  
EN 10208-2: Grade L415NB (MB), L450MB, L485MB.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

TbV-D (1361), TbV-A (3), ISPEL (X), CL (0809), ABS (E 8010-P1), FI (E 46 4 1Ni C 25), GdF (X), UDT, SEPROS, PDO.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

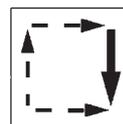
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	380	9.8	25.79	760	19.6
4.0	350	240	9.5	39.58	480	19.0
5.0	350	150	9.2	61.33	300	18.4

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

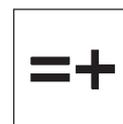
AWS A 5.5: E 9010-G  
EN 499: E 50 3 1 Ni C 2 5

# BÖHLER FOX CEL 90

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.17	0.15	0.9	0.8 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с целлюлозным покрытием **BOHLER CEL 90** разработан специально для сварки высокопрочных трубных сталей в положении сверху вниз. Мы особенно рекомендуем электроды типа "E 9010-G" для сварки трубных сталей класса X 70 и L485MB, в зависимости от технических требований для сварки горячего шва сталей класса X 80/ L555MB. Специально разработанное покрытие и способ легирования сердечника электрода обеспечивают наилучшие металлургические и механические качества сварного шва. Электрод легок в обращении, при работе обеспечивается визуальный контроль за образованием сварочной ванны, малое количество шлаковых образований.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	610 89000	650 94000	21	100 (74)	75 (55)	65 (48)	40 (30)
	минимальное	530 77000	620 90000	18	80 (59)	-	47 (35)	27 (20)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X 65, X 70, X 80.  
EN 10208-2: Grade L450MB, L485MB, L555MB.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (1324.), ТЪV-A (4), ISPEL (X), CL (0564), GdF (X) (Dia 3.2; 4.0; 5.0), Statoil, UDT, SEPROS, ВНИИСТ.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

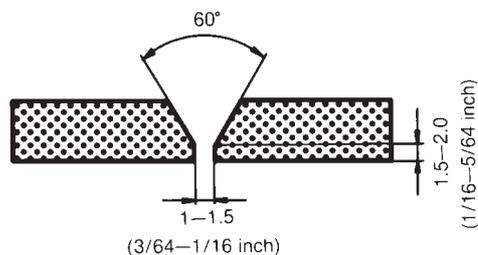
См. наши рекомендации на стр. 12 - 14. Особо мы хотим отметить, что электроды с целлюлозным покрытием не следует подвергать прокалке ни при каких обстоятельствах.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

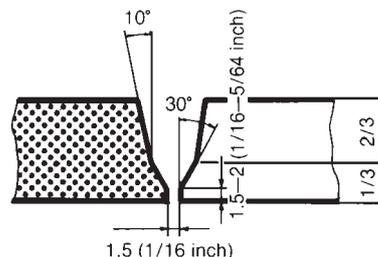
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
4.0	350	240	9.5	39.58	480	19.0
5.0	350	150	9.2	61.33	300	18.4
5.5	350	130	9.2	70.77	260	18.4

# ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ЭЛЕКТРОДАМИ С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ПОКРЫТИЕМ

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОДГОТОВКА КРОМОК

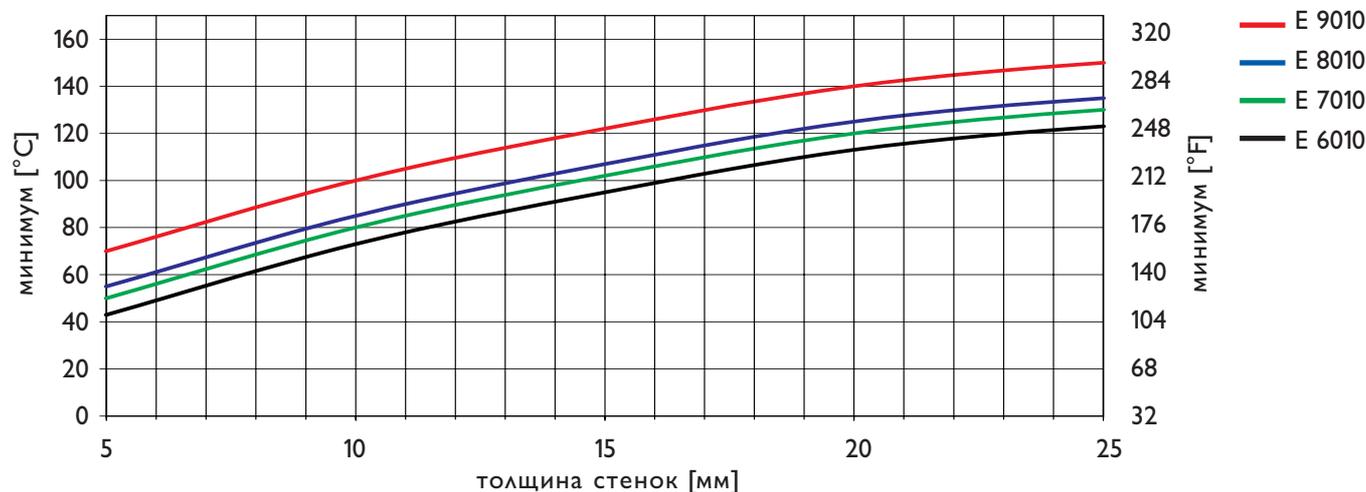


Толщина стенок ≤ 20 мм (≤ 3/4 дюйма)



Толщина стенок > 20 мм (> 3/4 дюйма)

### Предварительный подогрев и температура между проходами



### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДОГРЕВ И ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ

Для предотвращения образования трещин вызванных высоким содержанием диффузионного водорода необходим предварительный подогрев труб до начала сварочных работ и поддержания определенной температуры между проходами в процессе сварки.

Практика показывает, что для предварительного подогрева достаточно температуры 150 °C (300 °F). Данная рекомендация распространяется для стенок с толщиной до 25 мм (1") и все сварочные материалы вплоть до E 9010 (FOX CEL 90). Для тонкостенных труб рекомендуется придерживаться температуры предварительного подогрева и между проходами на минимальном уровне. На диаграмме указаны минимальные рекомендуемые температуры в зависимости от толщины стенок и типа применяемых 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, что бы 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.

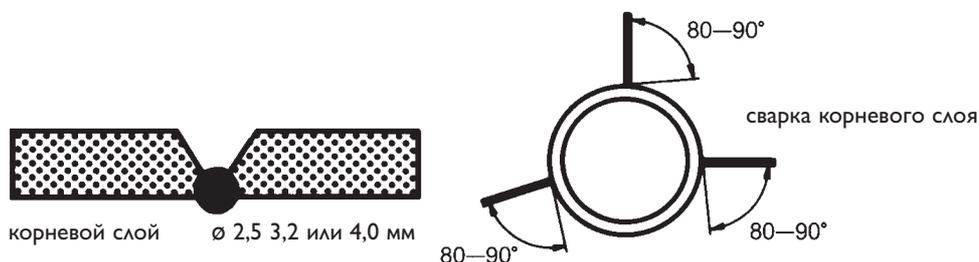
# ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ КОРНЕВОЙ СЛОЙ

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 свыше 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	2.5 мм	(3/32")	50 - 80 А
	3.2 мм	(1/8")	80 - 100 А
	4 мм	(5/32")	120 - 150 А

Для предотвращения образования трещин трубы должны оставаться неподвижными. Центрирующие зажимы следует убирать только после завершения сварки корневого слоя по всему периметру стыка, в случае сварки труб большого диаметра центрирующие зажимы убираются только после завершения сварки горячего прохода.



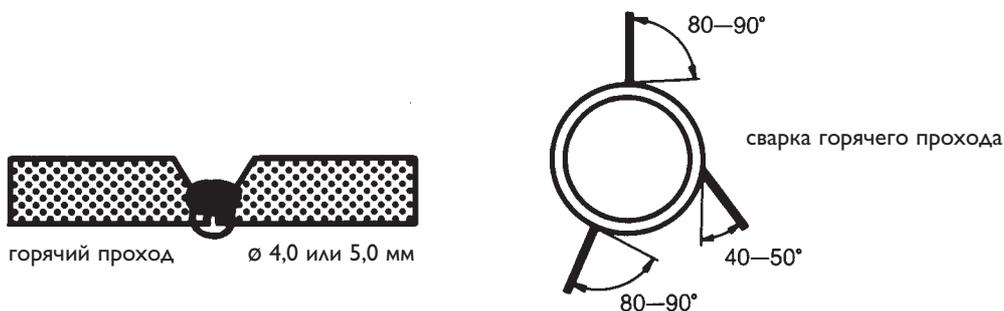
# ГОРЯЧИЙ ПРОХОД

Перед сваркой горячего прохода производится зачистка корневого шва шлиф кругами для удаления чрезмерного усиления и вскрытия шлаковых "карманов", образующихся у кромок разделки ("дорожка" на рентгенограмме). При сварке горячего прохода электрод держится почти вертикально, ток максимальный, полярность обратная.

**Обычно используются электроды:**

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

Большой ток обеспечивает глубокий провар, в результате чего оставшиеся шлаковые включения всплывают на поверхность сварной ванны, а корневой слой отжигается полностью. 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 необходима тщательная зачистка шва кругами с металлическими щетками. Диаметр применяемых электродов зависит от толщины стенок и диаметра трубы

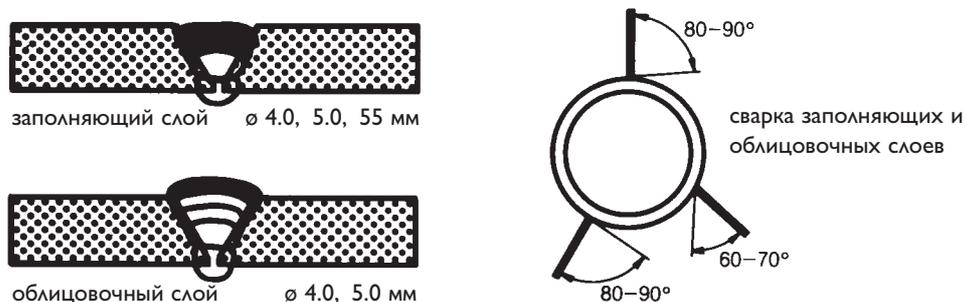
Диаметр электродов рекомендуемых для заполняющего шва, полярность обратная(+):

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

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 СВАРКИ И СВАРКА ЭЛЕКТРОДАМИ ОДНОЙ МАРКИ

Наплавленный металл корневого слоя не подвергнутый отпуску горячим проходом может иметь прочность превышающую прочность завершеного соединения на 100-150 МПа. Кроме того, в случае возникновения неконтролируемых перемещений трубы, вероятность возникновения трещин в корневом слое до наплавки горячего прохода очень велика, что обусловлено с местоположением и самой формой корневого слоя.

Комбинированная технология сварки, практикуемая в течении 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, чем металл основы, но имеющий большую пластичность (FOX CEL). Относительно мягкий и пластичный корневой слой хорошо поглощает возникающие механические напряжения до и во время сварки горячего шва.

Применение комбинированной технологии особенно успешно при сварке сталей с повышенным содержанием углерода. Невысокая прочность металла наплавляемого электродами для корневого слоя компенсируется 50 % растворением с основным металлом труб.

Однако, при сварке низкоуглеродистой малоперлитной стали 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 соединения. Поэтому мы рекомендуем использование электродов одной марки от корневого до облицовочного слоя для труб изготовленных из малоперлитных сталей с содержанием углерода ниже 0.10 %, имеющих толщину стенок меньше 10 мм (13/32"). Механические свойства металла соединения в этом случае будут близки свойствам металла свариваемых труб.

## ХРАНЕНИЕ

Целлюлозное покрытие электродов имеет сравнительно высокое содержание влаги, что определяет необходимые сварочно-технологические характеристики и обеспечивает заданные металлургические параметры наплавляемого металла. При негерметичной упаковке воздух и/или температура могут повлиять на содержание влаги в покрытии. Поэтому, электроды с целлюлозным покрытием упаковываются в запаянные жестяные банки. Электроды следует хранить в закрытых упаковках, при этом избегать хранения в местах с высоким перепадом температур и прямым попаданием солнечных лучей. В случае если банка открыта, электроды должны быть использованы как можно быстрее.

**Прокалка электродов с целлюлозным покрытием не допускается.**

# ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ В КГ НА ПОГОННЫЙ МЕТР СВАРНОГО ШВА

Сварка электродами с целлюлозным покрытием длиной 350 мм в положении сверху вниз с учетом 70 мм огарка.

Толщина стенок		Потребление электродов, кг *)			
дюйм	мм	ш 3.2 мм 1/8 дюйм	ш 4 мм 5/32 дюйм, 3/16 или 7/32 дюйм.	ш 5 или 5.5 мм	Всего
11/64	4.36	0.35			0.35
13/64	5.16	0.45			0.45
1/4	6.35	0.25	0.37		0.62
5/16	7.93		0.45	0.50	0.95
3/8	9.52		0.45	0.80	1.25
1/2	12.70		0.45	1.50	1.95
5/8	15.88		0.45	2.50	2.95
11/16	17.46		0.45	3.05	3.50
3/4	19.04		0.45	3.65	4.10
13/16	20.63		0.45	4.25	4.70
7/8	22.22		0.45	4.95	5.40
15/16	23.81		0.45	5.75	6.20
1	25.40		0.45	6.45	6.90

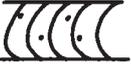
\*) информацию о количестве в шт.см. в разделе "Форма поставки" в индивидуальных описаниях марок электродов  
 \*\*) монтажные организации могут выбирать разные диаметры электродов для заполняющих и облицовочных слоев, но обычно при сварке труб с толщиной стенок больше 12 мм рекомендуется использовать электроды с диаметром 5,5 мм.

Толщина стенок		Потребление электродов, кг *)			
дюйм	мм	ш 3.2 мм 1/8 дюйм	ш 4 мм 5/32 дюйм, 3/16 или 7/32 дюйм.	ш 5 или 5.5 мм	Всего
13/16	20.63	0.45		2.60	3.05
7/8	22.22	0.45		3.05	3.50
15/16	23.81	0.45		3.55	4.00
1	25.40	0.45		4.05	4.50

1 кг = 2,205 фунтов (lbs)



# ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

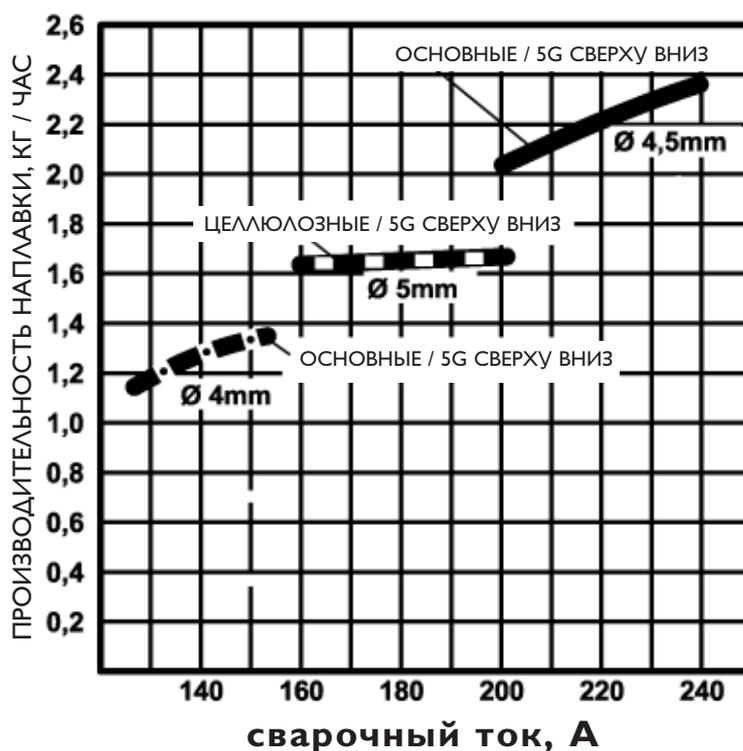
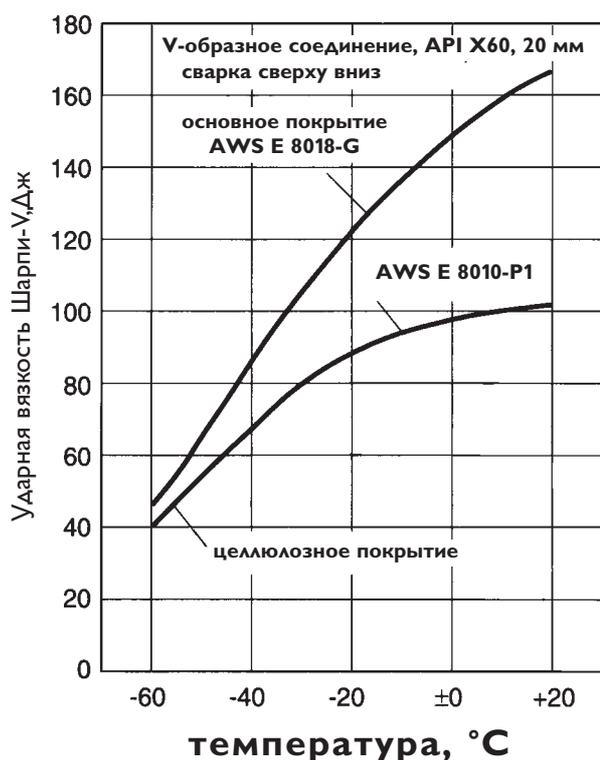
Дефект	Причина	Как избежать
<b>Пористость</b> выход пор на поверхность 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большая амплитуда колебаний электродов</li> <li>- перегрев металла основы труб (особенно в случае тонкостенных труб)</li> <li>- малое содержание влаги в покрытии электрода</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- амплитуда колебаний не больше 2-х диаметров электродов</li> <li>- правильный подбор тока и диаметра электрода с учетом толщины стенки</li> <li>- электроды следует хранить в герметичной упаковке, см. стр.14 "Хранение".</li> </ul>
<b>Точечная пористость</b> не видимые на поверхности поры 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаток раскислителя в наплавленном металле</li> <li>- содержание влаги в покрытии электрода слишком низкое или слишком высокое</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большая скорость сварки</li> <li>- см.раздел "Хранение" на стр.14</li> </ul>
<b>Усадочная раковина</b> возникает в основном в месте уширения валика, практически без уменьшения площади сечения 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- слишком малый зазор в области корневого шва, дегазация затруднена интенсивным перемешиванием наплавленного металла с металлом труб</li> <li>- химический состав металла труб: обычно высокое содержание Al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зазор в области корневого шва не меньше 1 мм</li> <li>- для сталей с содержанием Al 0,040% оптимальный зазор 1,5 мм. Если дефект не устраняется применяйте меньшие диаметры электродов.</li> </ul>
<b>Шлаковые включения</b> Обычно встречается на поверхностях сварочных валиков и кромок разделки ("колея", "форточка") 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная зачистка между проходами</li> <li>- плохо зачищен корневой шов</li> <li>- неправильное обращение с электродом</li> <li>- низкий сварочный ток</li> <li>- неправильная технология сварки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зачищать каждый слой кругами с металлическими щетками</li> <li>- тщательная зачистка корневого шва перед горячим проходом</li> <li>- правильное манипулирование электродом</li> <li>- увеличить ток</li> </ul>
<b>Непровар</b> ( холодный спай ) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточное расплавления кромок</li> <li>- малый ток</li> <li>- загрязнение и/или окисление кромок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильный выбор диаметра электрода</li> <li>- правильный наклон электрода</li> <li>- тщательная зачистка кромок</li> </ul>
<b>Закалочные трещины</b> большей частью в зоне термического влияния 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- комбинированное воздействие связанное с выделением водорода и возникновением напряжений при закалке</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- предварительный подогрев для ускорения истечения водорода, увеличить тепловложение</li> <li>- избегать смещения труб</li> <li>- закалке в основном подвергается область корневого слоя, поэтому горячий слой должен свариваться сразу после завершения корневого слоя</li> </ul>
<b>Трещины вызванные механическими напряжениями</b> (обычно в области корневого шва) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перемещение труб во время сварки корневого шва и/или до сварки горячего шва</li> <li>- большое смещение кромок, в результате чего уменьшается сечение корневого шва и увеличивается вероятность образования трещин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- избегать перемещения труб, особенно во время сварки корневого шва</li> <li>- руководствоваться соответствующими техническими спецификациями относительно максимально допустимого смещения кромок и в любом случае сводить его к минимуму</li> </ul>
<b>Подрез</b> (в области облицовочного и корневого шва) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большой ток</li> <li>- неправильная процедура сварки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильный выбор тока и диаметра электрода</li> <li>- соблюдение технологии сварки</li> </ul>
<b>Выпирание облицовочного слоя, чрезмерное усиление</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неправильная процедура сварки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильный подбор тока и соблюдение техники сварки</li> <li>- определение максимального допуска усиления облицовочного слоя до нанесения заполняющих слоев (наплавкой дополнительных слоев или удалением шлифкругами избыточной наплавки)</li> </ul>
<b>Ослабление корневого слоя</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большой ток</li> <li>- плохая подготовка соединения, зазор в области корневого шва слишком большой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильный выбор тока и зазора</li> </ul>
<b>Следы зажигания</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- следы зажигания дуги справа и слева от соединения образуют зоны закалывания, появляется вероятность образования закалочных трещин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зажигать дугу в разделке стыка</li> </ul>

# СВАРКА ЭЛЕКТРОДАМИ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

В тех случаях когда требуется высокие вязко-пластичные свойства шва, предполагается эксплуатация трубопроводов в сложных климатических условиях, прокладка ведется с большим перепадом высот, толщина стенок труб больше 25 мм, т.е. когда используются трубы из сталей прочностного класса StE 550.7 TM/X80, X 100 для сварки в положении сверху вниз требуется применение низководородных электродов с основным покрытием.

БЁЛЕР предлагает четыре марки таких электродов удовлетворяющих всем техническим и экономическим требованиям, предъявляемым для сварки трубопроводов большого диаметра.

## сравнение ударной вязкости



На левом графике представлена зависимость ударной вязкости для сварных швов сваренных по технологии сверху вниз электродами с основным и целлюлозным типом покрытий. Ударная вязкость, достигаемая электродами с целлюлозным покрытием нового поколения, значительно улучшена, что видно на примере электрода FOX CEL 85 (E 8010-P1). На правом графике 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 высокому содержанию железного порошка в покрытии и способности работать при высоких токах, основные низководородные электроды диаметром 4 мм для сварки сверху вниз обеспечивают такую же скорость наплавки как электроды с целлюлозным покрытием диаметром 5.5 мм. Следовательно, время выполнения заполняющих и облицовочных швов основными электродами такое же, как при работе с целлюлозными электродами.

Однако, при сварке корневого слоя электроды с целлюлозным покрытием более экономичны. Поэтому, мы рекомендуем, и это доказано на практике, сварку корневого и горячего слоя производить электродами с целлюлозным покрытием, а заполняющие и облицовочные слои электродами с основным покрытием. Таким образом, сочетаются экономичность работ с высокими механико-технологическими свойствами шва.

Нами накоплен большой опыт по применению комбинированной технологии сварки. За подробностями использования этой технологии обращайтесь в наш технический отдел.

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

AWS A 5.5: E 8018-G  
EN 499: E 46 3 B 4 5 H 5

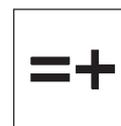
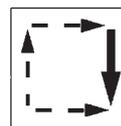
# BÖHLER FOX BVD RP

Пространственные  
положения сварки

Тип тока  
Полярность

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn
0.05	0.3	1.0 %



## ОПИСАНИЕ

Электрод с основным покрытием для **сварки корневого слоя в положении сверху вниз**.

Наплавленный электродами BOHLER FOX BVD RP металл обладает высокой трещиностойкостью и ударной вязкостью. Сварка FOX BVD RP может вестись во всех пространственных положениях (включая на подъем). Электрод используется для сварки труб по которым транспортируются продукты содержащие кислый газ. Основное назначение электрода - сварка высокопрочных труб класса X 80/ L555MB.

Низкое содержание водорода в наплавленном металле ( $HD < 5$  мл/100 г) и низкий уровень тепловложения в основной металл являются дополнительными преимуществами предлагаемого электрода для экономичной, высокоэффективной сварки мелкозернистой высокопрочной стали.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	±0 °C +32 °F	-20 °C -4 °F	-30 °C -22 °F
после сварки	типичное	510 74000	560 81200	26	170 (125)	150 (111)	120 (89)	60 (44)
	минимальное	460 67000	550 80000	22	130 (96)	-	-	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: для корневого шва всех типов сталей от **A, B, X 42 до X 100**.

EN 10208-2: для корневого шва всех типов сталей от **L210 до L555MB**.

EN 10025: для корневого шва сталей **S 235 J2G3, S 355 J2G3**

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (03532.), UDT, SEPROS.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 23 - 25.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

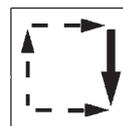
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
2.5	350	425	9.2	21.65	850	18.4
3.2	350	300	9.9	33	600	19.8

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

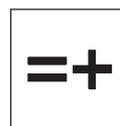
AWS A 5.5: E 8018-G  
EN 499: E 46 5 1Ni B 4 5 H 5

# BÖHLER FOX BVD 85

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.04	0.4	0.9	0.9 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с основным покрытием для сварки заполняющих и облицовочных слоев в положении **сверху вниз** сталей прочностного класса **API X65 или EN L450MB**. Наплавленный электродом BOHLER FOX BVD 85 металл обладает идеальным сочетанием высокой прочности и ударной вязкости **при низких температурах вплоть до -50 °С**. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу и избегать при этом образования пор во время сварки облицовочного слоя. Благодаря этому и отличным сварочно-технологическим характеристикам эта марка электрода особенно удобна при работе в полевых условиях. Низкое содержание водорода в наплавленном металле ( $HD < 5 \text{ мл/100 г}$ ) и низкий уровень тепловложения в металл основы являются дополнительными преимуществами предлагаемого электрода для экономичной, высокоэффективной сварки мелкозернистой высокопрочной стали. Производительность наплавки на 80-100% выше при сварке сверху вниз, чем при сварке в положении снизу вверх.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-40 °C -40 °F	-50 °C -58 °F
после сварки	типичное	510 74000	560 81200	27	170 (125)	120 (89)	85 (63)	65 (48)
	минимальное	460 67000	550 80000	22	130 (96)	-	60 (45)	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade A, B, X 42, X 46, **X 52, X 56, X 60, X 65**.  
EN 10208-2: Grade L210, L245NB, L290NB (MB), L320 (M), **L360NB (MB), L385N (M), L415NB (MB), L450MB**.

Другие: S 355 J2G3, P 355 N, P 355 NL1, P 355 NH, P 310 GH и т.п.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

TьV-D (03531.), CL (1404), UDT, Gdf (на рассмотрении), SEPROS.

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 23 - 25.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	280	9.3	33.21	560	18.6
4.0	350	190	9.5	50	380	19
4.5	350	150	8.9	59.33	300	17.8

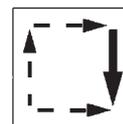
## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

AWS A 5.5: E 9018-G

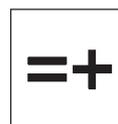
EN 757: E 55 5 Z 2Ni B 4 5 H5

# BÖHLER FOX BVD 90

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.04	0.3	1.2	2.2 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод с основным покрытием BOHLER FOX BVD 90 разработан для сварки **высокопрочных сталей X 70, X 80, L450MB, L485 MB в положении сверху вниз**. Отличные механические свойства наплавленного металла и сварочно-технологические характеристики делают электрод незаменимым при сварке труб с толщиной стенок >20 мм ( 3/4 ") или в тех случаях когда необходимо достижение высокой ударной вязкости. Низкое содержание водорода в наплавленном металле (HD<5 мл/100 г) предотвращает образование индуцированных водородом холодных трещин. **BOHLER FOX BVD 90 успешно использовался для сварки заполняющих и облицовочных слоев шва труб с толщиной стенок до 36,2 мм (1 7/16")**. Коэффициент перехода металла в шов 130 %. Электрод позволяет проводить сварку на высоких токах, производительность наплавки сравнима с производительностью электродов с целлюлозным покрытием.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-40 °C -40 °F	-50 °C -58 °F
после сварки	типичное	600 87000	650 94000	27	170 (127)	130 (96)	110 (82)	80 (60)
	минимальное	550 80000	620 90000	20	120 (89)	-	-	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade **X 70, X 80**

EN 10208-2: Grade **L450MB, L485MB**

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (03402.), Statoil, GdF (X) (Dia. 3.2; 4.0; 5.0), CL (1178), UDT, SEPROS

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 23-25.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	280	9.3	33.21	560	18.6
4.0	350	190	9.6	50.53	380	19.2
4.5	350	150	9.1	60.67	300	18.2

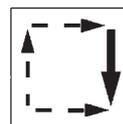
## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

AWS A 5.5: E 10018-G

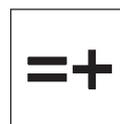
EN 757: E 62 5 Z 2Ni B 4 5 H5

# BÖHLER FOX BVD 100

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.07	0.4	1.2	2.3 %

## ОПИСАНИЕ

Низководородный электрод с основным типом покрытия для сварки заполняющих и облицовочных слоев сталей **X 80** или **L555MB** в положении сверху вниз. Наплавленный электродом **BOHLER FOX BVD 100** металл идеально сочетает **высокие прочностные свойства и ударную вязкость при температурах до - 50 °С**. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу и избегать при этом образования пор во время сварки облицовочного слоя. Благодаря этому и отличным сварочно-технологическим характеристикам эта марка электрода особенно удобна при работе в полевых условиях. Низкое содержание водорода в наплавленном металле ( $HD < 5 \text{ мл/100 г}$ ) и низкий уровень тепловложения в металл основы являются дополнительными преимуществами предлагаемого электрода для экономичной, высокоэффективной сварки мелкозернистой высокопрочной стали. Сварка в полевых условиях труб большого диаметра ( $47'' \times 3/4'' / \text{L555MB}$ ) с применением электродов **BOHLER FOX BVD 100** и электродов **BOHLER** с целлюлозным покрытием для корневого и горячего слоя доказало возможность использования таких сталей и материалов для их сварки с уровнем брака ниже 1 %.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	± 0 °C +32 °F	-20 °C -4 °F	-50 °C -58 °F
после сварки	типичное	670 97000	730 105800	24	150 (111)	125 (92)	120 (89)	70 (52)
	минимальное	620 90000	690 100000	18	110 (81)	-	-	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: **X 80**

EN 10208-2: **L555MB**

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (0633.), UDT, SEPROS

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

См. наши рекомендации на стр. 23-25.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

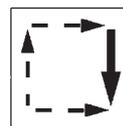
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	280	9.2	32.86	560	18.4
4.0	350	190	9.5	50	380	19
4.5	350	150	9.1	60.67	300	18.2

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

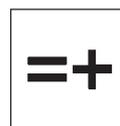
AWS A 5.5: E 11018-G  
EN 757: E 69 3 Mn2NiMo B 4 1 H5

# BÖHLER FOX BVD 110

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni	Mo
0.07	0.4	1.2	2.0	0.3 %

## ОПИСАНИЕ

Низководородный электрод с основным типом покрытия для сварки заполняющих и облицовочных слоев **сталей X 100** или **L690** в положении сверху вниз. Наплавленный электродом BOHLER FOX BVD 110 металл идеально сочетает **высокие прочностные свойства и ударную вязкость при температурах до -40 °С**. Специальная форма электрода позволяет легко зажигать дугу и избежать при этом образования пор во время сварки облицовочного слоя. Благодаря этому и отличным сварочно-технологическим характеристикам эта марка электрода особенно удобна при работе в полевых условиях. Низкое содержание водорода в наплавленном металле (HD<5 мл/100 г) и низкий уровень тепловложения в металл основы являются дополнительными преимуществами предлагаемого электрода для экономичной, высокоэффективной сварки мелкозернистой высокопрочной стали. Сварка в полевых условиях труб большого диаметра (47" x 3/4" / L690) с применением электродов **BOHLER FOX BVD 110** и электродов **BOHLER с целлюлозным покрытием** для корневого и горячего слоя доказало возможность использования таких сталей и материалов для их сварки с уровнем брака ниже 1%.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	± 0 °C +32 °F	-20 °C -4 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	720 104000	810 117000	20	110 (81)	-	70 (52)	50 (37)
	минимальное	690 100000	760 110000	17	90 (66)	-	50 (37)	40 (30)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: **X 100<sup>1)</sup>**  
EN 10208-2: **L690<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> не стандартизован

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

SEPROS

## ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

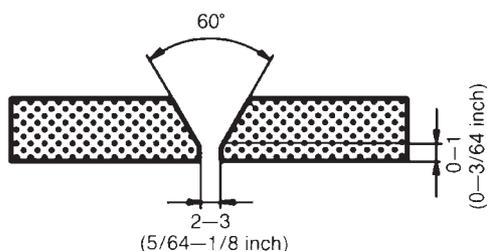
См. наши рекомендации на стр. 23-25.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

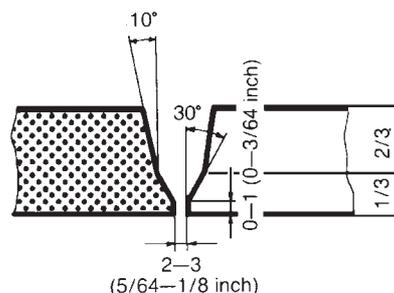
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
4.0	350	190	9.5	50	380	19
4.5	350	150	9.1	60.67	300	18.2

# ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ЭЛЕКТРОДАМИ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ В ПОЛОЖЕНИИ СВЕРХУ ВНИЗ

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОДГОТОВКА КРОМОК

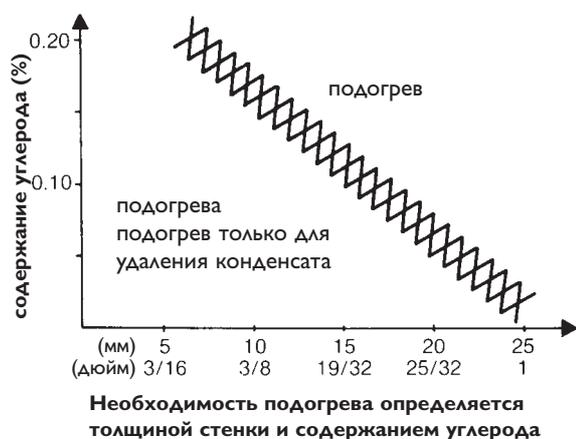


Толщина стенок  $\leq 20$  мм ( $\leq 3/4$  дюйма)



Толщина стенок  $> 20$  мм ( $> 3/4$  дюйма)

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДГОРЕВ



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.

Рекомендуемая температура предварительного подогрева  $100$  °С, подогрев применяется при сварке толстостенных труб и труб изготовленных из сталей склонных к закалке. На диаграмме показаны те случаи, когда подогрев необходим.

## ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ

Температура между проходами влияет на металлургические процессы возникающие в наплавленном металле в процессе остывания и кристаллизации, и следовательно, в определенной степени влияют на механические свойства сварного шва. Кроме того, это так же важно для удаления водорода. Обычно мы рекомендуем поддерживать в процессе сварки температуру между проходами на уровне  $100 \pm 30$  °С.

## СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

Сварка стыков трубопроводов 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. Такие аппараты должны иметь падающую характеристику и высокое напряжение холостого хода.

# ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

## 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.

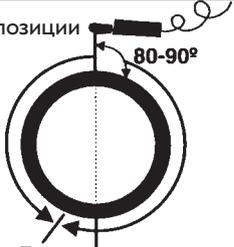
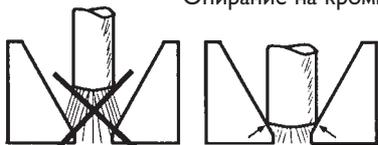
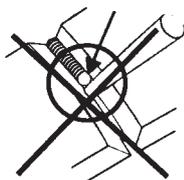
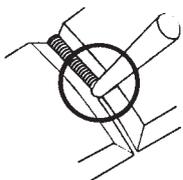
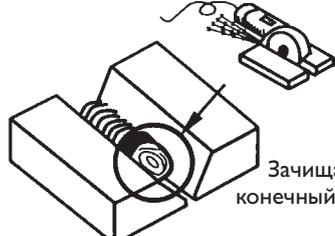
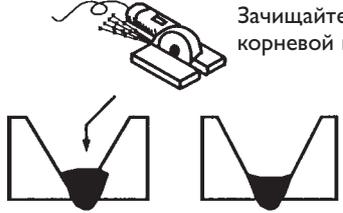
Обычно, для предотвращения деформаций и обеспечения равномерного зазора по всему периметру стыка одновременно работают два или большее количество сварщиков. Рекомендуемые диаметры электродов 2.5 мм, или, в случае толстых стенок 3.2 мм. Необходимо выполнять сварку опиранием торца электрода на кромки разделки. Обязательна зачистка дуговых кратеров, мест старта и финиша.

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

Образование при сварке "замочных скважин; влечет за собой формирование пор в шве. 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 примерно в положении 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.

<p>Постоянный ток, обратная полярность (+)</p> <p>ш 2.5 мм (3/32") ..... 70 - 90 А в положении 10 - 14 часов ..... 60 - 70 А</p> <p>ш 3.2 мм (1/8") ..... 90 - 150 А в проржнении 10 - 14 часов ..... 90 - 100 А</p>	<p>Начало в позиции 12 часов</p>  <p>80-90°</p> <p>Завершение 7 часов</p>	<p>Правильно: Короткая дуга! Опираие на кромки</p> 
<p>Избегайте: „замочных скважин“</p>  <p>Правильно: Без „замочныхскважин“</p> 	 <p>Зачищайте конечный кратер</p>	<p>Зачищайте корневой шов</p> 

## ЗАПОЛНЯЮЩИЕ СЛОИ

Сварку этих слоев производят электродами диаметром 3.2 мм, 4 мм и 4.5 мм в зависимости от толщины стенок. Предпочтительным является диаметр 4 мм.

ø 3.2 мм (1/8") ..... 110 - 160 А  
ø 4 мм (5/32") ..... 180 - 210 А  
ø 4.5 мм (3/16") ..... 200 - 240 А

**Большой ток обеспечивает хорошее проплавление и повышает производительность работ.**

**Отсутствие поперечных колебаний** при сварке приводит к тому, что сварочная ванна движется быстрее электрода, в результате чего происходит короткое замыкание дуги и "приморзание" электрода. Все это способствует образованию пор и препятствует процессам дегазации сварочной ванны.

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

### Сварку следует вести короткой дугой.

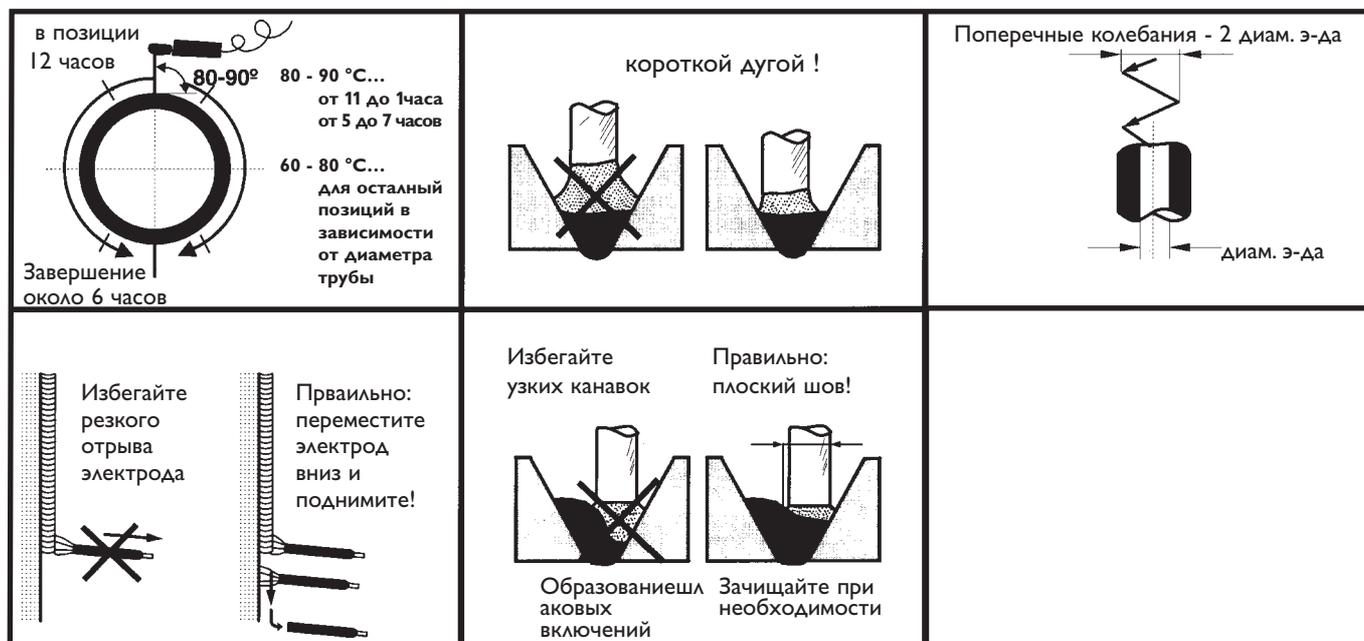
Для избежания образования закалочных трещин рекомендуется последний заполняющий слой выводить заподлицо с разделкой кромок, так чтобы проплавить края разделки. В этом случае при сварке облицовочного слоя зона термического влияния будет подвержена отпуску.

## ОБЛИЦОВОЧНЫЙ СЛОЙ

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

Рекомендуемый ток:

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



## РАНЕНИЕ И ПРОКАЛКА ЭЛЕКТРОДОВ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Электроды хранившиеся в запаянных банках прокалке подвергать не следует.

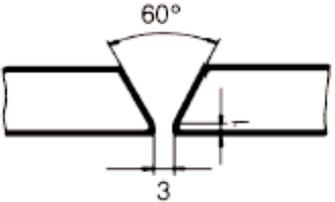
Если банка распечатана, электроды до начала работы должны находится в банке закрытой специальной крышкой.

Электроды которые хранились в поврежденных банках или находились в открытых местах в течение нескольких часов следует прокаливать при температуре 300-350 °С минимум 2 часа, но не более 10 часов.

В случае когда при работе относительная влажность превышает 70 %, перед работой электроды следует выдерживать в пенах с подогревом при температуре 100-200 °С.

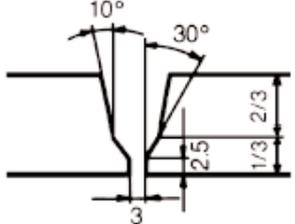
# ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ В КГ НА ПОГОННЫЙ МЕТР СВАРНОГО ШВА

Сварка электродами с основным покрытием длиной 350 мм в положении сверху вниз с учетом 30 мм огарка.



Толщина стенок		Потребление электродов, кг*)			Всего
дюйм	мм	ш 2.5мм 3/32 дюйм	ш 3.2 мм 1/8 дюйм	ш 4мм 5/32 дюйм	
11/64	4.36	0.30			0.30
13/64	5.16	0.20	0.20		0.40
1/4	6.35	0.20	0.35		0.55
5/16	7.93	0.20	0.65		0.85
3/8	9.52		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

\*) информацию о количестве в шт.см. в разделе "Форма поставки" в индивидуальных описаниях марок электродов



Толщина стенок		Потребление электродов, кг *)			Всего
дюйм	мм	ш 3.2 мм 1/8 дюйм	ш 4 мм 5/32 дюйм		
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

1 кг = 2,205 фунтов (lbs)

## ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

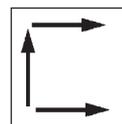
Дефект		
<b>Образование пор в области зажигания дуги</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- влажные электроды</li> <li>- длинная дуга</li> <li>- электрод с поврежденным концом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- используйте сухие (прокаленные) электроды</li> <li>- поддерживайте короткую дугу</li> <li>- используйте не поврежденные электроды со специальным, облегчающим зажигание концом</li> </ul>
<b>Непровар</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сварка поверх шлаковых включений</li> <li>- недостаточная вышлифовка подреза</li> <li>- малый ток</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходима тщательная зачистка шва между проходами</li> <li>- вышлифовка подреза</li> <li>- увеличить ток</li> </ul>
<b>Прогиб корневого шва</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большой ток</li> <li>- большой диаметр электрода</li> <li>- плохая разделка кромок</li> <li>- узкий зазор</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- установить меньший ток</li> <li>- используйте меньший диаметр электрода</li> <li>- подготовить кромки в соответствии с рекомендациями</li> </ul>
<b>Следы зажигания</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Случайные зажигания дуги вне разделки вызывают локальную закалку</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зажигать дугу только в разделке стыка</li> </ul>
<b>Шлаковые включения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная зачистка между проходами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зачищайте каждый слой шлифкругами</li> </ul>
<b>Рассеянные поры</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- влажные электроды</li> <li>- короткие замыкания связанные с работой сварочных аппаратов с неадекватной вольтамперной характеристикой</li> <li>- неправильное обращение с электродами, н.п. длинная дуга, неправильный угол сварки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- используйте сухие (прокаленные) электроды</li> <li>- проверьте сварочный аппарат (напряжение холостого и т.п.)</li> <li>- поддерживайте короткую дугу, угол наклона электрода 80°-90°.</li> </ul>

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

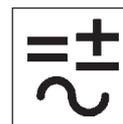
AWS A 5.1: E 7016-1 H4 R  
EN 499: E 42 4 B 1 2 H5

# BÖHLER FOX EV PIPE

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.06	0.60	0.9	0.17 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод FOX EV PIPE предназначен для сварки труб в положении снизу-вверх, легок в работе и отвечает самым высоким потребительским свойствам. Электрод предназначен для сварки корневого шва на прямой полярности и заполняющих и облицовочных слоев на обратной полярности или на переменном токе. Электрод обладает повышенной производительностью при сварке корневого шва труб толщиной от 8 мм, работа электродом диаметром 3,2 мм требует установки тока в диапазоне 60 - 130 А. **Высокие значения ударной вязкости при температурах до -40 °С**, малое содержание водорода. Высокое качество работы гарантируется так же упаковкой электродов - запаянный жестяные банки.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °С +68 °F	-20 °С -4 °F	-30 °С -22 °F	-40 °С -40 °F
после сварки	типичное	470 68000	560 81200	29	170 (125)	100 (74)	90 (66)	60 (44)
	минимальное	420 61000	520 74000	22	120 (89)	-	70 (52)	47 (35)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X42, X46, X52, X56, X60, X65 до X80\*\*.  
ASTM: A53 Grade A-B, A106 Grade A-C, A179, A192, A210 Grade A-1.  
EN стали: P235GH, P265GH, P295GH, P235T1, P275T1, P235G2TH, P255G1TH, S255N - S420N\*, S255NL1 до S420NL1, L290NB до L360NB, L290MB до L360MB, L415MB, L450MB до L555MB\*\*.

\* термообработанные до S380N/S380NL1.

\*\* только для корневого слоя.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ТЪV-D (7620.), CL (1469), LTSS, ВНИИСТ, SEPROS, UD, ВНИИГАЗ.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

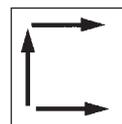
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
2.5	300	240	3.7	15.5	720	11.1
3.2	350	295	8.4	28.5	590	16.8
4.0	350	190	8.3	43.7	380	16.6

## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

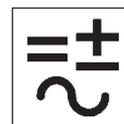
AWS A 5.5: E 8016-G H4 R  
EN 499: E 50 4 1 Ni B 1 2 H5

# BÖHLER FOX EV 60 PIPE

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:

C	Si	Mn	Ni
0.07	0.60	1.2	0.9 %

## ОПИСАНИЕ

Электрод FOX EV 60 PIPE предназначен для сварки труб в положении снизу-вверх, легок в работе и отвечает самым высоким потребительским свойствам. Электрод предназначен для сварки корневого шва на прямой полярности и заполняющих и облицовочных слоев на обратной полярности или на переменном токе. Электрод обладает повышенной производительностью по сравнению со стандартными электродами типа AWS E 8018 при сварке корневого шва. Высокие значения ударной вязкости при температурах до -40 °C, малое содержание водорода (HD < 5 мл / 100 г). Высокое качество работы гарантируется так же упаковкой электродов - запаянный жестяные банки.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	0 °C 32 °F	-20 °C -4 °F	-40 °C -40 °F
после сварки	типичное	550 79800	590 85600	26	170 (125)	150 (111)	140 (103)	110 (81)
	минимальное	500 72500	560 81200	22	130 (96)	-	-	-

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65 E295, E335, S355J2G3, C35 - C45, L210 - L360NB, L210MB - L360MB, P310GH, S380N - S460N, P380NH - P460NH, S380NL - S460NL, S380NL1 - S460NL2, GE260-GE300

ASTM: A516 Gr. 65, A572 Gr. 55, 60, 65, A633 Gr. E, A612, A618 Gr. I, A537 Gr. 1-3.

EN 10208-2: S235J2G3 - S355J2G3, L290NB - L450NB, L290MB - L450MB, P235GH - P295GH.

## ОДОБРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

ВНИИГАЗ.

## ФОРМА ПОСТАВКИ

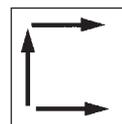
Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	250	7.5	30.0	500	15.0
4.0	350	190	8.4	44.2	380	16.8

**УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ**  
AWS A 5.5: E 9016-1 H4 R

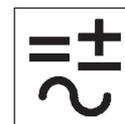
# BÖHLER FOX EV 70 PIPE

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА:				
C	Si	Mn	Ni	Mo
0.07	0.50	1.7	2.0	0.25 %

Пространственные  
положения сварки



Тип тока  
Полярность  
(-) корневой шов



## ОПИСАНИЕ

Электрод FOX EV 70 PIPE предназначен для сварки труб в положении снизу-вверх, легок в работе и отвечает самым высоким потребительским свойствам. Электрод предназначен для сварки корневого шва на прямой полярности и заполняющих и облицовочных слоев на обратной полярности или на переменном токе. Электрод обладает повышенной производительностью по сравнению со стандартными электродами типа **AWS E 9018** при сварке корневого шва. Отличное проплавление, легко отделяющийся шлак - сокращает время на вышлифовку. **Высокие значения ударной вязкости при температурах до -46 °С.**

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Условия		Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> PSI	Удлинение %	Ударная вязкость, Charpy-V Дж (ft-lb)			
					+20 °C +68 °F	-20 °C -4 °F	-40 °C -40 °F	-46 °C -51 °F
после сварки	типичное	660 95700	720 104400	20	180 (133)	110 (81)	80 (59)	75 (55)
	минимальное	520 75400	620 90000	18	120 (89)	-	47 (35)	27 (20)

## ТИП СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА

API Spec. 5 L: Grade X 65, **X 70, X 80.**  
EN 10208-2: Grade L450MB, **L485MB, L555MB.**

## ФОРМА ПОСТАВКИ

Диам., мм	Длина мм	Одна банка содержит		вес 1000 электродов, кг	Электродов в банке	Вес одной коробки, кг
		электродов	кг			
3.2	350	250	7.5	30.0	500	15.0
4.0	350	190	8.4	44.2	380	16.8

# СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## ПОКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Вцхler Марка  AWS классификация	Хим. состав нап. металла  %	Механические свойства наплавленного металла				тип тока	Диам. длина  мм	Характеристика и область применения
		пр.тек. Н/мм <sup>2</sup> (KSI)	пр.проч Н/мм <sup>2</sup> (KSI)	удлин. %	KCV Дж			
<b>FOX CEL S E 6010</b>	C 0.10 Si 0.20 Mn 0.50	480 (70)	550 (80)	23	110	D.C. ±	2.5x300 3.2x350 4.0x350	Специальные электроды с целлюлозным покрытием для сварки корневых швов в положении снизу вверх, ток =+). Может так же работать в положении сверху вниз. Применяется при плохо разделанных кромках. Мощная дуга отличные сварочно-технологические свойства.
<b>FOX CEL 75 G E 7010-G</b>	C 0.14 Si 0.10 Mn 0.7 Ni 0.6	460 (68)	550 (80)	24	110 -40 °C 65	D.C. + (D.C. - для корне- вого слоя)	3.2x350 4.0x350 5.0x350	Электрод <b>FOX CEL 75 G</b> с целлюлозным покрытием типа <b>AWS E 7010-G</b> , для сварки труб класса <b>X 56, X 60 и X 65</b> или <b>EN L385M, L415MB и L450MB</b> . Электрод <b>FOX CEL 85 G</b> с целлюлозным покрытием типа <b>AWS E 8010-G</b> , для сварки труб класса от <b>X 60 до X 70</b> или <b>EN L415MB, L450MB и L485MB</b> .
<b>FOX CEL 85 G E 8010-G</b>	C 0.16 Si 0.14 Mn 0.7 Ni 0.7	490 (71)	570 (82)	23	105 -40 °C 70	D.C. + (D.C. - для корне- вого слоя)	3.2x350 4.0x350 5.0x350	Оба электрода обеспечивают высококачественные соединения с повышенными значениями ударной вязкости при низких температурах, в сочетании высокими сварочно-технологическими свойствами.
<b>FOX EV 50-W E 7016-1 H4 R</b>	C 0.07 Si 0.5 Mn 1.1	460 (67)	560 (81)	28	200	D.C. ± A.C.	2.5x350 3.2x350 4.0x350	Низкоуглеродные электроды для работ на компрессорных станциях и станциях понижения давления. Прекрасный материал для сварки корневых швов в положении снизу вверх. Низкое содержание водорода (HD<5 мл/100 г). Сварка корня на прямой полярности
<b>FOX EV 55 E 7018-1 H4 R</b>	C 0.08 Si 0.35 Mn 1.4	500 (72)	550 (80)	30	220 -50 °C 90	D.C. +	2.5x250 3.2x350 4.0x450	Низководородные электроды. Применяются для сварки наземных конструкций, врезке отводов. Для заполняющих и облицовочных швов в положении снизу вверх. Типа <b>FOX EV50</b> , но с более высокими прочностными свойствами, стали прочностного класса до <b>X60</b> или <b>L385M / L415NB</b> . HD<5 мл/100 г.
<b>FOX EV 60 E 8018-C3 H4 R</b>	C 0.07 Si 0.4 Mn 1.15 Ni 0.9	510 (74)	610 (89)	27	180 -60 °C 110	D.C. +	2.5x250 3.2x350 4.0x450 5.0x450	Низководородные электроды. Применяются для сварки наземных конструкций, врезке отводов. Для сварки сталей прочностного класса до <b>X65/X70</b> или <b>L450MB/L485MB</b> . Высокая ударная вязкость при низких температурах (до -60°C), отличные сварочно-технологические свойства. HD<5 мл/100 г.
<b>FOX CN 22/9 N E 2209-17</b>	C ≤ 0.03 Si 0.9 Mn 0.8 Cr 23.0 Mo 3.2 Ni 9.0 N 0.17	650 (94)	820 (118)	25	55 -20 °C → 32	D.C. ± A.C.	2.5x350 3.2x350 4.0x350	Электрод со смешанным рутилово-основным покрытием для сварки феррито-аустенитных дуплексных сталей, типа <b>1.4462, UNS 31803</b> . Рекомендуется для сварки в положении снизу вверх труб и отводов (диам. 2,5 мм, =-). Хорошие сварочно-технологические свойства при работе на переменном токе.
<b>FOX CN 22/9 N-B E 2209-15</b>	C ≤ 0.03 Si 0.3 Mn 1.1 Cr 23.0 Mo 3.2 Ni 8.8 N 0.16	630 (92)	830 (121)	27	105 -60 °C 40	D.C. +	2.5x350 3.2x350 4.0x350 5.0x450	Электрод с основным покрытием для сварки дуплексных сталей типа <b>1.4462, UNS S 31803</b> . Высокие значения ударной вязкости при температурах до -60°C, сварка толстостенных труб. Потенциал стойкости к точечной коррозии →35 (PREN = % Cr + 3,3 x % Mo + 16 x % N), содержание феррита в наплавленном металле →30 FN.

# ДРУГИЕ СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## СВАРОЧНЫЕ ПРОВОЛОКИ

Böhler Марка  AWS классификация	Хим. состав проволоки %	Механические свойства наплавленного металла				ТИП СВАРКИ				Характеристика и область применения
		пр.тек. Н/мм <sup>2</sup> (KSI)	пр.проч Н/мм <sup>2</sup> (KSI)	удлин. %	KCV Дж	TIG		GMAW		
						Ar- gon	Ar- gon S 1S3 M1	ГАЗОВАЯ СМЕСЬ M 21	CO <sub>2</sub> C	
<b>SG 3-P ER 70 S-6</b>	C 0.05 Si 0.75 Mn 1.5 Ti +	510 (74)	640 (93)	25	120 -50 °C 55			•		Проволока для автоматической сварки трубопроводов. Оптимальный состав легирующих добавок обеспечивает отличные сварочные характеристики при сварке как наземных трубопроводов так и при прокладке морских отводов. Проволока омедненная, отличная подающая способность, поставляется с порядной намоткой, при производстве проволок устанавливаются жесткие допуски по разбросу толщин.
		470 (68)	610 (89)	26	100 -40 °C 60				•	
<b>NiMo 1-IG ER 90 S-G</b>	C 0.08 Si 0.6 Mn 1.8 Ni 0.9 Mo 0.3	620 (90)	700 (101)	23	140 -40 °C 110			•		Присадочные прутки и проволока сплошного сечения для сварки в защитном газе. Высокая ударная вязкость при температурах до -80 °C. Для сварки мелкозернистых или низколегированных Ni сталей.
		590 (85)	680 (98)	22	-40 °C → 47				•	
<b>2.5 Ni-IG ER 80 S-Ni 2</b>	C 0.1 Si 0.6 Mn 1.1 Ni 2.5	510 (74)	600 (87)	22	170 -80 °C > 47			•		Присадочные прутки и проволока сплошного сечения для сварки в защитном газе. Высокая ударная вязкость при температурах до -80 °C. Для сварки мелкозернистых или низколегированных Ni сталей.
		500 (73)	590 (86)	22	120 -60 °C > 47				•	
<b>CN 22/9 N-IG ER 2209</b>  1) Argon + 20 % He + 2 % CO <sub>2</sub>	C ≤ 0.015 Si 0.4 Mn 1.7 Cr 22.6 Ni 8.8 Mo 3.2 N 0.15 PRE <sub>N</sub> → 35	600 (87)	800 (116)	33	150 -60 °C > 32	•				Присадочные прутки и проволока сплошного сечения для сварки феррито-аустенитных дуплексных сталей типа 1.4462, UNS 32760. Проволока позволяет получать сварные швы с высокой сопротивляемостью к коррозии под напряжением и точечной коррозии. Идеальна для высококачественной сварки трубопроводных стыков. Лучшие результаты достигаются с использованием проволоки для сварки под флюсом CN 22/9 N-UP с флюсом BB 202 или BB202.
		660 (95)	830 (120)	28	85 -40 °C > 32		• <sup>1)</sup>			
<b>CN 22/9 PW-FD* E 2209 T1-4 E 2209 T1-1</b>  * Values are related to all weld metal	C ≤ 0.03 Si 0.8 Mn 0.9 Cr 22.7 Ni 9.0 Mo 3.2 N 0.13 PRE <sub>N</sub> → 35	600 (87)	800 (116)	27	80 -46 °C > 45			•	•	Порошковая проволока для позиционной сварки. Сварка во всех пространственных положениях без переустановки параметров. Защитный газ - аргоновые смеси или CO <sub>2</sub> . Мощная дуга, струйный перенос, минимальное разбрызгивание, самоотделяющийся шлак, отличная смачиваемость; плоский гладкий шов. Высокая производительность наплавки в сочетании с легкостью установки параметров, дает дополнительный эффект использования. Рабочие температуры от -46 °C до 250 °C.

Все приведенные данные ориентированы на потребителя. Приведенные данные механических свойств во всех случаях относятся к составу наплавленного металла и определены по соответствующим стандартам. Свойства металла в пришовной зоне определяются присадочным материалом, металлом основы, параметрами и пространственным положением сварки. Гарантии применения материалов в специфических условиях требуют письменного согласования.

Изменения вносятся без предварительного уведомления.



**Böhler Schweißtechnik  
Austria GmbH**  
Böhler-Welding-St. 1  
8605 Kapfenberg / AUSTRIA  
Tel.: +43 (0) 3862-301-0  
Fax: +43 (0) 3862-301-95193  
E-mail: [postmaster.bsga@bsga.at](mailto:postmaster.bsga@bsga.at)  
<http://www.boehler-welding.com>

**ПОСТАВКИ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:**

**ООО «ВЭЛД-ДМС»  
121060, МОСКВА  
УЛ. РАСПЛЕТИНА 4, КОР.1, ПОД. 8  
ТЕЛ. (499) 197-23-30  
ФАКС. (499) 197-36-35**

**E-MAIL: [dashin@aha.ru](mailto:dashin@aha.ru)  
[www.boehlerwelding.ru](http://www.boehlerwelding.ru)**