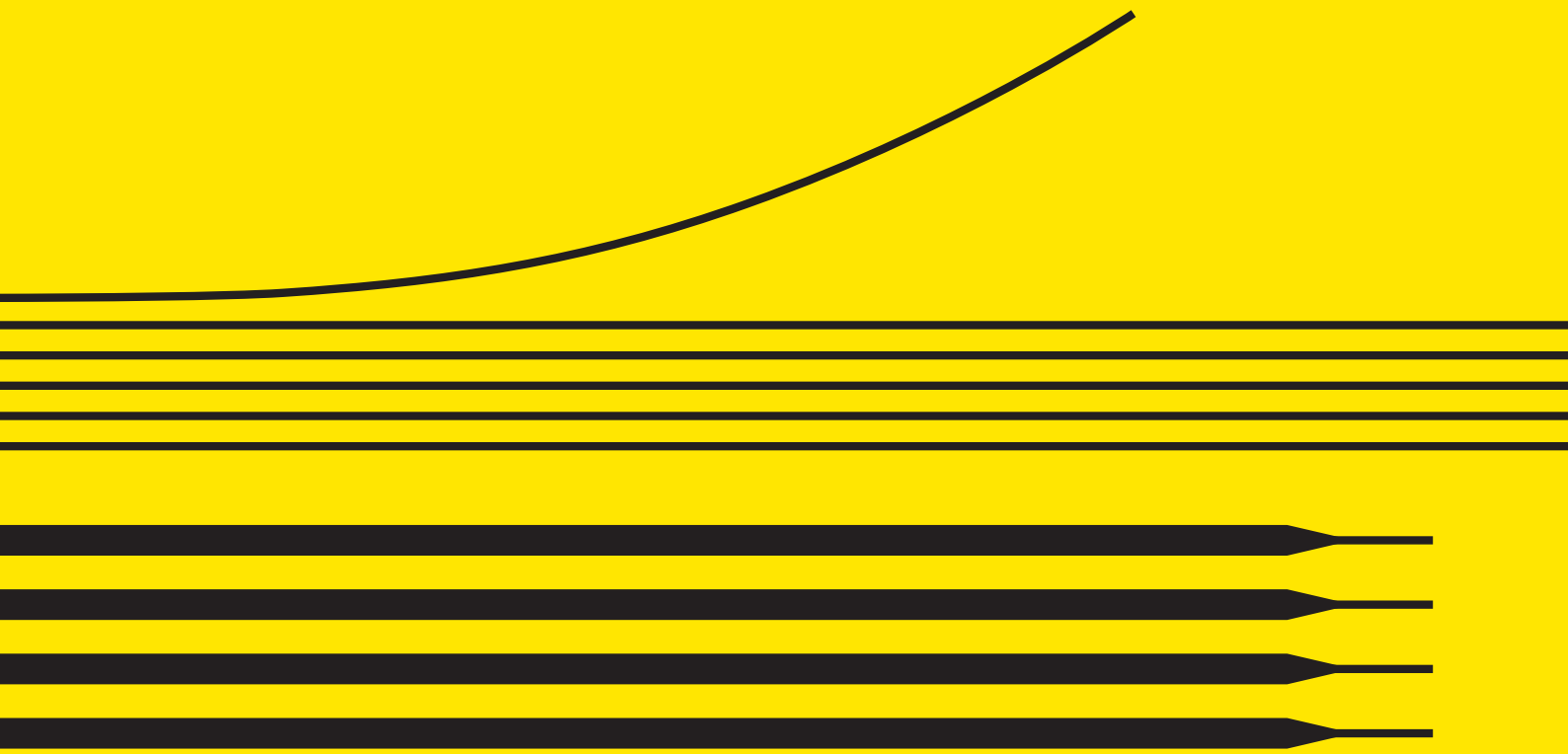




ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

Сварочные материалы ESAB
российского производства

A decorative graphic on the right side of the page features a thin black curved line that starts near the bottom left and curves upwards towards the top right. Below this, there are several horizontal black lines of varying thicknesses. At the bottom, there are four thick black horizontal bars, each ending in a pointed, electrode-like tip on the right side.

2021
издание 2

Оглавление

№ гл.	Марка	КЛАССИФИКАЦИИ			Стр.
		ISO / EN / ГОСТ Р ИСО	AWS	ГОСТ / ОСТ	
Введение					4
1	Материалы, легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей.				7
1.1	ММА Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей.				7
	АНО-4С	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 R 1 2	AWS A5.1: E6013	ГОСТ 9467: Э46	10
	ОЗС-12	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 R 1 2	AWS A5.1: E6013	ГОСТ 9467: Э46	10
	МР-3	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 R 1 2	AWS A5.1: E6013	ГОСТ 9467: Э46	11
	ОК 46.00	EN ISO (ГОСТ Р ИСО) 2560-A: E 38 0 RC 1 1	AWS A5.1: E6013	ГОСТ 9467: Э46	11
	АНО-21	EN ISO (ГОСТ Р ИСО) 2560-A: E 38 0 RC 1 1	AWS A5.1: E6013	ГОСТ 9467: Э46	11
	УОНИИ 13/45	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10		ГОСТ 9467: Э42А, ОСТ5.9224-75	12
	УОНИИ 13/45А	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10		ГОСТ 9467: Э46А, ОСТ5.9224-75	12
	УОНИИ 13/55	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 3 В 2 2 Н10	AWS A5.5: E7015-G	ГОСТ 9467: Э50А	12
	УОНИИ 13/55Р	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 2 В 2 2 Н10	AWS A5.1: E7015	ГОСТ 9467: Э50А	12
	УОНИИ 13/55 (мостовые)	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 3 В 2 2 Н10		ГОСТ 9467: Э50А	13
	УОНИИ 13/55 (атомные)	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10		ГОСТ 9467: Э50А, ОСТ 5.9224-75	13
	ОК 48 Р	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 4 В 4 2 Н10	AWS A5.1: E7018 H8	ГОСТ 9467: Э50А	13
	МТГ-01К	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 4 В 2 2 Н10	AWS A5.5: E7015-G H8	ГОСТ 9467: Э50А	13
	МТГ-02	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 4 В 2 2 Н10	AWS A5.5: E7015-G H8	ГОСТ 9467: Э50А	14
	ТМУ-21У			ГОСТ 9467: Э50А	14
	ЦУ-5	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10		ГОСТ 9467: Э50А, ОСТ 24.948.01-90	14
	ОК 53.70	EN ISO (ГОСТ Р ИСО) 2560-A: E 42 5 В 1 2 Н5	AWS A5.1: E7016-1	ГОСТ 9467: Э50А	14
1.2	MIG/MAG Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.				15
	Св-08Г2С			ГОСТ 2246-70: Св-08Г2С - О	18
	ОК ПРО 51С	EN ISO 14341-A: G 38 2 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 3 M21 3Si1	AWS A5.18: ER70S-6		18
1.3	FCAW/MCAW Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.				19
	ОК ПРО 71	EN ISO 17632-A: T 42 2 P C1 1 H10	AWS A5.36: E71T1- C1A2-CS1-H8	ГОСТ 26271: ПП – ОК ПРО 71 1,2 ПГ 44 – А2У	25
1.4	SAW Флюсы для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей.				26
	ОК Flux 10.62	EN ISO 14174: S A FB 1 55 AC H5			32
	ОК Flux 10.71	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			34
	ОК Flux 10.74	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			36
	ОК Flux 10.77	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			37
	ОК Flux 10.81	EN ISO 14174: S A AR 1 97 AC			38
2	Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных				39
2.1	ММА Электроды для сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.				40
	МТГ-03	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 50 4 1NiMo В 2 2 Н10	AWS A5.5: E8015-G	ГОСТ 9467: Э60	44
	ОК 74.70	EN ISO (ГОСТ Р ИСО) 2560-A: E 50 4 Z В 4 2 Н5	AWS A5.5: E8018-G	ГОСТ 9467: Э60	44
2.2	SAW Флюсы для дуговой сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.				45
	ОК Flux 10.62	EN ISO 14174: S A FB 1 55 AC H5			54
	ОК Flux 10.71	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			56
	ОК Flux 10.74	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			58
	ОК Flux 10.77	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			59
	ОК Flux 10.81	EN ISO 14174: S A AR 1 97 AC			60



№ гл.	Марка	КЛАССИФИКАЦИИ			Стр.
		ISO / EN / ГОСТ Р ISO	AWS	ГОСТ / ОСТ	
3	Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.				61
3.1	ММА Электроды для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.				61
	ЦЛ-39	EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2		ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ОСТ 24.948.01-90	63
	ЦЛ-20	EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2		ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ОСТ 24.948.01-90	63
3.2	SAW Флюсы для дуговой сварки низколегированных и легированных хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.				64
	OK Flux 10.62	EN ISO 14174: S A FB 1 55 AC H5			66
	OK Flux 10.71	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5			67
	OK Flux 10.81	EN ISO 14174: S A AR 1 97 AC			68
4	Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.				69
4.1	ММА Электроды на основе высоколегированных сталей.				69
4.1.1	Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей.				72
	ОЗЛ-8	ISO 3581-A: E 19 9 H B 2 2	AWS A5.4: E308H-15	ГОСТ 10052: Э-07Х20Н9	72
	ЦЛ-11	ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2		ГОСТ 10052-75: Э-08Х20Н9Г2Б	72
	ЭА 400/10У			ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф, ОСТ5Р.9370-2011	73
	ЭА 400/10Т			ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф, ОСТ5Р.9370-2011	73
4.1.2	Электроды для сварки высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей.				73
	ОЗЛ-8	ISO 3581-A: E 19 9 H B 2 2	AWS A5.4: E308H-15	ГОСТ 10052: Э-07Х20Н9	73
	ОЗЛ-6			ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75	74
	ЗИО-8			ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011	74
4.1.3	Электроды для сварки разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.				74
	ОЗЛ-6			ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75	74
	ЗИО-8			ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011	75
	ЭА-395/9	EN ISO 3581-A: E Z 15 25 6 N B 2 2		ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2 ОСТ В5Р.9374-81	75
5	Типы упаковок сварочных материалов				76
6	Транспортировка и хранение сварочных материалов				79

Введение

Данное издание является новой редакцией каталога по сварочным материалам отечественного производства, которые производятся заводами концерна ESAB на территории России и представляют интерес для рынка России и стран СНГ. Сварочные материалы компании ESAB в подавляющем большинстве случаев классифицированы не только по ГОСТам, но и по международным стандартам ISO и стандартам Американского общества инженеров-механиков SFA/AWS. Данные стандарты однозначно регламентируют те свойства, которыми должен обладать каждый сварочный материал, попадающий под конкретную классификацию, и какие свойства наплавленного металла он должен обеспечивать. Поэтому в начале каждого подраздела данного справочника даны небольшие обзоры того, как расшифровывается каждый из встречающихся в классификации индексов. Условная классификация информирует о том, что данный материал может иметь небольшие отклонения от требований данного стандарта, либо материал не проходил полного цикла проверки на соответствие данной классификации. Однако, стоит помнить, что спецификации с течением времени претерпевают некоторые эволюционные изменения. По результатам анализов применения тех или иных сварочных материалов, классификации могут претерпевать некоторые изменения. Надеемся, что данной информации в сочетании с техническим описанием каждой из марок, приведенного в данном справочнике, будет вполне достаточно для оптимального подбора сварочного материала, который позволит решить поставленную перед Вами задачу. Если же нет, или у Вас останутся сомнения в правильности выбора, свяжитесь с нашими специалистами технической поддержки Вашего регионального офиса по электронной почте или телефону, и мы окажем вам всю посильную помощь. Если же для Вашей работы потребуются полные версии указанных стандартов, то их можно приобрести через сайт ФУГП «Стандартинформ» www.standards.ru. Но следует помнить, что любой стандарт – это живой организм, который постоянно претерпевает какие-либо изменения и дополнения. И хотя эти изменения, как правило, не носят глобального характера, не забывайте периодически справляться на том же сайте «Стандартинформа» об актуальности интересующей Вас версии какого-либо из этих стандартов.

В настоящее время Россия активно входит в рынок международной торговли. Поэтому, с целью гармонизации Российских и международных стандартов, у нас в стране в последнее время разработан и принят достаточно большой перечень стандартов ГОСТ Р ИСО на различные типы сварочных материалов, идентичных соответствующим стандартам ISO. Версии для чтения данных стандартов, как правило, можно найти в Интернете в свободном доступе.

Среди прочего, в данном справочнике приведена информация о наличии одобрений на применение конкретного сварочного материала некоторыми сертифицирующими органами. Во-первых, это одобрения основных международных регистров судостроения плюс Российские морской и речной регистры:

ABS	Американское бюро стандартизации в области судостроения «American Bureau of Standards»
BV	Французское бюро стандартизации в области судостроения «Bureau Veritas»
DnV.GL	Единый регистр норвежской компаний стандартизации в области судостроения «Det Norsk Veritas» и немецкого морского страхового объединения регистра Ллойда «Germanischer Lloyd»
LR	Британское морское страховое объединение регистра Ллойда «Lloyd's Register»
PMPC	Российский морской регистр судостроения
PPP	Российский речной регистр

Обозначения категорий сварочных материалов в соответствии с судостроительными регистрами:

1	2	H	3
факультативно			

1 – индекс, определяющий требования регистра к механическим характеристикам наплавленного металла и сварного соединения, которые обеспечиваются сварочным материалом.

Категория сварочного материала	Заданный регистром предел текучести наплавленного металла или сварного шва	Температура испытаний, при которой должны быть обеспечены регламентированные регистром значения работы удара KV [Дж] наплавленного металла и сварных соединений
1	305 МПа	+20 °С
2		0 °С
3		-20 °С
4		-40 °С
1Y	375 МПа	+20 °С
2Y		0 °С
3Y		-20 °С
4Y		-40 °С
5Y		-60 °С



Категория сварочного материала	Заданный регистром предел текучести наплавленного металла или сварного шва	Температура испытаний, при которой должны быть обеспечены регламентированные регистром значения работы удара KV [Дж] наплавленного металла и сварных соединений
2Y40	400 МПа	0 °C
3Y40		-20 °C
4Y40		-40 °C
5Y40		-60 °C
3Y42	420 МПа	-20 °C
4Y42		-40 °C
5Y42		-60 °C
3Y46	460 МПа	-20 °C
4Y46		-40 °C
5Y46		-60 °C
3Y50	500 МПа	-20 °C
4Y50		-40 °C
5Y50		-60 °C
3Y55	550 МПа	-20 °C
4Y55		-40 °C
5Y55		-60 °C
3Y62	620 МПа	-20 °C
4Y62		-40 °C
5Y62		-60 °C
3Y69	690 МПа	-20 °C
4Y69		-40 °C
5Y69		-60 °C

2 – индекс, указывающий на технологию сварки, для которой одобрен сварочный материал

T	для двухпроходной сварки, которая предусматривает сварку в один проход с каждой стороны шва без дополнительной подварки и строжки корня шва;
M	для многопроходной сварки;
TM	для двухпроходной многопроходной сварки;
S	для механизированной сварки в среде защитных газов проволоками сплошного сечения и порошковыми проволоками;
SM	для механизированной сварки и многопроходной автоматической сварки в среде защитных газов проволоками сплошного сечения и порошковыми проволоками;
V	для вертикальной сварки с принудительным формированием шва с применением электрошлаковой или электрогазовой сварки;
PW	для сварочных материалов, поставляемых с подтвержденными механическими свойствами металла шва в состоянии после термической обработки для снятия напряжений.
Для сварочных материалов с контролируемым содержанием диффузионно свободного водорода	
H	диффузионно свободный водород

3 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

Введение







Во-вторых, одобрения некоторых Российских независимых организаций и отраслевых институтов:

НАКС	Российским «Национальным Агентством по Контролю и Сварке». Выдает свидетельства на соответствие сварочных материалов требованиям РД 03-613-03, разрешающих их применение для сварки и ремонта Опасных Технических Устройств (ОТУ) – горнодобывающего оборудования (ГДО), газового оборудования (ГО), котельного оборудования КО), конструкций стальных мостов (КСМ), металлургического оборудования (МО), нефтегазодобывающего оборудования (НГДО), оборудования для транспортировки опасных грузов (ОТОГ), оборудования химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств (ОХНВП), подъемно-транспортного оборудования (ПТО) и строительных конструкций (СК).
Газпром	Материалы допущены для сварки магистральных газопроводов и включены в реестр «Газпрома» (одновременно требуется аттестация НАКС на НГДО)
ИнтерГазСерт	Материалы допущены для сварки магистральных газопроводов. Является альтернативой реестра «Газпрома» (одновременно требуется аттестация НАКС на НГДО)
Транснефть	Материалы допущены для сварки магистральных нефтепроводов и включены в реестр «НИИТ-НН» (одновременно требуется аттестация НАКС на НГДО на соответствие требованиям «Транснефти»)
НИЦ «Мосты»	Материалы, включенные в СТО-ГК «Транссторй»-12-2007, СТО-ГК «Трансстрой»-005-2007 или допущенные отдельными заключениями НИЦ «Мосты» для сварки конструкций стальных мостов (одновременно требуется аттестация НАКС на КСМ)
ВНИИЖТ	Материалы, допущенные для изготовления и ремонта подвижного ж/д состава
ВНИИХНА	Материалы входят в СТО 00220368-025-2018 "Каталог аналогов импортных и отечественных основных и сварочных материалов, применяемых при изготовлении сосудов, аппаратов и трубопроводов, подведомственных Ростехнадзору"

Однако, все эти разрешения и одобрения носят периодический характер и срок их действия ограничен строгими временными рамками. В справочнике указаны те аттестации и одобрения, которые имелись на момент его издания. Этот список может, как расширяться за счет новых материалов, так и сокращаться за счет тех, продление аттестации которых признано экономически нецелесообразным. Поэтому всегда уточняйте актуальность данных разрешений на сайтах соответствующих сертифицирующих органов или в Вашем региональном представительстве компании ЭСАБ.

Следует обратить внимание, что в настоящем справочнике приведены, как правило, только типичные механические свойства и химический состав наплавленного металла, характерные для данного сварочного материала. Полностью оценить тот диапазон свойств, который гарантируется каждым конкретным материалом, позволяет спецификация на него. Данный документ Вы можете запросить в Вашем региональном представительстве компании ЭСАБ. Также, если материал выпускается заводом ESAB расположенном на территории России или на него есть действующее свидетельство НАКСа, конечные потребители могут запросить актуальные Технические Условия на интересующий их материал.

Пространственные положения при сварке:

- | | |
|---|---|
| 1  Нижнее горизонтальное или в лодочку | 4  Вертикальный шов на подъем |
| 2  Нижнее в угол | 5  Вертикальный шов на спуск |
| 3  Горизонтальный шов на вертикальной плоскости | 6  Потолочный шов |

Род тока и полярность:

= (+) DC+ постоянный ток обратной полярности (на электроде «+»)

= (-) DC- постоянный ток прямой полярности (на электроде «-»)

~ AC переменный ток

σ_T – предел текучести наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

σ_B – предел прочности наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

δ – относительное удлинение наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

KV – работа удара [Дж] на V-образном надрезе Шарпи при испытаниях на ударный изгиб

KCV – ударная вязкость [Дж/см²] на V-образном надрезе Шарпи при испытаниях на ударный изгиб

KU – работа удара [Дж] на U-образном надрезе Менаже при испытаниях на ударный изгиб

KCU – ударная вязкость [Дж/см²] на U-образном надрезе Менаже при испытаниях на ударный изгиб

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



1.1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ГОСТ 9467-75

Э	1	А
		факультативно

Э – электрод

1 – индекс, определяющий механические свойства наплавленного металла и содержание в нем серы и фосфора

А – индекс, указывающий на то, что наплавленный металл обладает повышенными пластическими свойствами

Совокупность механических свойств и химического состава наплавленного металла

Тип электрода	Механические свойства наплавленного металла при 20°C (не менее)			Содержание в наплавленном металле, % (не более)	
	Предел прочности σ_b , кгс/мм ² (МПа)	Относительное удлинение δ_b , %	Ударная вязкость КСЧ, кгс-м/см ² (Дж/см ²)	S	P
Э38	38 (372)	14	3 (29)	0,040	0,045
Э42	42 (412)	18	8 (78)	0,040	0,045
Э42А	42 (412)	22	15 (147)	0,030	0,035
Э46	46 (451)	18	8 (78)	0,040	0,045
Э46А	46 (451)	22	14 (137)	0,030	0,035
Э50	50 (490)	16	7 (69)	0,040	0,045
Э50А	50 (490)	20	13 (127)	0,030	0,035
Э55	55 (539)	20	12 (118)	0,030	0,035
Э60	60 (588)	18	10 (98)	0,030	0,035

ISO 2560:2009, а также идентичных ему EN ISO 2560:2009 и ГОСТ Р ИСО 2560:2009

ISO 2560-A	:	E	1	2	3	4	5	6	H	7
					для низколегированных сталей					факультативно

ISO 2560-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1А стандарта ISO 2560

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
35	355	440...570	22
38	380	470...600	20
42	420	500...640	20
46	460	530...680	20
50	500	560...720	18

2 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.2А стандарта ISO 2560

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 47 Дж

Индекс	Температура °C	Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется	3	-30
A	+20	4	-40
0	0	5	-50
2	-20	6	-60

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

3 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.3А стандарта ISO 2560. Указывается только для электродов из раздела 2.1 настоящего справочника.

Химический состав наплавленного металла

Индекс	Содержание легирующих элементов [%]*		
	Mn	Mo	Ni
Нет символа	2,0	-	-
Mo	1,4	0,3...0,6	-
MnMo	1,4...2,0	0,3...0,6	-
1Ni	1,4	-	0,6...1,2
2Ni	1,4	-	1,8...2,6
3Ni	1,4	-	2,6...3,8
Mn1Ni	1,4...2,0	-	0,6...1,2
1NiMo	1,4	0,3...0,6	0,6...1,2
Z	Прочие комбинации		
Если значение не указано, то Mo ≤ 0,2; Ni ≤ 0,3; Cr ≤ 0,2; V ≤ 0,05; Nb ≤ 0,05; Cu ≤ 0,3			

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

4 – индекс, определяющий тип покрытия электрода согласно п.4.5А стандарта ISO 2560

Индекс	Вид покрытия	Индекс	Вид покрытия
A	Кислое	RC	Рутилово-целлюлозное
C	Целлюлозное	RA	Рутилово-кислое
R	Рутиловое	RB	Рутилово-основное
RR	Рутиловое большой толщины	B	Основной

5 – индекс, определяющий коэффициент наплавки электрода (отношение веса наплавленного металла к весу израсходованного стержня), род и полярность применяемого тока согласно таб.5А стандарта ISO 2560

Индекс	Коэффициент наплавки Kc, %	Род тока и полярность
1	Kc ≤ 105	переменный, постоянный - обратная (+)
2		постоянный
3	105 < Kc ≤ 125	переменный, постоянный - обратная (+)
4		постоянный
5	125 < Kc ≤ 160	переменный, постоянный - обратная (+)
6		постоянный
7	Kc > 160	переменный, постоянный - обратная (+)
8		постоянный

6 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначен электрод согласно таб.6А стандарта ISO 2560

Индекс	Положение швов при сварке
1	Все (PA, PB, PC, PE, PF, PG)
2	Все, кроме вертикального сверху вниз (PA, PB, PC, PE, PF)
3	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол (PA, PB)
4	Нижнее (стыковые и валиковые швы) (PA)
5	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол, вертикальный сверху вниз (PA, PB, PG)

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



H – диффузионно свободный водород

7 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.7 стандарта ISO 2560

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

SFA/AWS A5.1/A5.1M:2004

AWS A5.1	:	E	1	2	M	-	3	H	4	5
факультативно										

AWS A5.1 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.2 стандарта AWS A5.1/5.1M

Прочностные характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)
60	60 000 (414)	48 000 (331)
70	70 000 (483)	57 000 (393)

2 – в комбинации с индексом 1, определяет тип покрытия, род тока и полярность, пространственное положение швов при сварке согласно таб.1, величину относительного удлинения наплавленного металла согласно таб.2, значения порога хладноломкости и температуры, при которых данное значение KV регламентируется согласно таб.3, а также химический состав наплавленного металла согласно таб.7 стандарта AWS A5.1/5.1M.

Перечень наиболее часто встречающихся классификаций электродов

Индекс	Тип покрытия	min относительное удлинение [%]	min работа удара KV при температуре T
6010	Целлюлозное, связующее силикат натрия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
6011	Целлюлозное, связующее силикат калия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
6012	Рутиловое, связующее силикат натрия	17	не регламентировано
6013	Рутиловое, связующее силикат калия	17	не регламентировано
7015	Основное, связующее силикат натрия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
7016	Основное, связующее силикат калия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
7016-1		22	27 Дж при -50°F (-46°C)
7018	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
7018-1		22	27 Дж при -50°F (-46°C)
7018M	Основное с железным порошком	24	67 Дж при -20°F (-29°C)
7024	Рутиловое с высоким содержанием железного порошка	17	не регламентировано
7024-1		22	27 Дж при -0°F (-18°C)
7027	Кислое с высоким содержанием железного порошка	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
7028	Основное с высоким содержанием железного порошка, связующее силикат калия	22	27 Дж при 0°F (-18°C)

M – индекс, указывающий, что данный электрод военного назначения с повышенными механическими характеристиками наплавленного металла (свойства и характеристики наплавленного металла оговорены отдельно)

3 – индекс **1** на данной позиции указывает на то, что электрод обеспечивает повышенный порог хладноломкости для некоторых типов электродов согласно таб.3 стандарта AWS A5.1/5.1M (см. табл. к индексу 2)

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

H – диффузионно свободный водород

4 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.11 стандарта AWS A5.1/5.1M

Индекс	мл водорода на 100 г металла
4	≤4,0
8	≤8,0
16	≤16,0

5 – индекс R на данной позиции указывает на то, что электрод обладает повышенной влагостойкостью (электрод имеет влажность не более 0,3% после выдержки в течение 9 часов в помещении с температурой 26,7°C и относительной влажности 80%) согласно таб.10 стандарта AWS A5.1/5.1M

SFA/AWS A5.5/A5.5M:2006

AWS A5.5	:	E	1	2	M	-	3	H	4	5

Классификацию см. в разделе 2.1. «Электроды для сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей» на стр. 40

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>АНО-4С Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, предназначены для ручной электродуговой сварки на переменном и постоянном токе во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300 Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65 В Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: прокалика не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазки высокой влажности, электроды просушить при 70-90°C, 30 мин.</p>	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-139-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 29	C 0,07 Mn 0,70 Si 0,15 P max 0,040 S max 0,040	$\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 470$ МПа $\delta \geq 20\%$ KCV: ≥ 34 Дж/см ² при +20°C KCU: ≥ 80 Дж/см ² при +20°C ≥ 34 Дж/см ² при -40°C
<p>ОЗС-12 Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, предназначенные для сварки изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с содержанием углерода до 0,25% на постоянном токе любой полярности и переменном токе. Характеризуются великолепной отделяемостью шлака в сочетании с плавным переходом от наплавленного валика к основному металлу и гладкой поверхностью шва. Это позволяет рекомендовать данные электроды для сварки тавровых соединений с гарантированным получением вогнутых швов, когда к качеству формированию швов предъявляют повышенные требования при сварке в различных пространственных положениях. Электроды малого диаметра можно использовать для сварки от бытовых источников с пониженным напряжением холостого хода. Допускается сварка по окисленным поверхностям и на длинной дуге. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 55 В Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: 100-150°C, 60 мин</p>	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-144-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 29 РМРС: 2	C 0,07 Mn 0,65 Si 0,15 P max 0,040 S max 0,040	$\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 480$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>MP-3 Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, предназначенные для сварки ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 490 МПа во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск на постоянном токе любой полярности и переменном токе. Электроды позволяют выполнять сварку по увеличенным зазорам. В отличие от большинства рутиловых электродов, MP-3 рекомендуются для сварки на форсированных режимах, благодаря чему имеют повышенную производительность процесса. Сварку рекомендуется выполнять на короткой или средней длине дуги. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 50 В Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: прокалика не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°C, 30 мин.</p>	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-126-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 1 PMPC: 2	C 0,09 Mn 0,65 Si 0,15 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 480$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C
<p>OK 46.00 Тип покрытия – рутилово-целлюлозное Уникальный в своем классе электрод, обладающий великолепными сварочно-технологическими характеристиками, предназначенный для сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом текучести до 380 МПа во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности и переменном токе. Электрод отличается относительно слабой чувствительностью к ржавчине, грунтовке, цинковым покрытиям и т.п. загрязнений поверхности изделий, легкостью отделения шлака и формированием гладкой поверхности наплавленного валика с плавным переходом к основному металлу. Благодаря легкости, как первого, так и повторных поджигов, электрод незаменим для сварки короткими швами, прихваток и сварке с периодическими обрывами дуги. В отличие от большинства рутиловых электродов, благодаря возможности выполнять сварку в положении «вертикаль на спуск» в сочетании со значительно более низкими пороговыми значениями минимального тока, при котором стабильно горит дуга, ОК 46.00 позволяют выполнять сварку тонкостенных изделий. Низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяют использовать эти электроды для сварки от бытовых источников. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Напряжение холостого хода: 50 В Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 3,2; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: прокалика не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°C, 30 мин.</p>	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-124-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 RC 1 1 EN ISO 2560-A: E 38 0 RC 1 1 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 1, 29 PMPC: 2 (только для лотов с индексом HG) PPP: 2 (только для лотов с индексом SA)	C 0,08 Mn 0,40 Si 0,30 P max 0,030 S max 0,030	σ_T 400 МПа σ_B 510 МПа $\delta \geq 28\%$ KCV: 88 Дж/см ² при 0°C ≥ 35 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C
<p>АНО-21 Тип покрытия – рутилово-целлюлозное Бюджетная версия электродов ОК 46.00. Предназначены для сварки неответственных металлоконструкций из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом прочности до 540 МПа. Низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяют использовать эти электроды для сварки от бытовых источников. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Напряжение холостого хода: 50 В Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 3,2; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: прокалика не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°C, 30 мин.</p>	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-199-55224353-2018 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 38 0 RC 1 1 EN ISO 2560-A: E 38 0 RC 1 1 AWS A5.1: E6013	C 0,08 Mn 0,50 Si 0,30 P max 0,040 S max 0,040	$\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 470$ МПа $\delta \geq 20\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 80 Дж/см ² при 20°C

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>УОНИИ 13/45 Тип покрытия – основное Электроды, предназначенные для сварки особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 470 МПа (К38-К48) и арматурных сталей класса А240 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинении дуги. На данные электроды распространяется действие лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75. Ток: (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	ГОСТ 9467: Э42А ТУ 1272-135-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 35 2 В 2 2 Н10 ОСТ5.9224-75 НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 29 PPP: 2НН	C 0,08 Mn 0,55 Si 0,25 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 450$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 150 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C
<p>УОНИИ 13/45А Тип покрытия – основное Электроды по назначению идентичные УОНИИ 13/45, но обладающие несколько более высокими пластическими характеристиками наплавленного металла, благодаря чему больше ориентированы на судостроительную отрасль. Применяются для сварки сталей марок 09Г2, МС-1, 10Г2С1Д-35, 10ХСНД, 10Г2С1Д-40, 20Л, 25Л и др. с углеродистыми сталями марок Ст3, БСт3, С, Ст-4, поковки из стали 08ГДН, 08ГДНФ и сварки монтажных стыков при блочной постройке судовых корпусов из углеродистых сталей. На данные электроды распространяется действие лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75. Ток: (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	ГОСТ 9467: Э46А ТУ 1272-172-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 35 2 В 2 2 Н10 ОСТ5.9224-75 PMPC: 2Н10	C 0,07 Mn 0,50 Si 0,25 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 450$ МПа $\delta \geq 26\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 160 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C
<p>УОНИИ 13/55 Тип покрытия – основное Электроды общетехнического назначения, предназначенные для сварки особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при пониженных температурах и знакопеременных нагрузках. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинении дуги. Ток: (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-125-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 3 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29 PPP: 3УНН НИЦ «Мосты»	C 0,07 Mn 1,35 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 540$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -30°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C
<p>УОНИИ 13/55Р Тип покрытия – основное Электроды, предназначенные для сварки особо ответственных конструкций из судовых низкоуглеродистых и низколегированных сталей типа А, В, D, E, А32, D32, E32, А36, D36, E36, изготавливаемых по ГОСТ 5521 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, а также поворотных и неповоротных стыков магистральных трубопроводов. Электроды можно применять для корневых проходов труб класса прочности до API 5LX70 (K60), заплняющих и облицовочных проходов труб класса прочности до API 5LX60 (K54). Требования ТУ 1272-128-55224353-2013 на данную марку соответствуют требованиям ТУ 5.965-11432-91 (ЦНИИ КМ «Прометей») для электродов с диаметром стержня 3,0, 4,0 и 5,0 мм. Ток: (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-128-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 38 2 В 2 2 Н10 AWS A5.1: E7015 НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29 Газпром Интергазсерт LR: 3УН10 PMPC: 3УН10	C 0,07 Mn 1,00 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B \geq 510$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 75 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>УОНИИ 13/55 (мостовые) Тип покрытия – основное Аналогичные электроды, но изготовленные несколько по другой формуле, рассчитанные для сварки на более форсированных токах без опасения получения в наплавленном металле кристаллизационных трещин, что особенно актуально при использовании технологии сварки на медной подкладке при монтаже мостовых конструкций. Следует учитывать, что в отличии от общетехнических УОНИИ 13/55 и УОНИИ 13/55Р, из-за особенностей сварочно-технологических свойств, их не рекомендуется применять для сварки неповоротных стыков трубопроводов. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-148-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 3 В 2 2 Н10</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: КСМ, СК группы ОМ: 1, 2</p> <p>НИЦ «Мосты»</p>	<p>C 0,07 Mn 1,35 Si 0,45 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -30°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +20°C ≥ 80 Дж/см² при -40°C ≥ 50 Дж/см² при -60°C</p>
<p>УОНИИ 13/55 (атомные) Тип покрытия – основное Электроды, обладающие наиболее высокими пластическими свойствами наплавленного металла из всех разновидностей электродов УОНИИ 13/55, выпускаемых компанией ЭСАБ. Предназначены для ручной электродуговой сварки на постоянном токе конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа для объектов тепловой и атомной энергетики. На данные электроды распространяется действие лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-149-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 35 2 В 2 2 Н10</p> <p>ОСТ 5.9224-75</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: КО, ОХНВП, ГО, НГДО, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 1+4</p>	<p>C 0,07 Mn 0,90 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ОК 48 Р Тип покрытия – основное Универсальный электрод, предназначены для высокопроизводительной ручной электродуговой сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300, работающих при низких температурах. Электроды отличает мягкая эластичная дуга, а благодаря высокому содержанию в обмазке железного порошка, обеспечивается коэффициент наплавки около 125%, что позволяет значительно повысить производительность сварочных работ. При работе на токах, близких к нижней границе, сварку рекомендуется выполнять на прямой полярности (на электрод минус) Ток: = (+ /-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 350-400°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-183-55224353-2017 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 4 В 4 2 Н10</p> <p>AWS A5.1: E7018</p> <p>НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29</p>	<p>C 0,06 Mn 1,15 Si 0,50 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 520$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +20°C ≥ 50 Дж/см² при -60°C</p>
<p>МТГ-01К Тип покрытия – основное Данные электроды предназначены преимущественно для сварки корневого прохода шва поворотных и неповоротных стыков в положении вертикаль на подъем трубопроводов и других ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей прочностных классов до К60 включительно с нормативным временным сопротивлением разрыву до 540 МПа включительно. Электроды диаметром 3,0 мм предназначаются так же для сварки заполняющих и облицовочного слоёв шва тонкостенных конструкций, включая стыки трубопроводов из сталей прочностных классов до К54 включительно (с нормативным пределом прочности до 539 МПа). Сварка выполняется на постоянном токе, как прямой, так и обратной полярности. Ток: = (+ /-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5 и 3,0 мм Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-133-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 4 В 2 2 Н10</p> <p>AWS A5.5: E7015-G H8</p> <p>НАКС: Ø 2,5; 3,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29</p> <p>НИЦ «Мосты», Газпром Интергазсерт</p>	<p>C 0,06 Mn 1,20 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 24\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +120°C ≥ 50 Дж/см² при -60°C</p>

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>МТГ-02 Тип покрытия – основное Данные электроды предназначены преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв швов поворотных и неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем из низкоуглеродистых, низколегированных сталей с нормативным пределом прочности до 539 МПа включительно, а также других ответственных конструкций. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 4,0 мм Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-134-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 4 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G H8 НАКС: Ø 4.0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 1, 2, 29 НИЦ «Мосты», Газпром Интергазсерт</p>	<p>C 0,06 Mn 1,20 Si 0,35 Mo 0,25 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 24\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +20°C ≥ 50 Дж/см² при -60°C</p>
<p>ТМУ-21У Тип покрытия – основное Основное назначение – сварка ответственных конструкций атомных и тепловых электростанций, а также трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 480 МПа. Их отличительной особенностью является то, что сварку можно выполнять в узкую разделку с углом раскрытия кромок от 15°. Кроме того, ТМУ-21У не склонны к образованию пор при кратковременном удлинении дуги. Основной областью применения электродов ТМУ-21У является сварка ответственных конструкций тепловых и атомных электростанций, а также трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-169-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10</p>	<p>C 0,09 Mn 0,85 Si 0,30 P max 0,030 S max 0,030</p>	<p>$\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЦУ-5 Тип покрытия – основное Основное назначение – сварка корневых швов толстостенных трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей. Он также, нашли широкое применение для приварки трубок теплообменников к трубным решеткам с температурой эксплуатации до 400°C, в условиях крайне ограниченного доступа к зоне сварки. Сварка выполняется без предварительного подогрева и последующей термообработки. Процесс рекомендуется выполнять на короткой дуге. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 360-400°C, 2-2,5 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-147-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10 ОСТ 24.948.01-90 НАКС: Ø 2.5 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, ОХНВП, ПТО группы OM: 1</p>	<p>C 0,09 Mn 1,30 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при -20°C KCU: ≥ 137 Дж/см² при +20°C ≥ 43 Дж/см² при -40°C</p>
<p>ОК 53.70 Тип покрытия – основное Электрод с низким содержанием водорода для односторонней сварки трубопроводов и конструкций общего назначения. Отличается большой глубиной проплавления, формирует плоский шов с легко удаляемой шлаковой коркой. Хорошо сбалансированная шлаковая система обеспечивает стабильное горение дуги и позволяет легко производить сварку во всех пространственных положениях. Рекомендуются для сварки заполняющих и облицовочных проходов стыков труб классом прочности до API 5LX56 и корневых проходов классом прочности до API 5LX70. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 60 В Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-014-55224353-2005 ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 42 5 В 1 2 Н5 EN ISO 2560-A: E 42 5 В 1 2 Н5 AWS A5.1: E7016-1 H8 НАКС: Ø 2.5; 3.2; 4.0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 1, 2 Газпром Интергазсерт Транснефть PMPC: 4YH5</p>	<p>C 0,06 Mn 1,15 Si 0,45 P max 0,015 S max 0,015</p>	<p>σ_T 450 МПа σ_B 540 МПа δ 32% KCV: 169 Дж/см² при -45°C 162 Дж/см² при -50°C KCU: ≥ 120 Дж/см² при -60°C</p>

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



1.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.

Классификации проволоки и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ISO 14341:2010, а также идентичных ему EN ISO 14341:2011 и ГОСТ Р ИСО 14341:2012

ISO 14341-A	:	G	-	1	2	3	4
только для наплавленного металла							

ISO 14341-A – стандарт, согласно которому производится классификация

G – проволока сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом

1 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1А стандарта ISO 14341

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
35	355	440...570	22
38	380	470...600	20
42	420	500...640	20
46	460	530...680	20
50	500	560...720	18

2 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.2 стандарта ISO 14341

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 47 Дж

Индекс	Температура °C	Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется	5	-50
A	+20	6	-60
0	0	7	-70
2	-20	8	-80
3	-30	9	-90
4	-40	10	-100

3 – индекс, определяющий состав защитного газа и имеющий обозначение, идентичное классификации, принятой стандартом ISO 14175:2008 «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов»

Классификация		Объемное % содержание компонентов					
Группа	Подгруппа	CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂	N ₂
I	1	-	-	Ar = 100	-	-	-
	2	-	-	-	He = 100	-	-
	3	-	-	основа	0,5 ≤ He ≤ 95	-	-
M1	1	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	-	основа	-	0,5 ≤ H ₂ ≤ 5	-
	2	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	-	основа	-	-	-
	3	-	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа	-	-	-
	4	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа	-	-	-
M2	0	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	-	основа	-	-	-
	1	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	-	основа	-	-	-
	2	-	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа	-	-	-
	3	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа	-	-	-
	4	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа	-	-	-
	5	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа	-	-	-
	6	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа	-	-	-
7	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа	-	-	-	

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Классификация		Объемное % содержание компонентов					
Группа	Подгруппа	CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂	N ₂
M3	1	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	-	основа	-	-	-
	2	-	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа	-	-	-
	3	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	2 ≤ O ₂ ≤ 10	основа	-	-	-
	4	5 ≤ CO ₂ ≤ 25	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа	-	-	-
	5	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа	-	-	-
C	1	CO ₂ = 100	-	-	-	-	-
	2	основа	0,5 ≤ O ₂ ≤ 30	-	-	-	-
R	1	-	-	основа	-	0,5 ≤ H ₂ ≤ 15	-
	2	-	-	основа	-	15 ≤ H ₂ ≤ 50	-
N	1	-	-	-	-	-	N ₂ =100

4 – индекс, определяющий химический состав проволоки в соответствии с таблицей 3А стандарта ISO 14341

Химический состав проволоки

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Al	Ti+Zr
2Si	0,06...0,14	0,5...0,8	0,9...1,3	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15
3Si1	0,06...0,14	0,7...1,0	1,3...1,6	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15
3Si2	0,06...0,14	1,0...1,3	1,3...1,6	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15
4Si1	0,06...0,14	0,8...1,2	1,6...1,9	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15
2Ti	0,04...0,14	0,4...0,8	0,9...1,4	0,025	0,025	0,15	0,15	0,05...0,20	0,05...0,25
2Al	0,08...0,14	0,3...0,5	0,9...1,3	0,025	0,025	0,15	0,15	0,35...0,75	0,15
3Ni1	0,06...0,14	0,5...0,9	1,0...1,6	0,020	0,020	0,8...1,5	0,15	0,02	0,15
2Ni2	0,06...0,14	0,4...0,8	0,8...1,4	0,020	0,020	2,1...2,7	0,15	0,02	0,15
2Mo	0,08...0,12	0,3...0,7	0,9...1,3	0,020	0,020	0,15	0,4...0,6	0,02	0,15
4Mo	0,06...0,14	0,5...0,8	1,7...2,1	0,025	0,025	0,15	0,4...0,6	0,02	0,15
Z	Прочие комбинации								
Прочие элементы: Cr ≤ 0,15; V ≤ 0,03; Cu ≤ 0,35 (включая омедненный слой)									

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

SFA/AWS A5.18/A5.18M:2005

AWS A5.18	:	1	2	3	-	4	S	5	-	H	6
факультативно для металлпорошковых проволок											

AWS A5.18 – стандарт, согласно которому производится классификация

1 – индекс, определяющий назначение электродной проволоки

ER – применяется как плавящаяся присадочная проволока или присадочный пруток

E – применяется только как плавящаяся присадочная проволока

2 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.3 стандарта AWS A5.18/5.18M

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение относительного удлинения, %
70	70 000 (483)	58 000 (400)	22

3 – индекс, определяющий тип проволоки

S – проволока сплошного сечения

C – металлпорошковая проволока

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



4 – для проволоки сплошного сечения в комбинации с индексом 1, определяет химический состав согласно таб.1, значения порога хладноломкости и температуры, при которых данное значение KV регламентируется согласно таб.4 стандарта AWS A5.18/5.18M. Для металлпорошковой проволоки в комбинации с индексом 1, определяет химический состав наплавленного металла согласно таб.2, значения порога хладноломкости и температуры, при которых данное значение KV регламентируется согласно таб.4 стандарта AWS A5.18/5.18M.

Химический состав проволоки

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*					
	C	Si	Mn	Al	Ti	Zr
ER70S-2	0,07	0,4...0,7	0,9...1,4	0,05...0,15	0,05...0,15	0,02...0,12
ER70S-3	0,06...0,15	0,45...0,75	0,9...1,4	-	-	-
ER70S-4	0,06...0,15	0,65...0,85	1,0...1,5	-	-	-
ER70S-6	0,06...0,15	0,8...1,15	1,4...1,85	-	-	-
ER70S-7	0,07...0,15	0,5...0,8	1,5...2,0	-	-	-
ER70S-G	Не оговорено					
Прочие элементы: P ≤ 0,025; S ≤ 0,035; Ni ≤ 0,15; Cr ≤ 0,15; Mo ≤ 0,15; V ≤ 0,03; Cu ≤ 0,35 (включая омедненный слой)						

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

Химический состав металла наплавленного металлпорошковыми проволоками

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*					
	Защитный газ	C	Si	Mn	S	P
E70C-3	100% CO ₂ или Ar + 75-80% CO ₂	0,12	0,9	1,75	0,03	0,03
E70C-6	100% CO ₂ или Ar + 75-80% CO ₂	0,12	0,9	1,75	0,03	0,03
E70C-G	не регламентировано					
E70C-GS	не регламентировано					
Прочие элементы: Ni ≤ 0,5; Cr ≤ 0,2; Mo ≤ 0,3; V ≤ 0,08; Cu ≤ 0,5						

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла*

Индекс	Min значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Min значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Min относительное удлинение (%)	Min работа удара KV при температуре T
ER70S-2	70 000 (480)	58 000 (400)	22	27 Дж при -20°F (-29°C)
ER70S-3				27 Дж при 0°F (-18°C)
ER70S-4				не регламентировано
ER70S-6				27 Дж при -20°F (-29°C)
ER70S-7				27 Дж при -20°F (-29°C)
ER70S-G				не регламентировано
E70C-3				27 Дж при -0°F (-18°C)
E70C-6				27 Дж при -20°F (-29°C)
E70C-G				не регламентировано

* - Для проволок сплошного сечения для GMAW-сварки защитный газ 100% CO₂, для TIG-сварки 100% Ar

S – наличие данного индекса указывает на то, что проволока предназначена для однопроходной сварки

5 – индекс, определяющий состав защитного газа

C – 100% CO₂

M – Ar (75-80%)/CO₂ смесь

H – диффузионно свободный водород

4 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.7 стандарта AWS A5.18/5.18M.

Индекс	мл водорода на 100 г металла
4	≤4,0
8	≤8,0
16	≤16,0

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Св-08Г2С Классическая омедненная сварочная проволока, полностью отвечающая требованиям ГОСТ 2246. Однако, поставляемый по гораздо более жестким техническим условиям подкат и тщательный контроль за технологическим процессом ее изготовления, гарантируют потребителю значительно более высокие сварочно-технологические характеристики и стабильные механические свойства наплавленного металла. Снижение верхнего порога по Mn позволяет применять эту проволоку для сварки не только в чистой углекислоте, но и в аргоновой смеси M21 без опасения перелегирования наплавленного металла данным элементом, и, как следствие, сохранения высоких пластических свойств шва при отрицательных температурах. При этом у нас регламентируется не только химический состав проволоки, но и минимально гарантированные механические свойства наплавленного металла, что для сварки нелегированных и низколегированных сталей является гораздо более актуальным. Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0; 1,2 и 1,6 мм	ГОСТ 2246-70: Св-08Г2С - О ТУ 1227-170-55224353-2015	C 0,05-0,11 Mn 1,80-1,90 Si 0,70-0,95 P max 0,030 S max 0,025	C1 (100% CO ₂)	$\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B \geq 510$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 34 Дж/см ² при -60°C
	НАКС: Ø 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, КСМ (для Ø 1,2 мм) МО, ГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29, 1+3 и 2+3 (для Ø 1,2 мм) НИЦ «Мосты» ВНИИЖТ РМРС: 3УМС РРР: 3УС		М21 (80%Ar + 20%CO ₂)	$\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B \geq 510$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 34 Дж/см ² при -60°C
ОК ПРО 51С Традиционная универсальная омедненная сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 420 МПа, эксплуатирующихся при знакопеременных нагрузках и низких температурах. Высококачественное омеднение, рядная намотка на катушки, стабильный диаметр по всей длине в сочетании с низким содержанием вредных примесей, таких как S и P, обеспечивают стабильное горение проволоки с минимальным разбрызгиванием и высокое качество наплавленного металла. Проволока нашла широкое применение в судостроении, сварке металлоконструкций, машиностроении и многих других отраслях промышленности. Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0; 1,2 и 1,6 мм	Проволока EN ISO 14341-A: G 3Si1 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 38 2 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 3 M21 3Si1 ТУ 1227-200-55224353-2018	C 0,06-0,14 Mn 1,40-1,60 Si 0,80-1,00 P max 0,025 S max 0,025	C1 (100% CO ₂)	$\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B \geq 480$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C ≥ 34 Дж/см ² при -30°C KCU: ≥ 34 Дж/см ² при -60°C
	НАКС: Ø 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29, 1+3 и 2+3		М21 (80%Ar + 20%CO ₂)	$\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 510$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -30°C KCU: ≥ 59 Дж/см ² при -60°C

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



1.3. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ГОСТ 26271-84

1 2 3 4 - 5 6 7 ГОСТ 26271-84

- 1 – название марки проволоки
- 2 – диаметр проволоки
- 3 – индекс, определяющий условия применения проволоки
ПГ – газозащитная
ПС – самозащитная
- 4 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1 ГОСТ 26271-84

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
Д	не регламентировано	не регламентировано	не регламентировано
34	340	400...550	16
39	390	450...600	22
44	440	500...650	20
49	490	550...700	20
54	540	600...750	18
59	590	650...800	16
64	640	700...850	14
60	690	750...900	10

5 – индекс, определяющий содержание углерода, серы и фосфора в наплавленном металле согласно таб.5 ГОСТ 26271-84

Категория	Допустимая массовая доля элементов [не более %]		
	С	S	P
A	0,15	0,03	0,03
B	0,15	0,04	0,04
C	0,25	0,03	0,03

6 – индекс, определяющий ударную вязкость наплавленного металла согласно таб.3 ГОСТ 26271-84

Индекс	Значений температуры [°C], при которых гарантируется ударная вязкость KCV не менее 35 Дж/см ²	Min гарантированное значение ударной вязкости KCV [Дж/см ²] при температуре 20°C
P	Регламентируется отдельной технической документацией	Регламентируется технической отдельной документацией
Л	+20	35
0	0	50
1	-10	60
2	-20	80
3	-30	80
4	-40	100
5	-50	100
6	-60	120

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

7 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначена порошковая проволока

Индекс	Положение швов при сварке
Н	Нижнее
Г	Нижнее и горизонтальное на вертикальной поверхности
У	Все
ГП	Горизонтальное с принудительным формированием

ГОСТ 26271-84 – стандарт, согласно которому производится классификация

ISO 17632:2015, а также идентичный ему EN ISO 17632:2015

ISO 17632-A	:	T	1	2	3	4	5	6	Н	7	
					факультативно						факультативно

ISO 17632-A – стандарт, согласно которому производится классификация

T – проволока порошковая

1 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1А, либо сварного соединения при двухпроходной сварке согласно таб.2А стандарта ISO 17632

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
35	355	440...570	22
38	380	470...600	20
42	420	500...640	20
46	460	530...680	20
50	500	560...720	18

Прочностные характеристики сварного соединения при двухпроходной сварке

Индекс	Минимальное значение предела текучести основного металла, МПа	Минимальное значение предела прочности сварного соединения, МПа
3Т	355	470
4Т	420	520
5Т	500	600

2 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.3А стандарта ISO 17632

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 47 Дж

Индекс	Температура °С	Индекс	Температура °С
Z	не регламентируется	5	-50
A	+20	6	-60
0	0	7	-70
2	-20	8	-80
3	-30	9	-90
4	-40	10	-100

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



3 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла в соответствии с таблицей 4А стандарта ISO 17632

Химический состав наплавленного металла

Индекс	Содержание легирующих элементов [%]*			
	Mn	Si	Mo	Ni
Нет символа	2,0	-	0,2	0,5
Mo	1,4	-	0,3...0,6	0,5
MnMo	1,4...2,0	-	0,3...0,6	0,5
1Ni	1,4	0,8	0,2	0,6...1,2
1,5 Ni	1,6	-	0,2	1,2...1,8
2Ni	1,4	-	0,2	1,8...2,6
3Ni	1,4	-	0,2	2,6...3,8
Mn1Ni	1,4...2,0	-	0,2	0,6...1,2
1NiMo	1,4	-	0,3...0,6	0,6...1,2
Z	Прочие комбинации			

Прочие элементы Cr ≤ 0,2; V ≤ 0,08; Nb ≤ 0,05; Cu ≤ 0,3; Al** ≤ 2,0

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - только для самозащитных проволок

4 – индекс, определяющий тип порошковой проволоки согласно таб.5А стандарта ISO 17632

Индекс	Тип проволоки	Тип шва	Тип защиты шва
R	Рутиловая с медленно кристаллизующимся шлаком	Однопроходный и многопроходный	Газозащитная
P	Рутиловая с быстро кристаллизующимся шлаком	Однопроходный и многопроходный	Газозащитная
B	Основная	Однопроходный и многопроходный	Газозащитная
M	Металлопорошковая	Однопроходный и многопроходный	Газозащитная
V	Рутиловая или основная/фторидная	Однопроходный	Самозащитная
W	Основная/фторидная с медленно кристаллизующимся шлаком	Однопроходный и многопроходный	Самозащитная
Y	Основная/фторидная с быстро кристаллизующимся шлаком	Однопроходный и многопроходный	Самозащитная
Z	Прочие		

5 – индекс, определяющий состав защитного газа* и имеющий обозначение идентичное классификации, принятой стандартом ISO 14175:2008 «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов» (классификацию газов см. в разделе 1.2. «Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 15)

* N - самозащитная проволока

6 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначена порошковая проволока согласно таб.6А стандарта ISO 17632

Индекс	Тип проволоки
1	Все (PA, PB, PC, PE, PF, PG)
2	Все, кроме вертикального сверху вниз (PA, PB, PC, PE, PF)
3	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол (PA, PB)
4	Нижнее (стыковые и валиковые швы) (PA)
5	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол, вертикальный сверху вниз (PA, PB, PG)

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

H – диффузионно свободный водород

7 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.7 стандарта ISO 17632

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

SFA/AWS A5.36/A5.36M:2012 (для всех типов нелегированных и низколегированных порошковых проволок)

AWS A5.36	:	E	1	2	T	3	-	4	5	6	-	7	-	8	H	9
факультативно																

AWS A5.36 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – проволока электродная

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.2 стандарта AWS A5.36/5.36M

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)
6	60 000 (414)	48 000 (331)
7	70 000 (483)	58 000 (400)
8	80 000 (556)	68 000 (469)
9	90 000 (621)	78 000 (537)
10	100 000 (689)	88 000 (606)
11	110 000 (758)	98 000 (676)
12	120 000 (827)	108 000 (744)
13	130 000 (896)	118 000 (814)

2 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначена проволока.

0 – для нижнего положения

1 – всепозиционная

T – проволока трубчатая порошковая

3 – индекс определяющий тип проволоки (самозащитная или газозащитная), тип наполнителя и ее характерные особенности в соответствии с таб. 4 стандарта AWS A5.36/5.36M.

S – дополнительный индекс, указывающий на то, что проволока с повышенным содержанием раскислителей (Si и Mn) и рекомендуется для однопроходной сварки по сильно окисленным или загрязненным поверхностям

Тип проволоки и ее характеристики

Индекс	Тип проволоки и ее краткие характеристики (подробнее см. таб.4)	Полярность
T1	Газозащитная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) рутиловая проволока	DC+
T1S	Газозащитная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) рутиловая проволока, предназначенная для однопроходной сварки	DC+
T3S	Самозащитная высокоскоростная рутил-основная проволока, предназначенная для однопроходной сварки в нижнем положении	DC+
T4	Самозащитная высокопроизводительная фторидно-основная проволока для сварки в нижнем положении	DC+
T5	Газозащитная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) основная проволока	DC+ или DC-
T6	Самозащитная оксидно-основная проволока для сварки в нижнем положении	DC+
T7	Самозащитная фторидно-основная проволока, большие диаметры которой предназначены для высокопроизводительной сварки в нижнем положении, а малые диаметры для всепозиционной (кроме вертикали на спуск) сварки	DC-

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Индекс	Тип проволоки и ее краткие характеристики (подробнее см. таб.4)	Полярность
T8	Самозащитная всепозиционная фторидно-основная проволока обеспечивающая повышенную ударную вязкость при отрицательных температурах	DC-
T9	Газозащитная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) рутиловая проволока, обеспечивающая повышенную ударную вязкость при отрицательных температурах	DC+
T10S	Самозащитная высокоскоростная фторидно-основная проволока, предназначенная для однопроходной сварки в нижнем положении	DC-
T11	Самозащитная всепозиционная (кроме вертикали на подъем) флюсонаполненная проволока, рекомендуемая для сварки толщин не более 20 мм	DC-
T12	Газозащитная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) рутиловая проволока с пониженным содержанием марганца, обеспечивающая повышенную ударную вязкость при отрицательных температурах	DC+
T14S	Самозащитная высокоскоростная всепозиционная (кроме вертикали на подъем) флюсонаполненная проволока, предназначенная для однопроходной сварки	DC-
T15	Газозащитная всепозиционная металопорошковая проволока	DC+ или DC-
T16	Газозащитная всепозиционная металопорошковая проволока, предназначенная для сварки на синусоидальном или модулированном переменном токе	AC~
T17	Самозащитная всепозиционная флюсонаполненная проволока, предназначенная для сварки на синусоидальном или модулированном переменном токе	AC~
G	Прочие	

4 – индекс, определяющий состав защитного газа в соответствии с таб. 5 стандарта AWS A5.36/5.36M

Индекс	Объемное % содержание компонентов		
	CO ₂	O ₂	Ar
M12	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	-	основа
M13	-	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа
M14	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа
M20	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	-	основа
M21	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	-	основа
M22	-	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа
M23	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа
M24	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа
M25	5 ≤ CO ₂ ≤ 15	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа
M26	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	основа
M27	15 ≤ CO ₂ ≤ 25	3 ≤ O ₂ ≤ 10	основа
M31	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	-	основа
M32	-	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа
M33	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	2 ≤ O ₂ ≤ 10	основа
M34	5 ≤ CO ₂ ≤ 25	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа
M35	25 ≤ CO ₂ ≤ 50	10 ≤ O ₂ ≤ 15	основа
C1	CO ₂ = 100	-	-
Z	Прочие в соответствии с рекомендациями производителя проволоки		
отсутствует	самозащитная		

5 – индекс, указывающий на состояние образца, на котором были проведены механические испытания наплавленного металла

A – непосредственно после сварки

P – после термообработки наплавленного образца по режимам, указанным таб.8 стандарта AWS A5.36/5.36M

G – после термообработки наплавленного образца по режимам, регламентированным производителем проволоки

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

6 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб. 3 стандарта AWS A5.36/5.36M

Температура [°F], при которых гарантируется работа удара KV не менее 20 фут-фунт-сила (27 Дж) по части AWS A5.36

Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется
Y	68°F (+20°C)
0	0°F (-18°C)
2	-20°F (-29°C)
4	-40°F (-40°C)
5	-50°F (-46°C)
6	-60°F (-51°C)

Индекс	Температура °C
8	-80°F (-62°C)
9	-90°F (-68°C)
10	-100°F (-73°C)
15	-150°F (-101°C)
G	По согласованию между производителем и потребителем проволоки

7 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб. 6 стандарта AWS A5.36/5.36M

Химический состав наплавленного металла наиболее часто встречающихся проволок

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*										
	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	V	Al	Cu
Нелегированные стали											
CS1	0,12	1,75	0,90	0,03	0,03	0,50	0,20	0,30	0,08	-	0,35
CS2	0,12	1,60	0,90	0,03	0,03	0,50	0,20	0,30	0,08	-	0,35
CS3	0,30	1,75	0,60	0,03	0,03	0,50	0,20	0,30	0,08	1,8**	0,35
Молибден-легированные стали											
A1	0,12	1,25	0,80	0,03	0,03	-	-	0,40-0,65	-	-	-
Хромо-молибденовые стали											
B1	0,05-0,12	1,25	0,80	0,03	0,03	-	0,40-0,65	0,40-0,65	-	-	-
B1L	0,05	1,25	0,80	0,03	0,03	-	0,40-0,65	0,40-0,65	-	-	-
B2	0,05-0,12	1,25	0,80	0,03	0,03	-	1,00-1,50	0,40-0,65	-	-	-
B2L	0,05	1,25	0,80	0,03	0,03	-	1,00-1,50	0,40-0,65	-	-	-
B3	0,05-0,12	1,25	0,80	0,03	0,03	-	2,00-2,50	0,90-1,20	-	-	-
B3L	0,05	1,25	0,80	0,03	0,03	-	2,00-2,50	0,90-1,20	-	-	-
B6	0,05-0,12	1,20	1,00	0,03	0,25	0,4	4,0-6,0	0,45-0,65	-	-	0,35
Никель-легированные стали											
Ni1	0,12	1,75	0,80	0,03	0,03	0,80-1,00	0,15	0,35	0,05	1,8**	-
Ni2	0,12	1,50	0,80	0,03	0,03	1,75-2,75	-	-	-	1,8**	-
Ni3	0,12	1,50	0,80	0,03	0,03	2,75-3,75	-	-	-	1,8**	-
Марганец-молибденовые стали											
D1	0,12	1,25-2,00	0,80	0,03	0,03	-	-	0,25-0,55	-	-	-
D2	0,15	1,65-2,25	0,80	0,03	0,03	-	-	0,25-0,55	-	-	-
D3	0,12	1,00-1,75	0,80	0,03	0,03	-	-	0,40-0,65	-	-	-
Прочие стали											
K1	0,15	0,80-1,40	0,80	0,03	0,03	0,80-1,40	0,15	0,20-0,65	0,05	-	-
K2	0,15	0,50-1,75	0,80	0,03	0,03	1,00-2,00	0,15	0,35	0,05	1,8**	-
K3	0,15	1,75-2,25	0,80	0,03	0,03	1,25-2,60	0,15	0,25-0,65	0,05	-	-
K4	0,15	1,20-2,25	0,80	0,03	0,03	1,75-2,60	0,20-0,60	0,20-0,65	0,03	-	-
K5	0,10-0,25	0,60-1,60	0,80	0,03	0,03	0,75-2,00	0,20-0,70	0,15-0,55	0,05	-	-
G	0,18*** 0,30****	По согласованию между производителем и потребителем проволоки									
GS	По согласованию между производителем и потребителем проволоки										

* – единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** – только для самозащитных проволок

*** – для газозащитных проволок

**** – для самозащитных проволок

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



8 – индекс, индекс **D** или **Q**, определяющий дополнительные требования к наплавленному металлу при высоком тепловложении и медленном охлаждении, а также при низком тепловложении и быстром охлаждении. Величины удельных тепловложений и межпроходные температуры указаны в таб. 10 стандарта AWS A5.36/5.36M.

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс испытания	Тепловложение / охлаждение	Значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Значение относительного удлинения, %	Min работа удара KV при температуре T
D	Высокое тепловложение и медленное охлаждение	Для классификаций E7XT-XXX-X min 70 000 (483)	Для классификаций E7XT-XXX-X min 58 000 (400)	Для классификаций E7XT-XXX-X min 22 Для классификаций E8XT-XXX-X min 19	54 Дж при +70°F (+20°C) 27 Дж при -0°F (-18°C)
	Низкое тепловложение и быстрое охлаждение	Для классификаций E8XT-XXX-X min 80 000 (550)	Для классификаций E8XT-XXX-X min 68 000 (470)		
Q	Высокое тепловложение и медленное охлаждение	Не регламентировано	58 000...80 000 (400...550)	min 22	27 Дж при -20°F (-29°C)
	Низкое тепловложение и быстрое охлаждение		Max 90 000 (620)		

H – диффузионно свободный водород

9 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.13 стандарта AWS A5.36/5.36M.

Индекс	мл водорода на 100 г металла	Индекс	мл водорода на 100 г металла
2	≤2,0	8	≤8,0
4	≤4,0	16	≤16,0

Марка, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Механические свойства наплавленного металла
ОК ПРО 71 Тип – рутиловая Газозащитная всепозиционная рутиловая порошковая проволока Российского производства, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 на постоянном токе обратной полярности изделий из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 530 МПа. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапециевидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттягивая шлак в хвостовую часть ванны. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Выпускаемые диаметры: 1,2 мм	ГОСТ 26271: ПП – ОК ПРО 71 1,2 ПГ 44 - А2У EN ISO 17632-A: T 42 2 P C1 1 H10 AWS A5.36: E71T1-C1A2-CS1-H8 ТУ 1274-185- 55224353-2017	C 0,05 Mn 1,25 Si 0,35 P max 0,030 S max 0,030	C1 (100% CO ₂)	σ_t 490 МПа σ_b 550 МПа δ 28% KCV: 125 Дж/см ² при -20°C 69 Дж/см ² при -30°C KCU: ≥43 Дж/см ² при -40°C ≥30 Дж/см ² при -60°C 120 Дж/см ² при -60°C
	НАКС: Ø 1.2 группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 29, ВНИИЖТ РМРС: 3Y40MSH10 РРР: 3Y40MSHH			

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

1.4. Флюсы для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей.

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

ISO 14174:2012, а также идентичный ему EN ISO 14174:2012

ISO 14174	:	1	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5f	6	H	7
факультативно											факультативно		

ISO 14174 – стандарт, согласно которому производится классификация

1 – индекс, определяющий способ сварки/наплавки

S – дуговая сварка/наплавка под флюсом

ES – электрошлаковая сварка/наплавка под флюсом

2 – индекс, определяющий способ изготовления флюса

F – плавный

A – агломерированный (керамический)

M – смешанный

3 – индекс, определяющий тип флюса по химическому составу согласно таб.1 стандарта ISO 14174

Символ	Тип флюса
MS	Марганцовисто-силикатный
CS	Кальциево-силикатный
CG	Кальциево-магниевый
CB	Кальциево-магниевый-основный
CG-I	Кальциево-магниевый с добавлением железа
CB-I	Кальциево-магниевый-основный с добавлением железа
GS	Магниево-силикатный
ZS	Циркониево-силикатный
RS	Рутилово-силикатный
AR	Алюминатно-рутиловый
BA	Основно-алюминатный
AAS	Кисло-алюминатно-силикатный
AB	Алюминатно-основный
AS	Алюминатно-силикатный
AF	Алюминатно-фтористо-основный
FB	Фторидно-основные
Z	Прочие

4 – индекс, определяющий тип флюса по химическому составу согласно таб.1 стандарта ISO 14174

Группа	Назначение флюса
1	Сварка и наплавка низкоуглеродистых, низколегированных, высокопрочных, теплоустойчивых сталей, а также сталей стойких к атмосферной коррозии
2	Сварка и наплавка нержавеющей и жаростойких сталей и (или) Ni и Ni-сплавов
2B	Только для ленточной наплавки нержавеющей и жаростойких сталей и (или) Ni и Ni-сплавов
3	Наплавка под флюсом износостойких слоев металла, легированных C, Cr или Mo
4	Прочие флюсы, не относящиеся к 1, 2 или 3 группам. Например, флюсы для сварки меди

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



5 – индексы, определяющие степени выгорания/легирования из флюса различных элементов
 Для флюсов 1-й группы в соответствии с таб. 2 стандарта ISO 14174
 (задействованы индексы а-кремний и b-марганец):

Индекс	Металлургический процесс	Величина изменения хим. состава %	
		a	b
		Si	Mn
1	Выгорание	более 0,7	
2		0,5...0,7	
3		0,3...0,5	
4		0,1...0,3	
5	Нейтральный	0...0,1	
6	Легирование	0,1...0,3	
7		0,3...0,5	
8		0,5...0,7	
9		более 0,7	

Для флюсов групп 2 и 2В в соответствии с таб. 4 стандарта ISO 14174 (задействованы индексы а-углерод, b-кремний, с-хром и d-ниобий). Если флюс легирует металл другими элементами, задействован индекс f, где указывается его химический символ в соответствии с таблицей Менделеева (например Ni или Mo).

Индекс	Металлургический процесс	Величина изменения хим. состава %			
		a	b	c	d
		C	Si	Cr	Nb
1	Выгорание	более 0,02	более 0,7	более 2,0	более 0,20
2		не используется	0,5...0,7	1,5...2,0	0,15...0,20
3		0,01...0,02	0,3...0,5	1,0...1,5	0,10...0,15
4		не используется	0,1...0,3	0,5...1,0	0,05...0,10
5	Нейтральный	0...0,01	0...0,1	0...0,5	0...0,05
6	Легирование	не используется	0,1...0,3	0,5...1,0	0,05...0,10
7		0,01...0,02	0,3...0,5	1,0...1,5	0,10...0,15
8		не используется	0,5...0,7	1,5...2,0	0,15...0,20
9		более 0,02	более 0,7	более 2,0	более 0,20

Для флюсов 3 группы задействован только индекс f, где указывается его химический символ в соответствии с таблицей Менделеева и его количество в весовых % (например C3 Cr20 – наплавленный металл легируется из флюса 3% углерода и 20% хрома).

Для флюсов 4 группы задействован только индекс f, где указывается его химический символ в соответствии с таблицей Менделеева.

6 – индекс, определяющий род тока

AC – флюс предназначен для сварки на переменном и как правило на постоянном токе

DC – флюс предназначен для сварки на постоянном токе

H – диффузионно свободный водород

7 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.2 стандарта ISO 14174

Индекс	мл водорода на 100 г металла
2	≤2,0
4	≤4,0

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Классификации проволок и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ISO 14171:2010, а также идентичному ему EN ISO 14171:2010

ISO 14171-A	:	S	1	2	3	4	H	5	
								факультативно	

ISO 14171-A – стандарт, согласно которому производится классификация

S – комбинация проволока + флюс для дуговой сварки под флюсом

1 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1А, либо сварного соединения при двухпроходной сварке согласно таб.2А стандарта ISO 14171

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
35	355	440...570	22
38	380	470...600	20
42	420	500...640	20
46	460	530...680	20
50	500	560...720	18

Прочностные характеристики сварного соединения при двухпроходной сварке

Индекс	Минимальное значение предела текучести основного металла, МПа	Минимальное значение предела прочности сварного соединения, МПа
2Т	275	370
3Т	355	470
4Т	420	520
5Т	500	600

2 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.3А стандарта ISO 14171.

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 47 Дж

Индекс	Температура °С
Z	не регламентируется
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40

Индекс	Температура °С
5	-50
6	-60
7	-70
8	-80
9	-90
10	-100

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



3 – индекс, определяющий тип флюса по химическому составу согласно таб.1 стандарта ISO 14174

4 – индекс, определяющий химический состав проволоки сплошного сечения в соответствии с таблицей 4A либо химический состав металла, наплавленного порошковой проволокой под флюсом в соответствии с таблицей 5A стандарта ISO 14171

Химический состав проволок сплошного сечения

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu
S1	0,05...0,15	0,15	0,35...0,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S2	0,07...0,15	0,15	0,80...1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S3	0,07...0,15	0,15	1,30...1,75	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S4	0,07...0,15	0,15	1,75...2,25	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S1Si	0,07...0,15	0,15...0,40	0,35...0,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S2Si	0,07...0,15	0,15...0,40	0,80...1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S2Si2	0,07...0,15	0,40...0,60	0,80...1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S3Si	0,07...0,15	0,15...0,40	1,30...1,85	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S4Si	0,07...0,15	0,15...0,40	1,85...2,25	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,30
S1Mo	0,05...0,15	0,05...0,25	0,35...0,60	0,025	0,025	0,45...0,65	0,15	0,15	0,30
S2Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,025	0,025	0,45...0,65	0,15	0,15	0,30
S2MoTiB**	0,05...0,15	0,15...0,35	1,00...1,35	0,025	0,025	0,40...0,65	-	-	0,30
S3Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	1,30...1,75	0,025	0,025	0,45...0,65	0,15	0,15	0,30
S4Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	1,75...2,25	0,025	0,025	0,45...0,65	0,15	0,15	0,30
S2Ni1	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,020	0,020	0,15	0,80...1,20	0,15	0,30
S2Ni1,5	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,020	0,020	0,15	1,20...1,80	0,15	0,30
S2Ni2	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,020	0,020	0,15	1,80...2,40	0,15	0,30
S2Ni3	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,020	0,020	0,15	2,80...3,70	0,15	0,30
S2Ni1Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	0,80...1,30	0,020	0,020	0,45...0,65	0,80...1,20	0,20	0,30
S3Ni1,5	0,07...0,15	0,05...0,25	1,30...1,70	0,020	0,020	0,15	1,20...1,80	0,20	0,30
S3Ni1Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	1,30...1,80	0,020	0,020	0,45...0,65	0,80...1,20	0,20	0,30
S3Ni1Mo0,2	0,07...0,15	0,10...0,35	1,20...1,60	0,015	0,015	0,15...0,30	0,80...1,20	0,15	0,30
S3Ni1,5Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	1,20...1,80	0,020	0,020	0,30...0,50	1,20...1,80	0,20	0,30
S2Ni1Cu	0,08...0,12	0,15...0,35	0,70...1,20	0,020	0,020	0,15	0,65...0,90	0,40	0,40...0,65
S3Ni1Cu	0,05...0,15	0,15...0,40	1,20...1,70	0,025	0,025	0,15	0,60...1,20	0,15	0,30...0,60
SZ	Прочие комбинации								

Прочие элементы: Al ≤ 0,03%; для Cu ≤ 0,30% – содержание меди, включая омедненный слой

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - $0,10 \leq Ti \leq 0,20\%$; $0,05 \leq B \leq 0,02\%$

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

Химический состав металла, наплавленного порошковой проволокой

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*			
	Mn	Ni	Mo	Cu
T2	1,40	-	-	0,30
T3	1,40...2,00	-	-	0,30
T2Mo	1,40	-	0,30...0,60	0,30
T3Mo	1,40...2,00	-	0,30...0,60	0,30
T2Ni1	1,40	0,60...1,20	-	0,30
T2Ni1,5	1,60	1,20...1,80	-	0,30
T2Ni2	1,40	1,80...2,60	-	0,30
T2Ni3	1,40	2,60...3,80	-	0,30
T3Ni1	1,40...2,00	0,60...1,20	-	0,30
T2Ni1Mo	1,40	0,60...1,20	0,30...0,60	0,30
T2Ni1Cu	1,40	0,80...1,20	-	0,30...0,60
SZ	Прочие комбинации			

Прочие элементы или если значение не указано: Mo ≤ 0,2%; Ni ≤ 0,5%; Cr ≤ 0,2%; V ≤ 0,08%; Nb ≤ 0,08%; 0,03 ≤ C ≤ 0,15%; Si ≤ 0,8%; S ≤ 0,025%; P ≤ 0,025%

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

H – диффузионно свободный водород

5 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.6 стандарта ISO 14171

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

SFA/AWS A5.17/A5.17M:1997

AWS A5.17	:	F	S	1	2	3	-	E	C	4	-	H	5
			факультативно						факультативно			факультативно	

AWS A5.17 – стандарт, согласно которому производится классификация

F – флюс для дуговой сварки

S – флюс изготовлен из шлака повторного дробления, либо его смеси с неиспользованным первичным флюсом (индекс отсутствует – флюс является первичным)

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.5U стандарта AWS A5.17/5.17M

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение относительного удлинения, %
6	60 000 (414)	48 000 (331)	22
7	70 000 (483)	58 000 (400)	22

2 – индекс, указывающий на состояние образца, при котором были проведены механические испытания наплавленного металла

A – непосредственно после сварки

P – после термообработки наплавленного образца по режимам, указанным в п. 9.4 стандарта AWS A5.17/5.17M

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



З – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб. 6U стандарта AWS A5.17/5.17M

Температура, при которой гарантируется работа удара KV не менее 20 фут-фунт-сила (27 Дж)

Индекс	Температура °C	Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется	9	-90°F (-68°C)
0	0°F (-18°C)	10	-100°F (-73°C)
2	-20°F (-29°C)	11	-110°F (-79°C)
4	-40°F (-40°C)	12	-120°F (-84°C)
5	-50°F (-46°C)	13	-130°F (-90°C)
6	-60°F (-51°C)	14	-140°F (-96°C)
8	-80°F (-62°C)	15	-150°F (-101°C)

E – проволока электродная

C – индекс, указывающий на то, что химический состав регламентируется в металле, наплавленном порошковой проволокой (индекс отсутствует – химический состав регламентируется в проволоке сплошного сечения)

4 – индекс, определяющий химический состав проволоки сплошного сечения согласно таб.1, или металла наплавленного порошковой проволокой согласно таб.2 стандарта AWS A5.17/5.17M.

Химический состав проволок сплошного сечения

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*						
	C	Si	Mn	S	P	Cu**	Ti
Проволоки с низким содержанием марганца							
EL8	0,10	0,07	0,25...0,60	0,030	0,030	0,35	-
EL8K	0,10	0,10...0,25	0,25...0,60	0,030	0,030	0,35	-
EL12	0,04...0,14	0,10	0,25...0,60	0,030	0,030	0,35	-
Проволоки со средним содержанием марганца							
EM11K	0,07...0,15	0,65...0,85	1,00...1,50	0,030	0,025	0,35	-
EM12	0,06...0,15	0,10	0,80...1,25	0,030	0,030	0,35	-
EM12K	0,05...0,15	0,10...0,35	0,80...1,25	0,030	0,030	0,35	-
EM13K	0,06...0,16	0,35...0,75	0,90...1,40	0,030	0,030	0,35	-
EM14K	0,06...0,19	0,35...0,75	0,90...1,40	0,025	0,025	0,35	0,03...0,17
EM15K	0,10...0,20	0,10...0,35	0,80...1,25	0,030	0,030	0,35	-
Проволоки с высоким содержанием марганца							
EH10K	0,07...0,15	0,05...0,25	1,30...1,70	0,025	0,025	0,35	-
EH11K	0,07...0,15	0,80...1,15	1,40...1,85	0,030	0,030	0,35	-
EH12K	0,06...0,15	0,25...0,65	1,50...2,00	0,025	0,025	0,35	-
EH14	0,10...0,20	0,10	1,70...2,20	0,030	0,030	0,35	-
Прочие							
EG	Не оговорено						

* – единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** – включая омедненный слой

Химический состав металла, наплавленного порошковой проволокой

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*					
	C	Si	Mn	S	P	Cu
EC1	0,15	0,90	1,80	0,035	0,035	0,35
ECG	Не оговорено					

* – единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

H – диффузионно свободный водород

5 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.7 стандарта AWS A5.17/5.17M.

Индекс	Температура °C
2	≤2,0
4	≤4,0

Индекс	Температура °C
8	≤8,0
16	≤16,0

OK Flux 10.62		Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]	
<p>Агломерированный высокоосновный флюс для сварки особо ответственных изделий из конструкционных углеродистых, низколегированных, легированных, теплоустойчивых и высокопрочных сталей, когда требования к ударной вязкости при отрицательных температурах особенно высоки. Применим для многопроходной сварки материалов большой толщины, т.к. он практически не легирует металл шва Si и Mn. Флюс пригоден для одно- и двухдуговой сварки стыковых и угловых швов, при этом одинаково хорошо работает как на постоянном, так и на переменном токе. Благодаря хорошей отделяемости шлака и хорошей смачиваемости кромкой, OK Flux 10.62 наилучшим образом подходит для сварки в узкощелевую разделку. Сварку с применением данного флюса рекомендуется выполнять на нижнем диапазоне напряжений. Получаемый наплавленный металл имеет низкое содержание кислорода – примерно 300 ppm, а содержание водорода не более 5 мл на 100 г металла. OK Flux 10.62 используется для изготовления шельфовых конструкций, буровых установок, платформ, всех видов сосудов, работающих под давлением, судостроении, сварки трубопроводов, гражданском строительстве и транспортном машиностроении. Флюс может упаковываться в мешки BlockPac, позволяющие не регламентировать условия его хранения, при этом в наплавленном металле гарантирует содержание водорода не более 4 мл на 100 г металла. В сочетании с проволокой OK Autrod 12.32 наплавленный металл прошел испытания на трещностойкость (вязкость разрушения) при статическом нагружении (CTOD-тест) при температурах -10 и -15°C. Низкое содержание водорода в сочетании с высокими пластическими свойствами наплавленного металла позволяют рекомендовать данный флюс для сварки сталей типа HARDOX.</p> <p>Типичный химический состав флюса: Al₂O₃+MnO 20% CaF₂ 25% CaO+MgO 35% SiO₂+TiO₂ 15%</p> <p>Режимы прокалики: 275-325°C, 2-4 часа</p> <p>Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3, 4, 5</p>		EN ISO 14174: S A FB 1 55 AC H5 EN ISO 14174: S A FB 1 55 AC H4 (в упаковках BlockPac)	3,2	1,1	0,2 – 1,6	
		ТУ 5929-004-55224353-2004				
		Тип флюса	Ток и полярность		Легирование	
		Фторидно-основный	AC, DC+		Si – не легирующий Mn – не легирующий	
Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)						
Напряжение		DC+		AC		
26		0,7		0,6		
30		1,0		0,9		
34		1,3		1,2		
38		1,6		1,4		
Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин						

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.62/проволока											
Классификации:											
Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл								
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17							
OK Autrod 12.22	S2Si	EM12K	S 38 5 FB S2Si H5	F7A8-EM12K	F6P8-EM12K						
OK Autrod 12.32	S3Si	EH12K	S 46 6 FB S3Si H5	F7A8-EH12K	F7P8-EH12K						
OK Autrod 12.40	S4	EH14	S 50 4 FB S4 H5	F7A6-EH14	F7P6-EH14						
OK Tubrod 15.00S			не классифицирован	F7A5-EC1							
Одобрения проволок или наплавленного металла:											
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.22	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0						A3YM H5				
OK Autrod 12.32	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0						A4Y42M H5				
OK Autrod 12.40											
OK Tubrod 15.00S											

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):								
Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.22	0,07	0,30	1,00	430	510	29	0	225
							-20	213
							-50	88
							-62	44
OK Autrod 12.32	0,10	0,35	1,60	475	560	28	+20	219
							0	213
							-40	113
							-60	75
OK Autrod 12.40	0,08	0,12	1,90	530	620	26	-62	≥34
							+20	175
							0	131
							-40	63
OK Tubrod 15.00S	0,05	0,50	1,55	465	540	26	-51	50
							-40	175
							-60	94

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

OK Flux 10.71	Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]	
<p>Агломерированный основной флюс предназначенный для выполнения одно- и многопроходных сварных швов на листах любой толщины. Получаемый наплавленный металл содержит менее 5 мл водорода на 100 г металла. Флюс может упаковываться в мешки BlockPac, позволяющие не регламентировать условия его хранения. OK Flux 10.71 сочетает в себе хорошие пластические свойства наплавленного металла с превосходными сварочно-технологическими характеристиками. Быстро твердеющий шлак в сочетании с высокими скоростями, на которых можно выполнять сварку (при наличии соответствующего оборудования), позволяют выполнять горизонтальные поясные швы на вертикальных стенках емкостных хранилищ. Он подходит для одно- и двухдуговой сварки, сварки расщепленной дугой, а также двухдуговой сварки расщепленными дугами стыковых, нахлесточных и угловых швов. Флюс одинаково хорошо работает как на постоянном, так и переменном токе. Хорошая отделяемость шлака и незначительное легирование Si и Mn делает его отличным флюсом для многопроходной сварки толстенных изделий. Незначительная чешуйчатость наплавленного металла позволяет выполнять сварку на высоких скоростях, и все это в сочетании с очень хорошими значениями ударной вязкости. В гражданском строительстве OK Flux 10.71 является одним из наиболее часто используемых флюсов. Его можно применять для сварки конструкционных сталей стойких к атмосферной коррозии, например, при строительстве мостов. Данный флюс применяется для сварки сосудов, работающих под давлением, поскольку он может быть использован с различными сталями, включая стали для изготовления конструкций, эксплуатируемых в условиях низких температур. Его применение сокращает номенклатуру флюсов, которые заказчику необходимо иметь на складе. Другой областью применения является судостроение при соответствующих одобрениях или сварка магистральных трубопроводов из сталей класса прочности до X80.</p> <p>Типичный химический состав флюса: Al₂O₃+MnO 35% CaF₂ 15% CaO+MgO 25% SiO₂+TiO₂ 20% Режимы прокалики: 275-325°C, 2-4 часа</p>	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,5	1,2	0,2 – 1,6	
	ТУ 5929-201-53304740-2007				
	Тип флюса	Ток и полярность		Легирование	
	Алюминатно-основный	AC, DC+		Si – слабо легирующий Mn – умеренно легирующий	
	Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)				
	Напряжение	DC+		AC	
	26	0,7		0,6	
	30	1,0		0,9	
	34	1,3		1,2	
	38	1,6		1,4	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Si из флюса</p> <p>%Si в проволоке</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Mn из флюса</p> <p>%Mn в проволоке</p> </div> </div> <p>Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин</p>					
<p>Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, КСМ, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3 НИЦ «Мосты», Газпром, Интергазсерт, Транснефть, ВНИИЖТ</p>					

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71/проволока					
Классификации:	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
OK Autrod 12.10	S1	EL12	S 35 4 AB S1 H5	F6A4-EL12	F6P5-EL12
OK Autrod 12.20	S2	EM12	S 38 4 AB S2 H5	F7A4-EM12	F6P4-EM12
OK Autrod 12.22	S2Si	EM12K	S 38 4 AB S2Si H5	F7A5-EM12K	F6P5-EM12K
OK Autrod 12.30	S3	не классифицирована	S 46 3 AB S3 H5	не классифицирован	
OK Autrod 12.32	S3Si	EH12K	S 46 4 AB S3Si H5	F7A5-EH12K	F7P5-EH12K
OK Tubrod 14.00S			не классифицирован	F7A2-EC1	
OK Tubrod 15.00S			S 42 4 AB T3	F7A4-EC1	

Одобрения проволок или наплавленного металла:											
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.10	3.0; 4.0						3M	A3M	III M	3M	3M
OK Autrod 12.20	3.0; 4.0						3YM	A3YM	III YM	3YM	3YM
OK Autrod 12.22	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0	•		•		•	4Y400M	A4Y40M	IV Y40M	4Y40M	4Y40M
OK Autrod 12.30											
OK Autrod 12.32	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0				•						
OK Tubrod 14.00S											
OK Tubrod 15.00S											

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):								
Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.10	0,04	0,30	1,00	375	470	30	0	188
							-40	88
OK Autrod 12.20	0,05	0,30	1,35	410	510	29	+20	188
							-40	88
OK Autrod 12.22	0,05	0,50	1,40	460	550	28	0	181
							-40	112
							-46	50
OK Autrod 12.30	0,09	0,40	1,65	490	580	29	+20	162
							-30	75
OK Autrod 12.32	0,09	0,50	2,00	520	615	28	+20	175
							-40	75
							-46	50
OK Tubrod 14.00S	0,05	0,50	1,60	454	538	30	-20	165
OK Tubrod 15.00S	0,07	0,50	1,60	463	556	29	-40	143

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

OK Flux 10.74	Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]	
<p>Агломерированный основной флюс, разработанный, в первую очередь, для многодуговой сварки (до 6 головок) продольношовных труб. Этот флюс одинаково хорошо работает как на постоянном, так и переменном токе. Свои наилучшие сварочно-технологические характеристики он проявляет при сварке минимум 3-я сварочными головками. OK Flux 10.74 обеспечивает получение небольшого усиления сварного шва при сварке продольных стыков труб на высоких скоростях сварки (более 2 м/мин). Получаемый наплавленный металл содержит не более 5 мл водорода на 100 г металла. Низкое усиление без пиков означает снижение себестоимости при нанесении изоляционного покрытия на трубы, поскольку позволяет уменьшить его толщину. Комбинируя различными марками проволоки, каждая из которых подается в свою сварочную головку, OK Flux 10.74 можно применять для сварки всех типов трубных сталей, вплоть до класса прочности X100, обеспечивая высокие значения ударной вязкости. Благодаря тщательному металлургическому расчету OK Flux 10.74 образует наплавленный металл без шлаковых включений. Флюс может упаковываться в мешки BlockPac, позволяющие не регламентировать условия его хранения, а также для условий массового производства в 1000 кг мешки BigBag.</p> <p>Типичный химический состав флюса: Al₂O₃+MnO 30% CaF₂ 15% CaO+MgO 25% SiO₂+TiO₂ 25%</p> <p>Режимы прокатки: 275-325°C, 2-4 часа</p> <p>Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3</p>	EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,4	1,2	0,2 – 1,6	
	ТУ 5929-204-53304740-2007 (СВЭЛ) и ТУ 5929-026-55224353-2006				
	Тип флюса	Ток и полярность		Легирование	
	Алюминатно-основный	AC, DC+		Si – не легирующий Mn – не легирующий	
	Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)				
	Напряжение	DC+		AC	
	26	0,7		0,6	
	30	1,0		0,9	
	34	1,3		1,2	
	38	1,6		1,4	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Si из флюса</p> <p>450 А 750 А</p> <p>%Si в проволоке</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Mn из флюса</p> <p>450 А 750 А</p> <p>%Mn в проволоке</p> </div> </div> <p>Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин</p>					

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.74/проволока

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
OK Autrod 12.20	S2	EM12	S 42 4 AB S2 H5	F7A6-EM12	F6P6-EM12
OK Autrod 12.22	S2Si	EM12K	S 42 4 AB S2Si H5	F7A6-EM12K	F6P6-EM12K

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
		Наплавленный металл									
		НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR
OK Autrod 12.20	3.0; 4.0										
OK Autrod 12.22	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0										

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	σ _T [МПа]	σ _B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.20	0,07	0,30	1,50	440	540	27	-20	138
							-40	100
							-51	50
OK Autrod 12.22	0,07	0,50	1,50	450	550	25	-20	138
							-40	75
							-51	44

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



OK Flux 10.77			
Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,5	1,2	0,2 – 1,6
ТУ 5929-174-55224353-2016			
Тип флюса	Ток и полярность	Легирование	
Алюминатно-основный	AC, DC+	Si – слабо легирующий Mn – умеренно легирующий	
Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)			
Напряжение	DC+	AC	
26	0,7	0,6	
30	1,0	0,9	
34	1,3	1,2	
38	1,6	1,4	
<p>Агломерированный основной флюс, предназначенный для автоматической сварки сосудов и труб из углеродистых и низколегированных сталей. Он может применяться для сварки сталей без ограничения по толщине проката. Основное назначение OK Flux 10.77 – высокоскоростная многодуговая автоматическая сварка спиральношовных труб с использованием источников постоянного и переменного тока. Этот флюс немного легирует наплавленный металл Si и Mn и одинаково хорошо работает как на постоянном, так и переменном токе. Получаемый наплавленный металл содержит менее 5 мл водорода на 100 г металла. OK Flux 10.77 может использоваться для однодуговой, тандеменной и трехдуговой сварки. Флюс также применим для сварки продольношовных труб с ограниченной толщиной стенок. OK Flux 10.77 формирует сварные швы с невысоким усилением, плавным переходом от основного металла к шву и его гладкой поверхностью даже при высоких скоростях сварки. Низкое усиление шва означает снижение себестоимости при нанесении изоляционного покрытия на трубы, поскольку позволяет уменьшить его толщину. Обычно применяется для сварки трубных сталей класса прочности до Х60, хотя может применяться и для сварки более высокопрочных сталей с пределом прочности до 750 МПа. Флюс для условий массового производства может упаковываться в 1000 кг мешки BigBag.</p> <p>Типичный химический состав флюса: $Al_2O_3 + MnO$ 35% CaF_2 15% $CaO + MgO$ 20% $SiO_2 + TiO_2$ 25%</p> <p>Режимы прокатки: 275-325°C, 2-4 часа</p> <p>Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3</p>			
Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин			

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.77/проволока

Классификации:	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
OK Autrod 12.20	S2	EM12	S 38 4 AB S2 H5	F7A4-EM12	F6P4-EM12
OK Autrod 12.22	S2Si	EM12K	S 38 4 AB S2Si H5	F7A5-EM12K	F6P5-EM12K

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.20	3.0; 4.0										
OK Autrod 12.22	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0										

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.20	0,06	0,30	1,40	420	510	28	-20	144
							-30	119
							-40	88
OK Autrod 12.22	0,07	0,40	1,40	430	520	28	-20	194
							-40	100
							-46	63

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей

OK Flux 10.81	Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]	
<p>Агломерированный кислый флюс, предназначенный для получения гладких валиков и хорошо сформированных, вогнутых угловых швов. Преимущества применения такого флюса основаны на получении гладкой поверхности и превосходной отделяемости шлака. Он предназначен для сварки с ограниченным числом проходов толщин примерно до 25 мм. Применяется для одно- и двухдуговой сварки и сварки расщепленной дугой. Флюс одинаково хорошо работает как на постоянном, так и на переменном токе, а значительное легирование наплавленного металла Si делает его особенно пригодным для высокоскоростной сварки. Благодаря своим хорошим сварочно-технологическим свойствам OK Flux 10.81 часто используется для производства сосудов, работающих под давлением и спиральношовных водяных труб. Превосходное смачивание боковых стенок придает швам профиль предпочтительный для работы при динамических нагрузках, что нашло свое применение в строительстве, изготовлении балок и автомобилестроении. Однако, необходимо учитывать, что превосходные форма шва и сварочно-технологические характеристики достигается благодаря не только особой формуле, но и низкому индексу основности флюса, что снижает ударную вязкость наплавленного металла при отрицательных температурах, накладывая некоторые ограничения на условия эксплуатации изделий, сваренных с его применением. Отдельно стоит отметить применение данного флюса для производства теплообменных панелей, т.к. трубы являются тонкостенными и находятся под высоким давлением пара или перегретой воды, то подрезы являются недопустимым дефектом. Наибольшую сложность при производстве подобных изделий представляет сварка полос с тонкостенными (менее 5 мм) трубами, т.к. глубина проплавления не должна превышать 50% от толщины стенки трубы. Проблема заключается в образовании на поверхности шва единичных мелких пор, т.к. сварка выполняется на предельно малых токах и высоких скоростях, что затрудняет создание надежной шлаковой защиты расплавленной ванны и сильно ограничивает время ее раскисления. Специально для этих целей OK Flux 10.81 выпускается в мелкой грануляции (Fine Grain), что позволяет свести к минимуму образование подобных дефектов. Флюс может упаковываться в мешки BlockPac, позволяющие не регламентировать условия его хранения.</p> <p>Типичный химический состав флюса: Al₂O₃+MnO 55% CaF₂ 5% CaO+MgO 5% SiO₂+TiO₂ 30% Режимы прокалики: 275-325°C, 2-4 часа</p>	EN ISO 14174: S A AR 1 97 AC	0,6	1,2	0,2 – 1,6 или 0,2 – 1,25 (Fine Grain)	
	ТУ 5929-066-55224353-2009				
	Тип флюса	Ток и полярность		Легирование	
	Алюминатно-рутиловый	AC, DC+		Si – сильно легирующий Mn – умеренно легирующий	
	Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)				
	Напряжение	DC+		AC	
	26	0,7		0,6	
	30	1,0		0,9	
	34	1,3		1,2	
	38	1,6		1,4	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Si из флюса</p> <p>450 A</p> <p>750 A</p> <p>%Si в проволоке</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>перенос %Mn из флюса</p> <p>450 A</p> <p>750 A</p> <p>%Mn в проволоке</p> </div> </div> <p>Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин</p> <p>Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 4</p>					

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
OK Autrod 12.10	S1	EL12	S 42 A AR S1	F7AZ-EL12	F7PZ-EL12
OK Autrod 12.20	S2	EM12	S 46 0 AR S2	F7A0-EM12	F7PZ-EM12
OK Autrod 12.22	S2Si	EM12K	S 50 A AR S2Si	F7AZ-EM12K	F7PZ-EM12K
OK Autrod 12.30	S3	не классифицирована	S 50 0 AR S3	не классифицирован	

Марка проволоки	Наплавленный металл										
	Проволока	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
	НАКС (диаметры)										
OK Autrod 12.10	3.0; 4.0										
OK Autrod 12.20	2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0										
OK Autrod 12.22											
OK Autrod 12.30											

1. Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):								
Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.10	0,06	0,80	1,20	440	530	25	+20	100
							0	50
OK Autrod 12.20	0,07	0,80	1,50	480	570	30	+20	112
							0	88
							-18	62
OK Autrod 12.22	0,07	0,90	1,50	540	640	24	+20	88
OK Autrod 12.30	0,08	0,70	1,75	550	640	24	+20	88
							0	75

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Электроды для сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ГОСТ 9467-75

Э	1	А
		факультативно

Э – электрод

1 – индекс, определяющий механические свойства наплавленного металла и содержание в нем серы и фосфора

А – индекс, указывающий на то, что наплавленный металл обладает повышенными пластическими свойствами

Тип электрода	Механические свойства наплавленного металла			Содержание в наплавленном металле, % (не более)	
	при 20°C (не менее)	Относительное удлинение δ_s , %	Ударная вязкость КСЧ, кг·м/см ² (Дж/см ²)	S	P
Э50А	50 (490)	20	13 (127)	0,030	0,035
Э55	55 (539)	20	12 (118)	0,030	0,035
Э60	60 (588)	18	10 (98)	0,030	0,035
Э70	70 (686)	14	6 (59)	0,030	0,035
Э85	85 (833)	12	5 (49)	0,030	0,035
Э100	100 (980)	10	5 (49)	0,030	0,035
Э125	125 (1225)	8	4 (39)	0,030	0,035
Э150	150 (1470)	6	4 (39)	0,030	0,035

ISO 2560:2009, а также идентичных ему EN ISO 2560:2009 и ГОСТ Р ИСО 2560:2009 (для электродов с пределом текучести до 500 МПа включительно)

Классификацию см. в разделе 1.1. «Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 7

SFA/AWS A5.5/A5.5M:2006

AWS A5.5	:	E	1	2	M	–	3	H	4	5
					обязательно наличие одного из символов			факультативно		

AWS A5.5 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.3 стандарта AWS A5.5/5.5M

Прочностные характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)
70	70 000 (483)*	57 000 (393)
80	80 000 (556)	67 000 (462)
90	90 000 (621)	77 000 (531)
100	100 000 (689)	87 000 (600)
110	110 000 (758)	97 000 (669)
120	120 000 (827)	107 000 (738)

* - для электродов с классификацией E70XX-B2L – 75 000 фунт/дюйм² (520 МПа)

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



2 – в комбинации с индексом 1, определяет тип покрытия, род тока и полярность, пространственное положение швов при сварке согласно таб.1, величину относительного удлинения наплавленного металла согласно таб.3, значения порога хладноломкости и температуры, при которых данное значение KV регламентируется согласно таб.4, содержание влаги в покрытии согласно таб.11 стандарта AWS A5.5/5.5M. (индекс G – параметры регламентированы внутренними документами завода-производителя)

Перечень наиболее часто встречающихся классификаций электродов

Индекс**	Тип покрытия	min относительное удлинение [%]	min работа удара KV при температуре T	Состояние
7010-A1	Целлюлозное, связующее силикат натрия	22	не регламентировано	PWHT
7015-A1	Основное, связующее силикат натрия	22	не регламентировано	PWHT
7018-A1	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	22	не регламентировано	PWHT
7015-B2L	Основное, связующее силикат натрия	22	не регламентировано	PWHT
8015-B3L		17	не регламентировано	PWHT
9015-B3		17	не регламентировано	PWHT
8015-B6		19	не регламентировано	PWHT
9015-B8		17	не регламентировано	PWHT
9015-B91		17	не регламентировано	PWHT
9015-B92		17	не регламентировано	PWHT
8016-B2	Основное, связующее силикат калия	19	не регламентировано	PWHT
7018-B2L	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	19	не регламентировано	PWHT
8018-B2		19	не регламентировано	PWHT
8018-B3L		17	не регламентировано	PWHT
8018-B6		19	не регламентировано	PWHT
9018-B3		17	не регламентировано	PWHT
9018-B8		17	не регламентировано	PWHT
9018-B23		17	не регламентировано	PWHT
9018-B24		17	не регламентировано	PWHT
9018-B91		17	не регламентировано	PWHT
9018-B92		17	не регламентировано	PWHT
7016-C1L		Основное, связующее силикат калия	22	27 Дж при -100°F (-73°C)
7016-C2L	22		27 Дж при -150°F (-101°C)	PWHT
8016-C1	22		27 Дж при -75°F (-60°C)	PWHT
8016-C2	22		27 Дж при -100°F (-73°C)	PWHT
8016-C3	24		27 Дж при -40°F (-40°C)	AW
7018-C1L	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	22	27 Дж при -100°F (-73°C)	PWHT
7018-C2L		22	27 Дж при -150°F (-101°C)	PWHT
7018-C3L		22	27 Дж при -60°F (-51°C)	AW
8018-C1		22	27 Дж при -75°F (-60°C)	PWHT
8018-C2		22	27 Дж при -100°F (-73°C)	PWHT
8018-C3		24	27 Дж при -40°F (-40°C)	AW
8018-NM1	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	19	27 Дж при -40°F (-40°C)	AW
9018-NM2		17	27 Дж при -20°F (-29°C)	PWHT
8018-D1	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	19	27 Дж при -60°F (-51°C)	PWHT
8018-D3		19	27 Дж при -60°F (-51°C)	PWHT
9018-D1		17	27 Дж при -60°F (-51°C)	PWHT
9018-D3		17	27 Дж при -60°F (-51°C)	PWHT
10018-D2		16	27 Дж при -60°F (-51°C)	PWHT

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Индекс**	Тип покрытия	min относительное удлинение [%]	min работа удара KV при температуре T	Состояние
9018M	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	24	27 Дж при -60°F (-51°C)	AW
10018M		20	27 Дж при -60°F (-51°C)	AW
11018M		20	27 Дж при -60°F (-51°C)	AW
12018M		18	27 Дж при -60°F (-51°C)	AW
7010-P1	Целлюлозное, связующее силикат натрия	22	27 Дж при -20°F (-29°C)	AW
8010-P1		19	27 Дж при -20°F (-29°C)	AW
9010-P1		17	27 Дж при -20°F (-29°C)	AW
8018-P2	Целлюлозное, связующее силикат натрия с железным порошком	19	27 Дж при -20°F (-29°C)	AW
9018-P2		17	27 Дж при -20°F (-29°C)	AW
7018-W1	Основное с железным порошком, связующее силикат калия	22	27 Дж при 0°F (-20°C)	AW
8018-W2		19	27 Дж при 0°F (-20°C)	AW

* - AW – после сварки (as weld), PWHT – после термообработки (postweld heat treated)

M – индекс, указывающий, что данный электрод военного назначения с повышенными механическими характеристиками наплавленного металла (свойства и характеристики наплавленного металла оговорены отдельно).

3 – индекс, регламентирующий химический состав наплавленного металла согласно таб.2 стандарта AWS A5.5/5.5M. (индекс G – химический состав наплавленного металла регламентирован внутренними документами завода-производителя)

Химический состав наплавленного металла наиболее часто встречающихся классификаций электродов

Индекс	Содержание легирующих элементов [%]**												
	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Cu	W	B	Al	N
Молибден-углеродистые стали													
7010-A1	0,12	0,6	0,4	-	-	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
7015-A1	0,12	0,9	0,6	-	-	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
7018-A1	0,12	0,9	0,8	-	-	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
Хромо-молибденовые стали													
8016-B2	0,05...0,12	0,9	0,6	-	1,0...1,5	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
8018-B2	0,05...0,12	0,9	0,8	-	1,0...1,5	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
7015-B2L	0,05	0,9	1,0	-	1,0...1,5	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
7018-B2L	0,05	0,9	0,8	-	1,0...1,5	0,4...0,65	-	-	-	-	-	-	-
9015-B3	0,05...0,12	0,9	1,0	-	2,0...2,5	0,9...1,2	-	-	-	-	-	-	-
9018-B3	0,05...0,12	0,9	0,8	-	2,0...2,5	0,9...1,2	-	-	-	-	-	-	-
8015-B3L	0,05	0,9	1,0	-	2,0...2,5	0,9...1,2	-	-	-	-	-	-	-
8018-B3L	0,05	0,9	0,8	-	2,0...2,5	0,9...1,2	-	-	-	-	-	-	-
801X-B6*	0,05...0,10	1,0	0,9	0,4	4,0...6,0	0,45...0,65	-	-	-	-	-	-	-
801X-B8*	0,05...0,10	1,0	0,9	0,4	8,0...10,5	0,85...1,2	-	-	-	-	-	-	-
901X-B23	0,04...0,12	1,0	0,6	0,5	1,9...2,9	0,3	0,15...0,3	0,02...0,1	0,25	-	0,006	0,04	0,05
901X-B24	0,04...0,1	1,0	0,6	0,5	1,9...2,9	0,8...1,2	0,15...0,3	0,02...0,1	0,25	-	0,006	0,04	0,07
901X-B91*	0,08...0,13	1,2	0,3	0,8	8,0...10,5	0,85...1,2	0,15...0,3	0,02...0,1	0,25	-	-	0,04	0,02...0,07
901X-B92*	0,08...0,15	1,2	0,6	1,0	8,0...10,0	0,3...0,7	0,15...0,3	0,02...0,08	0,25	1,5...2,0	0,006	0,04	0,03...0,08
Хромо-молибденовые стали													
801X-C1*	0,12	1,25	0,6	2,0...2,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
701X-C1L*	0,05	1,25	0,5	2,0...2,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8016-C2	0,12	1,25	0,6	3,0...3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8018-C2	0,12	1,25	0,8	3,0...3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
701X-C2L*	0,05	1,25	0,5	3,0...3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
801X-C3*	0,12	0,4...1,25	0,8	0,8...1,1	0,15	0,35	0,05	-	-	-	-	-	-
7018-C3L	0,08	0,4...1,4	0,5	0,8...1,1	0,15	0,35	0,05	-	-	-	-	-	-

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Индекс	Содержание легирующих элементов [%]**												
	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	V	Nb	Cu	W	B	Al	N
Никель-молибденовые стали													
8018-NM1	0,10	0,8...1,25	0,7	0,8...1,1	0,1	0,4...0,65	0,02	-	0,1	-	-	0,05	-
9018-NM2	0,04...0,15	0,5...1,6	0,7	1,4...2,1	0,2	0,2...0,5	0,05	-	0,1	-	-	0,05	-
Марганец-молибденовые стали													
8018-D1	0,12	1,0...1,75	0,8	0,9	-	0,25...0,45	-	-	-	-	-	-	-
9018-D1	0,12	1,0...1,75	0,8	0,9	-	0,25...0,45	-	-	-	-	-	-	-
10018-D2	0,15	1,65...2,0	0,8	0,9	-	0,25...0,45	-	-	-	-	-	-	-
X018-D3*	0,12	1,0...1,8	0,8	0,9	-	0,40...0,65	-	-	-	-	-	-	-
Военного назначения													
9018M	0,10	0,6...1,25	0,8	1,4...1,8	0,15	0,35	0,05	-	-	-	-	-	-
10018M	0,10	0,75...1,7	0,6	1,4...2,1	0,35	0,25...0,5	0,05	-	-	-	-	-	-
11018M	0,10	1,3...1,8	0,6	1,25...2,5	0,4	0,25...0,5	0,05	-	-	-	-	-	-
12018M	0,10	1,3...2,25	0,6	1,75...2,5	0,3...1,5	0,3...0,55	0,05	-	-	-	-	-	-
Трубные электроды													
X010-P1*	0,20	1,2	0,6	1,0	0,3	0,5	0,10	-	-	-	-	-	-
X018-P2*	0,12	0,9...1,7	0,8	1,0	0,2	0,5	0,05	-	-	-	-	-	-
Стойкие к атмосферной коррозии													
7018-W1	0,12	0,4...0,7	0,4...0,7	0,2...0,4	0,15...0,3	-	0,08	-	0,3...0,6	-	-	-	-
8018-W2	0,12	0,5...1,3	0,35...0,8	0,4...0,8	0,45...0,7	-	-	-	0,3...0,75	-	-	-	-

* - индекс X – любой символ из предусмотренных стандартом

** - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

H – диффузионно свободный водород

4 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.12 стандарта AWS A5.5/5.5M.

Индекс	мл водорода на 100 г металла
4	≤4,0
8	≤8,0
16	≤16,0

5 – индекс **R** в сочетании с двумя предыдущими индексами на данной позиции указывает на то, что электрод обладает повышенной влагостойкостью согласно таб.11 стандарта AWS A5.5/5.5M

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>МТГ-03 Тип покрытия – основное</p> <p>Электроды предназначены преимущественно для сварки на постоянном токе обратной полярности заполняющих и облицовочного слоёв поворотных и неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности K55-K60 (API 5L X60-X70), а также других ответственных конструкций нормативным пределом прочности от 540 до 590 МПа.</p> <p>Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин</p>	<p>ГОСТ 9467: Э60</p> <p>ТУ 1272-138-55224353-2014</p> <p>ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 50 4 1NiMo B 2 2 H10</p> <p>AWS A5.5: E8015-G</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 2, 3</p> <p>Газпром Интергазсерт</p>	<p>C 0,06 Mn 1,10 Si 0,45 Ni 0,70 Mo 0,40 P max 0,025 S max 0,025 P+S max 0,035</p>	<p>$\sigma_t \geq 500$ МПа $\sigma_f 660$ МПа $\delta^B \geq 20\%$ KCV: ≥ 120 Дж/см² при +20°C ≥ 59 Дж/см² при -40°C KCU: ≥ 50 Дж/см² при -60°C</p>
<p>ОК 74.70 Тип покрытия – основное</p> <p>Электроды предназначены преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности API 5L X60-X70, а также других ответственных конструкций нормативным пределом текучести до 500 МПа включительно.</p> <p>Ток: = (+ /-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,2 и 4,0 мм Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э60</p> <p>ТУ 1272-015-55224353-2005</p> <p>ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5</p> <p>EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5</p> <p>AWS A5.5: E8018-G</p> <p>НАКС: Ø 3,2; 4,0 мм группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы OM: 2</p> <p>Газпром Интергазсерт Транснефть</p>	<p>C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015</p>	<p>$\sigma_t 550$ МПа $\sigma_f 650$ МПа $\delta^B 25\%$ KCV: 150 Дж/см² при -20°C 112 Дж/см² при -40°C</p>

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Флюсы и проволоки для дуговой сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

ISO 14174:2012, а также идентичных ему EN ISO 14174:2012

Классификацию см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 26

Классификации проволок и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ISO 14171:2010, а также идентичному ему EN ISO 14171:2010

(для проволок, обеспечивающих в наплавке предел текучести до 500 МПа включительно)

Классификацию см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 28

ISO 24598:2012, а также идентичному ему EN ISO 24598:2007

Классификацию см. в разделе 3.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей» на стр. 84

ISO 26304:2011, а также идентичному ему EN ISO 26304:2009

(для проволок, обеспечивающих в наплавке предел текучести более 500 МПа)

ISO 26304-A : **S** **1** **2** **3** **4** **P** **H** **5**
факультативно

ISO 26304-A – стандарт, согласно которому производится классификация

S – комбинация проволока + флюс для дуговой сварки под флюсом

1 – индекс, определяющий прочностные и пластические свойства наплавленного металла согласно таб.1А, либо сварного соединения при двухпроходной сварке согласно таб.2А стандарта ISO 26304

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
55	550	640...820	18
62	620	700...890	18
69	690	770...940	17
79	790	880...1080	16
89	890	940...1180	15

2 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.2 стандарта ISO 26304

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 47 Дж

Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется
A	+20
0	0
2	-20

Индекс	Температура °C
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

3 – индекс, определяющий тип флюса по химическому составу согласно таб.3 стандарта ISO 26304

Символ	Тип флюса
MS	Марганцовисто-силикатный
CS	Кальциево-силикатный
CG	Кальциево-магнийевый
CB	Кальциево-магнийевый-основный
CG-I	Кальциево-магнийевый с добавлением железа
CB-I	Кальциево-магнийевый-основный с добавлением железа
GS	Магнийево-силикатный
ZS	Циркониево-силикатный
RS	Рутилово-силикатный
AR	Алюминатно-рутиловый
BA	Основно-алюминатный
AAS	Кисло-алюминатно-силикатный
AB	Алюминатно-основный
AS	Алюминатно-силикатный
AF	Алюминатно-фтористо-основный
FB	Фторидно-основные
Z	Прочие

4 – индекс, определяющий определяющий химический состав проволоки сплошного сечения (первая буква в индексе S) в соответствии с таблицей 4 или наплавленного металла, выполненного порошковой проволокой (первая буква в индексе T), в соответствии с таблицей 5 стандарта ISO 26304.

Химический состав проволоки

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu**
S2Ni1Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	0,8...1,3	0,020	0,020	0,20	0,8...1,2	0,45...0,65	0,3
S3Ni1Mo	0,07...0,15	0,05...0,35	1,3...1,8	0,020	0,020	0,20	0,8...1,2	0,45...0,65	0,3
S3Ni1,5Mo	0,07...0,15	0,05...0,25	1,2...1,8	0,020	0,020	0,20	1,2...1,8	0,3...0,5	0,3
S2Ni2Mo	0,05...0,09	0,15	1,1...1,4	0,015	0,015	0,15	2,0...2,5	0,45...0,65	0,3
S2Ni3Mo	0,08...0,12	0,1...0,25	0,8...1,3	0,020	0,020	0,15	2,8...3,2	0,1...0,25	0,3
S3Ni1,5CrMo	0,07...0,14	0,05...0,15	1,3...1,5	0,020	0,020	0,15...0,35	1,5...1,7	0,3...0,5	0,3
S3Ni2,5CrMo	0,07...0,15	0,1...0,25	1,2...1,8	0,020	0,020	0,3...0,85	2,0...2,6	0,4...0,7	0,3
S1Ni2,5CrMo	0,07...0,15	0,1...0,25	0,45...0,75	0,020	0,020	0,5...0,85	2,1...2,6	0,4...0,7	0,3
S4Ni2CrMo	0,08...0,11	0,3...0,4	1,8...2,0	0,015	0,015	0,85...1,0	2,1...2,6	0,55...0,7	0,3
SZ	Прочие комбинации								
Прочие элементы: Al ≤ 0,02; Sn ≤ 0,02; As ≤ 0,02; Sb ≤ 0,02; Ti ≤ 0,01; Pb ≤ 0,01; N ≤ 0,01									

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - включая омедненный слой

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Химический состав наплавленного металла

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V
T3NiMo	0,05...0,12	0,2...0,6	1,3...1,9	0,020	0,020	-	0,6...1,0	0,15...0,45	-
T3Ni1Mo	0,03...0,09	0,1...0,5	1,3...1,8	0,020	0,020	-	1,0...1,5	0,45...0,65	-
T3Ni2MoV	0,03...0,09	0,2	1,2...1,7	0,020	0,020	-	1,6...2,0	0,2...0,5	0,05...0,15
T3Ni2Mo	0,03...0,09	0,4...0,8	1,3...1,8	0,020	0,020	-	1,8...2,4	0,2...0,4	-
T3Ni3Mo	0,03...0,09	0,2...0,7	1,6...2,1	0,020	0,020	-	2,7...3,2	0,2...0,4	-
T3Ni2,5CrMo	0,03...0,09	0,1...0,5	1,2...1,7	0,020	0,020	0,4...0,7	2,2...2,6	0,3...0,6	-
T3Ni2,5Cr1Mo	0,01...0,10	0,2...0,7	1,2...1,7	0,020	0,020	0,7...1,2	2,2...2,6	0,4...0,7	-
TZ	Прочие комбинации								
Прочие элементы: Al ≤ 0,02; Sn ≤ 0,02; As ≤ 0,02; Sb ≤ 0,02; Ti ≤ 0,02; Pb ≤ 0,01; N ≤ 0,01									

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

P – механические свойства наплавленного металла регламентируются после термообработки по режиму 560-600°C в течение 60 мин

H – диффузионно свободный водород

5 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.6 стандарта ISO 14171

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

SFA/AWS A5.23/A5.23M:2015

AWS A5.23	:	F	S	1	T	2	3	-	E	C	4	5	-	6	7	H	8
		факультативно		факультативно					факультативно								

AWS A5.23 – стандарт, согласно которому производится классификация

F – флюс для дуговой сварки

S – флюс изготовлен из шлака повторного дробления, либо его смеси с неиспользованным первичным флюсом (индекс отсутствует – флюс является первичным)

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла (металла шва) согласно таб.1 стандарта AWS A5.23/5.23M

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение относительного удлинения, %
7	70 000 – 95 000 (483 – 655)	58 000 (400)	22
8	80 000 – 100 000 (556 – 689)	68 000 (469)	20
9	90 000 – 110 000 (621 – 758)	78 000 (537)	17
10	100 000 – 120 000 (689 – 827)	88 000 (606)	16
11	110 000 – 130 000 (758 – 896)	98 000 (676)	15
12	120 000 – 140 000 (827 – 956)	108 000 (744)	14
13	130 000 – 150 000 (896 – 1034)	118 000 (814)	14

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Прочностные и пластические металла шва, выполненного двухпроходной сваркой

Индекс	Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа)	Минимальное значение относительного удлинения, %
6	60 000 (414)	50 000 (345)	22
7	70 000 (483)	60 000 (414)	22
8	80 000 (556)	70 000 (483)	20
9	90 000 (621)	80 000 (556)	17
10	100 000 (689)	90 000 (621)	16
11	110 000 (758)	100 000 (689)	15
12	120 000 (827)	110 000 (758)	14
13	130 000 (896)	120 000 (827)	14

T – регламентируются механические характеристики сварного шва, выполненного двухпроходной двухсторонней сваркой

2 – индекс, указывающий на состояние образца, при котором были проведены механические испытания наплавленного металла

A – непосредственно после сварки

P – после термообработки наплавленного образца по режимам, указанным в таб. 9 стандарта AWS A5.23/5.23M

3 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб. 2 стандарта AWS A5.23/5.23M

Температура, при которой гарантируется работа удара KV не менее 20 фут·фунт-сила (27 Дж)

Индекс	Температура °C
Z	не регламентируется
0	0°F (-18°C)
2	-20°F (-29°C)
4	-40°F (-40°C)
5	-50°F (-46°C)
6	-60°F (-51°C)
8	-80°F (-62°C)
10	-100°F (-73°C)
15	-150°F (-101°C)

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



E – проволока электродная

C – индекс, указывающий на то, что химический состав регламентируется в металле, наплавленном порошковой проволокой (индекс отсутствует – химический состав регламентируется в проволоке сплошного сечения)

4 – индекс, определяющий химический состав проволоки сплошного сечения согласно таб.4 стандарта AWS A5.23/5.23M(1 (индекс отсутствует – наплавка выполняется порошковой проволокой, химический состав регламентируется только в наплавленном металле)

1) в таблице пропущены химические составы нелегированных проволок (E18K...EH14). Химический состав данных проволок см. в таб. стандарта AWS A5.17/5.17M гл. 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» стр. 30

5 – индекс, указывающий на то, что проволока сплошного сечения соответствует специальным требованиям

N – проволока соответствует требованиям атомной энергетики ($P \leq 0,012 \%$, $V \leq 0,05 \%$, $Cu \leq 0,08 \%$)

R – проволока соответствует требованиям по стойкости к высокотемпературному охрупчиванию ($S \leq 0,010\%$, $P \leq 0,010 \%$, $Cu \leq 0,15 \%$, $As \leq 0,005 \%$, $Sn \leq 0,005 \%$ и $Sb \leq 0,005 \%$)

6 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.3 стандарта AWS A5.23/5.23M.

7 – индекс, указывающий на то, что наплавленный металл соответствует специальным требованиям

N – наплавленный металл соответствует требованиям атомной энергетики ($P \leq 0,012 \%$, $V \leq 0,05 \%$, $Cu \leq 0,08 \%$)

R – наплавленный металл соответствует требованиям по стойкости к высокотемпературному охрупчиванию ($S \leq 0,010\%$, $P \leq 0,010 \%$, $Cu \leq 0,15 \%$, $As \leq 0,005 \%$, $Sn \leq 0,005 \%$ и $Sb \leq 0,005 \%$)

H – диффузионно свободный водород

8 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.8 стандарта AWS A5.23/5.23M.

Индекс	мл водорода на 100 г металла
2	$\leq 2,0$
4	$\leq 4,0$
8	$\leq 8,0$
16	$\leq 16,0$

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Химический состав проволок сплошного сечения

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
EA1	0,05...0,15	0,65...1,0	0,2	0,025	0,025	-	-	0,45...0,65
EA1TiB	0,05...0,15	0,65...1,0	0,35	0,025	0,25	-	-	0,45...0,65
EA2TiB	0,05...0,17	0,95...1,35	0,35	0,025	0,025	-	-	0,45...0,65
EA2	0,05...0,17	0,95...1,35	0,2	0,025	0,025	-	-	0,45...0,65
EA3	0,05...0,17	1,65...2,2	0,2	0,025	0,025	-	-	0,45...0,65
EA3K	0,05...0,15	1,6...2,1	0,5...0,8	0,025	0,025	-	-	0,4...0,6
EA4	0,05...0,15	1,2...1,7	0,2	0,025	0,025	-	-	0,45...0,65
EB1	0,1	0,4...0,8	0,05...0,3	0,025	0,025	0,4...0,75	-	0,45...0,65
EB2	0,07...0,15	0,45...1,0	0,05...0,3	0,025	0,025	1,0...1,75	-	0,45...0,65
EB2H	0,28...0,33	0,45...0,65	0,55...0,75	0,015	0,015	1,0...1,5	-	0,4...0,65
EB3	0,05...0,15	0,4...0,8	0,05...0,3	0,025	0,025	2,25...3,0	-	0,9...1,1
EB5	0,15...0,23	0,4...0,7	0,4...0,6	0,025	0,025	0,45...0,65	-	0,9...1,2
EB6	0,1	0,35...0,7	0,05...0,5	0,025	0,025	4,5...6,5	-	0,45...0,7
EB6H	0,25...0,4	0,75...1,0	0,25...0,5	0,025	0,025	4,8...6,0	-	0,45...0,65
EB8	0,10	0,3...0,65	0,05...0,5	0,025	0,025	8,0...10,5	-	0,8...1,2
EB23	0,05...0,12	1,1	0,5	0,015	0,015	1,9...3,0	0,5	0,5
EB24	0,04...0,12	1,0	0,5	0,015	0,020	1,9...3,0	0,3	0,8...1,2
EB91	0,07...0,13	1,25**	0,5	0,010	0,010	8,5...10,5	1,0**	0,85...1,15
EF1	0,07...0,15	0,9...1,7	0,15...0,35	0,025	0,025	-	0,95...1,6	0,25...0,55
EF2	0,1...0,18	1,7...2,4	0,2	0,025	0,025	-	0,4...0,8	0,4...0,65
EF3	0,1...0,18	1,5...2,4	0,3	0,025	0,025	-	0,7...1,1	0,4...0,65
EF4	0,16...0,23	0,6...0,9	0,15...0,35	0,030	0,025	0,4...0,6	0,4...0,8	0,15...0,3
EF5	0,1...0,17	1,7...2,2	0,2	0,015	0,010	0,25...0,5	2,3...2,8	0,45...0,65
EF6	0,07...0,15	1,45...1,9	0,1...0,3	0,015	0,015	0,2...0,55	1,75...2,25	0,4...0,65
EM2	0,1	1,25...1,8	0,2...0,6	0,015	0,010	0,3	1,4...2,1	0,25...0,55
EM3	0,1	1,4...1,8	0,2...0,6	0,015	0,010	0,55	1,9...2,6	0,25...0,65
EM4	0,1	1,4...1,8	0,2...0,6	0,015	0,010	0,6	2,0...2,8	0,3...0,65
ENi1	0,12	0,7...1,25	0,05...0,3	0,020	0,020	0,15	0,75...1,25	0,3
ENi1K	0,12	0,8...1,4	0,4...0,8	0,020	0,020	-	0,75...1,25	-
ENi2	0,12	0,7...1,25	0,05...0,3	0,020	0,020	-	2,1...2,9	-
ENi3	0,13	0,6...1,2	0,05...0,3	0,020	0,020	0,15	3,1...3,8	-
ENi4	0,12...0,19	0,6...1,0	0,1...0,3	0,020	0,015	-	1,6...2,1	0,1...0,3
ENi5	0,12	1,2...1,6	0,05...0,3	0,020	0,020	-	0,75...1,25	0,1...0,3
ENi6	0,07...0,15	1,2...1,6	0,05...0,3	0,020	0,020	-	0,75...1,25	0,1...0,3
EW	0,12	0,35...0,65	0,2...0,35	0,030	0,025	0,5...0,8	0,4...0,8	-
EG	не регламентировано							

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - Mn+Ni в проволоке ограничивается в соответствии с п.7.2.3.1. приложения А стандарта SFA/AWS A5.23/A5.23M в зависимости от химического состава наплавленного

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Химический состав проволоки сплошного сечения

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	Cu	V	Ti	B	Zr	Al	W	Nb	N
EA1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EA1TiB	0,35	-	0,05...0,30	0,005...0,03	-	-	-	-	-
EA2TiB	0,35	-	0,05...0,30	0,005...0,03	-	-	-	-	-
EA2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EA3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EA3K	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EA4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB2H	0,35	0,2...0,3	-	-	-	-	-	-	-
EB3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
EB6	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB6H	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB8	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EB23	0,1	0,15...0,3	-	0,006	-	0,04	1,5...2,0	0,02...0,1	0,05
EB24	0,1	0,15...0,3	0,1	0,006	-	0,04	-	0,02...0,1	0,07
EB91	0,1	0,15...0,25	-	-	-	0,04	-	0,02...0,1	0,03...0,07
EF1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EF2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EF3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EF4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EF5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
EF6	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EM2	0,25	0,05	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-
EM3	0,25	0,04	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-
EM4	0,25	0,03	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-
ENi1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi1K	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi5	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
ENi6	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
EW	0,3...0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
EG	не регламентировано								

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - Mn+Ni в проволоке ограничивается в соответствии с п.7.2.3.1. приложения А стандарта SFA/AWS A5.23/A5.23M в зависимости от химического состава наплавленного

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

Химический состав наплавленного металла

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
A1	0,12	1,0	0,8	0,030	0,030	-	-	0,45...0,65
A2	0,12	1,4	0,8	0,030	0,030	-	-	0,45...0,65
A3	0,15	2,1	0,8	0,030	0,030	-	-	0,45...0,65
A4	0,15	1,6	0,8	0,030	0,030	-	-	0,45...0,65
B1	0,12	1,6	0,8	0,030	0,030	0,4...0,65	-	0,4...0,65
B2	0,05...0,15	1,2	0,8	0,030	0,030	1,0...1,5	-	0,4...0,65
B2H	0,1...0,25	1,2	0,8	0,025	0,025	1,0...1,5	-	0,4...0,65
B3	0,05...0,15	1,2	0,8	0,030	0,030	2,0...2,5	-	0,9...1,2
B4	0,12	1,2	0,8	0,030	0,030	1,75...2,25	-	0,4...0,65
B5	0,18	1,2	0,8	0,030	0,030	0,4...0,65	-	0,9...1,2
B6	0,12	1,2	0,8	0,030	0,030	4,5...6,0	-	0,45...0,65
B6H	0,1...0,25	1,2	0,8	0,030	0,030	4,5...6,0	-	0,45...0,65
B8	0,12	1,2	0,8	0,030	0,030	8,0...10,0	-	0,8...1,2
B23	0,04...0,12	1,0	0,8	0,015	0,020	1,9...2,9	0,5	0,3
B24	0,04...0,12	1,0	0,8	0,015	0,020	1,9...2,9	0,3	0,8...1,2
B91	0,08...0,13	1,2**	0,8	0,010	0,010	8,0...10,5	0,8**	0,85...1,20
F1	0,12	0,7...1,5	0,8	0,030	0,030	0,15	0,9...1,7	0,55
F2	0,17	1,25...2,25	0,8	0,030	0,030	-	0,4...0,8	0,4...0,65
F3	0,17	1,25...2,25	0,8	0,030	0,030	-	0,7...1,1	0,4...0,65
F4	0,17	1,6	0,8	0,035	0,030	0,6	0,4...0,8	0,25
F5	0,17	1,2...1,8	0,8	0,020	0,020	0,65	2,0...2,8	0,3...0,8
F6	0,14	0,8...1,85	0,8	0,020	0,020	0,65	1,5...2,25	0,6
M1	0,1	0,6...1,6	0,8	0,030	0,030	0,15	1,25...2,0	0,35
M2	0,1	0,9...1,8	0,8	0,020	0,020	0,35	1,4...2,0	0,25...0,65
M3	0,1	0,9...1,8	0,8	0,020	0,020	0,65	1,8...2,6	0,2...0,7
M4	0,1	1,3...2,25	0,8	0,020	0,020	0,8	2,0...2,8	0,3...0,8
M5	0,12	1,6...2,5	0,5	0,015	0,015	0,4	1,4...2,1	0,2...0,5
M6	0,12	1,6...2,5	0,5	0,015	0,015	0,4	1,4...2,1	0,7...1,0
Ni1	0,12	1,6***	0,8	0,025	0,030	0,15	0,75...1,1	0,35
Ni2	0,12	1,6***	0,8	0,025	0,030	-	2,0...2,9	-
Ni3	0,12	1,6***	0,8	0,025	0,030	0,15	2,8...3,8	-
Ni4	0,14	1,6	0,8	0,025	0,030	-	1,4...2,1	0,1...0,35
Ni5	0,12	1,6***	0,8	0,025	0,030	-	0,7...1,1	0,1...0,35
Ni6	0,14	1,6***	0,8	0,025	0,030	-	0,7...1,1	0,1...0,35
W	0,12	0,5...1,6	0,8	0,030	0,035	0,45...0,7	0,4...0,8	-
G	не регламентировано							

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - $Mn+Ni \leq 1,4\%$ см. п. 7.2.3.1. приложения А стандарта SFA/AWS A5.23/A5.23M

*** - при содержании C не более 0,1%, max содержание Mn может быть повышено до 1,8%

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Химический состав наплавленного металла

Индекс	Содержание основных легирующих элементов [%]*								
	Cu	V	Ti	Zr	B	Al	W	Nb	N
A1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
A3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
A4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B2H	0,35	0,3	-	-	-	-	-	-	-
B3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B5	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B6	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B6H	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B8	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
B23	0,25	0,15...0,3	-	-	0,006	0,04	1,5...2,0	0,02...0,1	0,07
B24	0,25	0,15...0,3	0,1	-	0,006	0,04	-	0,02...0,1	0,05
B91	0,25	0,15...0,25	-	-	-	0,04	-	0,02...0,1	0,02...0,07
F1	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
F2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
F3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
F4	0,35	V + Ti + Zr ≤ 0,03	-	-	-	-	-	-	-
F5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
F6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
M1	0,3	V + Ti + Zr ≤ 0,03	-	-	-	-	-	-	-
M2	0,3	V + Ti + Zr ≤ 0,03	-	-	-	-	-	-	-
M3	0,3	V + Ti + Zr ≤ 0,03	-	-	-	-	-	-	-
M4	0,3	V + Ti + Zr ≤ 0,03	-	-	-	-	-	-	-
M5	0,3	0,02	0,03	0,02	-	-	-	-	-
M6	0,3	0,02	0,03	0,02	-	-	-	-	-
Ni1	0,35	V + Ti + Zr ≤ 0,05	-	-	-	-	-	-	-
Ni2	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni3	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni4	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni5	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni6	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
W	0,3...0,75	-	-	-	-	-	-	-	-
G	не регламентировано								

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - Mn+Ni ≤ 1,4% см. п. 7.2.3.1. приложения А стандарта SFA/AWS A5.23/A5.23M

*** - при содержании С не более 0,1%, max содержание Mn может быть повышено до 1,8%

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

OK Flux 10.62							
Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3, 4, 5 Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 32							
Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.62/проволока							
Классификации:							
Марка проволоки	EN ISO 14171-A	EN ISO 26304-A	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	EN ISO 26304-A	AWS A 5.23	
OK Autrod 13.21	S2Ni1	-	ENi1	S 42 4 FB S2Ni1 H5	-	F7A6-ENi1-Ni1	F7P8-ENi1-Ni1
OK Autrod 12.24	S2Mo	-	EA2	S 46 4 FB S2Mo H5	-	F8A6-EA2-A2	F8P6-EA2-A2
OK Autrod 13.27	S2Ni2	-	ENi2	S 46 7 FB S2Ni2 H5	-	F7A10-ENi2-Ni2	F7P10-ENi2-Ni2
OK Autrod 13.49	S2Ni3	-	ENi3	S 46 8 FB S2Ni3 H5	-	F8A15-ENi3-Ni3	F8P15-ENi3-Ni3
OK Autrod 12.34	S3Mo	-	EA4	S 50 4 FB S3Mo H5	-	F8A6-EA4-A4	F8P6-EA4-A4
OK Autrod 13.24	S3Ni1Mo0,2	-	ENi6	S 50 6 FB S3Ni1Mo0,2 H5	-	F8A10-ENi6- ENi6	F8P8-ENi6- ENi6
OK Autrod 13.40	-	S3Ni1Mo	EG	-	S 55 6 FB S3Ni1Mo H5 (DC+)	F9A8-EG-F3 (DC+)	F9P8-EG-F3
					S 62 6 FB S3Ni1Mo H5 (AC)	F10A8-EG-F3 (AC)	
OK Autrod 13.43	-	S3Ni2,5CrMo	EG	-	S 69 6 FB S3Ni2,5CrMo H5	F11A8-EG-G	F11P8-EG-G
OK Tubrod 15.24S	-	-	-	-	S 46 5 FB T3Ni1	F8A6-EC-G	-
OK Tubrod 15.27S	-	-	-	-	T 69 6 FB T Z H5	F11A8-EC-G	-

Одобрения проволок или наплавленного металла:											
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNVGL	LR	PMPC
OK Autrod 13.21											
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0							A3YTM			
OK Autrod 13.27	2.5; 3.0; 4.0							A5Y46M H5			5Y46M H5
OK Autrod 13.49	4.0										
OK Autrod 12.34								A4Y50M H5			4Y50M H5
OK Autrod 13.24	3.2; 4.0							A5Y46M H5			
OK Autrod 13.40	4.0							A4Y55M H5			5Y55M H5
OK Autrod 13.43								A4Y69M H5			
OK Tubrod 15.24S											
OK Tubrod 15.27S											

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):											
Марка проволоки	Химический состав						Механические свойства				
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Cr	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 13.21	0,06	0,25	1,00	0,90			470	560	28	+20	244
										-20	200
										-40	88
										-51	75
OK Autrod 12.24	0,07	0,22	1,00		0,50		500	580	25	+20	175
										-20	100
										-40	75
										-51	56
OK Autrod 13.27	0,06	0,25	1,00	2,10			460	570	28	-20	175
										-40	138
										-60	100
										-73	63
OK Autrod 13.49	0,06	0,25	1,00	3,10			500	600	27	-70	119
										-101	50
OK Autrod 12.34	0,10	0,21	1,45		0,50		540	620	24	+20	213
										-20	175
										-40	144
										-51	56
OK Autrod 13.24	0,08	0,30	1,40	0,90	0,20		530	620	25	-40	150
										-50	138
										-60	88
										-73	63
OK Autrod 13.40 (DC+)	0,07	0,26	1,50	0,90	0,50		610	690	24	-40	113
										-50	100
										-62	63
OK Autrod 13.40 (AC)	0,10	0,23	1,45	0,90	0,50		650	730	23	-40	125
										-50	113
										-62	75
OK Autrod 13.43	0,11	0,25	1,50	2,20	0,50	0,60	700	800	21	-20	125
										-40	94
										-50	8111
										-62	63
OK Tubrod 15.24S	0,07	0,25	1,75	0,75			510	610	29	-50	133
OK Tubrod 15.27S	0,08	0,40	1,90	2,50	0,50		747	812	23	-40	138
										-60	100

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

OK Flux 10.71					
Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, КСМ, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3 НИЦ «Мосты», Газпром, Интергазсерт, Транснефть, ВНИИЖТ Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 34					
Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71/проволока					
Классификации:					
Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
OK Tubrod 14.02S	-	-	-	F7A2-EC-A4	-
OK Tubrod 15.21TS	-	-	-	F7A2-EC-G	-
OK Autrod 13.36	S2Ni1Cu	EG	S 46 3 AB S2Ni1Cu H5	F8A2-EG-G	-
OK Autrod 12.24	S2Mo	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4
OK Autrod 13.27	S2Ni2	ENi2	S 46 5 AB S2Ni2 H5	F8A6-ENi2-Ni2	F7P6-ENi2-Ni2
OK Autrod 12.34	S3Mo	EA4	S 50 3 AB S3Mo H5	F8A4-EA4-A3	F8P2-EA4-A3
OK Autrod 13.24	S3Ni1Mo0,2	ENi6	S 50 4 AB S3Ni1Mo0,2 H5	F8A5-EG- Ni6	F8P4-EG- Ni6
OK Tubrod 15.24S	-	-	S 46 4 AB TZ	F8A6-EC-G	-
OK Autrod 13.64	S2MoTiB	EA2TiB	S 4T 4 AB S2MoTiB H5	F8TA6-EA2TiB	-

Одобрения проволок или наплавленного металла:											
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV/GL	LR	PMPC
OK Tubrod 14.02S											
OK Tubrod 15.21TS											
OK Autrod 13.36											
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0	•	•	•			3YTM	A3YTM	III YTM	3YM, 3YT	3YTM
OK Autrod 13.27	2.5; 3.0; 4.0										
OK Autrod 12.34											
OK Autrod 13.24	3.2; 4.0	•		•							
OK Tubrod 15.24S											
OK Autrod 13.64	3.0; 4.0; 5.0	•	•								

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):														
Марка проволоки	Химический состав									Механические свойства				
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Cr	Cu	Ti	B	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Tubrod 14.02S	0,05	0,50	1,30	0,55						450	550	26	-	-
OK Tubrod 15.21TS	0,07	0,50	1,30		0,50	0,55				450	550	27	-30	50
OK Autrod 13.36	0,08	0,50	1,30	0,70		0,30	0,50			510	590	27	+20	188
													-20	113
													-30	100
OK Autrod 12.24	0,05	0,40	1,40		0,50					540	620	23	+20	163
													0	138
													-20	88
													-40	50
OK Autrod 13.27	0,05	0,40	1,40	2,20						520	620	28	-20	150
													-40	113
													-51	63
OK Autrod 12.34	0,09	0,40	1,60		0,50					550	635	23	+20	169
													0	150
													-20	125
													-30	100
OK Autrod 13.24	0,07	0,50	1,45	0,90	0,20					600	680	25	+20	188
													-20	150
													-40	113
													-46	50
OK Tubrod 15.24S	0,07	0,50	2,00	0,75						530	620	25	-40	70
OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварки	0,05	0,50	1,50		0,50			0,10	0,010	550	650	28	-51	50

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

OK Flux 10.74											
Одобрения флюса: НАКС группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК группы ОМ: 1, 2, 3 Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 36											
Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.74/проволока											
Классификации:											
Марка проволоки	Проволока			Наплавленный металл							
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23		EN ISO 14171-A	AWS A 5.23						
OK Autrod 12.24	S2Mo	EA2		S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4					
OK Autrod 13.64	S2MoTiB	EA2TiB		S 4T 4 AB S2MoTiB H5	F8TA6-EA2TiB	-					
OK Autrod 12.34	S3Mo	EA4		S 50 2 AB S3Mo H5	F9A2-EA4-A3	F9P0-EA4-A3					
Одобрения проволок или наплавленного металла:											
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV-GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0										
OK Autrod 13.64	3.0; 4.0; 5.0										
OK Autrod 12.34											
Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):											
Марка проволоки	Химический состав						Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	Ti	B	σ_t [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.24	0,05	0,40	1,40	0,50			520	590	24	0	125
										-20	81
										-40	38
OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварки	0,05	0,30	1,70	0,50	0,10	0,010	550	650	26	-51	88
OK Autrod 12.34	0,08	0,40	1,60	0,50			590	670	24	0	113
										-20	69
										-29	50

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных



OK Flux 10.77

Одобрения флюса: НАКС
 группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК
 группы ОМ: 1, 2, 3
 Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 37

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.77 / проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
OK Autrod 12.24	S2Mo	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4
OK Autrod 13.64	S2MoTiB	EA2TiB	S 4T 4 AB S2MoTiB H5	F8TA6-EA2TiB	-
OK Autrod 12.34	S3Mo	EA4	S 50 2 AB S3Mo H5	F9A2-EA4-A3	F9P0-EA4-A3

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV-GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0										
OK Autrod 13.64	3.0; 4.0; 5.0										
OK Autrod 12.34											

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав						Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	Ti	B	σ_t [МПа]	σ_b [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.24	0,05	0,40	1,40	0,50			520	590	24	0	125
										-20	81
										-40	38
OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварки	0,05	0,30	1,70	0,50	0,10	0,010	550	650	26	-51	88
OK Autrod 12.34	0,08	0,40	1,60	0,50			590	670	24	0	113
										-20	69
										-40	50

2. Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных

OK Flux 10.81

Одобрения флюса: НАКС
 группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК
 группы ОМ: 1, 2, 4
 Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 38

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
OK Autrod 13.36	S2Ni1Cu	EG	S 50 A AR S2Ni1Cu	F9A0-EG-G	-
OK Autrod 12.24	S2Mo	EA2	S 50 A AR S2Mo	F9AZ-EA2-A4	F7PZ-EA2-A4

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметр)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
OK Autrod 13.36											
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0										

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав							Механические свойства				
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Cr	Cu	σ_t [МПа]	σ_b [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 13.36	0,07	0,90	1,40	0,70		0,30	0,50	570	680	23	+20	69
											0	50
											-18	44
OK Autrod 12.24	0,07	0,80	1,50		0,50		565	660	23	+20	81	
										0	56	

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.



Электроды для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ГОСТ 9467-75

Э - 1

S – электрод

1 – индекс, определяющий химический состав и механические свойства наплавленного металла

Химический состав наплавленного металла

Тип электрода	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Nb	S	P
Э-09М	0,06-0,12	0,15-0,35	0,40-0,90			0,35-0,65			0,030	0,030
Э-09МХ	0,06-0,12	0,15-0,35	0,40-0,90	0,35-0,65		0,35-0,65			0,025	0,035
Э-09Х1М	0,06-0,12	0,15-0,40	0,50-0,90	0,80-1,20		0,40-0,70			0,025	0,035
Э-05Х2М	0,03-0,08	0,15-0,45	0,50-1,00	1,70-2,20		0,40-0,70			0,020	0,030
Э-09Х2М1	0,06-0,12	0,15-0,45	0,50-1,00	1,90-2,50		0,80-1,10			0,025	0,035
Э-09Х1МФ	0,06-0,12	0,15-0,40	0,50-0,90	0,80-1,25		0,40-0,70	0,10-0,30		0,030	0,035
Э-10Х1М1НФБ	0,07-0,12	0,15-0,40	0,60-0,90	1,00-1,40	0,60-0,90	0,70-1,00	0,15-0,35	0,07-0,20	0,025	0,030
Э-10Х3М1БФ	0,07-0,12	0,15-0,45	0,50-0,90	2,40-3,00		0,70-1,00	0,25-0,50	0,35-0,60	0,025	0,030
Э-10Х5МФ	0,07-0,13	0,15-0,45	0,50-0,90	4,00-5,50		0,35-0,65	0,10-0,35		0,025	0,035

Механические свойства наплавленного металла после соответствующей ТО при 20°С (не менее)

Тип электрода	Предел прочности σ_b , кгс/мм ² (МПа)	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость КСЧ, кг·м/см ² (Дж/см ²)
Э-09М	45 (441)	18	10 (98)
Э-09МХ	46 (451)	18	9 (88)
Э-09Х1М	48 (470)	18	9 (88)
Э-05Х2М	48 (470)	18	9 (88)
Э-09Х2М1	50 (490)	16	8 (78)
Э-09Х1МФ	50 (490)	16	8 (78)
Э-09Х1М1НФБ	50 (490)	15	7 (69)
Э-10Х3М1БФ	55 (539)	14	6 (59)
Э-10Х5МФ	55 (539)	14	6 (59)

ISO 3580:2004, а также идентичному ему EN ISO 3580:2011

ISO 3580-A : E - 1 - 2 3 4 H 5
факультативно

ISO 3580-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.1, а также механические свойства наплавленного металла, температуры предварительных подогревов и режимы послесварочной термической обработки согласно таб.2 стандарта ISO 3580

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Химический состав наплавленного металла

Индекс	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Nb	W	N
Mo	0,10	0,8	0,4...1,5	0,030	0,025	0,2	0,4...0,7	0,03	-	-	-	-
MoV	0,03...0,12	0,8	0,4...1,5	0,030	0,025	0,3...0,6	0,8...1,2	0,25...0,6	-	-	-	-
CrMo0,5	0,05...0,12	0,8	0,4...1,5	0,030	0,025	0,4...0,65	0,4...0,65	-	-	-	-	-
CrMo1	0,05...0,12	0,8	0,4...1,5	0,030	0,025	0,9...1,4	0,45...0,7	-	-	-	-	-
CrMo1L	0,05	0,8	0,4...1,5	0,030	0,025	0,9...1,4	0,45...0,7	-	-	-	-	-
CrMoV1	0,05...0,15	0,8	0,7...1,5	0,030	0,025	0,9...1,3	0,9...1,3	0,1...0,35	-	-	-	-
CrMo2	0,05...0,12	0,8	0,4...1,3	0,030	0,025	2,0...2,6	0,9...1,3	-	-	-	-	-
CrMo2L	0,05	0,8	0,4...1,3	0,030	0,025	2,0...2,6	0,9...1,3	-	-	-	-	-
CrMo5	0,03...0,12	0,8	0,4...1,5	0,025	0,025	4,0...6,0	0,4...0,7	-	-	-	-	-
CrMo9	0,03...0,12	0,6	0,4...1,3	0,025	0,025	8,0...10,0	0,9...1,2	0,15	1,0	-	-	-
CrMo91	0,06...0,12	0,6	0,4...1,5	0,025	0,025	8,0...10,5	0,8...1,2	0,15...0,3	0,4...1,0	0,03...0,1	-	0,02...0,07
CrMoWV12	0,15...0,22	0,8	0,4...1,3	0,025	0,025	10,0...12,5	0,8...1,2	0,2...0,4	0,8	-	0,4...0,6	-
Z	Прочие комбинации											
Прочие элементы, если их содержание не регламентировано: Ni ≤ 0,3%; Cu ≤ 0,3%; Nb ≤ 0,01%												

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

Требования к механическим характеристикам наплавленного металла

Индекс	min значение				Мехпроходная температура и предварительный подогрев [°C]	Термообработка	
	Предел текучести [МПа]	Предел прочности [МПа]	Относительное удлинение [%]	KCV при +20°C [Дж/см ²]		Температура [°C]*	Время ±10 [мин]
Mo	355	510	22	59	<200	570...620	60
MoV	355	510	18	59	200...300	690...730	60
CrMo0,5	355	510	22	59	100...200	600...650	60
CrMo1	355	510	20	59	150...250	660...700	60
CrMoV1	435	590	15	30	200...300	680...730	60
CrMo2	400	500	18	59	200...300	690...750	60
CrMo2L	400	500	18	59	200...300	690...750	60
CrMo5	400	590	17	59	200...300	730...760	60
CrMo9	435	590	18	42,5	200...300	740...780	120
CrMo91	415	585	17	59	200...300	750...770	120...180
CrMoWV12Si	550	690	15	42,5	250...350** или 400...500**	740...780	min 120
Z	В соответствии с рекомендациями производителя						

* - охлаждение в печи до 300°C со скоростью не более 200°C/час, далее охлаждение на воздухе до комнатной температуры

** - сразу после сварки охладить до температуры 120...100°C и выдержать в течение 1 часа

2 – индекс, определяющий тип покрытия электрода согласно п.4.4А стандарта ISO 3580

Индекс	Вид покрытия
R	Рутиловое
B	Основной

3 – индекс, определяющий коэффициент наплавки электрода (отношение веса наплавленного металла к весу израсходованного стержня), род и полярность применяемого тока согласно таб.4А стандарта ISO 3580

Индекс	Коэффициент наплавки K _c , %	Род тока и полярность
1	K _c ≤ 105	переменный, постоянный - обратная (+)
2		постоянный
3	105 < K _c ≤ 125	переменный, постоянный - обратная (+)
4		постоянный

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.



4 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначен электрод согласно таб.5А стандарта ISO 3580

Индекс	Положение швов при сварке
1	Все (РА, РВ, РС, РЕ, ПФ, ПГ)
2	Все, кроме вертикального сверху вниз (РА, РВ, РС, РЕ, ПФ)
3	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол (РА, РВ)
4	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол, вертикальный сверху вниз (РА, РВ, ПГ)

H – диффузионно свободный водород

5 – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.6 стандарта ISO 3580.

Индекс	мл водорода на 100 г металла
5	≤5,0
10	≤10,0
15	≤15,0

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ЦЛ-39 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод, предназначенный для сварки тонкостенных изделий и выполнения корневых проходов при изготовлении оборудования и трубопроводов атомных электростанций, а также других видов оборудования энергетического машиностроения (котлы, сосуды и др.) из легированных теплоустойчивых хромомолибденванадиевых сталей марок 12Х1МФ, 14Х1ГМФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, W.No 1.7715, 15 CrMoV 5-10 и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 565°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5 мм Режимы прокали: 360-400°C, 2-2,5 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ</p> <p>ТУ 1272-164-55224353-2015</p> <p>EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2</p> <p>ОСТ 24.948.01-90</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C 0,09 Mn 0,75 Si 0,30 Cr 1,00 Mo 0,55 V 0,20 P max 0,030 S max 0,025</p>	<p>После термообработки 720-750°C, 5 часов $\sigma_t \geq 343$ МПа $\sigma_b \geq 490$ МПа $\delta \geq 16\%$ KCU: ≥ 78 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЦЛ-20 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод аналогичный ЦЛ-39, но предназначенный для выполнения заполняющих и облицовочных проходов при сварке оборудования и трубопроводов атомных электростанций, а также других видов оборудования энергетического машиностроения (котлы, сосуды и др.) из легированных теплоустойчивых хромомолибденванадиевых сталей марок 12Х1МФ, 14Х1ГМФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 565°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 360-400°C, 2-2,5 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ</p> <p>ТУ 1272-163-55224353-2015</p> <p>EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2</p> <p>ОСТ 24.948.01-90</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: КО, МО, ОХНВП группы ОМ: 4, 4+5 ГосАтомНадзор</p>	<p>C 0,09 Mn 0,75 Si 0,30 Cr 1,05 Mo 0,55 V 0,20 P max 0,030 S max 0,025</p>	<p>После термообработки 720-750°C, 5 часов $\sigma_t \geq 343$ МПа $\sigma_b \geq 490$ МПа $\delta \geq 16\%$ KCU: ≥ 78 Дж/см² при +20°C</p>

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Флюсы и проволоки для дуговой сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

ISO 14174:2012, а также идентичных ему EN ISO 14174:2012

Классификацию см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 26

Классификации проволок или наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ISO 24598:2012, а также идентичному ему EN ISO 24598:2012

ISO 24598-A : **S** **1** **2** **3**

ISO 24598-A – стандарт, согласно которому производится классификация

S – материал применяется для дуговой сварки под флюсом

1 – индекс, определяющий тип сварочного материала

S – проволока сплошного сечения

T – проволока порошкоавя

2 – индекс, определяющий химический состав проволоки сплошного сечения в соответствии с таблицей 4 или наплавленного металла в соответствии с таблицей 5 стандарта ISO 24698. Механические свойства наплавленного металла после соответствующей термической обработки регламентируются таб.1 данного стандарта

Химический состав проволоки сплошного сечения

Индекс	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu**	Nb	W	N
Mo	0,08...0,15	0,05...0,25	0,8...1,2	0,025	0,025	0,2	0,45...0,65	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
MnMo	0,08...0,15	0,05...0,25	1,3...1,7	0,025	0,025	0,2	0,45...0,65	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
MoV	0,08...0,15	0,1...0,3	0,6...1,0	0,020	0,020	0,3...0,6	0,5...1,0	0,25...0,45	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo1	0,08...0,15	0,05...0,25	0,6...1,0	0,020	0,020	0,9...1,3	0,4...0,65	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMoV1	0,08...0,15	0,05...0,25	0,8...1,2	0,020	0,020	0,9...1,3	0,9...1,3	0,1...0,35	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo2	0,08...0,15	0,05...0,25	0,3...0,7	0,020	0,020	2,2...2,8	0,9...1,15	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo2Mn***	0,10	0,5	0,5...1,2	0,020	0,015	2,0...2,5	0,9...1,2	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo2L	0,05	0,05...0,25	0,3...0,7	0,020	0,020	2,2...2,8	0,9...1,15	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo5	0,03...0,10	0,2...0,5	0,4...0,75	0,020	0,020	5,5...6,5	0,5...0,8	0,03	0,3	0,3	0,01	-	-
CrMo9	0,06...0,10	0,3...0,6	0,3...0,7	0,025	0,025	8,5...10,0	0,8...1,2	0,15	1,0	0,3	0,01	-	-
CrMo91	0,07...0,15	0,6	0,4...1,5	0,020	0,020	8,0...10,5	0,8...1,2	0,15...0,3	0,4...1,0	0,25	0,03...0,1	-	0,02...0,07
CrMoWV12	0,22...0,3	0,05...0,4	0,4...1,2	0,025	0,020	10,5...12,5	0,8...1,2	0,2...0,4	0,8	0,3	0,01	0,35...0,8	-
Z	Прочие комбинации												

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в проволоке

** - включая омедненный слой

*** - желательно отношение $Mn/Si > 2$

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.



Химический состав металла, наплавленного порошковой проволокой или проволокой сплошного сечения в сочетании с заданным флюсом

Индекс	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Nb	W	N
Mo	0,15	0,8	1,4	0,030	0,030	0,2	0,4...0,65	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
MnMo	0,15	0,8	2,0	0,030	0,030	0,2	0,4...0,65	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
MoV	0,15	0,8	1,4	0,030	0,030	0,2...0,6	0,45...1,0	0,2...0,45	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo1	0,15	0,8	1,2	0,030	0,030	0,8...1,3	0,35...0,65	0,03	0,3	0,4	0,01	-	-
CrMoV1	0,15	0,8	1,4	0,030	0,030	0,8...1,3	0,8...1,3	0,1...0,35	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo2	0,15	0,8	1,2	0,030	0,030	2,0...2,8	0,8...1,15	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo2Mn**	0,10	0,8	1,4	0,030	0,020	1,8...2,5	0,8...1,2	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo2L	0,05	0,8	1,2	0,030	0,030	2,0...2,8	0,8...1,15	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo5	0,10	0,8	1,2	0,030	0,030	4,5...6,5	0,45...0,8	0,03	0,3	0,35	0,01	-	-
CrMo9	0,10	0,8	1,2	0,030	0,030	8,0...10,0	0,7...1,2	0,15	1,0	0,35	0,01	-	-
CrMo91	0,15	0,8	1,8	0,030	0,030	8,0...10,5	0,7...1,2	0,1...0,3	1,0	0,35	0,02...0,1	-	0,02...0,07
CrMoWV12	0,24	0,8	1,4	0,030	0,030	9,5...12,0	0,7...1,2	0,15...0,4	0,8	0,35	0,01	0,3...0,8	-
Z	Прочие комбинации												

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле.

** - желательное отношение $Mn/Si > 2$

Требования к механическим характеристикам наплавленного металла

Индекс	min значение				Мехпроходная температура и предварительный подогрев [°C]	Термообработка	
	Предел текучести [МПа]	Предел прочности [МПа]	Относительное удлинение [%]	KCV при +20°C [Дж/см²]		Температура [°C]*	Время ±15 [мин]
Mo	355	510	22	59	<200	-	-
MnMo	355	510	22	59	<200	-	-
MoV	355	510	18	59	200...300	690...730	60
CrMo1	355	510	20	59	150...250	660...700	60
CrMoV1	435	590	15	30	200...300	680...730	60
CrMo2	400	500	18	59	200...300	690...750	60
CrMo2Mn	400	500	18	59	200...300	690...750	60
CrMo2L	400	500	18	59	200...300	690...750	60
CrMo5	400	590	17	59	200...300	730...760	60
CrMo9	435	590	18	42,5	200...300	740...780	120
CrMo91	415	585	17	59	250...350	750...760	180
CrMoWV12	550	690	15	42,5	250...350** или 400...500**	740...780	120
Z	В соответствии с рекомендациями производителя						

* - охлаждение в печи до 300°C со скоростью не более 200°C/час, далее охлаждение на воздухе до комнатной температуры

** - сразу после сварки охладить до температуры 120...100°C и выдержать в течение 1 часа

2 – индекс, определяющий тип флюса, в сочетании с которым получен наплавленный металл, по химическому составу согласно таб.3 стандарта ISO 24698

Символ	Тип флюса
MS	Марганцовисто-силикатный
CS	Кальциево-силикатный
CG	Кальциево-магниевый
CB	Кальциево-магниевый-основный
CG-I	Кальциево-магниевый с добавлением железа
CB-I	Кальциево-магниевый-основный с добавлением железа
GS	Магниево-силикатный
ZS	Циркониево-силикатный

Символ	Тип флюса
RS	Рутилово-силикатный
AR	Алюминатно-рутиловый
BA	Основно-алюминатный
AAS	Кисло-алюминатно-силикатный
AB	Алюминатно-основный
AS	Алюминатно-силикатный
AF	Алюминатно-фтористо-основный
FB	Фторидно-основные
Z	Прочие

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

SFA/AWS A5.23/A5.23M:1997

AWS A5.23	:	F	S	1	T	2	3	-	E	C	4	5	-	6	7	H	8
		факультативно			факультативно				факультативно								

Классификацию см. в разделе 2.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей» на стр. 47

OK Flux 10.62

Одобрения флюса: НАКС
 группы ОТУ: ГДО, ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, ПТО, СК
 группы ОМ: 1, 2, 3, 4, 5
 Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 28

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.62/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл	
	EN ISO 24598-A	AWS A 5.23	AWS A 5.23	
OK Autrod 12.24	S S Mo	EA2	F8A6-EA2-A2	F8P6-EA2-A2
OK Autrod 12.34	S S MnMo	EA4	F8A6-EA4-A4	F8P6-EA4-A4
OK Autrod 13.10 SC	S S CrMo1	EB2R	-	F8P2-EB2R-B2
OK Autrod 13.20 SC	S S CrMo2	EB3R	-	F8P2-EB3R-B3
OK Autrod 13.33	S S CrMo5	EB6	-	F8PZ-EB6-B6

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC
OK Autrod 12.24	2.0; 3.0; 4.0; 5.0										
OK Autrod 12.34							A4Y50M H5				4Y50M H5
OK Autrod 13.10 SC	2.0; 3.2; 4.0										
OK Autrod 13.20 SC	3.2; 4.0										
OK Autrod 13.33											

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.



Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):										
Марка проволоки	Химический состав					Механические свойства				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Autrod 12.24	0,07	0,22	1,00		0,50	После ТО 605-635°C, 1 час				
						510	580	30	+20	175
									-20	94
									-40	69
									-51	50
OK Autrod 12.34	0,10	0,21	1,45		0,50	После ТО 605-635°C, 1 час				
						540	620	25	+20	206
									-20	150
									-40	88
									-51	50
OK Autrod 13.10 SC	0,08	0,22	0,70	1,10	0,50	После ТО 660-700°C, 1 час				
						500	610	26	-18	138
									-29	100
OK Autrod 13.20 SC	0,08	0,20	0,60	2,20	0,95	После ТО 690-750°C, 1 час				
						525	620	25	-18	150
									-29	100
OK Autrod 13.33	0,07	0,30	0,55	6,00	0,60	После ТО 730-760°C, 1 час				
						500	600	23	+20	150

OK Flux 10.71

Одобрения флюса: НАКС

Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 34

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Наплавленный металл
	AWS A 5.23
OK Tubrod 15.21TS	F7A2-EC-G
OK Tubrod 14.07S (для теплообменных панелей)	F9AZ-EC-B2

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл									
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV/GL	LR	PMPC
OK Tubrod 15.21TS											
OK Tubrod 14.07S											

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав					Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	Cr	σ_T [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]
OK Tubrod 15.21TS	0,06	0,50	1,30	0,50	0,65	480	590	24	-29	42
OK Tubrod 14.07S	0,06	0,50	0,95	0,50	1,25	640	720	23	+20	38

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

OK Flux 10.81												
Одобрения флюса: НАКС Описание флюса см. в разделе 1.6. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 38												
Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока												
Классификации:												
Марка проволоки	Проволока					Наплавленный металл						
	EN ISO 24598-A					AWS A 5.23						
OK Autrod 13.10 SC (для теплообменных панелей)	S S CrMo1					EB2R						F9PZ-EB2R-G
Одобрения проволок или наплавленного металла:												
Марка проволоки	Проволока	Наплавленный металл										
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	НИЦ «Мосты»	ВНИИЖТ	ABS	BV	DNV.GL	LR	PMPC	
OK Autrod 13.10 SC	2.0; 3.2; 4.0											
Типичные свойства наплавленного металла после сварки:												
Марка проволоки	Химический состав					Механические свойства						
	C	Si	Mn	Mo	Cr	σ_T [МПа]	σ_b [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см ²]		
OK Autrod 13.10 SC	0,06	0,90	1,40	0,50	1,00	После ТО 670-710°C, 1 час						
						650	730	22	+20	38		

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.



Электроды на основе высоколегированных сталей

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

ГОСТ 10052-75

Э - 1

S – электрод

1 – индекс, определяющий химический состав и механические свойства наплавленного металла согласно таб. 1, а также содержание ферритной фазы согласно таб. 2 ГОСТ 10052-75

Химический состав наплавленного металла и содержание ферритной фазы в аустенитных наплавках наиболее часто встречающихся типов электродов на основе высоколегированных сталей

Тип по ГОСТ 10052-75	Содержание легирующих элементов [%]**													% ф/ф
	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	W	N	
Э-12Х13	0,08-0,16	0,5-1,5	0,3-1,0	0,03	0,035	0,6	11,0-14,0	-	-	-	-	-	-	-
Э-06Х13Н	0,08	0,2-0,6	0,4	0,03	0,035	1,0-1,5	11,5-14,5	-	-	-	-	-	-	-
Э-10Х17Т	0,14	1,2	1,0	0,03	0,04	0,6	15,0-18,0	-	-	0,05-0,2	-	-	-	-
Э-12Х11НМВФ	0,09-0,15	0,5-1,1	0,3-0,7	0,03	0,035	0,6-0,9	10,0-12,0	0,6-0,9	0,2-0,4	-	-	0,8-1,3	-	-
Э-10Х16Н4Б	0,05-0,16	0,8	0,7	0,03	0,035	3,0-4,5	14,0-17,0	-	-	-	0,02-0,12	-	-	-
Э-08Х24Н6ТАФМ	0,10	1,2	0,7	0,02	0,035	5,0-6,0	22,0-26,0	0,05-0,1	0,05-0,15	0,02-0,08	-	-	0,2	-
Э-04Х20Н9	0,06	1,0-2,0	0,3-1,2	0,018	0,03	7,5-10,0	18,0-22,5	-	-	-	-	-	-	4,0-10,0
Э-07Х20Н9	0,09	1,0-2,0	0,3-1,2	0,02	0,03	7,5-10,0	18,0-21,5	-	-	-	-	-	-	2,0-8,0
Э-06Х22Н9	0,08	1,2-2,0	0,2-0,7	0,02	0,03	7,5-9,6	20,5-23,5	-	-	-	-	-	-	10,0-20,0
Э-08Х17Н8М2	0,05-0,12	0,8-2,0	1,1	0,02	0,03	7,2-10,0	15,5-19,5	1,4-2,5	-	-	-	-	-	2,0-10,0
Э-02Х20Н14Г2М2	0,03	1,0-2,5	1,0	0,02	0,025	13,0-15,5	17,5-22,5	1,8-3,2	-	-	-	-	-	0,5-4,0
Э-08Х19Н10Г2Б	0,05-0,12	1,0-2,5	1,2	0,02	0,03	8,5-10,5	18,0-20,5	-	-	-	0,7*-1,3	-	-	2,0-5,5
Э-08Х20Н9Г2Б	0,05-0,12	1,0-2,5	1,3	0,02	0,03	8,0-10,5	18,0-22,0	-	-	-	0,7*-1,3	-	-	2,0-10,0
Э-09Х19Н10Г2М2Б	0,12	1,0-2,5	1,2	0,02	0,03	8,5-12,0	17,0-20,0	1,8-3,0	-	-	0,7*-1,3	-	-	2,0-10,0
Э-08Х19Н9Ф2С2	0,10	1,0-2,0	1,0-2,0	0,03	0,035	7,5-10,0	17,5-20,5	-	1,5-2,3	-	-	-	-	5,0-15,0
Э-07Х19Н11М3Г2Ф	0,09	1,5-3,0	0,6	0,02	0,03	9,5-12,0	17,0-20,0	2,0-3,5	0,35-0,75	-	-	-	-	2,0-8,0
Э-10Х25Н13Г2	0,12	1,0-2,5	1,0	0,02	0,03	11,5-14,0	22,5-27,0	-	-	-	-	-	-	2,0-10,0
Э-12Х24Н14С2	0,14	1,0-2,0	1,2-2,2	0,02	0,03	13,0-15,0	22,0-25,0	-	-	-	-	-	-	2,0-10,0
Э-10Х25Н13Г2Б	0,12	1,2-2,5	0,4-1,2	0,02	0,03	11,5-14,0	21,5-26,5	-	-	-	0,7*-1,3	-	-	2,0-10,0
Э-10Х28Н12Г2	0,12	1,5-3,0	1,0	0,02	0,03	11,0-14,0	25,0-30,0	-	-	-	-	-	-	10,0-20,0
Э-10Х20Н9Г6С	0,13	4,8-7,0	0,5-1,2	0,02	0,04	8,5-11,0	18,5-21,5	-	-	-	-	-	-	0
Э-28Х24Н16Г6	0,22-0,35	5,0-7,5	0,5	0,02	0,035	14,5-17,0	22,5-26,0	-	-	-	-	-	-	0
Э-11Х15Н25М6АГ2	0,08-0,14	1,0-2,3	0,7	0,02	0,03	13,5-17,0	23,0-27,0	4,5-7,0	-	-	-	-	0,2	0

* - но не менее 8х%С

** - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле

ISO 3581:2003 с изменениями 2008 и 2011 г., а также идентичные ему EN ISO 3581:2012 и аналогичный EN 1600:1997

ISO 3581-A : E 1 2 3 4
факультативно

ISO 3581-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – группа индексов, определяющих химический состав согласно таб.1 и типичные механические свойства наплавленного металла согласно таб.2 стандарта ISO 3581. Буква Z перед соответствующим индексом означает, что химический состав наплавленного металла не совсем точно соответствует требованиям таб.1

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.

Химический состав наплавленного металла наиболее часто встречающихся электродов на основе высоколегированных сталей

Индекс	Содержание легирующих элементов [%]**										
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb+Ta***	
13	0,12	1,0	1,5	0,025	0,03	11,0-14,0	0,6	0,75	0,75	-	-
134	0,06	1,0	1,5	0,025	0,03	11,0-14,5	3,0-5,0	0,4-1,0	0,75	-	-
17	0,1	0,9	1,0	0,03	0,04	15,0-18,0	0,6	0,75	0,75	-	-
199H	0,04-0,08	1,2	2,0	0,025	0,03	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	0,75	-	-
199L	0,04	1,2	2,0	0,025	0,03	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	0,75	-	-
199Nb	0,08	1,2	2,0	0,025	0,03	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	0,75	8x%C-1,1	-
19 12 3 L	0,04	1,2	2,0	0,025	0,03	17,0-20,0	10,0-13,0	2,5-3,0	0,75	-	-
19 12 3 Nb	0,08	1,2	0,5-2,5	0,03	0,04	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	0,75	6x%C-1,1	-
19 13 4 NL	0,04	1,2	1,0-5,0	0,025	0,03	17,0-20,0	12,0-15,0	3,0-4,5	0,75	-	0,2
22 9 3 NL	0,04	1,2	2,5	0,025	0,03	21,0-24,0	7,5-10,5	2,5-4,0	0,75	-	0,08-0,2
25 9 4 NL	0,04	1,2	2,5	0,025	0,03	24,0-27,0	8,0-10,5	2,5-4,5	1,5	-	0,2-0,3
20 25 5 Cu NL	0,04	1,2	1,0-4,0	0,025	0,03	19,0-22,0	24,0-27,0	4,0-7,0	1,0-2,0	-	0,25
20 16 3 Mn NL	0,04	1,2	5,0-8,0	0,025	0,035	18,0-21,0	15,0-18,0	2,5-3,5	0,75	-	0,2
25 22 2 NL	0,04	1,2	1,0-5,0	0,025	0,03	24,0-27,0	20,0-23,0	2,0-3,0	0,75	-	0,2
27 31 4 Cu L	0,04	1,2	2,5	0,025	0,03	26,0-29,0	30,0-33,0	3,0-4,0	0,6-1,5	-	-
18 8 Mn	0,20	1,2	4,5-7,5	0,025	0,035	17,0-20,0	7,0-10,0	0,75	0,75	-	-
20 10 3	0,10	1,2	2,5	0,025	0,03	18,0-21,0	9,0-12,0	1,5-3,5	0,75	-	-
23 12 L	0,04	1,2	2,5	0,025	0,03	22,0-25,0	11,0-14,0	0,75	0,75	-	-
23 12 Nb	0,10	1,2	2,5	0,025	0,03	22,0-25,0	11,0-14,0	0,75	0,75	8x%C-1,1	-
23 12 2 L	0,04	1,2	2,5	0,025	0,03	22,0-25,0	11,0-14,0	2,0-3,0	0,75	-	-
29 9	0,15	1,2	2,5	0,025*	0,035*	27,0-31,0	8,0-12,0	0,75	0,75	-	-
25 20	0,06-0,20	1,2	1,0-5,0	0,025	0,03	23,0-27,0	18,0-22,0	0,75	0,75	-	-

* - $S+P \leq 0,05$

** - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле

*** - в Nb+Ta содержание Ta max 20%

2 – индекс, определяющий тип покрытия электрода согласно п.4.3А стандарта ISO 3581

Индекс	Вид покрытия
R	Рутиловое
B	Основной

3 – индекс, определяющий коэффициент наплавки электрода (отношение веса наплавленного металла к весу израсходованного стержня), род и полярность применяемого тока согласно таб.4А стандарта ISO 3581

Индекс	Коэффициент наплавки Kc, %	Род тока и полярность
1	Kc ≤ 105	переменный, постоянный - обратная (+)
2		постоянный
3	105 < Kc ≤ 125	переменный, постоянный - обратная (+)
4		постоянный
5	125 < Kc ≤ 160	переменный, постоянный - обратная (+)
6		постоянный
7	Kc > 160	переменный, постоянный - обратная (+)
8		постоянный

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.



4 – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначен электрод согласно таб.5А стандарта ISO 3581

Индекс	Положение швов при сварке
1	Все (PA, PB, PC, PE, PF, PG)
2	Все, кроме вертикального сверху вниз (PA, PB, PC, PE, PF)
3	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол (PA, PB)
4	Нижнее (стыковые и валиковые швы) (PA)
5	Нижние стыковые швы, нижние в лодочку и в угол, вертикальный сверху вниз (PA, PB, PG)

SFA/AWS A5.4:2006

AWS A5.4 : **E** **1** – **2**

AWS A5.4 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.1 стандарта AWS A5.4

Химический состав наплавленного металла наиболее часто встречающихся электродов на основе высоколегированных сталей

Индекс	Содержание легирующих элементов [%]**										Cu
	C	Cr	Ni	Mo	Nb+Ta**	Mn	Si	P	S	N	
E307	0,04-0,14	18,0-21,5	9,0-10,7	0,5-1,5	-	3,3-4,75	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E308H	0,04-0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E308L	0,04	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E308LMo	0,04	18,0-21,0	9,0-12,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E309L	0,04	22,0-25,0	12,0-14,0	0,75	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E309Nb	0,12	22,0-25,0	12,0-14,0	0,75	0,7-1,0	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E309LMo	0,04	22,0-25,0	12,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E310	0,08-0,20	25,0-28,0	20,0-22,5	0,75	-	1,0-2,5	0,75	0,03	0,03	-	0,75
E310Mo	0,12	25,0-28,0	20,0-22,0	2,0-3,0	-	1,0-2,5	0,75	0,03	0,03	-	0,75
E312	0,15	28,0-32,0	8,0-10,5	0,75	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E316L	0,04	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E316LMn	0,04	18,0-21,0	15,0-18,0	2,5-3,5	-	5,0-8,0	0,9	0,04	0,03	0,1-0,25	0,75
E317L	0,04	18,0-21,0	12,0-14,0	3,0-4,0	-	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E318	0,08	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	6x%C-1,0	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E347	0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	8x%C-1,0	0,5-2,5	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E383	0,03	26,5-29,0	30,0-33,0	3,2-4,2	-	0,5-2,5	0,9	0,02	0,02	-	0,6-1,5
E385	0,03	19,5-21,5	24,0-26,0	4,2-5,2	-	1,0-2,5	0,9	0,03	0,02	-	1,2-2,0
E409Nb	0,12	11,0-14,0	0,6	0,75	0,5-1,5	1,0	1,0	0,4	0,03	-	0,75
E410	0,12	11,0-13,5	0,7	0,75	-	1,0	0,9	0,04	0,03	-	0,75
E410NiMo	0,06	11,0-12,5	4,0-5,0	0,4-0,7	-	1,0	0,9	0,04	0,03	-	0,75
E430	0,1	15,0-18,0	0,6	0,75	-	1,0	0,9	0,04	0,03	-	0,75
E430Nb	0,1	15,0-18,0	0,6	0,75	0,5-1,5	1,0	1,0	0,04	0,03	-	0,75
E16-8-2	0,1	14,5-16,5	7,5-9,5	1,0-2,0	-	0,5-2,5	0,6	0,03	0,03	-	0,75
E2209	0,04	21,5-23,5	8,5-10,5	2,5-3,5	-	0,5-2,0	1,0	0,04	0,03	0,08-0,2	0,75
E2307	0,04	22,5-25,5	6,5-10,0	0,8	-	0,4-1,5	1,0	0,03	0,02	0,1-0,2	0,5
E2553	0,06	24,0-27,0	6,5-8,5	2,9-3,9	-	0,5-1,5	1,0	0,04	0,03	0,1-0,25	1,5-2,5
E2594	0,04	24,0-27,0	8,0-10,5	3,5-4,5	-	0,5-2,0	1,0	0,04	0,03	0,2-0,3	0,75

* - единичное значение означает максимально допустимое содержание данного элемента в наплавленном металле

** - в Nb+Ta содержание Ta max 20%

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.

3 – индекс, определяющий характеристики электрода, такие как род тока и пространственные положения при сварке согласно таб.2, а также их эксплуатационную пригодность в соответствии с разделом А8 приложения к стандарту AWS A5.4

Классификация	Род тока и полярность	Пространственные положения	Тип обмазки / характеристики шлака
EXXX(X)-15	Постоянный обратной полярности	Все	Основная / быстро твердеющий
EXXX(X)-16	Постоянный обратной полярности или переменный	Все	Рутиловая, кислая, кисло-рутиловая, рутил-основная / быстро твердеющий
EXXX(X)-17	Постоянный обратной полярности или переменный	Все	Рутиловая, кислая, кисло-рутиловая, рутил-основная / медленно твердеющий
EXXX(X)-26	Постоянный обратной полярности или переменный	Нижнее и горизонталь на вертикальной поверхности	Рутиловая, рутил-основная, синтетическая / медленно твердеющий

Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ОЗЛ-8 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод для ручной электродуговой сварки сталей аустенитного класса марок 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H9, 12X18H9T, 12X18H10T или подобных, когда к сварным соединениям не предъявляются жесткие требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Наплавленный металл не имеет склонности к межкристаллитной коррозии: метод АМУ без провоцирующего отпуска, максимально допустимая глубина разрушения зерен не более 30 мкм. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле состоянии составляет 2...8% (расчетное по WRC-92 – FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы проковки: 330-350°C, 1-2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-07Х20Н9</p> <p>ISO 3581-A: E 19 9 H B 2 2</p> <p>AWS A5.4: E308H-15</p> <p>ТУ 1273-203-55224353-2018</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, СК группы ОМ: 8, 9, плакирующие 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p>	<p>C 0,06 Mn 1,50 Si 0,75 Cr 20,0 Ni 9,5 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 350$ МПа $\sigma_s \geq 550$ МПа $\delta_s \geq 35\%$ KCV: ≥ 50 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 100 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЦЛ-11 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод общетехнического назначения предназначен для сварки ответственных изделий из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок типа 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H9, 12X18H9T, 12X18H10T, 08X18H12Б, 12X18H12Т, AISI 321, 347 и им подобных, эксплуатирующихся при температурах до 400°C, когда к металлу сварного шва предъявляются требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Наплавленный металл не имеет склонности к межкристаллитной коррозии: метод АМУ, максимально допустимая глубина разрушения зерен не более 30 мкм. Сварка выполняется валиками шириной не более трех диаметров электродного стержня. Все кратеры должны заглавляться частыми короткими замыканиями электрода. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле состоянии составляет 2...10% (расчетное по WRC-92 – FN 3-18). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы проковки: 330-370°C, 1-2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-08Х20Н9Г2Б</p> <p>ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2</p> <p>ТУ 1273-161-55224353-2015</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП группы ОМ: 8, 9, плакирующие 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C 0,08 Mn 1,80 Si 0,70 Cr 20,0 Ni 9,2 Nb 1,00 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 310$ МПа $\sigma_s \geq 540$ МПа $\delta_s \geq 22\%$ KCV: ≥ 50 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 80 Дж/см² при +20°C</p>

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.



Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ЭА 400/10У Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод предназначен для сварки оборудования из коррозионностойких сталей аустенитного класса марок 08X18H10T, 08X18H10T-ВД, 12X18H10T, 08X18H12T, 08X18H13M2T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T, X18H-22B2T2, AISI 318, 321, 347 и им подобных работающих в жидких агрессивных неокислительных средах при температуре до 350°C не подвергающегося термообработке после сварки, а также для наплавки второго слоя на поверхность изделий из стали перлитного класса, когда к сварочным соединениям предъявляются требования стойкости против межкристаллитной и питтинговой коррозии. Наплавленный металл не имеет склонности к межкристаллитной коррозии: метод АМУ, максимально допустимая глубина разрушения зерен не более 30 мкм. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет 2...8% (расчетное по WRC-92 – FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокали: 200-250°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-07X19H11M3Г2Ф</p> <p>ОСТ5Р.9370-2011</p> <p>ТУ 1273-159-55224353-2015</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C 0,06 Mn 2,20 Si 0,35 Cr 18,2 Ni 10,8 Mo 2,75 V 0,50 P max 0,030 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЭА 400/10Т Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод по своим свойствам аналогичен ЭА 400/10У, однако, благодаря добавки в обмазку небольшого количества рутила (ОСТ5Р.9370 относит покрытие ЭА-400/10Т к рутилово-основному), обладает более высокими сварочно-технологическими характеристиками, необходимыми при выполнении наплавки антикоррозионных слоев сосудов, изготавливаемых из двухслойных сталей в нижнем положении. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет 2...8% (расчетное по WRC-92 – FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокали: 200-250°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-07X19H11M3Г2Ф</p> <p>ОСТ5Р.9370-2011</p> <p>ТУ 1273-158-55224353-2015</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C max 0,10 Mn 2,20 Si 0,35 Cr 18,2 Ni 10,8 Mo 2,75 V 0,50 P max 0,030 S max 0,025</p>	<p>$\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см² при +20°C</p>

Электроды для сварки высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ОЗЛ-8 Тип покрытия – основное</p> <p>Благодаря повышенному содержанию углерода и не-высокому содержанию ферритной фазы, данные электроды можно применять для сварки изделий из сталей аустенитного класса марок 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H9, 12X18H9T, 12X18H10T или подобных, эксплуатирующихся под высокими механическими нагрузками при температурах до 550°C. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле состоянии составляет 2...8% (расчетное по WRC-92 – FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокали: 330-350°C, 1-2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-07X20H9</p> <p>ISO 3581-A: E 19 9 H B 2 2</p> <p>AWS A5.4: E308H-15</p> <p>ТУ 1273-203-55224353-2018</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОТОГ, ОХНВП, СК группы ОМ: 8, 9, плакирующие 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p>	<p>C 0,06 Mn 1,50 Si 0,75 Cr 20,0 Ni 9,5 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 350$ МПа $\sigma_B \geq 550$ МПа $\delta \geq 35\%$ KCV: ≥ 50 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 100 Дж/см² при +20°C</p>

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.

Электроды для сварки высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ОЗЛ-6 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод применяется для сварки литья и проката из хромоникелевых окалиностойких сталей типа 20X23H13, 20X23H18, 20X25H20C2 и им подобных, работающих в окислительных средах при температурах до 1000°C. Однако, следует помнить, что металл, наплавленный данными электродами, склонен к охрупчиванию при высоких температурах эксплуатации. Поэтому, если к изделию предъявляются требования не только по окалиностойкости, но и по стойкости к растрескиванию при высоких температурах, данные электроды применяют только для сварки корневого прохода. Наплавленный металл стоек к МКК и не склонен к образованию пор и трещин. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2,5...10% (расчетное по WRC-92 – FN 4-18). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: 280-320°C, 1 час</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-10X25H13Г2</p> <p>ОСТ 5.9224-75</p> <p>ТУ 1273-167-55224353-2015</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП группы ОМ: 8, 9, 1+8, 1+9, 2+8, 2+9, переходный 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p>	<p>C max 0,12 Mn 1,80 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 340$ МПа $\sigma_B \geq 560$ МПа $\delta \geq 33\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 100 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЗИО-8 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод близкий по своим характеристикам к ОЗЛ-6, но содержащий меньшее количество вредных примесей. Первое его назначение – сварка окалиностойких и жаропрочных сталей аустенитного класса марок 20X23H13, 20X23H18, 20X25H20C2 и им подобных, работающих в окислительных средах при температурах до 1000°C. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...6% (расчетное по WRC-92 – FN 3-11). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокалики: 200-250°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-10X25H13Г2</p> <p>ОСТ5P9370-2011</p> <p>ТУ 1273-168-55224353-2015</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,60 Cr 25,0 Ni 13,0 P max 0,020 S max 0,015</p>	<p>$\sigma_T \geq 294$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см² при +20°C</p>

Электроды для сварки разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ОЗЛ-6 Тип покрытия – основное</p> <p>Второе его назначение – сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса, а также для наплавки переходных слоев при сварке изделий из двухслойных сталей. Данные электроды также можно применять для сварки высокохромистых сталей ферритного класса типа 15X25T. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет 2,5...11% (расчетное по WRC-92 – FN 4-18). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалики: 280-320°C, 1 час</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-10X25H13Г2</p> <p>ОСТ 5.9224-75</p> <p>ТУ 1273-167-55224353-2015</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП группы ОМ: 8, 9, 1+8, 1+9, 2+8, 2+9, переходный 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p>	<p>C max 0,12 Mn 1,80 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>$\sigma_T \geq 340$ МПа $\sigma_B \geq 560$ МПа $\delta \geq 33\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 100 Дж/см² при +20°C</p>

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.



Электроды для сварки разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p>ЗИО-8 Тип покрытия – основное</p> <p>Второе его назначение – наплавка кромок и антикоррозионных покрытий на стали перлитного класса при изготовлении узлов и конструкций изделий судового машиностроения и объектов использования атомной энергии. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет 2...6% (расчетное по WRC-92 – FN 3-11). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы проковки: 200-250°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2</p> <p>ОСТ 5Р.9370-81</p> <p>ТУ 1273-168-55224353-2015</p> <p>ГосАтомНадзор</p>	<p>C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,60 Cr 25,0 Ni 13,0 P max 0,020 S max 0,015</p>	<p>$\sigma_T \geq 294$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см² при +20°C</p>
<p>ЭА-395/9 Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод предназначен для сварки ответственных конструкций из легированных высокопрочных сталей с ограниченной свариваемостью, сварки сталей аустенитного класса типа 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т и им аналогичных со сталями перлитного класса, наплавки переходного слоя при сварке изделий из двухслойных плакированных сталей и для предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса при их сварке со сталями аустенитного класса. Могут также использоваться также для сварки между собой различных марок сталей аустенитного и аустенитно-ферритного класса без требования к стойкости против межкристаллитной коррозии. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле ~0% (расчетное по WRC-92 – FN ~0). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Выпускаемые диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы проковки: 200-250°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2</p> <p>EN ISO 3581-A: E Z 15 25 6 N B 2 2</p> <p>ОСТВ5Р.9374-81</p> <p>ТУ 1273-160-55224353-2015</p> <p>НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм группы ОТУ: ГО, КО, МО, НГДО, ОХНВП, СК группы ОМ: 8, 9, переходный 1/8, 1/9, 2/8, 2/9, 4/8, 4/9</p>	<p>C 0,10 Mn 1,80 Si 0,55 Cr 15,0 Ni 25,0 Mo 6,0 N 0,14 P max 0,030 S max 0,018</p>	<p>$\sigma_T \geq 392$ МПа $\sigma_B \geq 608$ МПа $\delta \geq 30\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥ 120 Дж/см² при +20°C</p>

5. Типы упаковок сварочных материалов

Коробки картонные для покрытых электродов

Используются при поставке нелегированных и низколегированных покрытых электродов 1.6x300 мм, 2.0x300 мм, 2.5x350 мм, 3.0x350 мм, 3.2x350 мм, 3.2x450 мм, 4.0x450 мм, 5.0x450 мм и 6.0x450 мм. Вес электродов в коробке может варьироваться, в зависимости от марки электродов, упакованных в них. Обычно вес такой упаковки с электродами длиной 300 мм находится в диапазоне 1,5...2 кг, 350 мм – 4,0...4,5 кг, 450 мм – 5,5...6,5 кг. Марки электродов, наиболее востребованных в розничной продаже, могут выпускаться в малых пачках, рассчитанных на половинный объем электродов. Все картонные коробки упаковываются в термоусадочную полиэтиленовую пленку, предохраняющую коробку от кратковременного негативного воздействия внешних природных факторов, таких как дождь или снег. Однако данная упаковка не может защитить обмазку электродов от насыщения влагой. Электроды с основной обмазкой, выпускаемые в таких коробках, перед применением рекомендуется подвергать прокатке с дальнейшей их укладкой в термопеналы.



Мешки бумажные для флюсов

Используются при поставке флюсов для нелегированных, низколегированных и теплоустойчивых сталей (упаковки по 25 кг) и флюсов для высоколегированных сталей и никелевых сплавов (упаковки по 20 или 25 кг в зависимости от марки флюса). Внутри бумажного мешка флюс упакован в полиэтиленовый пакет, предохраняющий его от кратковременного негативного воздействия внешних природных факторов, таких как дождь или снег. Однако данная упаковка не может защитить флюс от насыщения влагой, поэтому перед применением его рекомендуется подвергать сушке с дальнейшим хранением в термостатическом бункере или шкафу.



Мешки BigBag для флюсов

Используются при поставке флюсов для нелегированных, низколегированных сталей на предприятия массового производства, таких как заводы по производству труб для магистральных трубопроводов (упаковки по 1000 кг). Внутри полипропиленового мешка флюс упакован в полиэтиленовый пакет, предохраняющий его от кратковременного негативного воздействия внешних природных факторов, таких как дождь или снег. Однако данная упаковка не может защитить флюс от насыщения влагой, поэтому перед применением его рекомендуется подвергать сушке с дальнейшим хранением в термостатическом бункере или шкафу.



Упаковки BlockPac для флюсов

Используются при поставке высокоосновных флюсов для особо ответственных изделий из нелегированных, низколегированных и теплоустойчивых сталей для которых низкое содержание водорода в наплавленном металле является одним из критических условий (упаковки по 25 или 1000 кг). Упаковка представляет собой многослойный пакет с алюминиевым вкладышем, исключая какой-либо контакт флюса с окружающей атмосферой. Данный вид упаковки позволяет не выполнять процедуру сушки флюса перед употреблением. Для флюсов, поставляемых в упаковках BlockPac, условия хранения не регламентируются, однако, при их перемещении из более холодного помещения в более теплое, чтобы исключить выпадение конденсата, перед вскрытием упаковки их рекомендуется выдерживать при данной температуре не менее 12 часов.



5. Типы упаковок сварочных материалов



<p>Катушка тип 24</p> <p>Пластиковая катушка, классифицируемая по стандарту EN ISO 544 как S 300 с проволокой рядной намотки. Используется при поставке проволок сплошного сечения и порошковых проволок. Тип 24-7 (арт. XXXX XX2 47X) – 15 кг</p>	
<p>Катушка тип 46</p> <p>Пластиковая катушка, классифицируемая по стандарту EN ISO 544 как S 200 с проволокой нерядной намотки. Используется при поставке проволок сплошного сечения на основе железных, никелевых и медных сплавов (тип 46-0), алюминиевых сплавов (тип 46-2), а также порошковых проволок (тип 46-3 и 56). Тип 46-0 (арт. XXXX XX4 60X) – 5 кг</p>	
<p>Катушка тип 67</p> <p>Катушка каркасного типа, не требующая использования адаптеров, классифицируемая по стандарту EN ISO 544 как BS 300 с проволокой рядной намотки. Используется при поставке омедненных нелегированных и низколегированных проволок сплошного сечения (тип 67-0 и 67-1), а также порошковых проволок (тип 67-3). Тип 67-0 (арт. XXXX XX6 70X) – 15 кг Тип 67-1 (арт. XXXX XX6 71X) – 18 кг</p>	
<p>Катушка тип 77</p> <p>Катушка под адаптор, классифицируемая по стандарту EN ISO 544 как B 300 с проволокой рядной намотки на каркасе круглой формы из нелегированной проволоки. Используется при поставке омедненных нелегированных и низколегированных проволок сплошного сечения Тип 77-0 (арт. XXXX XX7 70X) – 15 кг Тип 77-1 (арт. XXXX XX7 71X) – 18 кг Устанавливается на адаптере арт. 0349 495 784 или 2155 400 000</p>	

5. Типы упаковок сварочных материалов

Бухта тип 93

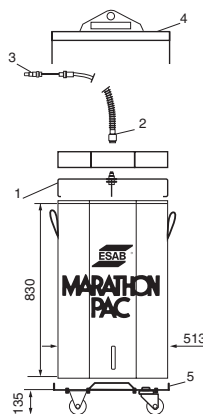
В октогональной картонной упаковке Standard Marathon Pac™, не требующей размоточных устройств, поставляются проволоки сплошного сечения на основе нелегированных и низколегированных сталей с омедненной поверхностью.

Тип 93-0 (арт. XXXX XX9 30X) – 200 кг

Тип 93-2 (арт. XXXX XX9 32X) – 250 кг

Требуются дополнительные аксессуары:

1. Разъем крышки марафона арт. F102 433 880
2. Проволокопровод
 - 1,8 м арт. F102 437 881
 - 3,0 м арт. F102 437 882
 - 4,5 м арт. F102 437 883
 - 6,0 м арт. F102 437 887
 - 8,0 м арт. F102 437 884 12,0 м арт. F102 437 885
3. Разъем на подающий мех-м арт. F102 440 880
4. Траверса арт. F102 607 880
5. Тележка арт. F102 365 880



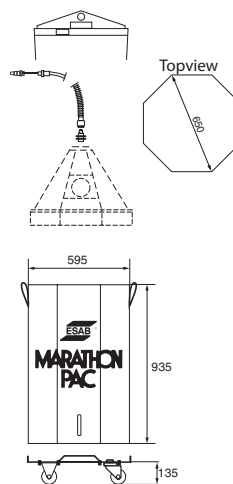
Бухта тип 94

В октогональной картонной упаковке Jumbo Marathon Pac™, не требующей размоточных устройств, поставляются проволоки сплошного сечения на основе нелегированных сталей с омедненной и неомедненной поверхностью.

Тип 94-0 (арт. XXXX XX9 40X) – 475 кг

Требуются дополнительные аксессуары:

1. Колпак пластиковый арт. F103 901 001
2. Проволокопровод
 - 1,8 м арт. F102 437 881
 - 3,0 м арт. F102 437 882
 - 4,5 м арт. F102 437 883
 - 6,0 м арт. F102 437 887
 - 8,0 м арт. F102 437 884
 - 12,0 м арт. F102 437 885
3. Разъем на подающий мех-м арт. F102 440 880
4. Траверса арт. F102 537 880
5. Тележка арт. F103 900 880
6. Разъем на колпак арт. F102 442 880



6. Транспортировка и хранение сварочных материалов



Максимальный срок хранения

Если условия хранения сварочных материалов соответствуют требованиям, прописанным в данном разделе для конкретной группы, максимальный срок хранения составляет три года. По истечению этого срока, перед применением этих сварочных материалов, необходимо проводить комплекс проверочных испытаний.

Качество сварки

Образование пор может быть вызвано попаданием газа в жидкую сварочную ванну. Этот газ может быть следствием недостаточной газовой защиты, наличия влаги на свариваемых кромках, ржавчины или смазки, а также недостаточным количеством раскислителей в основном металле, электроде или присадочной проволоке. Наибольшую опасность представляют червеобразные поры, причиной которых являются сильное загрязнение поверхностей или влажные электроды. На радиографических снимках они читаются как вытянутые по форме селедочной кости поры. Подобные поры образуются из-за большого количества газа, поглощенного закристаллизовавшимся металлом сварочной ванны.

Водород обычно повышает склонность к образованию трещин в шве или зоне термического влияния (ЗТВ). Водород в сочетании с остаточными напряжениями и повышенной чувствительностью сталей к трещинам может привести к появлению холодных трещин через несколько часов и даже дней после окончания сварки. Высокопрочные стали, а также конструкции с высоким уровнем остаточных напряжений наиболее чувствительны к водородному охрупчиванию. В таких ситуациях ЭСАБ рекомендует применять виды сварки и сварочные материалы, которые дают минимальное содержание водорода в наплавке в сочетании с соответствующими процедурами предварительного подогрева, соблюдением межпроходных температур и послесварочной термической обработкой.

Следует помнить, что существуют другие пути попадания водорода в наплавленный металл, такие, как из влаги атмосферы или свариваемый металл в процессе эксплуатации или обработки набрал в себя большое количество водорода. Водород также может попадать с поверхности свариваемого или присадочного металла, из масла или краски и т.п. Приведенные в таблице данные показывают, при каком сочетании относительной влажности и разницы температур между окружающим воздухом и материалом, на его поверхности может происходить конденсация нежелательной влаги. Например, если относительная влажность воздуха составляет 70%, а температура свариваемого изделия или электрода (проволоки) на 5°C ниже температуры окружающего воздуха, на их поверхности может конденсироваться влага. Это может произойти, когда заготовки или электроды (проволока) перемещаются из холодного цеха, склада или с улицы в теплое помещение.

$(T_{\text{воздуха}} - T_{\text{металла}})^* [^{\circ}\text{C}]$	Относительная влажность [%]	$(T_{\text{воздуха}} - T_{\text{металла}})^* [^{\circ}\text{C}]$	Относительная влажность [%]
0	100	12	44
1	93	13	41
2	87	14	38
3	81	15	36
4	75	16	34
5	70	18	30
6	66	20	26
7	61	22	23
8	57	24	21
9	53	26	18
10	50	28	16
11	48	30	14

* Разница между температурой изделия или сварочного материала и температурой окружающего воздуха

ПОКРЫТЫЕ ММА ЭЛЕКТРОДЫ

Электроды производства ЭСАБ могут поставляться в различных видах упаковок в зависимости от типа и класса

- Картонные коробки, запечатанные в термоусадочную пленку, не обеспечивают требуемую герметичность, поэтому влага из окружающей атмосферы может проникать вовнутрь упаковки и впитываться в электродное покрытие. Если у вас есть какие-либо сомнения в сухости электродов, их необходимо прокалить в соответствии с режимами, указанными на коробке.
- Вакуумная упаковка VacPac обеспечивает полную защиту от проникновения влаги внутрь упаковки при условии сохранности ее герметичности. При этом прокалка электродов перед применением не требуется.

Условия хранения

Все покрытые электроды чувствительны к поглощению влаги. Повышенное содержание влаги в покрытии может привести к образованию пор или водородному растрескиванию. Однако, если климатические параметры условий хранения отвечают данным требованиям, поглощение влаги электродами будет минимально:

- 5-15°C при максимальной относительной влажности 60%
- 15-25°C при максимальной относительной влажности 50%
- >25°C при максимальной относительной влажности 40%

6. Транспортировка и хранение сварочных материалов

При более низких температурах, для достижения требуемого уровня содержания влаги, достаточно поддерживать температуру хранения на 10°C выше температуры окружающей среды. Холодные упаковки перед вскрытием необходимо выдержать, чтобы они нагрелись до температуры окружающей атмосферы. При более высоких температурах требуемый уровень содержания влаги в воздухе может быть достигнуто за счет его осушки. Срок хранения электродов при вышеописанных условиях не должен превышать три года.

Прокалка

- Покрытые электроды с основной обмазкой и низким содержанием водорода перед применением в обязательном порядке должны подвергаться прокалке, когда для наплавленного металла регламентируются требования по содержанию диффузионного водорода и/или его сплошности (для упаковок VacPac не требуется).
- Нержавеющие электроды с кислым или рутиловым покрытием, а также все типы электродов с основной обмазкой могут при сварке давать поры, если значения влажности при их хранении не соответствовали требованиям. Для возвращения им изначальных свойств, их требуется также прокалить.
- Электроды для сварки углеродистых сталей с кислым или рутиловым покрытием обычно прокалки не требуют.
- Электроды с целлюлозным покрытием прокалывать не рекомендуется.
- Электроды, получившие серьезные повреждения от воздействия на них влаги, не могут быть восстановлены за счет повторной прокалки и должны быть забракованы.

Режимы прокалки

- Температуры прокалки электродов в сушильных шкафах и выдержки в термопечках, а также время прокалки указываются на упаковочных лейблах.
- Температура прокалки – это температура, до которой должен нагреться сам электрод. Время прокалки должно отсчитываться от того момента, когда температура электрода достигла заданного значения.
- Не укладывайте электроды в сушильном шкафу более чем в четыре слоя.
- Покрытые электроды не рекомендуется прокалывать более трех раз.

Изменение цвета обмазки электродов

Если в процессе хранения электродов произошло изменение цвета обмазки, их необходимо забраковать или связаться со специалистами компании ЭСАБ и получить консультацию.

Повреждение обмазки

Если у электродов произошло физическое повреждение обмазки, связанное с ее осыпанием на отдельных участках, такими электродами варить нельзя, и они должны быть забракованы.

MIG/MAG-ПРОВОЛОКИ

Сплошные MIG/MAG-проволоки должны храниться в сухих условиях, в оригинальной запечатанной неповрежденной упаковке, в которой они были поставлены. Контакт с водой или влажностью должен быть исключен. Не допускать попадания атмосферных осадков и конденсация влаги на холодной поверхности проволоки. Для предотвращения выпадения конденсата, храните проволоку в оригинальной упаковке, при необходимости, перед вскрытием упаковки, проволоку надо выдержать в теплом помещении до нагрева ее до температуры окружающей среды. Наличие на поверхности проволоки водородосодержащие вещества, таких как масло, жир, а также следов ржавчины, которая может адсорбировать на себя влагу, не допускается. Проволока на катушках поставляется запечатанной в пластиковую пленку, а частично использованная катушка должна быть опять помещена в полиэтиленовый пакет для предотвращения загрязнения ее поверхности. Проволоки должны храниться при соответствующих значениях температуры и относительной влажности. Открытая проволока не защищена от попадания на нее пыли. Чтобы предотвратить подобное загрязнение, оборудование, на котором установлена проволока, должно иметь защитный кожух, предотвращающий попадание пыли на катушку.

Упаковки MarathonPac под бухты для MIG/MAG- проволок разработаны с учетом простоты их транспортировки и последующей их утилизации. Коробка из картона, в которую помещена бухта, обработана специальной влагозащитной пропиткой, а установленные на паллете упаковки обернуты стрейч-пленкой, что защищает проволоку от влаги при транспортировке и хранении. После использования проволоки, необходимо выдернуть из восьмигранной коробки чалочные ремни, а саму упаковку сложить, чтобы она занимала минимум объема до ее отправки на утилизацию.

Все сплошные проволоки рекомендуется хранить при температуре не ниже 15°C и относительной влажности воздуха не более 60%.

Порошковые проволоки

Порошковые проволоки должны храниться в закрытых неповрежденных оригинальных упаковках. Их повреждение может вызвать серьезное сокращение срока годности сварочных материалов. Время хранения надо стремиться минимизировать за счет ускорения оборота склада.

С тех пор, как компоненты порошка стали защищаться от воздействия атмосферы специальными оболочками, нелегированные и низколегированные порошковые проволоки стали значительно медленнее насыщаться влагой. Строгая процедура контроля качества гарантирует минимальное содержание влаги в порошковых проволоках производства ЭСАБ, насколько это могут позволить производственные условия.

Поддерживать этот низкий уровень влаги в порошковых проволоках необходимо за счет соблюдения требований по условиям их хранения. Плохие условия хранения могут ухудшить заявленные свойства проволок и сократить



срок их хранения. Неадекватные условия хранения могут привести к появлению ржавчины на поверхности проволоки или ее порче, что может привести к нежелательным эффектам типа затрудненного ее движения по направляющему каналу и повышению содержания водорода в наплавленном металле.

Нержавеющие порошковые проволоки более чувствительны к насыщению влагой. Поэтому данные проволоки упаковываются в вакуумные упаковки с защитой из алюминиевой фольги. Требования по условиям их хранения аналогичны нелегированным и низколегированным проволокам. Для нержавеющей порошковой проволоки очень важным требованием является гарантированный возврат неизрасходованной части проволоки в требуемые условия хранения по окончании ее применения.

Испорченная продукция

Порошковой проволоке со следами ржавчины на поверхности, побывавшей в контакте с водой или влагой, а также пролежавшей длительное время под открытым воздухом, вернуть исходные свойства невозможно, а потому она должна быть забракована.

Флюсы для дуговой сварки

Содержание влаги в агломерированных флюсах производства компании ЭСАБ регламентируется на момент их производства. Содержание влаги определяется в соответствии с внутренними нормативными документами ЭСАБ. Перед транспортировкой каждая паллета с флюсом оборачивается стрейч-пленкой. Это позволяет поддерживать содержание влаги во флюсе на уровне, полученном при его производстве, настолько долго, насколько это возможно. При этом флюс не должен подвергаться воздействию влаги, например, попадать под дождь или снег.

Хранение

- Невскрытые упаковки с флюсом должны храниться в следующих условиях: температура $20^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$ при минимально возможной относительной влажности, но не более 60%
- Флюсы, поставляемые в упаковках BigBags со специальным алюминиевым вкладышем, могут храниться в более неблагоприятных условиях, т.к. данный вид упаковки надежно защищает флюс от насыщения им влаги до тех пор, пока упаковка не будет вскрыта или повреждена. Алюминиевый вкладыш надежно защищает флюс от насыщения влаги при хранении в самых жестких климатических условиях, таких как экваториальная зона. Влагозащищенная упаковка BigBags имеет специальный удобный разгрузочный рукав, который можно легко перекрывать в процессе сыпания флюса.
- Через 8 часов пребывания в незащищенных условиях, флюс должен быть помещен в сушильный шкаф или термобункер в котором поддерживается температура $150^{\circ}\pm 25^{\circ}\text{C}$
- Флюс, оставшийся в упаковке после ее вскрытия, должен дальше храниться при температуре $150^{\circ}\pm 25^{\circ}\text{C}$

Рециркуляция

- Воздух, используемый в системах рециркуляции флюса, должен быть осушен и не содержать масла.
- В систему рециркуляции необходимо периодически досыпать новый флюс из расчета одна часть нового на три части рециркулируемого.
- Инородные вещества, такие как шлак или окалина, должны отделяться от флюса, например за счет его просеивания.

Прокалка

- Если требуемые условия хранения и транспортировки флюса производства ЭСАБ соблюдались, то его можно применять без предварительной прокалки.
- В некоторых случаях, когда процедура прокалки флюса заложена в соответствующих нормативных документах потребителя, ее также необходимо производить.
- Также, если флюс по каким-либо причинам набрал в себя влагу, за счет прокалки ему можно вернуть исходные свойства.
- Режимы прокалки керамических флюсов: температура $300^{\circ}\pm 25^{\circ}\text{C}$, выдержка 2-4 часа.
- Оборудование для прокалки флюса либо должно обеспечивать его постоянное перемешивание, либо толщина прокаливаемого слоя не должна превышать 5 см.
- Если прокаленный флюс сразу не применяется, его необходимо хранить до момента использования при температуре $150^{\circ}\pm 25^{\circ}\text{C}$.







ESAB / esab.com

