ESAB

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2025
Издание 1

ESAB®

Оглавление

Введение

Настоящий справочник дополнен достаточно большим перечнем новых марок сварочных материалов, производство которых освоено на Российских заводах компании ESAB, а также значительно расширен перечень сварочных материалов, поставляемых с азиатских заводов ESAB. Представленные новые материалы аналогичны материалам европейского производства, поставка которых на Российский рынок стала невозможным после введения экономических санкций. Прежде чем поступить в продажу, новые сварочные материалы проходят тщательный отбор и тестирование на базе технологического центра ЭСАБ, базирующегося в г. Красногорск Московской области, а также в нескольких аккредитованных лабораториях, оснащенных современным оборудованием, позволяющем получать результаты испытаний с высокой степенью достоверности, а также оценить сходимость результатов, получаемых от них. Также, в сравнении с предыдущей версией каталога, из списка предлагаемых материалов убраны позиции, снятые с производства, или поставка которых признана нецелесообразной.

Как и раньше, данный каталог построен по принципу параллельного решения одной и той же задачи материалами для различных видов сварки в пределах одной группы свариваемых металлов.

Надеемся, что данной информации в сочетании с техническим описанием каждой из марок, приведенного в этом справочнике, будет вполне достаточно для оптимального подбора сварочного материала, который позволит решить поставленную перед Вами задачу.

Если для Вашей работы потребуются международные стандарты, указанные в данном каталоге, то их можно приобрести через сайт ФУГП «Стандартинформ» www.standards.ru. При этом 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.

Также за последнее время компанией ООО «ЭСАБ», которая несмотря на все политические сложности остается полноценным подразделением компании ESAB, провела большую работу по получению одобрений на применение новых сварочных материалов основными сертифицирующими органами России. Во-первых, одобрения некоторых Российских независимых сертифицирующих организаций и отраслевых институтов:

НАКС	Российским «Национальным Агентством по Контролю и Сварке». Выдает свидетельства на соответствие сварочных материалов требованиям СТО НАКС 2.7–2021, 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 «НИИТНН» (одновременно требуется аттестация НАКС на НГДО на соответствие требованиям «Транснефти»)
НИЦ «Мосты»	Материалы, включенные в СТО-ГК «Трансстоpй»-12-2007, СТО-ГК «Трансстоpй»-12-2019, СТО-ГК «Трансстрой»-005-2007, СТО-ГК «Трансстрой»-005-2019 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

Во-вторых, это одобрения Российских регистров судостроения:

РМРС	Российский морской регистр судостроения
РРР	Российский речной регистр судостроения

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 °C
2		0 °C
3		-20 °C
4		-40 °C
1Y	375 МПа	+20 °C
2Y		0 °C
3Y		-20 °C
4Y		-40 °C
5Y		-60 °C
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 и 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 диффузионного водорода:

H – диффузионно свободный водород

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

Индекс		мл водорода на 100 г металла
РМРС	РРР	
5	Н	≤5,0
10	НН	≤10,0
15	ННН	≤15,0

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. Для большинства из них 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

2 Нижнее в угол

3 Горизонтальный шов на вертикальной плоскости

4 Вертикальный шов на подъем

5 Вертикальный шов на спуск

6 Потолочный шов

Род тока и полярность:

= (+)DC+ постоянный ток обратной полярности (на электроде «+»)
= (–) DC- постоянный ток прямой полярности (на электроде «-»)
~ AC переменный ток

$\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение
$\sigma_{\text{в}}$ – 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 на стандартном образце 10x10 мм
KCV – ударная вязкость [Дж/$см^2$] на V-образном надрезе Шарпи при испытаниях на ударный изгиб (KCV=KV/0,8)
KU – работа удара [Дж] на U-образном надрезе Менаже при испытаниях на ударный изгиб на стандартном образце 10x10 мм
KCU – ударная вязкость [Дж/$см^2$] на U-образном надрезе Менаже при испытаниях на ударный изгиб (KCU=KU/0,8)

Дисклеймер (отказ от ответственности)
Однако, следует помнить, что каталог не является истиной в последней инстанции. В нем невозможно учесть всех нюансов, связанных с изготовлением Вашей продукции и условиями ее эксплуатации. Ответственность за работоспособность продукции лежит на тех, кто ее разрабатывал и изготавливал. Поэтому всегда смотрите на выбор сварочного материала только с точки зрения вашей конструкции, ваших технологических возможностей и условий выполнения сварочных работ.
Если же 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. Но не стоит эту помощь воспринимать как возможность переложить часть своей ответственности еще на кого-то.

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

1.1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла: Химический состав, %	Типичные характеристики наплавленного металла: Механические свойства
ОЗС-12 **Тип покрытия – рутиловое** Универсальные электроды, предназначенные для сварки изделий из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа, судостроительных сталей нормальной и повышенной прочности категорий A, B, D и арматурных сталей 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 Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: прокалка не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 100-150°C, 60 мин.	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-144-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0 мм РМРС: 2 РРР: 2	C 0,07 Mn 0,65 Si 0,15 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 530 МПа δ 25% KCV: 90 Дж/см² при 0°C KCU: 150 Дж/см² при +20°C 70 Дж/см² при -40°C
МР-3 **Тип покрытия – рутиловое** Универсальные электроды, предназначенные для сварки ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа, судостроительных сталей нормальной и повышенной прочности категорий A, B, D и арматурных сталей во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск на постоянном токе обратной полярности и переменном токе. Электроды позволяют выполнять сварку по увеличенным зазорам. В отличие от большинства рутиловых электродов, МР-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 Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: прокалка не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°C, 30 мин.	ГОСТ 9467: Э46 ТУ 1272-126-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2,0; 5,0 мм (только для лотов с индексом SA) и Ø 3,0; 4,0 мм (для лотов с индексом HG и SA) РМРС: 2	C 0,09 Mn 0,65 Si 0,25 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 575 МПа δ 27% KCV: 90 Дж/см² при 0°C KCU: 135 Дж/см² при +20°C 70 Дж/см² при -40°C

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OK 46.00P
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 любой 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, OK 46.00P позволяют выполнять сварку тонкостенных изделий. Низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяет использовать эти электроды для сварки от бытовых источников.
Ток: ~ / = (+ / –)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Напряжение холостого хода: 50 В
Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм
Режимы прокалки: прокалка не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°С, 30 мин.</td><td>ГОСТ 9467: Э46

ТУ 1272-124-55224353-2013

ГОСТ Р ИСО 2560-A:
E 38 0 RC 11

EN ISO 2560-A:
E 38 0 RC 11

AWS A5.1: E6013</td><td rowspan="2">C 0,08
Mn 0,40
Si 0,30
P max 0,030
S max 0,030</td><td rowspan="2">$\sigma_т$ 400 МПа
$\sigma_в$ 510 МПа
δ 28%
KCV:
88 Дж/см² при 0°С
≥35 Дж/см² при -20°С
KCU:
≥110 Дж/см² при +20°С
57 Дж/см² при -40°С</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм

РМРС: 2
(для лотов с индексом HG)
PPP: 2
(для лотов с индексом SA)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">АНО-21
Тип покрытия – рутилово-целлюлозное
Бюджетная версия электродов OK 46.00P. Предназначены для сварки неответственных металлоконструкций из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей. Низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяет использовать эти электроды для сварки от бытовых источников.
Ток: ~ / = (+ / –)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Напряжение холостого хода: 50 В
Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм
Режимы прокалки: прокалка не требуется. В случае потери сварочно-технологических свойств из-за набора обмазкой высокой влажности, электроды просушить при 70-90°С, 30 мин.</td><td>ГОСТ 9467: Э46

ТУ 1272-199-55224353-2018

ГОСТ Р ИСО 2560-A:

E 38 0 RC 11

AWS A5.1: E6013</td><td rowspan="2">C 0,08
Mn 0,50
Si 0,30
P max 0,040
S max 0,040</td><td rowspan="2">$\sigma_т$ 445 МПа
$\sigma_в$ 530 МПа
δ 23%
KCV:
63 Дж/см² при 0°С
KCU:
100 Дж/см² при +20°С</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 2,0 мм (только для лотов с индексом SA)</td></tr>
</table>

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
УОНИИ 13/45 **Тип покрытия – основное** Электроды, предназначенные для сварки на постоянном токе обратной полярности особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 470 МПа (К38-К48), судостроительных сталей нормальной прочности категорий A, B, D и арматурных сталей во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Для сварки по зазору корневого прохода допускается использование прямой полярности. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода (не более 8 мл/100 г). Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинении дуги. Данные электроды соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75. Электроды также удовлетворяют всем требованиям к типу Э46А по ГОСТ 9467. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э42А ТУ 1272-135-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 35 2 B 2 2 H10 ОСТ5.9224-75 НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм РРР: 2НН	C 0,07 Mn 0,50 Si 0,25 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 460 МПа $\sigma_в$ 552 МПа δ 31% KCV: 175 Дж/см^2 при -20°С KCU: 265 Дж/см^2 при +20°С ≥80 Дж/см^2 при -40°С
ТМУ-21У **Тип покрытия – основное** Основное назначение – сварка на постоянном токе обратной полярности ответственных конструкций атомных и тепловых электростанций, а также трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 470 МПа (К38-К48) и арматурных сталей. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле не должно превышать 10 мл на 100 г наплавленного металла. 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. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-169-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 35 2 B 2 2 H10	C 0,09 Mn 0,85 Si 0,30 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 475 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 27% KCV: 130 Дж/см^2 при -20°С KCU: 240 Дж/см^2 при +20°С
ЦУ-5 **Тип покрытия – основное** Электроды предназначены для ручной электродуговой сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, на постоянном токе обратной полярности углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа (до К54). Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле не должно превышать 10 мл на 100 г наплавленного металла. Основное назначение – сварка корневых швов толстостенных трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей. Он также, нашли широкое применяются для приварки трубок теплообменников к трубным решеткам с температурой эксплуатации до 400°С, 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 Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм Режимы прокалки: 350-380°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-147-55224353-2014 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 35 2 B 2 2 H10 ОСТ 24.948.01-90 НАКС: Ø 2,5 мм	C 0,09 Mn 1,30 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ ≥355 МПа $\sigma_в$ ≥490 МПа δ ≥22% KCV: ≥59 Дж/см^2 при -20°С KCU: ≥137 Дж/см^2 при +20°С ≥43 Дж/см^2 при -40°С

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
УОНИИ 13/55 (общетехнические) **Тип покрытия – основное** Электроды общетехнического назначения, предназначенные для сварки на постоянном токе обратной полярности особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 540 МПа, судостроительных сталей нормальной и повышенной прочности категорий A, B, D, E, A32, A36, A40, D32, D36, D40, E32, E36, E40 и арматурных сталей 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. Для сварки по зазору корневого прохода допускается использование прямой полярности. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода (не более 8 мл/100 г). Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинении дуги. Ток: = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-125-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 42 3 B 2 2 H10 AWS A5.5: E7015-G НАКС: Ø 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм РРР: 3YHH	C 0,07 Mn 1,45 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 495 МПа $\sigma_в$ 590 МПа δ 25% KCV: 80 Дж/см^2 при -30°C KCU: ≥130 Дж/см^2 при +20°C ≥80 Дж/см^2 при -40°C 110 Дж/см^2 при -60°C ≥50 Дж/см^2 при -60°C
УОНИИ 13/55Р **Тип покрытия – основное** Электроды, предназначенные для сварки особо ответственных конструкций из судовых низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом текучести до 360 МПа типа A, B, D, E, A32, D32, E32, A36, D36, E36, изготавливаемых по ГОСТ 5521, арматурных сталей 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 (К60), заполняющих и облицовочных проходов труб класса прочности до API 5LX60 (К54). 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 Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-128-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 38 2 B 2 2 H10 AWS A5.1: E7015 НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм Газпром РМРС: 3YH10	C 0,07 Mn 1,00 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 465 МПа $\sigma_в$ 565 МПа δ 28% KCV: 95 Дж/см^2 при -20°C KCU: ≥130 Дж/см^2 при +20°C 150 Дж/см^2 при -30°C ≥80 Дж/см^2 при -40°C 95 Дж/см^2 при -60°C ≥50 Дж/см^2 при -60°C
УОНИИ 13/55 (мостовые) **Тип покрытия – основное** Электроды аналогичные УОНИИ 13/55, изготовляемым по ТУ 1272-125-55224353-2013, но с использованием несколько другой формулы обмазки. Их основное назначение – монтажная сварка в нижнем положении по широкому зазору (~8 мм) на медной подкладке на форсированных токах без опасения получения холодных трещин даже при низкой температуре окружающей среды. Электроды имеют разрешение на применение для всех видов мостовых конструкций (включая ж/д) всех климатических исполнений (включая Северное Б – до -60°С). Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле не превышает 10 мл на 100 г наплавленного металла. Следует учитывать, что в отличии от общетехнических УОНИИ 13/55 и УОНИИ 13/55Р, из-за особенностей сварочно-технологических характеристик, их проблематично применять для сварки в различных пространственных положениях и не рекомендуется применять для сварки неповоротных стыков трубопроводов. Ток: = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-148-55224353-2015 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 42 3 B 2 2 H10 НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм ЦНИИТС	C 0,07 Mn 1,45 Si 0,45 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 515 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 27% KCV: 100 Дж/см^2 при -30°C 75 Дж/см^2 при -40°C KCU: 190 Дж/см^2 при +20°C 150 Дж/см^2 при -40°C 100 Дж/см^2 при -60°C

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>УОНИИ 13/55 (атомные)
Тип покрытия – основное
Электроды, обладающие наиболее высокими пластическими свойствами наплавленного металла из всех разновидностей электродов УОНИИ 13/55, выпускаемых Российскими заводами компании ЭСАБ. Предназначены для ручной электродуговой сварки на постоянном токе конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом текучести до 390 МПа для объектов тепловой и атомной энергетики. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле не превышает 10 мл на 100 г наплавленного металла. Данные электроды соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75.
Ток: = (+ / –)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм
Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа</td><td>ГОСТ 9467: Э50А

ТУ 1272-149-55224353-2015

ГОСТ Р ИСО 2560-А:
Е 38 2 В 2 2 Н10

ОСТ 5.9224-75
<hr>НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм</td><td>C 0,07
Mn 0,90
Si 0,30
P max 0,025
S max 0,025</td><td>$\sigma_т$ 470 МПа
$\sigma_в$ 570 МПа
δ 29%
KCV:
110 Дж/см² при -20°С
KCU:
225 Дж/см² при +20°С</td></tr>
<tr><td>OK 48 P
Тип покрытия – основное
Универсальный электрод, предназначенный для ручной электродуговой сварки на постоянном токе обратной полярности углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей, работающих при низких температурах. В отличии от электродов типа УОНИИ 13/55, они отличаются более мягкой эластичной дугой, лучшему отделению шлаковой корки, более высокой ударной вязкостью наплавленного металла, а благодаря высокому содержанию в обмазке железного порошка, обеспечивается коэффициент наплавки около 125%, что позволяет значительно повысить производительность сварочных работ. Но из-за этого, при сварке трубопроводов, их рекомендуется применять только для заполняющих и облицовочных слоев.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм
Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа</td><td>ГОСТ 9467: Э50А

ТУ 1272-183-55224353-2017

ГОСТ Р ИСО 2560-А:
Е 42 4 В 4 2 Н10

AWS A5.1: E7018
<hr>НАКС: Ø 2,5; 3,0; 4,0 мм (для лотов с индексом HG и SA) и Ø 5,0 мм (только для лотов с индексом HG)</td><td>C 0,06
Mn 1,15
Si 0,50
P max 0,030
S max 0,020</td><td>$\sigma_т$ 475 МПа
$\sigma_в$ 560 МПа
δ 28%
KCV:
130 Дж/см² при -40°С
KCU:
270 Дж/см² при +20°С
≥130 Дж/см² при +20°С
150 Дж/см² при -60°С
≥50 Дж/см² при -60°С</td></tr>
<tr><td>OK 48.04P
Тип покрытия – основное
Универсальный электрод, предназначенный для сварки постоянном токе любой полярности и переменном токе особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа, работающих при знакопеременных нагрузках при низких температурах. Данные электроды особенно актуальны, когда невозможно избежать высоких напряжений в сварном шве. Среди электродов аналогичного класса OK 48.04P отличаются очень хорошими сварочно-технологическими свойствами и высокой производительностью. Наплавленный металл стоек к образованию трещин. Наплавленный металл отличается предельно низким содержанием диффузионно свободного водорода (менее 5 мл/100 г), а обмазка достаточно высокой стойкостью к насыщению влагой (LMA-тип), благодаря чему рекомендуется для сварки износостойких сталей типа HARDOX.
Ток: ~ / = (+ / –)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Напряжение холостого хода: 65 В
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм
Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа</td><td>ГОСТ 9467: Э50А

ТУ 1272-297-55224353-2023

EN ISO 2560-A:
E 42 4 B 3 2 H5

ГОСТ Р ИСО 2560-А:
Е 42 4 В 2 2 Н5

AWS A5.1: E7018
<hr>НАКС: Ø 2,5; 3,2; 4,0; 5,0 мм</td><td>C 0,06
Mn 1,10
Si 0,30
P max 0,025
S max 0,020</td><td>$\sigma_т$ 480 МПа
$\sigma_в$ 560 МПа
δ 28%
KCV:
163 Дж/см² при -30°С
125 Дж/см² при -40°С
≥34 Дж/см² при -46°С
KCU:
200 Дж/см² при -40°С
≥94 Дж/см² при -40°С
150 Дж/см² при -60°С</td></tr>
</table>

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
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 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,0 и 4,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-133-55224353-2013 EN ISO 2560-A: E 42 4 B 2 2 H10 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 4 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G H8 НАКС: Ø 2,5; 3,0 мм ЦНИИТС Газпром Транснефть	C 0,06 Mn 1,20 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,025 P+S max 0,035	$\sigma_т$ 505 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 27% KCV: 110 Дж/см² при -40°С KCU: 210 Дж/см² при +20°С 90 Дж/см² при -60°С
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 класса прочности до К54 (с нормативным пределом прочности до 539 МПа включительно), а также других ответственных конструкций. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 60 мин	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-134-55224353-2013 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 4 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G H8 НАКС: Ø 4,0 мм ЦНИИТС Газпром Транснефть	C 0,06 Mn 1,20 Si 0,35 Mo 0,20 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 495 МПа $\sigma_в$ 585 МПа δ 28% KCV: 125 Дж/см² при -40°С KCU: 270 Дж/см² при +20°С 160 Дж/см² при -60°С
OK 53.70 **Тип покрытия – основное** Электрод с низким содержанием водорода для сварки поворотных и неповоротных стыков в положении вертикаль на подъем трубопроводов, а также 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 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э50А ТУ 1272-014-55224353-2007 ГОСТ Р ИСО 2560-А: Е 42 5 В 1 2 Н5 EN ISO 2560-A: E 42 5 B 1 2 H5 AWS A5.1: E7016-1 НАКС: Ø 2,5; 3,2; 4,0 мм Газпром Интергазсерт Транснефть РМРС: 4YH5	C 0,06 Mn 1,15 Si 0,45 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 530 МПа δ 30% KCV: 188 Дж/см² при -20°С 150 Дж/см² при -40°С 120 Дж/см² при -50°С KCU: ≥150 Дж/см² при -60°С 210 Дж/см² при -60°С

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
OK 55.00P **Тип покрытия – основное** Высококачественный универсальный электрод, предназначенный для сварки особо ответственных изделий из конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 560 МПа и арматурных сталей, эксплуатирующийся при предельно низких температурах. Наплавленный металл имеет очень высокие показатели ударной вязкости, обладает высокой стойкостью к образованию горячих трещин и отличается предельно низким содержанием диффузионно свободного водорода (менее 5 мл/100 г), а обмазка достаточно высокой стойкостью к насыщению влагой (LMA-тип), благодаря чему рекомендуется для сварки износостойких сталей типа HARDOX. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-400°C, 2 часа	ГОСТ 9467: Э55 ТУ 1272-299-55224353-2023 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 46 5 B 3 2 H5 EN ISO 2560-A: E 46 5 B 3 2 H5 AWS A5.1: E7018-1 НАКС: Ø 2,5; 3,2; 4,0; 5,0 мм	C 0,07 Mn 1,40 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 590 МПа δ 28% KCV: 130 Дж/см^2 при -46°C 100 Дж/см^2 при -50°C KCU: ≥150 Дж/см^2 при -60°C

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

Марка, тип покрытия, 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, но изготавливаемая из подката, поставляемого по гораздо более жестким техническим условиям и при тщательном контроле 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 проволоки производства ООО «ЭСАБ» 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. Проволока диаметром 1,2 мм имеет разрешение на применение для всех видов мостовых конструкций (включая ж/д) обычного климатического исполнения (температура эксплуатации до -40°С). Доступные для заказа 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 1,80-1,95 Si 0,70-0,95 P max 0,030 S max 0,025	C1 (100% CO_2)	$\sigma_т$ 435 МПа $\sigma_в$ 535 МПа δ 28% KCV: 120 Дж/см² при -20°С 85 Дж/см² при -40°С KCU: ≥34 Дж/см² при -60°С
	НАКС: Ø 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 мм ЦНИИТС ВНИИЖТ PMPC: 3YMS (для газа C1) PPP: 3YMS (для газа C1)		M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 550 МПа δ 27% KCV: 100 Дж/см² при -20°С 75 Дж/см² при -40°С KCU: ≥34 Дж/см² при -60°С
OK Autrod 12.51 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. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0; 1,2; и 1,6 мм	ТУ 1227-005-55224353-2004 Проволока EN ISO 14341-A: G 3Si1 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M20 3Si1	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)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 540 МПа δ 25% KCV: 138 Дж/см² при +20°С 94 Дж/см² при -30°С KCU: ≥34 Дж/см² при -60°С
	НАКС: Ø 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 мм ВНИИЖТ		M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 460 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 26% KCV: 163 Дж/см² при +20°С 150 Дж/см² при -20°С 125 Дж/см² при -30°С 113 Дж/см² при -40°С KCU: ≥50 Дж/см² при -60°С
Weld G3Si1 Бюджетный вариант проволоки марки OK Autrod 12.51, когда незначительное снижение пластических характеристик наплавленного металла при отрицательных температурах компенсируется ее более низкой ценой. Доступные для заказа диаметры 1,2 мм	ТУ 1227-137-55224353-2014 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	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)	$\sigma_т$ ≥380 МПа $\sigma_в$ ≥510 МПа δ ≥22% KCV: ≥59 Дж/см² при -20°С
			M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ ≥420 МПа $\sigma_в$ ≥510 МПа δ ≥22% KCV: ≥59 Дж/см² при -30°С

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

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK ПРО 51С Омедненная сварочная проволока близкая по механическим и сварочно-технологическим характеристикам OK Autrod 12.51, выпускаемая на Российских заводах, входящих в структуру концерна ESAB. Высококачественные сырье и 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. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0; 1,2 и 1,6 мм	ТУ 1227-200-55224353-2018 Проволока EN ISO 14341-A: G 3Si1 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1	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)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 540 МПа δ 27% KCV: 80 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 Транснефть ВНИИЖТ		M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 26% KCV: 100 Дж/см^2 при -40°C KCU: ≥50 Дж/см^2 при -60°C
OK AristoRod® 12.50 Универсальная неомедненная сварочная проволока с уникальной обработкой поверхности ASC (Advanced Surface Characteristics – поверхность с улучшенными характеристиками), предназначенная для сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 420 МПа, эксплуатирующихся при знакопеременных нагрузках и низких температурах. Высокая чистота поверхности, качественная 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. Отсутствие омеднения позволяет избежать засорения проволокопровода и пригорания чешуек меди к рабочей поверхности контактного наконечника, значительно увеличивает срок службы расходных деталей горелки. Проволока особенно рекомендуется для автоматической и роботизированной сварки. Она нашла широкое применение в судостроении, сварке металлоконструкций, машиностроении, изготовлении мостовых конструкций и многих других отраслях промышленности. Проволока диаметром 1,2 и 1,6 мм имеет разрешение на применение для всех видов мостовых конструкций (включая ж/д) всех климатических исполнений (включая Северное Б – до -60°C). Высокие пластические свойства наплавленного металла позволяют рекомендовать данную проволоку для сварки сталей типа HARDOX. Необходимо помнить, что данную проволоку не рекомендуется применять для TIG-сварки, т.к. ASC покрытие, при данном виде сварки, провоцирует образование пор. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0; 1,2 и 1,6 мм	ТУ 1227-016-55224353-2005 Проволока EN ISO 14341-A: G 3Si1 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M20 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1	C 0,06-0,14 Mn 1,40-1,60 Si 0,80-1,00 P max 0,025 S max 0,025 Cu max 0,15 Ti+Zr max 0,10	C1 (100% CO_2)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 540 МПа δ 25% KCV: 138 Дж/см^2 при +20°C 94 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 ЦНИИТС ВНИИЖТ		M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 26% KCV: 163 Дж/см^2 при +20°C 150 Дж/см^2 при -20°C 125 Дж/см^2 при -30°C 113 Дж/см^2 при -40°C 88 Дж/см^2 при -50°C KCU: 140 Дж/см^2 при -40°C 115 Дж/см^2 при -60°C

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

<table>
<tr><th>Марка, тип покрытия, описание</th><th>Классификации и одобрения</th><th>Химический состав проволоки, %</th><th>Защитный газ</th><th>Типичные механические свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OK ПРО 50
Неомедненная сварочная поволока со специальным покрытием, изготавливаемая из того же подката, что и OK ПРО 51C, выпускаемая на Российских заводах, входящих в структуру концерна ESAB. Отсутствие омеднения позволяет избежать засорения проволокопровода и пригорания чешуек меди к рабочей поверхности контактного наконечника, значительно увеличивает срок службы расходных деталей горелки, а специальная обработка ее поверхности обеспечивает стабильное горение проволоки с минимальным разбрызгиванием и высокое качество наплавленного металла.
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td>ТУ 1227-232-55224353-2021

Проволока
EN ISO 14341-A: G 3Si1

AWS A5.18: ER70S-6

Наплавленный металл
EN ISO 14341-A:
G 38 3 C1 3Si1

EN ISO 14341-A:
G 42 4 M21 3Si1

EN ISO 14341-A:
G 42 4 M20 3Si1</td><td rowspan="2">C 0,06-0,14
Mn 1,40-1,60
Si 0,80-1,00
P max 0,025
S max 0,025</td><td>C1
(100% CO_2)</td><td>$\sigma_т$ 450 МПа
$\sigma_в$ 550 МПа
δ 30%
KCV:
130 Дж/см² при +20°C
88 Дж/см² при -30°C
60 Дж/см² при -40°C
KCU:
≥34 Дж/см² при -60°C</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2 мм</td><td>M21
(80%Ar +
20%CO_2)</td><td>$\sigma_т$ 500 МПа
$\sigma_в$ 590 МПа
δ 27%
KCV:
140 Дж/см² при -30°C
130 Дж/см² при -40°C
100 Дж/см² при -50°C
KCU:
≥59 Дж/см² при -60°C</td></tr>
<tr><td rowspan="2">OK Autrod 12.64
Традиционная универсальная омедненная сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 460 МПа, эксплуатирующихся при знакопеременных нагрузках и экстремально низких температурах. В отличии от OK Autrod 12.51, эта проволока менее чувствительна к образованию пор при сварке по окисленным и загрязненным поверхностям, а также несоблюдению межпроходной температуры. Данная проволока применяется не только для сварки плавящимся электродом в защитных газах, но и в качестве присадочного материала при автоматической TIG-сварке. 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.
Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм</td><td>ТУ 1227-030-55224353-2007

Проволока
EN ISO 14341-A:
G 4Si1

EN ISO 636-A: W 4Si1

AWS A5.18: ER70S-6

Наплавленный металл
EN ISO 14341-A:
G 42 3 C1 4Si1

EN ISO 14341-A:
G 46 5 M21 4Si1

EN ISO 636-A:
W 46 3 4Si1</td><td rowspan="2">C 0,06-0,14
Mn 1,60-1,85
Si 0,80-1,15
P max 0,025
S max 0,025</td><td>C1
(100% CO_2)</td><td>$\sigma_т$ 460 МПа
$\sigma_в$ 570 МПа
δ 30%
KCV:
138 Дж/см² при +20°C
125 Дж/см² при -30°C</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,0; 1,2 мм</td><td>M21
(80%Ar +
20%CO_2)</td><td>$\sigma_т$ 490 МПа
$\sigma_в$ 590 МПа
δ 29%
KCV:
163 Дж/см² при +20°C
150 Дж/см² при -20°C
125 Дж/см² при -30°C
113 Дж/см² при -40°C
100 Дж/см² при -50°C</td></tr>
</table>

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

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AristoRod® 12.63 Универсальная неомедненная сварочная проволока с уникальной обработкой поверхности ASC (Advanced Surface Characteristics – поверхность с улучшенными характеристиками), предназначенная для сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 460 МПа, эксплуатирующихся при знакопеременных нагрузках и экстремально низких температурах. В отличии от OK AristoRod 12.50, эта проволока менее чувствительна к образованию пор при сварке по окисленным и загрязненным поверхностям, а также несоблюдению межпроходной температуры. Высокая чистота поверхности, качественная 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. Отсутствие омеднения позволяет избежать засорения проволокопровода и пригорания чешуек меди к рабочей поверхности контактного наконечника, значительно увеличивает срок службы расходных деталей горелки. Проволока особенно рекомендуется для автоматической и роботизированной сварки. Проволока нашла широкое применение в судостроении, сварке металлоконструкций, машиностроении и многих других отраслях промышленности. Необходимо помнить, что данную проволоку не рекомендуется применять для TIG-сварки, т.к. ASC покрытие, при данном виде сварки, провоцирует образование пор. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1227-017-55224353-2005 Проволока EN ISO 14341-A: G 4Si1 EN ISO 14341-B: G S6 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 42 3 C1 4Si1 EN ISO 14341-A: G 46 5 M21 4Si1 EN ISO 14341-B: G 55A 5 M21 S6	C 0,06-0,14 Mn 1,60-1,85 Si 0,80-1,15 P max 0,025 S max 0,025 Cu max 0,15	C1 (100% CO_2)	$\sigma_т$ 460 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 30% KCV: 138 Дж/см² при +20°C 125 Дж/см² при -30°C
	НАКС: Ø 1,0; 1,2 мм		M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 490 МПа $\sigma_в$ 590 МПа δ 29% KCV: 163 Дж/см² при +20°C 150 Дж/см² при -20°C 125 Дж/см² при -30°C 113 Дж/см² при -40°C 100 Дж/см² при -50°C KCU: 105 Дж/см² при -60°C
OK AristoRod® 38 Zn Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, разработанная для сварки в аргоновых смесях оцинкованных сталей. Несмотря на выгорание цинка, проволока позволяет получать швы с минимальным количеством пор и незначительным разбрызгиванием при минимальной склонности тонколистового металла к прожогам. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	Проволока EN ISO 14341-A: G Z 3Si1 AWS A5.18: ER70S-G Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 42 3 M20 Z 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 3 M21 Z 3Si1	C 0,05-0,09 Mn 1,10-1,60 Si 0,50-1,00 P max 0,025 S max 0,025	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 540 МПа δ 29% KCV: 150 Дж/см² при -30°C 125 Дж/см² при -40°C
			M20 (92%Ar + 8%CO_2)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 550 МПа δ 30% KCV: 175 Дж/см² при -30°C 138 Дж/см² при -40°C

1.3. Прутки присадочные для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T W4Si1 Омедненный сварочный пруток, предназначенный для аргонодуговой сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 460 МПа, а также для выполнения заполняющих и облицовочных проходов при сварке стыков трубопроводов из сталей класса прочности до К54 (Х60) и корневых проходов при сварке стыков трубопроводов из сталей класса прочности до К60 (Х70). Повышенное содержание Mn и Si обеспечивает наплавленному металлу достаточно высокую прочность, а также невысокую склонность к образованию пор при сварке по загрязненным кромкам. Кроме того, повышенное содержание кремния придает расплавленному металлу ванны большую жидкотекучесть, благодаря чему поверхность наплавленного валика формируется более гладкой с плавным переходом от основного металла к валику шва. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1227-265-55224353-2022 Проволока EN ISO 636-A: W 4Si1 AWS A5.18: ER70S-6 Наплавленный металл EN ISO 636-A: W 46 5 4Si1 НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм	C 0,06-0,14 Mn 1,60-1,85 Si 0,80-1,15 P max 0,025 S max 0,025	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 28% KCV: 138 Дж/см² при -50°С

1.4. Проволоки порошковые газозащитные и самозащитные для дуговой сварки плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
Coreshield 11 **Тип – самозащитная** Всепозиционная шовная самозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки на открытых площадках на постоянном токе прямой полярности одно- и многопроходных швов металлоконструкций, к которым не предъявляют высоких требований к механическим характеристикам сварных швов. Проволока отличается мягкой дугой, незначительным разбрызгиванием, хорошей защитой сварочной ванны, легко удаляемым шлаком, а наплавленный валик имеет гладкую красивую поверхность. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Ток: = (—) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм	AWS A5.20: E71T-11 AWS A5.36: E71T11-AZ-CS3	C 0,22 Mn 0,57 Si 0,33 Al 1,60 P max 0,030 S max 0,030	нет	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 25% KCV: не регламентировано
Coreweld Prime MC4 H4 **Тип – металлопорошковая** Бесшовная высокопроизводительная металлопорошковая проволока с предельно низким содержанием водорода и низким выделением дыма, предназначенная для сварки в аргоновой смеси M21 в нижнем положении и положении горизонталь на вертикальной поверхности низкоуглеродистых сталей с пределом прочности до 520 МПа. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионного водорода (3-4 мл на 100 г металла), даже после длительного пребывания проволоки вне заводской упаковки. Проволока имеет разрешение на применение для всех видов мостовых конструкций (включая ж/д) всех климатических исполнений (включая Северное Б – до -60°C). В отличии от бесшовных проволок, изготавливаемых по стандартным технологиям заполнения трубок порошком с последующим его виброуплотнением или заваркой стыка проволоки лазерной сваркой, данная проволока изготавливается по уникальной патентованной технологии двухслойной оболочки, когда порошок завальцовывается во внутреннюю оболочку, а стык внешней сваривается лазерной сваркой. Это позволяет избежать как сегрегации компонентов порошка разной насыпной плотности при его виброуплотнении, так и оплавления компонентов порошка при лазерной сварке стыка проволоки. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-263-55224353-2022 EN ISO 17632-A: T 42 4 M M21 3 H5 EN ISO 17632-B: T494T15-0M21A-UH5 AWS A5.18: E70C-6M H4 AWS A5.36: E70T15-M21A4-CS1-H4 НАКС: Ø 1,2 мм ЦНИИТС	C 0,06 Mn 1,45 Si 0,60 P max 0,030 S max 0,030	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 550 МПа δ 26% KCV: 75 Дж/см² при -40°C KCU: 150 Дж/см² при -60°C

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OK ПРО 71
Тип – рутиловая
Газозащитная шовная 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. Данную проволоку также допускается использовать в аргоновой смеси M21. Проволока отличается стабильной мягкой дугой в широком диапазоне скоростей подач, минимальным разбрызгиванием, гладкой поверхностью наплавляемого валика и самоотделяющейся шлаковой коркой. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапецеидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td>ГОСТ 26271:
ПП – ОК ПРО 71 1,2 ПГ 44 - А2У

ТУ 1274-185- 55224353-2017

AWS A5.20: E71T-1C-H8

AWS A5.36:
E71T1-C1A2-CS1-H8</td><td rowspan="2">C 0,05
Mn 1,25
Si 0,35
P max 0,030
S max 0,030</td><td rowspan="2">C1
(100% CO_2)</td><td rowspan="2">$σ_т$ 485 МПа
$σ_в$ 555 МПа
δ 27%
KCV:
275 Дж/см² при +20°C
200 Дж/см² при -20°C
190 Дж/см² при -30°C
KCU:
≥43 Дж/см² при -40°C
≥30 Дж/см² при -60°C
110 Дж/см² при -60°C</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2

ВНИИЖТ

РМРС: 3Y40MSH10 (для газа C1)
РРР: 3YMSHH (для газа C1)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Weld 71T-1
Тип – рутиловая
Универсальная бюджетная газозащитная шовная всепозиционная рутиловая порошковая проволока, разработанная для сварки как в чистой углекислоте C1, так и с аргоновой смеси M21, близкая по своим сварочно-технологическим характеристикам и идентичная по назначению проволоке ОК ПРО 71.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм</td><td rowspan="2">ТУ 1274-145-55224353-2014

EN ISO 17632-A:
T 46 2 P C1 1 H10

EN ISO 17632-A:
T 46 2 P M21 1 H10

AWS A5.20: E71T-1C-H8

AWS A5.20: E71T-1M-H8</td><td>C max 0,09
Mn 1,25
Si 0,45
P max 0,030
S max 0,030</td><td>C1
(100% CO_2)</td><td>$σ_т$ 490 МПа
$σ_в$ 560 МПа
δ 31%
KCV:
100 Дж/см² при -20°C
75 Дж/см² при -30°C</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C 0,08
Mn 1,30
Si 0,45
P max 0,030
S max 0,030</td><td rowspan="2">M21
(80%Ar + 20%CO_2)</td><td rowspan="2">$σ_т$ 530 МПа
$σ_в$ 585 МПа
δ 32%
KCV:
138 Дж/см² при -20°C
106 Дж/см² при -30°C</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2

РМРС: 3Y40MS H10 (для газа C1)
РМРС: 3YMS H10 (для газов M21 и C1)</td></tr>
</table>

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

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
FILARC PZ6113 **Тип – рутиловая** Универсальная газозащитная шовная всепозиционная, включая вертикаль на спуск, рутиловая порошковая проволока Российского производства, предназначенная для сварки в аргон-углекислотной смеси M21, аргон-кислород-углекислотной смеси M24 и чистой углекислоте C1 на постоянном токе обратной полярности конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных и судовых сталей, к которым предъявляются повышенные требования к пластическим свойствам наплавленного металла при отрицательных температурах. Проволока обладает отличными сварочно-технологическими свойствами (особенно при сварке в аргоновой смеси), формируя гладкий наплавленный валик с само- или легко отделяющейся шлаковой коркой и отсутствием брызг. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапецеидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ГОСТ 26271-84: ПП-Filarc PZ6113 1.2 ПГ 44-А3У ТУ 1274-049-55224353-2008 EN ISO 17632-A: T 42 3 P C1 1 H5 EN ISO 17632-A: T 46 4 P M21 1 H10 AWS A5.20: E71T-1C-H4 AWS A5.20: E71T-1M-H8 AWS A5.36: E71T1-C1A0-CS2 H8 AWS A5.36: E71T1-M21A0-CS2 H8 НАКС: Ø 1,2 мм РМРС: 3YMS H10 (для газа M21) РМРС: 3YMS H5 (для газа C1)	C 0,06 Mn 1,20 Si 0,45 P max 0,025 S max 0,030	C1 (100% CO_2)	$\sigma_т$ 495 МПа $\sigma_в$ 585 МПа δ 25% KCV: 81 Дж/см^2 при -30°C KCU: 75 Дж/см^2 при -40°C
		C 0,06 Mn 1,25 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,030	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 535 МПа $\sigma_в$ 601 МПа δ 25% KCV: 88 Дж/см^2 при -40°C KCU: 50 Дж/см^2 при -60°C
Dual Shield 7100SRM **Тип – рутиловая** Газозащитная шовная всепозиционная рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки в аргон-углекислотной смеси M21 на постоянном токе обратной полярности особо ответственных конструкций из толстостенных углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с пределом прочности до 500 МПа, таких как нефтегазовые оффшорные платформы, когда может потребоваться послесварочная термическая обработка сварного соединения для снятия напряжений. Уникальный сбалансированный состав наполнителя, обеспечивает сочетание отличных сварочно-технологических характеристик с повышенной производительностью сварки. Металл, наплавленный данной проволокой, отличается предельно низким содержанием диффузионного водорода и имеет высокие механические показатели как в состоянии после сварки, так и после термической обработки. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапецеидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 17632-B: T495T1-1M21A-H5 EN ISO 17632-B: T495T1-1M21P-H5 AWS A5.20: E71T-9M-J-H4 AWS A5.20: E71T-12M-J-H4	C 0,035 Mn 1,40 Si 0,40 Ni 0,45 P max 0,030 S max 0,030	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	После сварки: $\sigma_т$ 535 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 27% KCV: 163 Дж/см^2 при -40°C 138 Дж/см^2 при -46°C 113 Дж/см^2 при -51°C После ТО 620°C, 8 час: $\sigma_т$ 430 МПа $\sigma_в$ 530 МПа δ 34% KCV: 138 Дж/см^2 при -40°C 119 Дж/см^2 при -46°C 81 Дж/см^2 при -51°C

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Dual Shield Prime 71 LT H4
Тип – рутиловая
Универсальная всепозиционная газозащитная бесшовная неомедненная порошковая проволока со специальной обработкой поверхности, предназначенная для сварки как в чистом углекислом газе, так и в аргоновой смеси, особо ответственных толстостенных металлоконструкций из нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести около 420 МПа и более в условиях влажного климата, типа оффшорных газовых и нефтяных платформ, когда к наплавленному металлу предъявляются требования по ударной вязкости при температурах до -40°C. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионного водорода (3-4 мл на 100 г металла), даже после длительного пребывания проволоки вне заводской упаковки. В отличии от бесшовных проволок, изготавливаемых по стандартным технологиям заполнения трубок порошком с последующим его виброуплотнением или заваркой стыка проволоки лазерной сваркой, данная проволока изготавливается по уникальной патентованной технологии двухслойной оболочки, когда порошок завальцовывается во внутреннюю оболочку, а стык внешней сваривается лазерной сваркой. Это позволяет избежать как сегрегации компонентов порошка разной насыпной плотности при его виброуплотнении, так и оплавления компонентов порошка при лазерной сварке стыка проволоки. Отсутствие омеднения поверхности проволоки в сочетании со специальной ее обработкой позволяют получит максимально стабильный процесс сварки даже на предельно высоких токах. Металл, наплавленный как в чистой углекислоте C1, так и аргоновой смеси M21, прошел испытания на смещение при открытии трещины (CTOD-тест) при 0 и -10°C.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td>
<td rowspan="2">ТУ 1274-261-55224353-2022

EN ISO 17632-A: T 42 4 P C1 1 H5

EN ISO 17632-A: T 42 4 P M21 1 H5

EN ISO 17632-B: T494T12-1C1A-H5

EN ISO 17632-B: T494T12-1M21A-H5

AWS A5.20: E71T-1C-H4

AWS A5.20: E71T-1M-H4

AWS A5.20: E71T-9C-JH4

AWS A5.20: E71T-9M-JH4

AWS A5.20: E71T-12C-JH4

AWS A5.20: E71T-12M-JH4
<hr>НАКС: Ø 1,2 мм

РМРС: 3Y40S H5 (для газов C1 и M21)</td>
<td>C 0,04
Mn 1,25
Si 0,40
Ni 0,40
P max 0,025
S max 0,025</td>
<td>M21 (80%Ar + 20%CO_2)</td>
<td>$\sigma_т$ 480 МПа
$\sigma_в$ 540 МПа
δ 32%
KCV:
146 Дж/см² при -30°C
98 Дж/см² при -40°C</td></tr>
<tr><td>C 0,04
Mn 1,25
Si 0,40
Ni 0,40
P max 0,025
S max 0,025</td>
<td>C1 (100% CO_2)</td>
<td>$\sigma_т$ 450 МПа
$\sigma_в$ 525 МПа
δ 32%
KCV:
121 Дж/см² при -30°C
68 Дж/см² при -40°C</td></tr>
</table>

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Dual Shield 46C
Тип – рутиловая
Универсальная газозащитная шовная всепозиционная, включая вертикаль на спуск, рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 на постоянном токе обратной полярности конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных и судовых сталей с пределом прочности до 520 МПа, к которым предъявляются повышенные требования к пластическим свойствам наплавленного металла при отрицательных температурах. Проволока обладает отличными сварочно-технологическими свойствами, такими как низкое разбрызгивание, легко отделяемый шлак и гладкая поверхность наплавленного валика. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапецеидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td>ТУ 25.93.15-320-55224353-2023

EN ISO 17632-A:
T 46 4 P C1 1 H5

AWS A5.20: E71T-9C-J</td><td rowspan="2">C 0,04
Mn 1,40
Si 0,45
P max 0,025
S max 0,025</td><td rowspan="2">C1
(100% CO_2)</td><td rowspan="2">$\sigma_т$ 520 МПа
$\sigma_в$ 670 МПа
δ 31%
KCV:
150 Дж/см² при -30°C
138 Дж/см² при -40°C</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2 мм

РМРС: 3Y40MS H5 (для газа C1)
РМРС: 4YMS H5 (для газа C1)
РМРС: 4Y40MS H5 (для газа C1)</td></tr>
</table>

1.5. Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей.

Проволоки сплошного сечения

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Weld EM12K Наиболее универсальная омедненная сварочная проволока, применяемая в сочетании с большинством марок флюсов, предназначенных для сварки конструкционных нелегированных и низколегированных сталей. Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм	ТУ 1227-267-55224353-2022 AWS A5.17: EM12K НАКС: Ø 2,0; 2,5; 3,2; 4,0 мм Транснефть	C 0,05-0,15 Mn 0,80-1,25 Si 0,10-0,35 P max 0,030 S max 0,030
Weld EH12K Омедненная сварочная проволока с высоким содержанием марганца. В основном применяется в сочетании с нелегирующими и слабо легирующими Mn флюсами типа OK Flux 10.6X или OK Flux 10.7X. Наплавленный металл сочетает в себе достаточно высокие прочностные характеристики с высокой ударной вязкостью. Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм	ТУ 1227-298-55224353-2023 EN ISO 14171-A: S3Si AWS A5.17: EH12K НАКС: Ø 3,2; 4,0 мм	C 0,07-0,15 Mn 1,50-1,85 Si 0,20-0,40 P max 0,025 S max 0,025
Weld EH14 Омедненная сварочная проволока с предельно высоким содержанием марганца. В основном применяется в сочетании с нелегирующими флюсами типа OK Flux 10.6X, когда необходимо получить максимально высокие прочностные характеристики Si/Mn-легированного наплавленного металла в сочетании с высокой ударной вязкостью. Доступные для заказа диаметры: 1,6: 2,0; 3,2; 4,0 и 5,0 мм	EN ISO 14171-A: S4 AWS A5.17: EH14	C 0,10-0,20 Mn 1,70-2,20 Si max 0,10 P max 0,030 S max 0,030

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

OK Flux 10.62P

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. 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, эксплуатирующихся при экстремально низких температурах». Благодаря хорошей отделяемости шлака и хорошей смачиваемости кромкой, OK Flux 10.62P 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 10.62P используется для изготовления шельфовых конструкций, буровых установок, платформ, всех видов сосудов, работающих под давлением, судостроении, сварки трубопроводов, гражданском строительстве и транспортной 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. Низкое содержание водорода в сочетании с высокими пластическими свойствами наплавленного металла позволяют рекомендовать данный флюс для сварки сталей типа HARDOX.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO 20%
CaF_2 25%
CaO+MgO 35%
SiO_2+TiO_2 15%

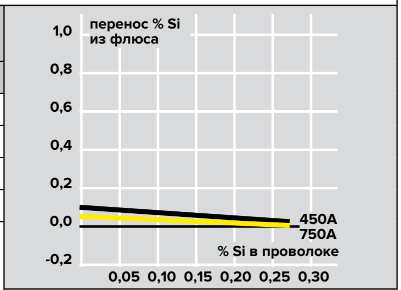
Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

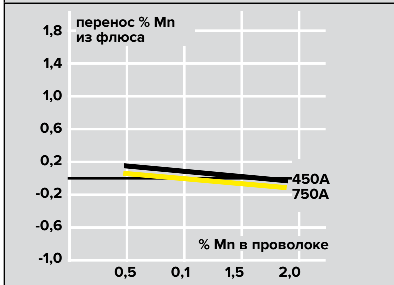
Одобрения флюса: НАКС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
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 10.62P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K		EM12K	S 38 5 FB S2Si H5	F7A6-EM12K	F6P6-EM12K
Weld EH12K	S3Si	EH12K	S 46 6 FB S3Si H5	F7A8-EH12K	F7P8-EH12K
Weld EH14	S4	EH14	S 50 4 FB S4 H5	F7A5-EH14	F7P5-EH14

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0							
Weld EH12K	3,2; 4,0							
Weld EH14								

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EM12K	0,07	0,30	1,00	420	510	29	-40	100
							-50	88
							-62	44
Weld EH12K	0,10	0,35	1,60	460	538	29	-60	238
Weld EH14	0,08	0,12	1,90	530	620	26	+20	175
							0	131
							-40	63

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

OK Flux 10.71P

Агломерированный основный 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 10.71P 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 толстостенных 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 10.71P является одним из наиболее часто используемых флюсов. 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 от К52 до К65.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO	35%
CaF_2	15%
CaO+MgO	25%
SiO_2+TiO_2	20%

Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

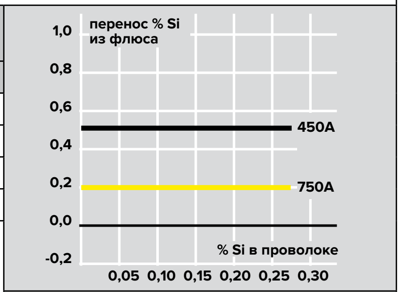
Одобрения флюса: НАКС

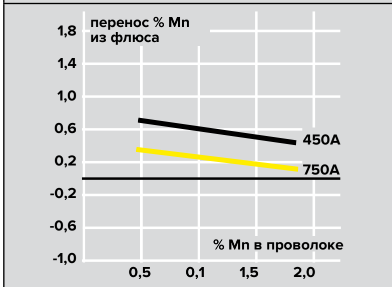
Газпром, Интергазсерт, Транснефть, ВНИИЖТ

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 5929-201-53304740-2007			

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





Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K		EM12K	S 38 5 FB S2Si H5	F7A6-EM12K	F6P6-EM12K
Weld EH12K	S3Si	EH12K	S 46 6 FB S3Si H5	F7A8-EH12K	F7P8-EH12K

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0			●		●	3YMTH5	3YMTH5
Weld EH12K	3,2; 4,0							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EM12K	0,05	0,50	1,40	437	540	30	-40	215
							-46	168
Weld EH12K	0,09	0,50	1,80	520	615	28	+20	180
							-40	75
							-46	50
Св-08ГА	0,04	0,40	1,35	400	500	32	-20	175
							-40	45
							-46	32

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

OK Flux 10.71M

Агломерированный основный флюс, разработанный специально для сварки мостовых конструкций. При сварке по заводской технологии в сочетании с проволокой Св-08ГА, флюс с большим запасом обеспечивает требования СТО-ГК «Трансстрой»-012 по ударной вязкости сварного соединения при температуре -60°C и допущен до всех типов мостов, свариваемых по заводской технологии исполнения Обычного (с расчетной температурой эксплуатации до -40°C), Северное А (с расчетной температурой эксплуатации до -50°C) и Северное Б (с расчетной температурой эксплуатации до -60°C). Данный флюс также прошел испытания на соответствие требования СТО-ГК «Трансстрой»-005 и допущен до сварки на монтаже пешеходных, городских и автодорожных мостов Обычного исполнения, Северного А и Б, а также железнодорожных мостов Обычного исполнения и Северного исполнения А. Как показали тестовые образцы, сварные швы с высокой долей участия основного металла, выполненные различными проволоками в комбинации с флюсом OK Flux 10.71M показывают значения ударной вязкости, превышающие даже показатели, полученные в сочетании этих проволок с флюсом OK Flux 10.62P. Благодаря этому свойству, данный флюс может представлять интерес в производстве сосудов, работающих под давлением, эксплуатирующихся при низких температурах, свариваемых без разделки кромок. При выборе данного флюса надо учитывать тот факт, шлаковая корка затвердевает достаточно медленно. С одной стороны, это позволяет получить лучшую смачиваемость свариваемых кромок, и, соответственно, более плавный переход между швом и основным металлом, что особенно ценится для балочных конструкций, работающих под знакопеременными нагрузками, а с другой стороны может вызвать проблемы с формированием кольцевых швов малого радиуса кривизны. Сварку данным флюсом можно выполнять как на постоянном, так и на переменном токе одной проволокой, Twin или Tandem.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO 30%
CaF_2 15%
CaO+MgO 25%
SiO_2+TiO_2 25%

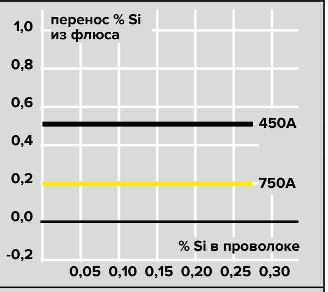
Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

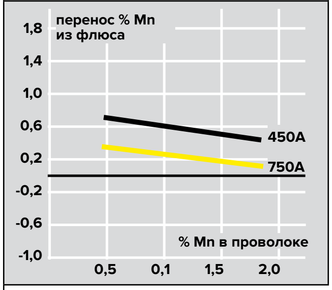
Одобрения флюса: НАКС, ЦНИИТС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,4	1,2	0,2 – 1,6
ТУ 5929-264-53304740-2022			

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





Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71M/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K		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	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0							
Св-08ГА					● заводская до -60°C ● монтажная ж/д до -50°C ● монтажная остальные до -60°C			

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EM12K	0,07	0,50	1,50	450	550	25	-20	181
							-40	112
							-51	50
Св-08ГА	0,05	0,35	1,40	435	545	24	-40	58

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

OK Flux 10.74

Агломерированный основный 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 на100 г металла. Низкое усиление без пиков означает снижение себестоимости при нанесении изоляционного покрытия на трубы, поскольку позволяет уменьшить его толщину. Комбинируя различными марками проволок, каждая из которых подается в свою сварочную головку, OK Flux 10.74 можно применятm 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.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO	30%
CaF_2	15%
CaO+MgO	25%
SiO_2+TiO_2	25%

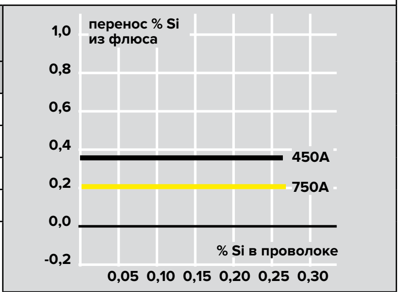
Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

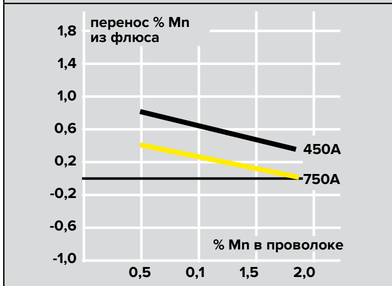
Одобрения флюса: НАКС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,4	1,2	0,2 – 1,6
ТУ 5929-204-53304740-2007			

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





Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.74/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K	S2Si	EM12K	S 42 4 AB S2Si H5	F7A6-EM12K	F6P6-EM12K

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EM12K	0,07	0,50	1,50	450	550	25	-20	138
							-40	75
							-51	44

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

OK Flux 10.77

Агломерированный основный 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, а также прямошовных труб с толщиной стенки до 25 мм 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, тандемной 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 ко 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 X60, 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.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO 35%
CaF_2 15%
CaO+MgO 20%
SiO_2+TiO_2 25%

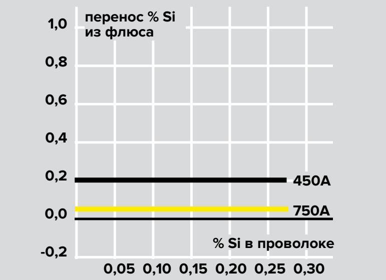
Режимы прокалки: 275-325°С, 2-4 часа

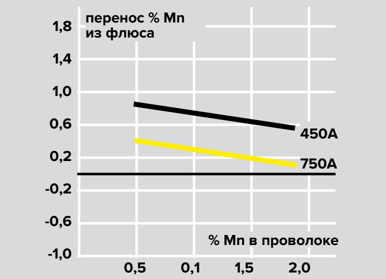
Одобрения флюса: НАКС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: S A AB 1 67 AC H5	1,3	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





Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.77/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K	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	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см²]
Weld EM12K	0,07	0,40	1,40	430	520	28	-20	194
							-40	100
							-46	63

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

OK Flux 10.81P

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. Применим 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 10.81P часто используется для производства сосудов, работающих под давлением и спиральношовных труб для воды. 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 газоплотных 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 10.81P 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.

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO	55%
CaF_2	5%
CaO+MgO	5%
SiO_2+TiO_2	30%

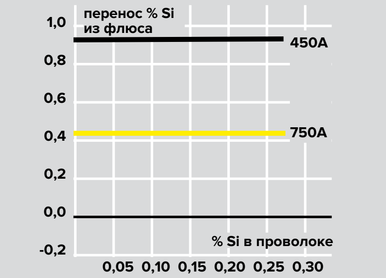
Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

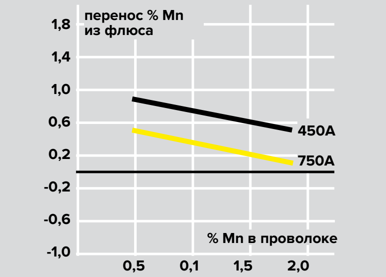
Одобрения флюса: НАКС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
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





Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30 В, 60 см/мин

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	EN ISO 14171-A	AWS A 5.17	
Weld EM12K	S2Si	EM12K	S 50 A AR S2Si	F7AZ-EM12K	F7PZ-EM12K

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС	РРР
Weld EM12K	2,0; 2,5; 3,2; 4,0							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Химический состав			Механические свойства				
	C	Si	Mn	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EM12K	0,07	0,90	1,50	540	640	24	+20	88

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

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

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав проволоки, %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>OK 48.08L
Тип покрытия – основное
Универсальные электроды с покрытием основного типа, обеспечивающие легирование металла до 1% Ni, предназначены для ручной дуговой сварки на постоянном токе обратной полярности изделий из конструкционных низколегированных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа, эксплуатирующихся при экстремально низких температурах до минус 60°С, когда невозможно избежать высоких напряжений в сварном шве, таких как оффшорные и другие особо ответственные конструкции. Корневые проходы допускается выполнять на постоянном токе прямой полярности. Электроды отличаются очень хорошими сварочно-технологическими характеристиками. Покрытие характеризуется повышенной влагостойкостью (LMA-тип), а наплавленный металл предельно низким содержанием диффузионного водорода (менее 5 мл на 100 г).
Ток: ~ / = (+ / –)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Напряжение холостого хода: 65 В
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа</td><td>ГОСТ 9467: Э55

ТУ 1272-311-55224353-2023

ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 46 6 1Ni B 3 2 H5

EN ISO 2560-A: E 46 6 1Ni B 3 2 H5

AWS A5.5: E7018-G

НАКС: Ø 2,5; 3,2; 4,0 мм (только для лотов с индексом HG)

РМРС: 4Y40H5</td><td>C 0,06
Mn 1,20
Si 0,35
Ni 0,85
P max 0,020
S max 0,015</td><td>$\sigma_т$ 540 МПа
$\sigma_в$ 630 МПа
δ 26%
KCV:
144 Дж/см² при -50°С
112 Дж/см² при -60°С</td></tr>
<tr><td>OK 73.68L
Тип покрытия – основное
Электрод, позволяющий выполнять сварку, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности, легированный ~2,5% Ni и обеспечивающий высочайшие пластические характеристики наплавленного металла. Предназначен для сварки морских и шельфовых нефтегазовых платформ, а также других особо ответственных конструкций, с расчетной температурой эксплуатации до -60°С. Термическая обработка шва, выполненного данными электродами, практически не снижает показатели по ударной вязкости наплавленного металла. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионного водорода (не более 5 мл на 100 г).
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Напряжение холостого хода: 70 В
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 230-270°С, 2 часа</td><td>ТУ 25.93.15-313-55224353-2023

AWS A5.5: E8018-C1

ГОСТ 9467: Э55 (условно)

НАКС: Ø 3,15; 4,0 мм</td><td>C 0,08
Mn 0,90
Si 0,35
Ni 2,30
P max 0,030
S max 0,030</td><td>$\sigma_т$ 540 МПа
$\sigma_в$ 635 МПа
δ 25%
KCV:
194 Дж/см² при -20°С
146 Дж/см² при -40°С
124 Дж/см² при -60°С

После термообработки 620°С, 1 час
$\sigma_т$ 490 МПа
$\sigma_в$ 570 МПа
δ 30%
KCV:
119 Дж/см² при -60°С</td></tr>
<tr><td>МТГ-03
Тип покрытия – основное
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 К55-К60 (API 5L X60-X70), а также других ответственных конструкций нормативным пределом прочности от 540 до 590 МПа.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 3,0 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа</td><td>ГОСТ 9467: Э60

ТУ 1272-138-55224353-2014

ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 50 4 1NiMo B 2 2 H10

EN ISO 2560-A: E 50 4 1NiMo B 2 2 H10

AWS A5.5: E8015-G

НАКС: Ø 3.0; 4.0 мм

Газпром
Транснефть</td><td>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</td><td>$\sigma_т$ 595 МПа
$\sigma_в$ 675 МПа
δ 25%
KCV:
70 Дж/см² при -40°С
KCU:
180 Дж/см² при +20°С
≥50 Дж/см² при -60°С</td></tr>
</table>

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла: Химический состав проволоки, %	Типичные характеристики наплавленного металла: Механические свойства
OK 74.70 **Тип покрытия – основное** 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. Ток: = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 3,2 и 4,0 мм Режимы прокалки: 350-400°C, 2 часа	ГОСТ 9467: Э60 ТУ 1272-015-55224353-2005 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 50 4 Z B 4 2 H5 EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5 AWS A5.5: E8018-G НАКС: Ø 3,2; 4,0 мм Газпром Интергазсерт Транснефть	C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_т$ 550МПа $\sigma_в$ 645МПа δ 22% KCV: 150 Дж/см² при -20°C 112 Дж/см² при -40°C KCU: 260 Дж/см² при +20°C
PW 8018 **Тип покрытия – основное** Модификация электродов ОК 74.70, предназначенная в основном для сварки корневых проходов неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности до API 5L X80, обеспечивающие высокие показатели ударной вязкости до -40°С. Электрод также можно применяться для сварки заполняющих и облицовочного слоёв стыков трубопроводов класса прочности API 5L X60-X70. Ток: = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемые диаметры: 3,2 мм Режимы прокалки: 350-400°C, 2 часа	ОСТ 9467: Э55 ТУ 25.93.15-322-55224353-2023 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 50 4 Z B 4 2 H5 EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5 AWS A5.5: E8018-G НАКС: Ø 3,2 мм	C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Ni 0,40 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_т$ 540 МПа $\sigma_в$ 630 МПа δ 26% KCV: 100 Дж/см² при -40°C
PW 8016 **Тип покрытия – основное** Электрод с великолепными сварочно-технологическими свойствами, обеспечивающий в наплавленном слое не более 1%Ni и гарантирующий высокие показатели ударной вязкость при температурах до -60°С. Предназначен преимущественно для выполнения заполняющих и облицовочных проходов сварных стыков магистральных трубопроводов классов прочности до К60 (нормативный предел прочности не менее 588 Н/мм²) и до API 5LX70, (нормативный предел прочности не менее 565 Н/мм²) в положении вертикаль на подъем, когда не хватает пластических свойств металла, наплавленного электродами ОК 74.70. Ток: ~ / = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65 В Доступные для заказа диаметры: 3,2 и 4,0 мм Режимы прокалки: 350-400°C, 2 часа	ГОСТ 9467: Э55 ТУ 25.93.15-314-55224353-2023 ГОСТ Р ИСО 2560-А: E 50 6 Mn1Ni B 1 2 H5 EN ISO 2560-A: E 50 6 Mn1Ni B 1 2 H5 AWS A5.5: E8016-G НАКС: Ø 3,2; 4,0 мм	C 0,05 Mn 1,70 Si 0,35 Ni 0,80 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_т$ 550 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 26% KCV: 135 Дж/см² при -20°C 100 Дж/см² при -40°C 70 Дж/см² при -60°C
ESAB 98 **Тип покрытия – основное** Электрод с основной обмазкой, позволяющий выполнять сварку как на постоянном токе обратной полярности, так и на переменном токе, обладающей высочайшими пластическими характеристиками, повышенной влагостойкостью и предельно низким содержанием водорода в наплавленном металле. Предназначен для сварки особо ответственных конструкций из высокопрочных сталей с пределом текучести до 550 МПа эксплуатирующихся при значительных знакопеременных нагрузках при температурах до -50°С. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа	AWS A5.5: E9018M ГОСТ 9467: Э60 (условно)	C 0,05 Mn 1,00 Si 0,40 Ni 1,60 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 570 МПа $\sigma_в$ 640 МПа δ 29% KCV: 138 Дж/см² при -50°C

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав проволоки, %	Механические свойства
OK 74.86P **Тип покрытия – основное** Электроды предназначены для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности особо ответственных конструкций из низколегированных сталей и сплавов с пределом прочности до 690 МПа. Данные электроды рекомендованы для выполнения заполняющих и облицовочных проходов сварных стыков магистральных трубопроводов классов прочности до К65 и до API 5LX80. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65 В Выпускаемые диаметры: 3,2 и 4,0 мм Режимы прокалки: 350-400°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э70 ТУ 25.93.15-323-55224353-2023 ГОСТ Р ИСО 18275-А: Е 62 4 Mn1NiMo В Т 3 2 Н5 EN ISO 18275-A: E 62 4 Mn1NiMo B T 3 2 H5 AWS A5.5: E10018-D2	C 0,07 Mn 1,80 Si 0,50 Ni 0,75 Mo 0,40 P max 0,025 S max 0,020	$\sigma_т$ ≥600 МПа $\sigma_в$ ≥700 МПа δ 19% KCV: ≥80 Дж/см² при +20°С ≥50 Дж/см² при -50°С KCU: ≥40 Дж/см² при -60°С После термообработки 560-600°С, 1 час $\sigma_т$ 630 МПа $\sigma_в$ 720 МПа δ 25% KCV: 94 Дж/см² при -40°С 75 Дж/см² при -50°С
ESAB 118 **Тип покрытия – основное** Электрод с основной обмазкой, позволяющий выполнять сварку как на постоянном токе обратной полярности, так и на переменном токе, обладающей высочайшими пластическими характеристиками, повышенной влагостойкостью и предельно низким содержанием водорода в наплавленном металле. Предназначен для сварки особо ответственных конструкций из высокопрочных сталей, таких как WELDOX 700, если требуется равнопрочность основного металла и металла шва, а также более высокопрочных сталей, когда возможно применение сварочных материалов меньшей прочности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге, при этом допускаются медленные поперечные колебания. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	AWS A5.5: E11018M ГОСТ 9467: Э70 (условно)	C 0,05 Mn 1,40 Si 0,40 Ni 2,20 Mo 0,40 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 690 МПа $\sigma_в$ 780 МПа δ 25% KCV: 63 Дж/см² при -50°С
ESAB 120 **Тип покрытия – основное** Электрод с основной обмазкой, позволяющий выполнять сварку как на постоянном токе обратной полярности, так и на переменном токе, обладающей высочайшими пластическими характеристиками, повышенной влагостойкостью и предельно низким содержанием водорода в наплавленном металле. Предназначен для сварки особо ответственных конструкций эксплуатирующихся при экстремально низких температурах. При этом предел прочности наплавленного металла обеспечивается на уровне не менее 830 МПа, что позволяет сваривать изделия из высокопрочных сталей, таких как DOCOL 1000DP, если требуется равнопрочность основного металла и металла шва, а также более высокопрочных сталей, таких как S890QL, WELDOX 900, 1100, 1300, DOMEX 960, XABO 890, 960, 1100, NAXTRA 70, OX-700, 800, 1002, Optim 900QC, 960QC, 1100QC, T1-HY80, когда возможно применение сварочных материалов меньшей прочности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге, при этом допускаются медленные поперечные колебания. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	AWS A5.5: E12018M ГОСТ 9467: Э85 (условно)	C 0,06 Mn 1,60 Si 0,25 Ni 2,35 Cr 0,90 Mo 0,40 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 790 МПа $\sigma_в$ 860 МПа δ 20% KCV: 88 Дж/см² при -50°С

2.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AristoRod® 13.26 Неомедненная Ni-Cu легированная сварочная проволока сплошного сечения с ASC обработкой поверхности, предназначенная для сварки, как в чистой углекислоте, так и в аргоновых смесях, строительных, мостовых и некоторых других конструкций из сталей стойких к атмосферной коррозии типа COR-TEN, Patinax, Dillicor, 10ХНДП, 14ХГНДЦ и им аналогичных. Наплавленный металл обладает повышенной стойкостью к коррозии в слабоагрессивных средах, таких как морская вода и при контакте с газами с высоким содержанием сернистых соединений. Данная марка допущена для заводского изготовления мостовых пролетных конструкций всех типов мостов из стали 14ХГНДЦ любого климатического исполнения, включая Северное Б (до -60°С) в защитном газе M21. Проволока можно применять для сварки других низколегированных сталей с пределом текучести до 470 МПа, для которых стойкость к атмосферной коррозии не регламентирована. Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм	ТУ 1227-102-55224353-2011 Проволока EN ISO 14341-A: G Z3Ni1Cu AWS A5.28: ER80S-G Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 42 0 C1 Z3Ni1Cu EN ISO 14341-A: G 46 4 M21 Z3Ni1Cu НАКС: Ø 1.2 мм ЦНИИТС	C 0,08-0,11 Mn 1,25-1,55 Si 0,70-0,90 Ni 0,80-0,90 Cu 0,25-0,50 Cr 0,10-0,14 P max 0,025 S max 0,025	C1 (100% CO_2) M21 (80%Ar+ 20%CO_2) M13 (98%Ar + 2%CO_2)	$\sigma_т$ 460 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 26% KCV: 81 Дж/см² при 0°С $\sigma_т$ 540 МПа $\sigma_в$ 625 МПа δ 26% KCV: 178 Дж/см² при 0°С 138 Дж/см² при -20°С 104 Дж/см² при -40°С 63 Дж/см² при -60°С $\sigma_т$ 580 МПа $\sigma_в$ 650 МПа δ 22% KCV: 175 Дж/см² при +20°С 125 Дж/см² при -20°С 88 Дж/см² при -40°С 38 Дж/см² при -60°С
Weld CF 80S-Ni1 Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, легированная ~0,9% Ni предназначенная для сварки особо ответственных изделий, к которым предъявляются требования по ударной вязкости при температурах до -60°С, таких как оффшорные конструкции. Проволока также рекомендуется для сварки заполняющих и облицовочных проходов магистральных трубопроводов класса прочности до К60 (API 5L X70), а также корневых проходов до К65 (API 5L X80) Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1227-272-55224353-2022 Проволока EN ISO 14341-A: G Z3Ni1 AWS A5.28: ER80S-Ni1 Наплавленный металл EN ISO 14341-A: G 50 6 M21 Z3Ni1 НАКС: Ø 1.2 мм	C max 0,12 Mn max 1,25 Si 0,40-0,80 Ni 0,80-1,10 Mo max 0,35 P max 0,025 S max 0,025	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 543 МПа $\sigma_в$ 635 МПа δ 25% KCV: 200 Дж/см² при -50°С 180 Дж/см² при -60°С KCU: 220 Дж/см² при -60°С
Weld CF 55 Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности легированная небольшим количеством Ni и Mo, обеспечивающая равнопрочное сварное соединение с высокопрочными сталями с пределом текучести около 550 МПа, такими как MAGSTRONG 550MC и ей аналогичным, а также для сварки более высокопрочных сталей типа DOMEX 600, Armox 600T, MAGSTRONG 600MC, если допускается менее высокая прочность шва. Наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -40°С. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	ТУ 25.93.15-341-55224353-2024 Проволока EN ISO 16834-A: G ZMn3NiMo AWS A5.28: ER90S-G Наплавленный металл EN ISO 16834-A: G 55 4 M21 ZMn3NiMo НАКС: Ø 1,0 и 1,2 мм	C 0,05-0,10 Mn 1,50-1,80 Si 0,50-0,80 Ni 0,50-0,80 Mo 0,30-0,50 Ti 0,05-0,15 P max 0,020 S max 0,015	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 660 МПа $\sigma_в$ 715 МПа δ 25% KCV: 163 Дж/см² при -40°С
Weld CF 90S-G Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности идентичная по своим прочностным характеристикам проволоке Weld CF 55, но имеющую несколько иную систему легирования. Наплавленный металл также обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -40°С. Доступные для заказа диаметры: 1,0 мм	Проволока EN ISO 16834-B: G ZSU4M31 AWS A5.28: ER90S-G	C 0,06-0,10 Mn 1,20-1,90 Si 0,40-0,80 Mo 0,30-0,50 Ti 0,05-0,20 P max 0,015 S max 0,015	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 650 МПа $\sigma_в$ 710 МПа δ 25% KCV: 120 Дж/см² при -40°С

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld CF 69 Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, предназначенная для сварки высокопрочных сталей с пределом текучести до 700 МПа, таких как DOMEX 700MC, WELDOX 700, Magstrong W700, Powerform700 и им аналогичных, если требуется равнопрочность основного металла и металла шва, а также более высокопрочных сталей, когда возможно применение сварочных материалов меньшей прочности. Наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -60°C. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	Проволока EN ISO 16834-A: G Mn4Ni1,5CrMo AWS A5.28: ER110S-G Наплавленный металл EN ISO 16834-A: G 69 6 M21 Mn4Ni1,5CrMo РМРС: 4Y69SM	C 0,06-0,12 Mn 1,50-1,80 Si 0,50-0,80 Ni 1,50-1,80 Cr 0,15-0,40 Mo 0,30-0,50 P max 0,015 S max 0,015	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 820 МПа $\sigma_в$ 885 МПа δ 18% KCV: 100 Дж/см^2 при -40°C 88 Дж/см^2 при -60°C
Weld CF 89 Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, предназначенная для сварки сверх высокопрочных сталей, выпускаемых в соответствии со стандартом ISO 15608, таких как S890QL, Weldox 900, 1100, 1300, Domex 960, XABO 890, 960, 1100, NAXTRA 70, OX-700, 800, 1002, Optim 900QC, 960QC, 1100QC, T1-HY80. Наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -40°C. Данная проволока все больше находит применение в производстве мобильных кранов, шасси коммерческих автомобилей, горнодобывающего оборудования, секции башенных кранов, контейнеров, стрел бетононасосов и лесозаготовительной техники. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1227-308-55224353-2023 Проволока EN ISO 16834-A: G Mn4Ni2CrMo AWS A5.28: ER120S-G НАКС: Ø 1.2 мм	C 0,08-0,12 Mn 1,60-2,10 Si 0,60-0,90 Ni 2,10-2,30 Cr 0,25-0,45 Mo 0,45-0,65 P max 0,015 S max 0,015	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 920 МПа $\sigma_в$ 1000 МПа δ 16% KCV: 66 Дж/см^2 при -40°C

2.3. Прутки присадочные для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 80S-Ni1 Омедненный сварочный пруток, легированный ~0,9% Ni предназначенный для сварки особо ответственных изделий, к которым предъявляются требования по ударной вязкости при температурах до -60°C, таких как оффшорные конструкции. Проволока также рекомендуется для сварки заполняющих и облицовочных проходов магистральных трубопроводов класса прочности до К60 (API 5L X70), а также корневых проходов до К65 (API 5L X80) Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1227-266-55224353-2022 Проволока EN ISO 636-A: W Z3Ni1 AWS A5.28: ER80S-Ni1 Наплавленный металл EN ISO 636-A: W 50 6 Z3Ni1 НАКС: Ø 2.0 и 2.4 мм	C 0,06-0,12 Mn 0,80-1,20 Si 0,50-0,80 Ni 0,80-1,10 Mo max 0,35 P max 0,025 S max 0,020	$\sigma_т$ 495 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 29% KCV: 106 Дж/см^2 при -60°C

2.4. Проволоки порошковые газозащитные и самозащитные для дуговой сварки плавящимся электродом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>Coreshield 71T-8 OS
Тип – самозащитная
Всепозиционная (включая вертикаль на спуск) шовная самозащитная фторидно-основная с быстро твердеющим шлаком проволока, предназначенная для сварки на постоянном токе прямой полярности (DC-) особо ответственных конструкций, таких как TKY-соединения узлов оффшорных платформ, трубопроводов класса прочности до К54 включительно, мостовых конструкций, резервуары для хранения жидких продуктов и т.п., к сварным соединениям которых предъявляются требования по ударной вязкости KCV до -40°С. Проволока отличается отличными сварочно-технологическими характеристиками во всех пространственных положениях, мягкостью дуги, легкостью удаления шлака и умеренными требованиями к квалификации сварщиков. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле ниже 8,0 мл/100 г.
Ток: = (–)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,0 мм</td><td>ТУ 1274-306-55224353-2023

EN ISO 17632-A:
T 42 4 1Ni Y NO 1

AWS A5.29:
E71T8-Ni1-J H8

НАКС: Ø 2,0 мм

Транснефть</td><td>C max 0,12
Mn 1,20
Si 0,50
Ni 0,90
P max 0,030
S max 0,030
Ai 0,90</td><td>нет</td><td>$\sigma_т$ 429 МПа
$\sigma_в$ 521 МПа
δ 28%
KCV:
215 Дж/см² при -40°С</td></tr>
<tr><td>Coreshield 81T-8 Ni2
Тип – самозащитная
Всепозиционная (включая вертикаль на спуск) шовная самозащитная фторидно-основная с быстро твердеющим шлаком проволока легированная ~2% Ni, предназначенная для сварки на постоянном токе прямой полярности (DC-) особо ответственных конструкций, таких как TKY-соединения узлов оффшорных платформ, трубопроводов класса прочности К55-К60, мостовых конструкций, резервуаров для хранения жидких продуктов и т.п., предназначенных для обеспечения превосходной ударной вязкости при температурах до -40°С. Проволока отличается отличными сварочно-технологическими характеристиками во всех пространственных положениях, мягкостью дуги, легкостью удаления шлака и умеренными требованиями к квалификации сварщиков. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле ниже 8,0 мл/100 г.
Ток: = (–)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,0 мм</td><td>ТУ 1274-307-55224353-2023

EN ISO 17632-A:
T 46 4 2Ni Y NO 1 H10

AWS A5.29:
E81T8-Ni2-J H8

НАКС: Ø 2,0 мм

Транснефть</td><td>C max 0,12
Mn 1,05
Si 0,12
Ni 2,15
P max 0,030
S max 0,030
Ai 0,90</td><td>нет</td><td>$\sigma_т$ 512 МПа
$\sigma_в$ 590 МПа
δ 24%
KCV:
220 Дж/см² при -40°С</td></tr>
</table>

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
Dual Shield Prime 81Ni1M H4 **Тип – рутиловая** Бесшовная всепозиционная, включая сварку в положении вертикаль на спуск, неомедненная порошковая проволока со специальной обработкой поверхности, предназначенная для сварки в аргоновой смеси M21 особо ответственных конструкций из сталей с пределом текучести около 500 МПа в условиях влажного климата, при расчетной температуре эксплуатации до -60°C типа оффшорных газовых и нефтяных платформ. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионного водорода (3-4 мл на 100 г металла), даже после длительного пребывания проволоки вне заводской упаковки. В отличии от бесшовных проволок, изготавливаемых по стандартным технологиям заполнения трубок порошком с последующим его виброуплотнением или заваркой стыка проволоки лазерной сваркой, данная проволока изготавливается по уникальной патентованной технологии двухслойной оболочки, когда порошок завальцовывается во внутреннюю оболочку, а стык внешней сваривается лазерной сваркой. Это позволяет избежать как сегрегации компонентов порошка разной насыпной плотности при его виброуплотнении, так и оплавления компонентов порошка при лазерной сварке стыка проволоки. Отсутствие омеднения поверхности проволоки в сочетании со специальной ее обработкой позволяют получит максимально стабильный процесс сварки даже на предельно высоких токах сварки. Наплавленный металл прошел испытания на смещение при открытии трещины (CTOD-тест) при -10°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-262-55224353-2022 EN ISO 17632-A: T 50 6 1Ni P M21 1 H5 EN ISO 17632-B: T555T1-1M21A-N2-UH5 AWS A5.29: E81T1-Ni1M-H4 НАКС: Ø 1,2 мм РМРС: 5Y46S H5 ЦНИИТС Транснефть	C 0,03 Mn 1,34 Si 0,29 Ni 0,96 P max 0,025 S max 0,025	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 533 МПа $\sigma_в$ 587 МПа δ 28% KCV: 138 Дж/см² при -40°C 94 Дж/см² при -60°C
Dual Shield 62 Plus **Тип – рутиловая** Универсальная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) шовная рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки в аргоновой смеси M21 ответственных конструкций из сталей с пределом текучести до 620 МПа с гарантированной работой удара наплавленного металла KV не менее 34 Дж при -40°C, таких как DOMEX 600. Проволока также может применяться для сварки заполняющих и облицовочных проходов магистральных трубопроводов класса прочности до K65 (API 5L X80). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемый диаметр: 1,2 мм	AWS A5.29: E101T1-GM	C 0,07 Mn 1,65 Si 0,25 Ni 1,90 P max 0,030 S max 0,030	M21 (80%Ar+ 20%CO_2)	$\sigma_т$ 620 МПа $\sigma_в$ 700 МПа δ 26% KCV: 153 Дж/см² при -40°C 94 Дж/см² при -60°C

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
Dual Shield II 110 **Тип – рутиловая** Газозащитная шовная всепозиционная рутиловая порошковая проволока, предназначенная для сварки как в чистой углекислоте C1, так и в аргоновой смеси M21 на постоянном токе обратной полярности особо ответственных конструкций из высокопрочных судовых сталей с пределом текучести до 690 МПа, эксплуатарующихся при низких температурах типа WELDOX 700, если требуется равнопрочность шва и основного металла. Для особо ответственных изделий сварку рекомендуется выполнять в аргоновой смеси M21. Для формирования обратного валика при односторонней сварке необходимо применение керамических подкладок с трапецеидальной канавкой. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN 1SO 18276-B: T762T1-1M21A-N3M2-H5 AWS A5.29: E111T1-K3C H4 AWS A5.29: E111T1-K3M H4	C 0,05 Mn 1,53 Si 0,25 Ni 1,60 Mo 0,35 P max 0,020 S max 0,020	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 705 МПа $\sigma_в$ 795 МПа δ 18% KCV: 56 Дж/см² при -20°C 48 Дж/см² при -30°C
		C 0,05 Mn 1,65 Si 0,30 Ni 1,66 Mo 0,38 P max 0,020 S max 0,020	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 720 МПа $\sigma_в$ 810 МПа δ 19% KCV: 68 Дж/см² при -20°C 61 Дж/см² при -30°C

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

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Weld EA2 Омедненная сварочная проволока, легированная 0,5% молибдена, предназначенная для сварки конструкционных низколегированных сталей, в том числе стыков магистральных трубопроводов класса прочности до Х70. Проволока позволяет получать высокие значения ударной вязкости при двухпроходной двухсторонней технологии сварки с высокой долей участия основного металла. Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 1227-304-55224353-2023 EN ISO 14171-A: S2Mo AWS A5.23: EA2 НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм	C 0,07-0,15 Mn 0,95-1,30 Si 0,05-0,20 Mo 0,45-0,65 P max 0,025 S max 0,025
Weld ENi1K Омедненная сварочная проволока, легированная 1,0% никеля с повышенным содержанием кремния, предназначенная для сварки в сочетании с нелегирующими флюсами типа OK Flux 10.6X и некоторыми марками слабо легирующих флюсов типа OK Flux 10.7X особо ответственных конструкций из низколегированных сталей, когда к сварному шву предъявляются очень высокие требования по ударной вязкости. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 3,2; 4,0 и 5,0 мм	ТУ 1227-296-55224353-2023 EN ISO 14171-B: SUN21 AWS A5.23: ENi1K НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм	C max 0,12 Mn 0,80-1,40 Si 0,40-0,80 Ni 0,75-1,25 P max 0,020 S max 0,020
Weld ENi2 Омедненная сварочная проволока, легированная 2,0% никеля, предназначенная для сварки в сочетании с нелегирующими флюсами типа OK Flux 10.6X и некоторыми марками слабо легирующих флюсов типа OK Flux 10.7X особо ответственных конструкций из низколегированных сталей, эксплуатирующихся в условиях критически низкой температуры окружающей среды. Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 и 5,0 мм	ТУ 1227-305-55224353-2023 EN ISO 14171-B: SUN5 AWS A5.23: ENi2 НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм	C max 0,12 Mn 0,75-1,25 Si 0,05-0,30 Ni 2,10-2,90 P max 0,020 S max 0,020
Weld EF3 Омедненная сварочная проволока, легированная 0,9% никеля и 0,5% молибдена, предназначенная для сварки в сочетании с нелегирующими флюсами типа OK Flux 10.6X особо ответственных конструкций из высокопрочных низколегированных сталей с пределом текучести до 550 МПа, эксплуатирующихся в условиях критически низкой температуры окружающей среды. Доступные для заказа диаметры: 3,2; 4,0 мм	EN ISO 26304-B: (SUN2M33) AWS A5.23: EF3	C 0,10-0,18 Mn 1,50-2,40 Si max 0,30 Ni 0,70-1,10 Mo 0,40-0,65 P max 0,025 S max 0,025
Weld ENi3 Омедненная сварочная проволока, легированная 3,0% никеля, предназначенная для сварки в сочетании с нелегирующими флюсами типа OK Flux 10.6X конструкций криогенного назначения из низколегированных сталей, с расчетной температурой эксплуатации до -101°С. Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм	EN ISO 14171-A: S2Ni3 AWS A5.23: ENi3	C 0,07-0,13 Mn 0,80-1,20 Si 0,10-0,25 Ni 3,10-3,70 P max 0,015 S max 0,015
Weld EG-2 Омедненная сварочная проволока, легированная небольшим количеством молибдена и микролегированная титаном и бором, предназначенная для сварки в сочетании со слаболегирующими алюминатно-основными флюсами типа OK Flux 10.7X стыковых соединений магистральных трубопроводов класса прочности до К65 (Х80) с высокой долей участия основного металла или высокой степенью разбавления металла шва другим сварочным материалом. Доступные для заказа диаметры: 3,2 и 4,0 мм	ТУ 25.93.15-327-55224353-2024 EN ISO 14171-A: S Z 2MoTiB AWS A5.23: EG НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм	C max 0,10 Mn max 1,75 Si max 0,25 Mo 0,30-0,50 Ti 0,03-0,08 B 0,002-0,008 P max 0,015 S max 0,004

Сварочные материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных.

OK Flux 10.62P	
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 34	ТУ 5929-004-55224353-2004

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.62P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока			Наплавленный металл			
	EN ISO 14171-A EN ISO 26304-A	EN ISO 14171-B EN ISO 26304-B	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A EN ISO 26304-A	EN ISO 14171-B EN ISO 26304-B	AWS A 5.23 / 5.23M	
Weld EA2	S2Mo	—	EA2	S 46 4 FB S2Mo H5	—	F8A6-EA2-A2	F7P6-EA2-A2
Weld ENi1K	—	SUN21	ENi1K	—	S49A4U FB SUN21 H5	F8A8-ENi1K-Ni1	F8P8-ENi1K-Ni1
Weld ENi2	—	SUN5	ENi2	—	S49A7 FB SUN5	F49A7-ENi2-Ni2	F49P7-ENi2-Ni2
Weld EF3	—	(SUN2M33)	EF3	—	S69A6 FB (SUN2M33)	F9A8-EF3-F3 (DC+) F10A8-EF3-F3 (AC)	F9P8-EF3-F3
Weld ENi3	S2Ni3	—	ENi3	S 46 8 FB S2Ni3	—	F8A15-ENi3-Ni3	F8P15-ENi3-Ni3

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0						
Weld ENi1K	3,2; 4,0						
Weld ENi2	3,2; 4,0						
Weld EF3							
Weld ENi3							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл									
	Химический состав					Механические свойства				
	C	Si	Mn	Ni	Mo	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	0,07	0,22	1,00	—	0,50	500	580	25	+20	175
									-20	100
									-40	75
									-51	56
Weld ENi1K	0,08	0,45	1,07	1,03	—	490	600	24	-40	125
									-60	88
Weld ENi2	0,07	0,20	1,00	2,50	—	540	610	26	-70	55
									-100	45
Weld EF3 (DC+)	0,12	0,22	1,90	0,90	0,50	610	690	24	-40	113
									-62	63
Weld EF3 (AC)	0,14	0,20	1,85	0,90	0,50	650	730	23	-50	100
									-62	75
Weld ENi3	0,06	0,25	1,00	3,10	—	500	600	27	-62	119
									-100	60

OK Flux 10.71P	ТУ 5929-201-53304740-2007
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 35	

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока			Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	EN ISO 14171-B	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
Weld EA2	S2Mo	—	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4
Weld ENi1K	—	SUN21	ENi1K	—	F8A4-ENi1K-Ni1	—
Weld EG-2	S Z 2MoTiB	—	EG	—	F8TA4-EG	—

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0			●			3YTM
Weld ENi1K	3,2; 4,0						
Weld EG-2	3,2; 4,0						

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл											
	Химический состав							Механические свойства				
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Ti	B	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	0,05	0,40	1,40	—	0,50	—	—	536	617	25	-20	89
											-30	61
Weld ENi1K	0,06	0,67	1,50	0,84	—	—	—	527	612	28	-40	100
Weld EG-2	0,06	0,58	1,55	—	0,40	0,04	0,005	565	665	22	+20	88
											-40	50

OK Flux 10.71M	ТУ 5929-264-53304740-2022
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 36	

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71M/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока			Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	EN ISO 14171-B	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
Weld EA2	S2Mo	-	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0			●			

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл								
	Химический состав				Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	0,055	0,30	1,30	0,50	520	640	24	-20	150

OK Flux 10.74

Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 37

ТУ 5929-204-53304740-2007

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	
Weld EA2	S2Mo	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A2-EA2-A4	F7P0-EA2-A4
Weld EG-2	S Z 2MOTIB	EG	—	F8TA4-EG	—

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0						
Weld EG-2	3,2; 4,0						

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл										
	Химический состав						Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	Ti	B	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	0,05	0,40	1,40	0,50	—	—	536	617	25	-20	89
										-30	61
Weld EG-2	0,06	0,52	1,50	0,40	0,04	0,005	563	660	23	+20	100
										-40	55

OK Flux 10.77

Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 38

ТУ 5929-174-55224353-2016

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	
Weld EA2	S2Mo	EA2	S 46 2 AB S2Mo H5	F8A4-EA2-A2	F7P2-EA2-A2
Weld EG-2	S Z 2MOTIB	EG	—	F8TA4-EG	—

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0						
Weld EG-2	3,2; 4,0						

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл										
	Химический состав						Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	Ti	B	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	0,05	0,35	1,40	0,50	—	—	536	617	25	-20	89
										-30	61
Weld EG-2	0,06	0,52	1,52	0,40	0,04	0,005	560	658	23	+20	88
										-40	50

OK Flux 10.81P									
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 39							ТУ 5929-066-55224353-2009		

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока		Наплавленный металл		
	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	EN ISO 14171-A	AWS A 5.23	
Weld EA2	S2Mo	EA2	S 50 A AR S2Mo	F9AZ-EA2-A4	F7PZ-EA2-A4

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0						

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл								
	Химический состав				Механические свойства				
	C	Si	Mn	Mo	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
Weld EA2	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.

3.1. Электроды для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
OK 74.46L	AWS A5.5: E7018-A1 ГОСТ 9467: Э-09М (условно)	C 0,06 Mn 0,70 Si 0,30 Mo 0,55 P max 0,030 S max 0,030	После термообработки 605-635°C, 1 час $\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 550 МПа δ 28% KCV: 50 Дж/см^2 при -20°C
Тип покрытия – основное Электрод, предназначенный для сварки как на переменном токе, так и на постоянном токе обратной полярности обеспечивающий в наплавке сталь, легированную 0,5% Mo, предназначенный в основном для сварки трубопроводов, сосудов, работающих под давлением, бойлеров и другого теплоэнергетического оборудования из теплоустойчивых сталей марок 15М, T/P1, 16Mo3, W.No 1.5415, 8 MoB 5-4 и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 525°C. Покрытие характеризуется повышенной влагостойкостью, а наплавленный металл низким содержанием диффузионного водорода. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа			
OK 76.18L	ТУ 1272-293-55224353-2022 EN ISO 3580-B: E5518-1CM H5 AWS A5.5: E8018-B2 ГОСТ 9467: Э-09Х1М (условно) НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм	C 0,054 Mn 0,67 Si 0,34 Cr 1,30 Mo 0,54 P max 0,025 S max 0,025	После термообработки 675-705°C, 1 час $\sigma_т$ 540 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 20% KCV: 213 Дж/см^2 при +20°C
Тип покрытия – основное Электрод, предназначенный для сварки на переменном и постоянном токе газоплотных панелей, толстостенных сосудов давления, ректификационных колонн, каталитических реакторов и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 1,0...1,25%Cr-0,5%Mo (15ХМ, 20ХМ, 20ХМЛ, T/P11, T/P12, 13 CrMo 4-5, 10 CrMo 5-5, W.No 1.7335 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 575°C. Наплавленный металл имеет высокую сопротивляемостью к образованию дефектов типа трещин и пор. Данные электроды можно также применять для сварки корневых проходов теплоустойчивых сталей типа 2,25%Cr-1,0%Mo. Ток: ~ / = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа			
ЦЛ-39	ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ТУ 1272-164-55224353-2015 EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 H10 ОСТ 24.948.01-90 НАКС: Ø 2,5 мм ГосАтомНадзор	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	После термообработки 720-750°C, 5 часов $\sigma_т$ ≥343 МПа $\sigma_в$ ≥490 МПа δ ≥16% KCU: ≥78 Дж/см^2 при +20°C
Тип покрытия – основное 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 хромо-молибден-ванадиевых 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 Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм Режимы прокалки: 350-380°C, 2 часа			

Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
ЦЛ-20 **Тип покрытия – основное** 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 хромо-молибден-ванадиевых сталей марок 12Х1МФ, 14Х1ГМФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 565°С. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 350-380°С, 2 часа	ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ТУ 1272-163-55224353-2015 EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 H10 ОСТ 24.948.01-90 НАКС: Ø 3,0; 4,0; 5,0 мм ГосАтомНадзор	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	После термообработки 720-750°С, 5 часов $\sigma_т$ ≥343 МПа $\sigma_в$ ≥490 МПа δ ≥16% KCU: ≥78 Дж/см² при +20°С
OK 76.28L **Тип покрытия – основное** Электрод, предназначенный для сварки на переменном и постоянном токе пароперегревателей, реакторов, коксовых барабанов, печей, труб, колонн гидрокрекинга нефти и т.п. из высокопрочных теплоустойчивых сталей типа 2,25%Cr-1,0%Mo (10Х2М, 10 CrMo 9-10, T/P22, W.No 1.7380 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°С. Металл шва имеет высокие показатели сопротивляемости Высокотемпературной Водородной Атаке (HTHA – High Temperature Hydrogen Attack), например в колоннах гидрокрекинга, когда под воздействием высокого парциального давления водорода происходит разложение цементита в перлитной структуре стали, что, как следствие, приводит к потери сопротивляемости ползучести. Ток: ~ / = (+ / –) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	ТУ 1272-294-55224353-2022 EN ISO 3580-A: E CrMo2 B 4 2 H5 AWS A5.5: E9018-B3 ГОСТ 9467: Э-09Х2М1 (условно) НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм	C 0,06 Mn 0,75 Si 0,35 Cr 2,35 Mo 1,00 P max 0,025 S max 0,020	После термообработки 675-705°С, 1 час $\sigma_т$ 560 МПа $\sigma_в$ 660 МПа δ 19% KCV: 163 Дж/см² при +20°С
OK 76.35P **Тип покрытия – основное** Электрод, предназначенный для сварки сосудов, работающих под давлением, технологических трубопроводов, футеровки реакторов, реакторных печей и т.п., эксплуатирующихся в условиях сульфидной коррозии из окалиностойких теплоустойчивых сталей типа 5,0%Cr-0,5%Mo (15Х5М, T/P502, 12 CrMo 19-5, AISI 502, W.No 1.7362 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°С. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2; 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	ТУ 25.93.15-353-55224353-2024 EN ISO 3580-A: CrMo5 B 4 2 H5 AWS A5.5: E8018-B6	C 0,078 Mn 0,82 Si 0,40 Cr 5,00 Mo 0,55 P max 0,025 S max 0,020	После термообработки 725-755°С, 1 час $\sigma_т$ ≥460 МПа $\sigma_в$ ≥550 МПа δ ≥19% KCV: 63 Дж/см² при +20°С

3.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
OK AristoRod 13.12A Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, предназначенная для сварки в аргоновой смеси M21 газоплотных панелей, сосудов, работающих под давлением, ректификационных колонн, каталитических реакторов и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 1,0...1,25%Cr-0,5%Mo, таких как15ХМ, 20ХМ, 20ХМЛ, T/P11, T/P12, 13 CrMo 4-5, 10 CrMo 5-5, W.No 1.7335 и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 550°С. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 25.93.15-325-55224353-2024 Проволока ГОСТ 2246-70: Св-08ХГСМА (условно) EN ISO 21952-A: G CrMo1Si AWS A5.28: ER80S-B2Si НАКС: Ø 1,2 мм	C 0,08-0,12 Mn 0,80-1,20 Si 0,50-0,70 Cr 1,00-1,30 Mo 0,45-0,65 P max 0,015 S max 0,015	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	После термообработки 675-705°С, 1 час $\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 26% KCV: 137 Дж/см² при +20°С
Weld CF 90S-B3Si Неомедненная сварочная проволока с ASC обработкой поверхности, предназначенная для сварки в аргоновой смеси M21 или M13 пароперегревателей, реакторов, печей, труб, коксовых барабанов, колонн гидрокрекинга нефти и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 2,0...2,5%Cr-1,0%Mo (10Х2М, T/P11, T/P22, 10 CrMo 9-10, W.No 1.7380 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°С. Металл шва имеет высокие показатели сопротивляемости Высокотемпературной Водородной Атаке (HTHA – High Temperature Hydrogen Attack), например в колоннах гидрокрекинга, когда под воздействием высокого парциального давления водорода происходит разложение цементита в перлитной структуре стали, что, как следствие, приводит к потери сопротивляемости ползучести. Повышенное содержание кремния в проволоке обеспечивает меньшую склонность наплавленного металла к образованию пор в сравнении с аналогичными проволоками, классифицируемыми как ER90S-B3. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	Проволока EN ISO 21952-A: G CrMo2Si AWS A5.28: ER90S-B3Si	C 0,04-0,12 Mn 0,80-1,20 Si 0,50-0,80 Cr 2,30-3,00 Mo 0,90-1,20 P max 0,020 S max 0,020	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	После термообработки 675-705°С, 1 час $\sigma_т$ 730 МПа $\sigma_в$ 860 МПа δ 19% KCV: 75 Дж/см² при +20°С

3.3. Прутки присадочные для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK Tigrod 13.16 A Омедненный сварочный пруток, применяемый при сварке сосудов, работающих под давлением, газоплотных панелей, ректификационных колонн, каталитических реакторов и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 1,0…1,25%Cr-0,5%Mo (15ХМ, 20ХМ, 20ХМЛ, T/P11, T/P12, 13 CrMo 4-5, 10 CrMo 5-5, W.No 1.7335 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 550°C. Если к изделию предъявляются требования по стойкости к охрупчиванию в процессе длительной эксплуатации, по согласованию с заводом-производителем прутки могут поставляться с гарантированным фактором Брускато (10P+5Sb+4Sn+As)x10000/100 не более 15 ppm. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 25.93.15-326-55224353-2024 Проволока EN ISO 21952-A: W Z CrMo1Si AWS A5.28: ER80S-B2 Наплавленный металл EN ISO 21952-B: W 55 I1 1CM НАКС: Ø 2,0; 2,4 мм	C 0,07-0,12 Mn 0,40-0,70 Si 0,40-0,70 Cr 1,20-1,50 Mo 0,40-0,65 P max 0,025 S max 0,025	После термообработки 605-635°C, 1 час $\sigma_т$ 630 МПа $\sigma_в$ 706 МПа δ 28% KCV: 325 Дж/см² при -20°C
OK Tigrod 13.17 A Омедненный сварочный пруток, предназначенный для сварки пароперегревателей, реакторов, печей, труб, коксовых барабанов, колонн гидрокрекинга нефти и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 2,0…2,5%Cr-1,0%Mo (10Х2М, T/P11, T/P22, 10 CrMo 9-10, W.No 1.7380 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°C. Металл шва имеет высокие показатели сопротивляемости Высокотемпературной Водородной Атаке (HTHA – High Temperature Hydrogen Attack), например в колоннах гидрокрекинга, когда под воздействием высокого парциального давления водорода происходит разложение цементита в перлитной структуре стали, что, как следствие, приводит к потери сопротивляемости ползучести. Если к изделию предъявляются требования по стойкости к охрупчиванию в процессе длительной эксплуатации, по согласованию с заводом-производителем прутки могут поставляться с гарантированным фактором Брускато (10P+5Sb+4Sn+As)x10000/100 не более 15 ppm. Доступные для заказа диаметры: 2,0 и 2,4 мм	ТУ 25.93.15-348-55224353-2024 Проволока EN ISO 21952-A: W Z CrMo2Si AWS A5.28: ER90S-B3 Наплавленный металл EN ISO 21952-B: W 62 I1 2C1M НАКС: Ø 2,0 мм	C 0,07-0,12 Mn 0,40-0,70 Si 0,40-0,70 Cr 2,30-2,70 Mo 0,90-1,20 P max 0,025 S max 0,025	После термообработки 675-705°C, 1 час $\sigma_т$ 692 МПа $\sigma_в$ 774 МПа δ 25% KCV: 300 Дж/см² при -20°C
Weld T 80S-B6 Омедненный сварочный пруток, предназначенный для сварки сосудов, работающих под давлением в условиях сульфидной коррозии, футеровки реакторов, реакторных печей и т.п. из окалиностойких теплоустойчивых сталей типа 5,0%Cr-0,5%Mo (15Х5М, T/P502, 12 CrMo 19-5, W.No 1.7362 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°C. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм	Проволока EN ISO 21952-A: W (CrMo5Si) AWS A5.28: ER80S-B6 Наплавленный металл EN ISO 21952-B: W 55 I1 5CM	C max 0,10 Mn 0,40-0,70 Si max 0,50 Cr 4,50-6,00 Mo 0,45-0,65 P max 0,015 S max 0,010	После термообработки 730-760°C, 1 час $\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 25% KCV: 94 Дж/см² при +20°C
Weld T 90S-B91 Омедненный сварочный пруток, предназначенный для сварки труб высокого давления, паровых коллекторов, пароперегревателей и т.п. из высокопрочных теплоустойчивых сталей типа 9,0%Cr-1,0%Mo, дополнительно легированных V, Ni и Nb типа T/P91, X10 CrMoVNb 9-1, W.No 1.4903 и им аналогичных с максимальной температурой эксплуатации до 635°C. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм	Проволока EN ISO 21952-A: W (CrMo91) AWS A5.28: ER90S-B91 Наплавленный металл EN ISO 21952-B: W 62 I1 9C1MV	C 0,07-0,13 Mn max 1,20 Si 0,15-0,50 Cr 8,0-10,5 Mo 0,85-1,20 V 0,15-0,30 Ni max 0,80 Nb 0,02-0,10 N 0,03-0,07 P max 0,010 S max 0,010 Mn+Ni max 1,50	После термообработки 745-775°C, 2 часа $\sigma_т$ 540 МПа $\sigma_в$ 660 МПа δ 23% KCV: 88 Дж/см² при +20°C

3.4. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав, %	Защитный газ	Механические свойства
Dual Shield 8000-B2 **Тип – рутиловая** Рутиловая шовная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) порошковая проволока, предназначенная для сварки как в чистой углекислоте C1, так и в аргоновой смеси M21, сосудов, работающих под давлением, ректификационных колонн, каталитических реакторов, газоплотных панелей и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 1,0...1,25%Cr-0,5%Mo (15ХМ, 20ХМ, 20ХМЛ, T/P11, T/P12, 13 CrMo 4-5, 10 CrMo 5-5, W.No 1.7335 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 550°C. Наплавленный металл отличается предельно низким содержанием диффузионного водорода. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 17634-B: T55T1-1C-1CM-H5 AWS A5.29: E81T1-B2C AWS A5.29: E81T1-B2M	C 0,06 Mn 0,70 Si 0,60 Cr 1,30 Mo 0,50 P max 0,030 S max 0,030	C1 (100%CO_2) M21 (80%Ar + 20%CO_2)	После термообработки 675-715°C, 1 час $\sigma_т$ 593 МПа $\sigma_в$ 680 МПа δ 22% После термообработки 675-715°C, 1 час $\sigma_т$ 558 МПа $\sigma_в$ 648 МПа δ 24%
Dual Shield 9000-B3 **Тип – рутиловая** Рутиловая шовная всепозиционная (кроме вертикали на спуск) порошковая проволока, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 пароперегревателей, реакторов, печей, труб, коксовых барабанов, колонн гидрокрекинга нефти и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 2,0...2,5%Cr-1,0%Mo (10Х2М, T/P11, T/P22, 10 CrMo 9-10, W.No 1.7380 и им аналогичных) с максимальной температурой эксплуатации до 600°C. В наплавленном металле гарантируется содержание диффузионного водорода не более 8 мл/100 г наплавленного металла. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 17634-A: T (CrMo 2) P C 1 AWS A5.29: E91T1-B3C	C 0,06 Mn 0,59 Si 0,21 Cr 2,15 Mo 1,05 P max 0,030 S max 0,030	C1 (100%CO_2)	После термообработки 675-715°C, 1 час $\sigma_т$ 600 МПа $\sigma_в$ 690 МПа δ 21% KCV: 80 Дж/см^2 при +20°C

3.5. Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав, %
Weld EA2 Омедненная сварочная проволока, легированная 0,5% Mo, которая также может применяться для сварки сосудов, работающих под давлением, бойлеров и другого теплоэнергетического оборудования из теплоустойчивых сталей марок 15М, Т/Р1, 16Mo3, W.No 1.5415, 8 MoB 5-4. Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 1227-304-55224353-2023 EN ISO 14171-A: S2Mo AWS A5.23: EA2 НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм	C 0,07-0,15 Mn 0,95-1,30 Si 0,05-0,20 Mo 0,45-0,65 P max 0,025 S max 0,025
Weld EB2 Омедненная сварочная проволока, легированная 1,4% Cr и 0,5% Mo, предназначенная для сварки сосудов, работающих под давлением, газоплотных панелей, ректификационных колонн, каталитических реакторов и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 1,0...1,25%Cr-0,5%Mo (15ХМ, 20ХМ, 20ХМЛ, T/P11, T/P12, 13 CrMo 4-5, 10 CrMo 5-5, W.No 1.7335 и им аналогичных). Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,2 и 4,0 мм	EN ISO 24598-B: SU1CM AWS A5.23: EB2	C 0,10-0,14 Mn 0,60-0,80 Si 0,10-0,25 Cr 1,35-1,55 Mo 0,50-0,60 P max 0,015 S max 0,010
Weld EB3 Омедненная сварочная проволока, легированная 2,6% Cr и 1,0% Mo, предназначенная для сварки пароперегревателей, реакторов, печей, труб, коксовых барабанов, колонн гидрокрекинга нефти и т.п. из теплоустойчивых сталей типа 2,0...2,5%Cr-1,0%Mo (10Х2М, T/P11, T/P22, 10 CrMo 9-10, W.No 1.7380 и им аналогичных). Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,5; 3,2 и 4,0 мм	EN ISO 24598-B: SU2C1M AWS A5.23: EB3	C 0,08-0,12 Mn 0,50-0,70 Si 0,06-0,20 Cr 2,50-2,70 Mo 0,95-1,00 P max 0,015 S max 0,010

OK Flux 10.62P	
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 34	ТУ 5929-004-55224353-2004

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.62P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока: EN ISO 24598-A	Проволока: EN ISO 24598-B	Проволока: AWS A 5.23	Наплавленный металл: AWS A 5.23 / 5.23M	
Weld EA2	S S Mo	—	EA2	F8A6-EA2-A2	F8P6-EA2-A2
Weld EB2	—	SU1CM	EB2	—	F8P2-EB2-B2
Weld EB3	—	SU2C1M	EB3	—	F8P2-EB3-B3

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл: НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EA2	3,2; 4,0						
Weld EB2							
Weld EB3							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr	Mo	Термообработка	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см²]
Weld EA2	0,07	0,22	1,00	—	0,50	Без ТО	500	580	25	+20	175
										-20	100
										-40	75
										-51	56
						После ТО 605-635°C, 1 час	480	580	25	+20	175
										-20	94
										-40	69
										-51	50
Weld EB2	0,11	0,20	0,70	1,30	0,5	После ТО 675-705°C, 1 час	500	610	24	+20	120
Weld EB3	0,08	0,18	0,70	2,30	1,0	После ТО 675-705°C, 1 час	530	630	22	+20	100

Материалы низколегированные и легированные для сварки хромомолибденовых теплоустойчивых сталей.

OK Flux 10.81P	
Описание и характеристики флюса см. в разделе 1.5. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 39 **Примечание**: *Комбинация OK Flux 10.81P+Weld EB2 рекомендована только для сварки газоплотных панелей из теплоустойчивых сталей*	ТУ 5929-066-55224353-2009

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81P/проволока

Классификации:

Марка проволоки	Проволока			Наплавленный металл	
	EN ISO 24598-A	EN ISO 24598-B	AWS A 5.23	AWS A 5.23 / 5.23M	
Weld EB2	—	SU1CM	EB2	—	F9PZ-EB2-G

Одобрения проволок или наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл						
	НАКС (диаметры)	Газпром	Интергазсерт	Транснефть	ЦНИИТС	ВНИИЖТ	РМРС
Weld EB2							

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

Марка проволоки	Проволока/Наплавленный металл									
	Химический состав					Механические свойства				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см²]
						Без ТО				
Weld EB2	0,08	0,80	1,50	1,10	0,5	630	720	20	+20	34

4.1. Электроды на основе высоколегированных сталей.
4.1.1. Электроды для сварки высоколегированных аустенитных коррозионностойких сталей

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
ОЗЛ-8 **Тип покрытия – основное** Электрод для ручной электродуговой сварки сталей аустенитного класса марок 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т или подобных, когда к сварным соединениям не предъявляются жесткие требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Стойкость наплавленного металла к межкристаллитной коррозии не регламентируется. 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 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 330-350°С, 1-2 часа	ГОСТ 10052-75: Э-07Х20Н9 ТУ 1273-203-55224353-2018 EN ISO 3581-A: E 19 9 H B 2 2 ГОСТ Р ИСО 3581-A: E 19 9 H B 2 2 AWS A5.4: E308H-15 НАКС: Ø 3.00; 4.0 мм	C 0,06 Mn 1,50 Si 0,75 Cr 20,0 Ni 9,5 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 645 МПа δ 38% KCV: 180 Дж/см² при +20°С 100 Дж/см² при -60°С KCU: 205 Дж/см² при +20°С
OK 61.30P **Тип покрытия – рутиловое** Рутиловый электрод Российского производства общетехнического назначения с предельно низким содержанием углерода в наплавленном металле, предназначенный для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°С из аустенитных хромоникелевых сталей типа 18% Cr/10% Ni с низким содержанием углерода, таких как 03Х18Н10, AISI 304L и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. При этом наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах эксплуатации до 800°С. Данные электроды можно применять для сварки стабилизированных коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12Х18Н10Т, ASTM: 321, 347 и им подобных, эксплуатирующихся в сухих газовых средах, не содержащих сернистых газов, при температурах до 750°С, за исключением случаев, когда необходимо обеспечить сопротивляемость ползучести при температурах эксплуатации выше 450°С. Электрод также может применяться для сварки ферритных и ферритно-мартенситных высоколегированных коррозионностойких сталей без последующей термической обработки, когда не требуется идентичность микроструктур шва и основного металла. Благодаря отсутствию молибдена, наплавленный металл стоек к азотной кислоте. Электрод характеризуется великолепными сварочно-технологическими свойствами, минимальным количеством брызг и отличной отделяемостью шлака, легким повторным зажиганием дуги. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 1,7...5,6% (расчетное по диаграмме Де Лонги – FN 3-10, типичное FN=5). Межпроходную температуру рекомендуется выдерживать не выше 150°С. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 50 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2 и 4,0 мм Режимы прокалки: 330-370°С, 1 час	ТУ 25.93.15-312-55224353-2023 EN ISO 3581-A: E 19 9 L R 1 2 ГОСТ Р ИСО 3581-A: E 19 9 L R 1 2 AWS A5.4: E308L-17 НАКС: Ø 2,5; 3,2; 4,0 мм	C max 0,034 Mn 0,72 Si 0,82 Cr 19,1 Ni 9,8 N max 0,15 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 390 МПа $\sigma_в$ 565 МПа δ 48% KCV: 160 Дж/см² при +20°С 70 Дж/см² при -60°С
OK 61.63 **Тип покрытия – рутиловое** Электрод общетехнического назначения импортного производства, схожий по своим характеристикам и идентичный по назначению электроду OK 61.30P. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 1,5...5% (расчетное по WRC-92 – FN 3-8, типичное FN=5). Межпроходную температуру рекомендуется выдерживать не выше 150°С. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	ТУ 1273-283-55224353-2022 EN ISO 3581-A: E 19 9 L R 1 2 AWS A5.4: E308L-16 НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм	C 0,025 Mn 0,65 Si 0,85 Cr 19,0 Ni 10,0 P max 0,035 S max 0,020	$\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 42% KCV: 125 Дж/см² при +20°С

4 Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
OK 61.35P	ТУ 25.93.15-342-55224353-2024 EN ISO 3581-A: E 19 9 L B 2 2 ГОСТ Р ИСО 3581-A: E 19 9 L B 2 2 AWS A5.4: E308L-15	C max 0,04 Mn 1,74 Si 0,58 Cr 19,6 Ni 9,9 N max 0,08 P max 0,020 S max 0,010	$\sigma_{т}$ 405 МПа $\sigma_{в}$ 605 МПа δ 46% KCV: 120 Дж/см² при +20°C 70 Дж/см² при -120°C 57 Дж/см² при -196°C
Тип покрытия – основное Электрод с основной обмазкой Российского производства рекомендуется для сварки толстостенных и особо ответственных изделий из аустенитных хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, ASTM: 304L и им подобных, эксплуатирующихся при температурах от -196 до +350°C, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии, чистоте наплавленного металла и его пластическим характеристикам при криогенных температурах. Данные электроды можно применять для сварки стабилизированных коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12Х18Н10Т, AISI 321, 347 и им подобных, за исключением случаев, когда необходимо обеспечить сопротивляемость ползучести при повышенных температурах эксплуатации. Великолепные сварочно-технологические характеристики электрода в сочетании в быстротвердеющим шлаком позволяют достаточно просто выполнять сварку неповоротного стыка трубопровода с качественным формированием обратного валика. Наплавленный металл стоек к влажной коррозии, а также к воздействию сильных окислителей, таких как азотная кислота. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 2,5...4,5% (расчетное по Де Лонги – FN 4-10, типичное FN=7). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,2 и 4,0 мм Режимы прокалки: 180-220°C, 2 часа			
ESAB 304B	ТУ 1273-284-55224353-2022 EN ISO 3581-A: E 19 9 L B 2 2 AWS A5.4: E308L-15	C 0,03 Mn 1,50 Si 0,40 Cr 19,0 Ni 10,5 P max 0,040 S max 0,030	$\sigma_{т}$ 450 МПа $\sigma_{в}$ 570 МПа δ 40% KCV: 37 Дж/см² при -196°C
Тип покрытия – основное Электрод с основной обмазкой импортного производства, схожий по своим характеристикам и идентичный по назначению электроду OK 61.35P. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле состоянии составляет около 1,0...4,5% (расчетное по WRC-92 – FN 2-8). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа	НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм		
ЦЛ-11	ГОСТ 10052-75: Э-08Х20Н9Г2Б ТУ 1273-161-55224353-2015 EN ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2 ГОСТ Р ИСО 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2	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	$\sigma_{т}$ 500 МПа $\sigma_{в}$ 690 МПа δ 32% KCV: 125 Дж/см² при +20°C KCU: 135 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – основное Электрод общетехнического назначения предназначен для сварки ответственных изделий из аустенитных хромоникелевых сталей марок типа 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 12Х18Н12Т, ASTM: 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 заплавляться 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 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 330-350°C, 1-2 часа	НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм ГосАтомНадзор		

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
OK 61.80 **Тип покрытия – рутиловое** Электрод общетехнического назначения для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, изделий из карбидостабилизированных аустенитных хромоникелевых сталей марок 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 1.4550, 1.4912, ASTM: 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Наплавленный металл сохраняет высокую стойкость к МКК и к высокотемпературному охрупчиванию при эксплуатации во влажных средах при температурах до 400°С, а также стойкость к интенсивному образованию окалины при температурах до 800°С. Электрод характеризуется великолепными сварочно-технологическими характеристиками, минимальным количеством брызг и отличной отделяемостью шлака. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 2...6% (расчетное по WRC-92 – FN 3-10, типичное FN=5). Межпроходную температуру рекомендуется выдерживать не выше 150°С. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Выпускаемые диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа	ТУ 1273-108-55224353-2011 AWS A5.4: E347-16 НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм	C max 0,08 Mn 0,65 Si 0,90 Cr 19,8 Ni 9,8 Nb+Ta 0,65 P max 0,040 S max 0,030	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 630 МПа δ 35% KCV: 75 Дж/см² при +20°С
ЭА 400/10У **Тип покрытия – основное** Электрод предназначен для сварки оборудования из коррозионностойких стали аустенитного класса марок 08Х18Н10Т, 08Х18Н10Т-ВД, 12Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 08Х18Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, Х18Н22В2Т2, ASTM: 318, 321, 347 и им подобных работающих в жидких агрессивных неокислительных средах при температуре до 350°С 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 Доступные для заказа диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокалки: 120-150°С, 2=2,5 часа	ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф ТУ 1273-159-55224353-2015 ОСТ 5Р.9370-2011 ГосАтомНадзор	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	$\sigma_т$ 430 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 38% KCV: 140 Дж/см² при +20°С KCU: 155 Дж/см² при +20°С
ЭА 400/10Т **Тип покрытия – основное** 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 Доступные для заказа диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокалки: 120-150°С, 2=2,5 часа	ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф ТУ 1273-158-55224353-2015 ОСТ 5Р.9370-2011 ГосАтомНадзор	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	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 39% KCV: 135 Дж/см² при +20°С KCU: 155 Дж/см² при +20°С

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>OK 63.63
Тип покрытия – рутиловое
Электрод общетехнического назначения, применяемый для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, изделий, работающих в контакте с жидкими агрессивными неокислительными средами при температуре до 350°С из коррозионностойких хромоникелевых и хромоникельмолибденовых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 1.4401, 1.4404, 1.4435, 1.4436, 1.4571, ASTM: 316, 316L, 316LN, 316H, 316Ti и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной и питтинговой коррозии. Электрод также может применяться для сварки ферритных и ферритро-мартенситных высоколегированных коррозионностойких сталей без последующей термической обработки, когда не требуется идентичность микроструктур шва и основного металла. Электрод характеризуется великолепными сварочно-технологическими свойствами, минимальным количеством брызг и отличной отделяемостью шлака, легким повторным зажиганием дуги. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 1,5...5% (расчетное по WRC-92 – FN 3-8).
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Напряжение холостого хода: 70 В
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 240-260°С, 2 часа</td><td>ТУ 1273-287-55224353-2022

EN ISO 3581-B: ES316L-16

AWS A5.4: E316L-17

ГОСТ 10052-75: Э-02Х20Н14Г2М2 (условно)

НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм</td><td>C max 0,03
Mn 0,60
Si 0,85
Cr 18,3
Ni 12,0
Mo 2,3
P max 0,035
S max 0,020</td><td>$\sigma_т$ 500 МПа
$\sigma_в$ 580 МПа
δ 40%
KCV:
65 Дж/см² при +20°С</td></tr>
<tr><td>ESAB 316B
Тип покрытия – основное
Электрод рекомендуется для сварки изделий с толщиной стенки более 20 мм и других особо ответственных конструкций работающих в контакте с жидкими агрессивными неокислительными средами при температуре до 350°С, в том числе работающих в контакте с морской водой, а также изделий эксплуатирующихся при критически низких температурах из аустенитных хромоникелевых и хромониельмолибденовых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 1.4401, 1.4404, 1.4435, 1.4436, 1.4571, ASTM: 304L, 316L, 321 и им подобных. Наплавленный металл отвечает самым жестким требованиям по стойкости к межкристаллитной и питтинговой коррозии, чистоте наплавленного металла и его пластическим характеристикам при криогенных температурах. Данный электрод также может быть использован для сварки некоторых закаливающихся сталей. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 0...2,0%
(расчетное по WRC-92 – FN 0-3).
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 230-270°С, 2 часа</td><td>ТУ 25.93.15-319-55224353-2023

AWS A5.4: E316L-15

ГОСТ 10052-75: Э-02Х20Н14Г2М2 (условно)

НАКС: Ø 2,5; 3,15 мм</td><td>C 0,03
Mn 1,20
Si 0,30
Cr 18,0
Ni 12,1
Mo 2,6
P max 0,030
S max 0,025</td><td>$\sigma_т$ 460 МПа
$\sigma_в$ 560 МПа
δ 45%
KCV:
69 Дж/см² при -125°С</td></tr>
</table>

4.1.2. Электроды для сварки высоколегированных дуплексных коррозионностойких сталей

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
ZuperFab 2209-17 **Тип покрытия – кисло-рутиловое** Электроды предназначен для сварки стандартных аустенитно-ферритных дуплексных сталей типа 22%Cr-5%Ni-3%Mo-N, таких как 08Х21Н6М2Т, 02Х22Н5АМ3, S32205, S31803, S32304, S32101, S82441, W.Nr 1.4462, 1.4417, 1.4460, 1.4462, 1.4463, 1.4470 и им аналогичных. Их можно также применять для сварки «бюджетных» (безмолибденовых) дуплексных сталей типа 23%Cr-4%Ni-N, таких как S32001 (1.4482), S82011, S32101 (1.4162), S32202 (1.4062), S32304 (1.4362), S32003, кроме случаев, когда легирование молибденом может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости. Наплавленный металл характеризуется высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с хорошей стойкостью к межкристаллитной коррозии при температурах эксплуатации до 280°C, а также высокой стойкостью к питттинговой коррозии и коррозионному растрескиванию под напряжением в галогеносодержащих средах. Критическая температура питтинговой коррозии (Critical Pitting Temperature) у наплавленного металла по ASTM G48 метод А около +27,5°C при времени экспозиции 24 часа и +20°C при времени экспозиции 72 часа, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии (Pitting Resistibility Equivalent) PRE = %Cr + 3,3%Mo + 16%N примерно равен 35. Основными областями из применения являются производство технологического оборудования для химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной промышленностей, судостроение и строительстве морских платформ для обработки и транспортировки нефти и газа. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,5-2,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 150°C. Расчетное содержание ферритной фазы в наплавленном металле по WRC-92 составляет FN 35-50. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 55 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа	ISO 3581-A: E 22 9 3 N L R 3 2 AWS A5.4: E2209-17	C max 0,04 Mn 0,90 Si 0,75 Cr 22,8 Ni 9,1 Mo 2,90 N 0,16 P max 0,030 S max 0,025	$\sigma_{т}$ 560 МПа $\sigma_{в}$ 730 МПа δ 22% KCV: 63 Дж/см² при +20°C
ZuperFab 2594-16 **Тип покрытия – рутилово-основное** Электрод предназначен для сварки высокопрочных аустенитно-ферритных (супердуплексных) сталей типа 25%Cr-7%Ni-4%Mo-N, таких как UNS S32750, S32760, S32550, S39274, J93404, W.Nr 1.4410, 1.4501, 1.4507 и других дуплексных сталей с содержанием хрома около 25% с эквивалентом сопротивляемости питтинговой коррозии PRE = 37...40, типа Sandvik SAF 2507, Zeron 100, DP3W и им аналогичных, эксплуатирующихся при температуре не выше 280°C. Их можно также применять для сварки стандартных дуплексных сталей, особенно корневых проходов, контактирующих с агрессивной средой, когда требуется повышенная стойкость к коррозии. Электроды также применимы для сварки дуплексных сталей с конструкционными углеродистыми и низколегированными сталями. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с высокой стойкостью к питтинговой, щелевой и сернистой коррозиям, а также высокой стойкостью к эрозионной коррозии и коррозионному растрескиванию под напряжением в галогеносодержащих средах. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM G48 метод А около CTP=55-60°C при времени экспозиции 24 часа и +40°C при времени экспозиции 72 часа, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии PRE примерно равен 40. Основными областями их применения являются производство тяжело нагруженного технологического оборудования для химической, нефте-химической и целлюлозно-бумажной промышленностей, судостроение и ледовая защита морских нефтяных и газовых платформ. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,2-1,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 100°C. Расчетное содержание ферритной фазы в наплавленном металле по WRC-92 составляет FN 35-55. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4 Напряжение холостого хода: 60 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа	ТУ 1273-302-55224353-2023 ISO 3581-A: E 25 9 4 N L R 3 2 AWS A5.4: E2594-16 НАКС: Ø 3,15 мм	C max 0,04 Mn 0,90 Si 0,50 Cr 25,1 Ni 9,2 Mo 4,1 N 0,24 P max 0,040 S max 0,030	$\sigma_{т}$ 700 МПа $\sigma_{в}$ 810 МПа δ 19% KCV: ≥34 Дж/см² при +20°C

4.1.3. Электроды для сварки высоколегированных сталей стойких к окислительной коррозии и жаропрочных сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
ОЗЛ-6	ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75 ТУ 1273-167-55224353-2015	C max 0,12 Mn 1,80 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 425 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 35% KCV: 110 Дж/см² при +20°С KCU: 130 Дж/см² при +20°С
Тип покрытия – основное Электроды двойного назначения. Первое – сварка литья и проката из хромоникелевых окалиностойких сталей типа 20Х23Н13, 20Х23Н18, 20Х25Н20С2 и им подобных, работающих в окислительных средах при температурах до 1000°С. Однако, следует помнить, что металл, наплавленный данными электродами, склонен к охрупчиванию при высоких температурах эксплуатации. Поэтому, если к изделию предъявляются требования не только по стойкости к окислительной эрозии, но и 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 Доступные для заказа диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 280-320°С, 1-2 часа	НАКС: Ø 3.0; 4.0 мм		
EWAC ST 210	ТУ 25.93.15-340-55224353-2024 EN ISO 3581-A: E 25 20 R AWS A5.4: E310-16	C 0,15 Mn 1,70 Si 0,55 Cr 26,5 Ni 21,5 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 32% KCV: 80 Дж/см² при +20°С
Тип покрытия – рутилово-основное Электрод предназначен для сварки тяжело нагруженных изделий из жаропрочных стойких сталей стойких к окислительной эрозии типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, 310H, W.Nr 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглероживающих средах. Полностью аустенитная структура металла шва гарантирует отсутствие эффекта охрупчивания при длительной эксплуатации при температурах в интервале от 650 до 900°С. Наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1150°С. Электрод может быть использован для сварки некоторых марганцовистых и закаливающихся сталей, а также для сварки нержавеющих сталей с углеродистыми и низколегированными. Межпроходная температура не должна превышать 125°С, а удельное тепловложение 1,0 кДж/мм. Наплавленный металл имеет склонность к образованию горячих трещин. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует 0% (расчетное по WRC-92 – FN 0). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 5,0 мм Режимы прокалки: 260-300°С, 2 часа	НАКС: Ø 3,15 мм		

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

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла: Химический состав, %	Типичные характеристики наплавленного металла: Механические свойства
OK 67.45	AWS A5.4: E307-16 (условно)	C 0,04 Mn 5,10 Si 0,60 Cr 20,5 Ni 10,50 P max 0,04 S max 0,03	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 610 МПа δ 45% KCV: 80 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – рутиловое Высоколегированный электрод с высоким содержанием марганца. Применяется для сварки сталей с ограниченной свариваемостью, когда прочностные характеристики шва являются вторичными. Их также можно применять для сварки аустенитных 13% марганцовистых сталей типа сталей Гадфильда, а также их сварки с другими сталями. Наплавленный металл обладает достаточно невысокими прочностными характеристиками и очень высокой пластичностью, что позволяет избежать образования трещин в околошовной зоне в процессе эксплуатации. Данные электроды применимы для сварки хромистых ферритных и аустенитных хромоникелевых сталей с ограничением температуры эксплуатации не выше 300°C, когда к изделию не предъявляют жестких требований по стойкости к МКК. Межпроходная температура не должна превышать 200°C. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет металле менее 3% (расчетное по WRC-92 – FN <5). При этом повышенное содержание марганца позволяет значительно снизить чувствительность наплавленного металла к образованию горячих трещин несмотря на низкое содержание ферритной фазы. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа Выпускаемый диаметр: 2,5; 3,15 и 4,0 мм			
ОЗЛ-6	ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75 ТУ 1273-167-55224353-2015	C max 0,12 Mn 1,80 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 425 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 35% KCV: 110 Дж/см² при +20°C KCU: 130 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – основное 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 15Х25Т. 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 Доступные для заказа диаметры: 3,0; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 280-320°C, 1-2 часа	НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм		
OK 67.63	ТУ 1273-288-55224353-2022 EN ISO 3581-A: E 23 12 L R 3 2 AWS A5.4: E309L-16	C max 0,04 Mn 0,85 Si 0,75 Cr 23,0 Ni 13,6 P max 0,030 S max 0,025	$\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 630 МПа δ 40% KCV: 55 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – рутиловое Электрод предназначен для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 304L, 321, 347, 316, 316L, 318 и им аналогичных, с различными высоколегированными сталями ферритного и феррито-мартенситного класса, конструкционных сталей перлитного класса и стандартных высоколегированных сталей аустенитного класса с бюджетными и стандартными дуплексными и другими аустенитно-ферритными сталями, а также наплавки переходных слоев на конструкционные и теплоустойчивые стали при сварке изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304L, 321, 347 и им аналогичных. Данные электроды также можно применять для сварки высоколегированных сталей типа 23%Cr-12%Ni, к которым не предъявляются требования по жаропрочности при длительной эксплуатации при высоких температурах. При этом наплавленный металл сохраняет высокую стойкость к окислительной эрозии при температурах до 1100°C. За счет предельно низкого содержания углерода, наплавленный металл обладает высокой стойкостью к межкристаллитной коррозии. Межпроходная температура не должна превышать 150°C, а удельное тепловложение 2,0 кДж/мм. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет металле около 2,5...8,5% (расчетное по WRC-92 – FN 5-15). Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа	НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм		

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав, %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>ESAB 309LC
Тип покрытия – основное
Электрод с основной обмазкой, аналогичный по назначению OK 67.63, но рекомендуемый к применению, если изделие эксплуатируется в условиях холодного климата или для изделий с толщиной стенки более 20 мм. Наплавленный металл отличается меньшим содержанием кислорода и шлаковых включений. Более высокое содержание феррита делает сварные швы менее чувствительными к горячему растрескиванию, но при этом делаю их более склонными к высокотемпературному охрупчиванию. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет около 5,5...10% (расчетное по WRC-92 – FN 10-18).
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа</td><td>ТУ 1273-310-55224353-2023

EN ISO 3581-A: E 23 12 L B 4 2

AWS A5.4: E309L-15

НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм</td><td>C max 0,04
Mn 1,13
Si 0,83
Cr 24,5
Ni 13,5
P max 0,030
S max 0,025</td><td>$\sigma_т$ 490 МПа
$\sigma_в$ 610 МПа
δ 35%
KCV:
75 Дж/см² при -50°C</td></tr>
<tr><td>OK 67.78
Тип покрытия – рутиловое
Электрод предназначен для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными кислотостойкими сталями аустенитного класса легированными молибденом типа ASTM 316, 316L, 317L. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет металле около 8...14% (расчетное по WRC-92 – FN 15-24).
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Напряжение холостого хода: 70 В
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 230-270°C, 2 часа</td><td>AWS A5.4: E309Mo-16</td><td>C max 0,12
Mn 0,60
Si 0,80
Cr 24,0
Ni 13,5
Mo 2,60
P max 0,040
S max 0,030</td><td>$\sigma_т$ 520 МПа
$\sigma_в$ 650 МПа
δ 32%
KCV:
63 Дж/см² при +20°C</td></tr>
<tr><td>ESAB 309LMo
Тип покрытия – основное
Электрод схожий по своим характеристикам и назначению с OK 67.78, но ориентирован на сварку толстостенных изделий, а также для случаев, когда к наплавленному металлу предъявляются повышенные требования по ударной вязкости. Он также применяется для наплавки переходных слоев при изготовлении изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 18%Cr-12%Ni-2,8%Mo, таких как 02Х17Н11М2, AISI 316L, 317L, когда переходный слой должен быть легирован молибденом для предупреждения его снижения в плакирующем слое при последующей однослойной наплавке.
В отличии от OK 67.78, за счет предельно низкого содержания углерода, наплавленный металл обладает высокой стойкостью к МКК. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле составляет металле около 8...13% (расчетное по WRC-92 – FN 15-22).
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 240-260°C, 2 часа</td><td>AWS A5.4: E309LMo-15</td><td>C max 0,04
Mn 0,70
Si 0,85
Cr 23,0
Ni 13,3
Mo 2,30
P max 0,040
S max 0,030</td><td>$\sigma_т$ 550 МПа
$\sigma_в$ 660 МПа
δ 34%
KCV:
88 Дж/см² при +20°C</td></tr>
</table>

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
EWAC ST 208 SPL	ТУ 25.93.15-317-55224353-2023 EN ISO3581-A: E 29 9 R 1 2 AWS A5.4: E312-16 НАКС: Ø 3,15; 4,0 мм	C max 0,15 Mn 1,20 Si 0,40 Cr 29,4 Ni 9,3 P max 0,040 S max 0,030	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 750 МПа δ 25% KCV: 38 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – кисло-рутиловое Высоколегированный электрод, предназначенный для сварки сталей с ограниченной свариваемостью, таких как закаливающиеся, броневые, пружинные, инструментальные и другие стали с высоким углерод-эквивалентом, а также сталей с неизвестным химическим составом. Изделие после сварки не требует последующей термической обработки, а для небольших толщин (до 10 мм) и предварительного подогрева. При этом температура предварительного подогрева не должна превышать 150°C. Для снижения доли участия в шве основного металла, сварку предпочтительнее выполнять углом вперед наклонив электрод на 10...15°. По возможности, для снижения остаточных напряжений, сразу после обрыва дуги наплавленный металл подвергнуть проковке. Сварные швы характеризуются низкой чувствительностью к разбавлению сварного шва основным металлом, сохраняя высокую стойкостью к образованию трещин. Наплавленный металл имеет аустенитно-ферритную структуру, обладает очень высокими прочностными характеристиками, хорошей стойкостью к коррозионному растрескиванию. Может также применяться для сварки соединений из ферритно-аустенитных сталей с толщиной стенки до 20 мм. Однако, следует помнить, что наплавленный металл с таким высоким содержанием ферритной фазы склонен к охрупчиванию при повышенных температурах эксплуатации. Ширина поперечных колебаний не должна превышать 2-3 диаметров электрода. Сварку выполнять с минимальным удельным тепловложением и отдавать предпочтение электродам меньшего диаметра. Расчетное содержание ферритной фазы в наплавленном металле по WRC-92 составляет FN 30-50. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа			
ЭА-395/9	ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2 ТУ 1273-160-55224353-2015 EN ISO 3581-A: E Z 15 25 6 N B 2 2 ГОСТ Р ИСО 3581-А: E Z 15 25 6 N B 2 2 ОСТ В 5Р.9374-81 НАКС: Ø 3,0; 4,0 мм	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	$\sigma_т \geq 392$ МПа $\sigma_в \geq 608$ МПа $\delta \geq 30\%$ KCV: ≥59 Дж/см² при +20°C KCU: ≥120 Дж/см² при +20°C
Тип покрытия – основное 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 Доступные для заказа диаметры: 3,0 и 4,0 мм Режимы прокалки: 340-360°C, 1 час			

4.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе высоколегированных сталей.

Рекомендации по составу защитных газов для GMAW-сварки проволоками на основе высоколегированных сталей в зависимости от типа сварочного материала.

	I1[1]: Ar	I3[2]: Ar + He	M13: Ar + (1-2)%O_2	M12[3]: Ar + (1-2)%CO_2	Ar + 30% He + (1-2)% O_2	Ar + 30% He + (1-2)%	Ar + 30% He + (1-2)% N_2
Ферритные, феррито-мартенситные аустенито-мартенситные	нет	нет	да[4]	допускается	да[6]	допускается	нет
Аустенитные	нет	нет	да[4]	да[5]	да[6]	да[6]	нет
Супераустенитные	да[7]	да[7]	да	да	да	да	да[8]
Стандартные дуплексные	нет	нет	да[4]	да[5]	да[6]	да[6]	нет
Супердуплексные	да[7]	да[7]	допускается	допускается	да[9]	да[9]	да

1 – процесс сварки, в сравнении с I3, характеризуется не очень хорошими сварочно-технологическими характеристиками, особенно при невысоких скоростях подачи проволоки
2 – обычно содержание He составляет 20-30%
3 – не рекомендуется для процессов со струйным переносом присадочного материала, когда к металлу шва предъявляются высокие требования к предельно низкому содержанию углерода
4 – сварочная ванна имеет более высокую текучесть в сравнении с M12
5 – по сварочно-технологическим характеристикам предпочтительнее, в сравнении с M13, при сварке в режиме короткой дуги и при сварке в различных пространственных положениях
6 – по сварочно-технологическим характеристикам предпочтительнее, в сравнении с M12, при сварке в режиме короткой дуги
7 – рекомендуется применять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls
8 – для проволок, в которых регламентируется минимально допустимое количество азота
9 – сварочная ванна имеет более высокую текучесть, в сравнении с I1, по сварочно-технологическим характеристикам предпочтительнее, в сравнении с M12, при сварке в режиме короткой дуги.

4.2.1. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом высоколегированных ферритных, феррито-мартенситных и мартенситных коррозионностойких сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK Autrod 430LNb Высоколегированная ферритная проволока, предназначенная для сварки в защитном газе M13 (допускается в M12) однотипных по микроструктуре коррозионностойких сталей с содержанием Cr от 12 до 18%. Отсутствие в составе никеля делает наплавленный металл стойким к коррозии в сернистых средах, а низкое содержание углерода и легирование Nb в качестве карбидостабилизатора снижают склонность наплавленного металла к МКК. Благодаря данным свойствам данную проволоку часто используют для сварки элементов выхлопных систем автомобилей. Наплавленный металл также стоек к воздействию воды и пара при температурах эксплуатации до 450°C, поэтому проволока может использоваться для наплавки рабочих поверхностей затворов и фитингов, изготавливаемых из черных сталей. Твердость наплавленного слоя обычно составляет около 200 HB. Во избежание роста зерна рекомендуется ограничивать удельное тепловложение, а изделия толщиной более 2 мм варить с предварительным подогревом 200-300°C и последующей термической обработкой 730-800°C и охлаждением на воздухе. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 18 L Nb	C max 0,020 Mn 0,20-0,80 Si 0,30-0,50 Cr 17,8-18,8 Nb 0,05-7x(C+N) P max 0,025 S max 0,015 N max 0,020	M13 (98%Ar + 2%O_2)	При сварке металла типа AISI 409 (EN 1.4512) толщиной 1,5 мм $σ_т$ 275 МПа $σ_в$ 420 МПа δ 26%

<table>
<tr><th>Марка, описание</th><th>Классификации и одобрения</th><th>Химический состав проволоки, %</th><th>Защитный газ</th><th>Типичные механические свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Weld M 410NiMo
Высоколегированная проволока, предназначенная для сварки и наплавки в защитном газе M13 (допускается в M12) изделий из мартенситных и феррито-мартенситных сталей типа 12% Cr-4,5% Ni-0,5% Mo. Характерным примером ее применения, является изготовление оборудования для гидроэнергетики подверженного кавитационной эрозии.
Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм</td><td rowspan="3">EN ISO 14343-A: G 13 4</td><td rowspan="3">C max 0,05
Mn 0,20-0,90
Si 0,20-0,50
Cr 11,5-13,0
Ni 4,00-5,00
Mo 0,40-1,00
P max 0,025
S max 0,020</td><td rowspan="3">M13 (98%Ar + 2%O_2)</td><td>$\sigma_т$ 860 МПа
$\sigma_в$ 1050 МПа
δ 13%
KCV:
44 Дж/см² при 0°C
38 Дж/см² при -20°C</td></tr>
<tr><td>После термообработки 580-620°C, 2 часа
$\sigma_т$ 850 МПа
$\sigma_в$ 900 МПа
δ 17%
KCV:
88 Дж/см² при 0°C
69 Дж/см² при -20°C</td></tr>
<tr><td>После термообработки 580-620°C, 8 часов
$\sigma_т$ 750 МПа
$\sigma_в$ 850 МПа
δ 20%
KCV:
94 Дж/см² при 0°C
94 Дж/см² при -20°C</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Weld M 630
Высоколегированная проволока, предназначенная для сварки в защитном газе M13 (допускается в M12) «бюджетных» хромоникелевых мартенситных нержавеющих сталей таких как 17/4PH или FV520B и им аналогичных типа 1.4542, 1.4532, S17400, S45000, которые содержат медь и, как следствие, подвергаются дисперсионному твердению при соответствующей термообработке. Проволока применяется в авиастроении, например для высокопрочных деталей двигателей. Также ее применяют для наплавки крыльчаток компрессоров, деталей станков, гребных валов, когда требуется устойчивость к кавитационной эрозии и истиранию. Основными потребителями данных сплавов являются такие отрасли как аэрокосмическая, химическая, нефтегазовая, целлюлозно-бумажная, энергетическая промышленности, судостроение, для которых обычно требуются уникальные сочетания прочностных и коррозионных свойств. Наплавленный металл после термической обработки обладает превосходной коррозионной стойкостью, в том числе стойкостью к межкристаллитной коррозии за счет легирования сплава Nb.
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td rowspan="2">AWS A5.9: ER630</td><td rowspan="2">C max 0,05
Mn 0,25-0,75
Si max 0,75
Cr 16,0-17,0
Ni 4,50-5,00
Cu 3,25-4,00
Nb+Ta 0,15-0,30
P max 0,030
S max 0,020</td><td rowspan="2">M13 (98%Ar + 2%O_2)</td><td>$\sigma_т$ 725 МПа
$\sigma_в$ 930 МПа
δ 5%</td></tr>
<tr><td>После термообработки: нагрев 1025-1050°C, 1 час с охлаждением на воздухе и последующей выдержкой при 610-630°C, 4 часа
$\sigma_т$ 770 МПа
$\sigma_в$ 980 МПа
δ 10%</td></tr>
</table>

4.2.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом высоколегированных аустенитных и супераустенитных коррозионностойких сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 308L Высоколегированная аустенитная сварочная проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°С из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, ASTM 304, 304L и им подобных, а также аналогичных сталей содержащих карбидостабилизаторы марок 08Х18Н10Т, ASTM 321, 347 и им подобных когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к общей и межкристаллитной коррозии, а также для сварки хромистых коррозионностойких сталей ферритного класса, когда нет контакта шва с сернистыми средами или средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением, а условия эксплуатации изделия не требуют идентичности коэффициентов линейного расширения основного и наплавленного металла. Наплавленный металл обладает достаточно высокой коррозионной стойкостью при контакте с сильными окислителями, такими как азотная кислота. Швы, выполненные данной проволокой, стойки к образованию окалины при температурах до 800°С, а также обладают достаточно высокой ударной вязкостью при температурах до -196°С. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок без проведения послесварочной термической обработки. Швы можно подвергать электрохимической полировке. Сварку тонкостенных изделий, корневых проходов или всепозиционную сварку предпочтительнее выполнять в режиме короткой дуги в смеси М12, а более толстостенных в режиме струйного переноса, предпочтительнее в смеси М13. Причем в обеих случаях рекомендуется применять проволоки диаметром до 1,0 мм. Для снижения разбрызгивания, сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1222-274-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G 19 9 L AWS A5.9: ER308L НАКС: Ø 1,0; 1,2 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-21,0 Ni 9,0-11,0 N max 0,20 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 3-13	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 36% KCV: 105 Дж/см² при +20°C 75 Дж/см² при -60°C 32 Дж/см² при -196°C
Weld T 308LSi Более часто применяемая для GMAW-сварки высоколегированная аустенитная сварочная проволока, близкая по химическому составу и аналогичная по назначению Weld M 308L. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, но при этом, из-за повышения подвижности углерода, незначительно повышается склонность наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1222-274-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G 19 9 L Si AWS A5.9: ER308LSi НАКС: Ø 0,8; 1,0; 1,2 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,10 Si 0,65-1,00 Cr 19,5-21,0 Ni 9,0-11,0 N max 0,10 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 3-14	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 36% KCV: 105 Дж/см² при +20°C 75 Дж/см² при -60°C 32 Дж/см² при -196°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 347 Высоколегированная аустенитная сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из карбидостабилизированных коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, ASTM 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. В сравнении с проволоками типа ER308L, легирование ниобием несколько снижает чувствительность материала в МКК что позволяет длительно эксплуатировать изделия при температурах до 450°С. Однако, в сравнении с ER308L, наплавленный металл более склонен к образованию горячих трещин, менее пластичен при холодном деформировании и низких температурах и не предназначен для последующей электрохимической полировке швов. Изделия, которые прошли аустенизацию, можно эксплуатировать при температурах до -196°С. Сварку тонкостенных изделий, корневых проходов или всепозиционную сварку предпочтительнее выполнять в режиме короткой дуги в смеси М12, а более толстостенных в режиме струйного переноса, предпочтительнее в смеси М13. Причем в обеих случаях рекомендуется применять проволоки диаметром до 1,0 мм. Для снижения разбрызгивания, сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1222-276-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G 19 9 Nb AWS A5.9: ER347 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,08 Mn 1,00-1,80 Si 0,30-0,65 Cr 19,0-21,0 Ni 9,0-11,0 Nb 10x%C-1,00 P max 0,025 S max 0,020 FN по WRC-92 3-13	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 640 МПа δ 32% KCV: 105 Дж/см² при +20°С 75 Дж/см² при -60°С

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 316LSi	ТУ 1222-278-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G (19 12 3 L Si) AWS A5.9: ER316LSi	C max 0,03 Mn 1,00-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 N max 0,10 P max 0,030 S max 0,030 FN по WRC-92 5-13	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 37% KCV: 120 Дж/см² при +20°C 100 Дж/см² при -60°C 75 Дж/см² при -110°C 30 Дж/см² при -196°C
Высоколегированная аустенитная проволока с предельно низким содержанием углерода, предназначенная для сварки изделий из кислотостойких коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 316, 316L, 316Ti и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304, 304L, 321, 347 и им подобных, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°C, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. При этом наплавленных металл обладает неплохой стойкостью к питтинговой коррозии. Например, при экспозиции в течение 24 часов в 1% растворе $FeCl_3$ при +20°C, следов коррозии не наблюдается. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом. Ее также применяют для сварки хромистых коррозионностойких сталей ферритного класса, когда нет контакта шва с сернистыми средами или средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением, а условия эксплуатации изделия не требуют идентичности коэффициентов линейного расширения основного и наплавленного металла. Швы, выполненные данной проволокой, стойки к образованию окалины при температурах до 800°C, а также обладают высокой ударной вязкостью при температурах до -196°C. Следует принимать во внимание, что присутствие в наплавленном металле Mo в сочетании с невысоким содержанием Ni несколько снижает стойкость к общей коррозии при контакте с сильными окислительными средами, например с азотной кислотой. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок, без проведения послесварочной термической обработки. Швы можно подвергать электрохимической полировке. Для снижения разбрызгивания, сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	НАКС: Ø 1,0; 1,2 мм			

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 318 Высоколегированная аустенитная сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий, эксплуатирующихся как в сухих, так и во влажных средах при температурах от -120 до 400°C из стабилизированных Ti или Nb и нестабилизированных коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 316, 316L, 316Ti, 318 и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304, 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Следует помнить, что, как и у проволок типа ER316, наплавленный металл не обладает достаточной коррозионной стойкостью при контакте с сильными окислительными средами. При этом сварные швы не предназначены для последующей электрохимической полировке. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 25.93.15-349-55224353-2024 EN ISO 14343-A: G (19 12 3 Nb) AWS A5.9: ER318 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 Nb 8x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 ~ 8	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 30% KCV: 88 Дж/см² при +20°C 60 Дж/см² при -60°C
Weld M 385 Сварочная проволока обеспечивает в наплавке хром-никель-молибденовую супераустенитную сталь с предельно низким содержанием углерода, дополнительно легированную медью, что повышает стойкость материала в серной кислоте, характеризующуюся полностью аустенитной структурой и высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением. Наплавленный металл также обладает хорошей сопротивляемостью к воздействию восстановительных сред. Данная проволока применяется при изготовлении технологического оборудования для производства сульфатных или фосфатных удобрений, целлюлозно-бумажной, нефтехимической и фармацевтической промышленностях из супераустенитных сталей типа 06ХН28МДТ, X1NiCrMoCu 25 20 5, 1.4539, ASTM 904L и им аналогичных, эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 400°C. Наплавленный металл стоек к воздействию серной, ортофосфорной, уксусной, муравьиной, а также безкислородных кислот и морской воды. Сварку рекомендуется выполнять без поперечных колебаний с удельным тепловложением не более 1,5 кДж/мм, на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	ТУ 25.93.15-321-55224353-2023 EN ISO 14343-A: G 20 25 5 Cu L AWS A5.9: ER385 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,025 Mn 1,50-2,20 Si max 0,50 Cr 19,5-21,5 Ni 24,0-26,0 Mo 4,20-5,20 Cu 1,20-2,00 P max 0,020 S max 0,020	I3 (70% Ar + 30%He) или I1 (100%Ar) В качестве защитного газа допускается также использовать M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 340 МПа $\sigma_в$ 540 МПа δ 37% KCV: 150 Дж/см² при +20°C

4.2.3. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом высоколегированных дуплексных коррозионностойких сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 2209 Высоколегированная аустенитно-ферритная сварочная проволока, предназначенная для сварки в защитных газах M12 и M13 стандартных дуплексных сталей с содержанием хрома около 22%, таких как 08Х21Н6М2Т, 02Х22Н5АМ3, S32205, S31803, S32304, S32101, S82441, W.Nr 1.4462, 1.4417, 1.4460, 1.4462, 1.4463, 1.4470 и им аналогичных, а также для сварки этих сталей с высоколегированными аустенитными (кроме супераустенитных), низколегированными и конструкционными углеродистыми сталями. Ее также можно применять для сварки «бюджетных» безмолибденовых дуплексных сталей типа 23%Cr-4%Ni-N, таких как S32001 (1.4482), S82011, S32101 (1.4162), S32202 (1.4062), S32304 (1.4362), S32003, кроме случаев, когда легирование Mo может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости, например при контакте с сильно окислительными средами. Наплавленный металл характеризуется высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с хорошей стойкостью к коррозии во влажных средах при температурах эксплуатации до 280°С. Металл также стоек к межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением. Может применяться для изделий, контактирующих с хлоросодержащими средами и сероводородом. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM раздел 48 метод A (Critical Pitting Temperature) при времени экспозиции 24 часа, CTP=25-30°C, а типичный эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии в проволоке (Pitting Resistibility Equivalent) PRE = %Cr + 3,3%Mo + 16%N примерно равен 35. Основными областями из применения являются производство технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и морских платформ для обработки и транспортировки нефти и газа. Для стандартных дуплексных сталей удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,5-2,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 200°С. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1222-273-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G 22 9 3 N L AWS A5.9: ER2209 НАКС: Ø 1.2 мм	C max 0,030 Mn 1,20-1,85 Si 0,30-0,70 Cr 21,5-23,5 Ni 8,00-9,00 Mo 3,00-3,40 N 0,12-0,20 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 ~ 55	M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 600 МПа $\sigma_в$ 760 МПа δ 30% KCV: 150 Дж/см² при +20°С

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
SpeciAlloy M 25.10.4.L Высоколегированная аустенитно-ферритная сварочная проволока, предназначенная для сварки предпочтительно в аргон-гелиевой смеси, а также в аргон-гелиевой смеси с добавлением в нее 1-2% CO_2, O_2 или N_2 высокопрочных аустенитно-ферритных (супердуплексных) сталей с содержанием хрома около 25% таких как UNS S32750, S32760, S32550, S39274, J93404, W.Nr 1.4410, 1.4501, 1.4507, например SAF 2507, Zeron 100, DP3W и им аналогичных. Применение в качестве защитного газа аргоновых смесей M12 или M13 допустимо, но не желательно, т.к. при многопроходной сварке существует повышенная вероятность локальных межваликовых несплавлений. Ее можно также применять для сварки стандартных дуплексных сталей, особенно корневых проходов, когда требуется повысить коррозионную стойкость поверхности шва, контактирующего с агрессивной средой. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с великолепной стойкостью к общей, межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию под напряжением. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM раздел 48 метод А составляет CTP=50-60°C при времени экспозиции 24 часа и +40°C при времени экспозиции 72 часа, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии PRE примерно равен 42. Основными областями ее применения являются производство тяжело нагруженного технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и ледовая защита морских нефтяных и газовых платформ. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,2-1,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 150°C. По возможности предпочтение следует отдавать сварке порошковой проволокой Shield-Bright 2594. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 25 9 4 N L AWS A5.9: ER2594	C max 0,020 Mn 0,30-0,70 Si 0,20-0,50 Cr 24,0-26,0 Ni 9,0-10,5 Mo 3,50-4,50 N 0,20-0,30 P max 0,020 S max 0,015 FN по WRC-92 ~50	I3 (70% Ar + 30%He) или I1 (100%Ar)	$\sigma_т$ 659 МПа $\sigma_в$ 832 МПа δ 30% KCV: 199 Дж/см² при +20°C 161 Дж/см² при -40°C

4.2.4. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 310	ТУ 25.93.15-343-55224353-2024 EN ISO 14343-A: G 25 20 AWS A5.9: ER310	C 0,08-0,15 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 25,0-27,0 Ni 20,0-22,0 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 380 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 40% KCV: 213 Дж/см² при +20°C
Высоколегированная аустенитная сварочная проволока, предназначенная для сварки в защитных газах I1, I3, M12 и M13 изделий, эксплуатирующихся при высоких температурах и механических нагрузках, из жаропрочных окалиностойких сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, 310H, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). Полностью аустенитная структура металла шва гарантирует отсутствие эффекта охрупчивания, а повышенное содержание углерода препятствует эффекту ползучести при длительной эксплуатации при температурах в интервале температур от 550 до 950°C. Однако, по этой же причине, при сварке надо учитывать склонность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Благодаря высокому содержанию хрома, наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1150°C. Удельное тепловложение не должно превышать 1,5 кДж/мм, а межпроходная температура 100°C. Проволока широко применяется при производстве различных термических печей, котлов и теплообменников. Данную проволоку не рекомендуется применять для изделий, эксплуатирующихся во влажных средах, или когда в процессе остывания на их поверхность может выпасть конденсат, т.к. наплавленный металл не обладает стойкостью к межкристаллитной коррозии. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	НАКС: Ø 1.2 мм			

4.2.5. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 307Si Высоколегированная аустенитная сварочная проволока, предназначенная для сварки аустенитных 13% марганцовистых сталей (типа сталей Гадфильда), а также других аустенитных сталей с высоким содержанием Mn и их сварки с другими сталями, а также сталей с ограниченной свариваемостью, когда прочностные характеристики шва являются вторичными. Наплавленный металл обладает относительно невысокой прочностью и очень высокой пластичностью, что позволяет избежать образования трещин в околошовной зоне в процессе эксплуатации в условиях знакопеременных нагрузок. Данную проволоку также можно применять для сварки аустенитных Cr-Ni сталей, когда к изделию не предъявляются требования по стойкости к МКК, сталей с ограниченной свариваемостью, а в некоторых случаях для сварки разнородных сталей. Наплавленный металл стоек к общей коррозии, образованию окалины при температурах эксплуатации до 800°C, однако не устойчив к воздействию сернистых газов при температурах выше 500°C. Высокое содержание Mn делает наплавленный металл малочувствительным к образованию горячих трещин, а повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Благодаря своим высоким сварочно-технологическим характеристикам проволока нашла широкое применение для автоматической и роботизированной сварки в транспортном машиностроении. Межпроходная температура не должна превышать 150°C, а рекомендуемое удельное тепловложение не более 2 кДж/мм. Ферритная фаза в наплавленном металле практически отсутствует ~0%. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 18 8 Mn AWS A5.9: ER307 (модифицировано)	C max 0,20 Mn 5,00-8,00 Si max 1,20 Cr 17,0-20,0 Ni 7,0-10,0 P max 0,030 S max 0,030	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 630 МПа δ 41% KCV: 150 Дж/см² при +20°C

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M 309L Проволока повышенного легирования, основным назначением которой является сварка в защитных газах M12 и M13 низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 304L, 321, 347, 316, 316L, 318 и им аналогичных, с различными высоколегированными сталями ферритного и феррито-мартенситного класса, конструкционных сталей перлитного класса и стандартных высоколегированных сталей аустенитного класса с бюджетными и стандартными дуплексными и другими аустенитно-ферритными сталями, а также наплавки переходных слоев на конструкционные и теплоустойчивые стали при сварке изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304L, 321, 347 и им аналогичных. Предельно низкое содержание углерода обеспечивает наплавленному металлу высокую стойкость к межкристаллитной коррозии. Рекомендуемое удельное тепловложение не более 2 кДж/мм. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 23 12 L AWS A5.9: ER309L	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 7-20	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 41% KCV: 200 Дж/см² при +20°C
Weld M 309LSi Более часто применяемая для GMAW-сварки сварочная проволока повышенного легирования, близкая по химическому составу и аналогичная по назначению Weld M 309L. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, Доступные для заказа диаметры: 1,0; и 1,2 мм	ТУ 1222-280-55224353-2022 EN ISO 14343-A: G 23 12 L Si AWS A5.9: ER309LSi НАКС: Ø 1,0; 1,2 мм	C max 0,03 Mn 1,70-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 N max 0,20 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 5-15	M12 (98%Ar + 2%CO_2) или M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 430 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 33% KCV: 150 Дж/см² при +20°C

4.3. Прутки присадочные для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

4.3.1. Прутки для сварки высоколегированных аустенитных и супераустенитных коррозионностойких сталей.

4.3.1.1. Прутки сплошного сечения.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 308L Высоколегированный аустенитный пруток с пониженным содержанием углерода, предназначенный для сварки изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°C из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, ASTM 304, 304L и им подобных, а также аналогичных сталей содержащих карбидостабилизаторы марок 08Х18Н10Т, ASTM 321, 347 и им подобных когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к общей и межкристаллитной коррозии, а также для сварки хромистых коррозионностойких сталей ферритного класса, когда нет контакта шва с сернистыми средами или средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением, а условия эксплуатации изделия не требуют идентичности коэффициентов линейного расширения основного и наплавленного металла. Наплавленный металл обладает достаточно высокой коррозионной стойкостью при контакте с сильными окислителями, такими как азотная кислота. Швы, выполненные данной проволокой, стойки к образованию окалины при температурах до 800°C, а также обладают достаточно высокой ударной вязкостью при температурах до -196°C. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок без проведения послесварочной термической обработки. Швы можно подвергать электрохимической полировке. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-275-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W (19 9 L) AWS A5.9: ER308L НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4 мм (только для лотов с индексом ZG)	C max 0,03 Mn 1,00-2,50 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-22,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,030 FN по WRC-92 ~8	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 36% KCV: 213 Дж/см² при +20°C 169 Дж/см² при -80°C 100 Дж/см² при -196°
Weld T 308LSi Высоколегированный аустенитный пруток, близкий по химическому составу и аналогичный по назначению Weld T 308L. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, но при этом, из-за повышения подвижности углерода, незначительно повышается склонность наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-275-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 19 9 L Si AWS A5.9: ER308LSi НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм (для лотов как с индексом ZG, так и HG)	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,65-1,00 Cr 19,0-21,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 ~8	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 40% KCV: 105 Дж/см² при +20°C 75 Дж/см² при -60°C 32 Дж/см² при -196°C
Weld T 347 Высоколегированный аустенитный пруток, стабилизированный Nb, предназначенный для сварки изделий из карбидостабилизированных коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, ASTM 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. В сравнении с проволоками типа ER308L, легирование ниобием несколько снижает чувствительность материала в МКК, что позволяет длительно эксплуатировать изделия при температурах до 450°C. Однако, в сравнении с ER308L, наплавленный металл более склонен к образованию горячих трещин, менее пластичен при холодном деформировании и низких температурах и не предназначен для последующей электрохимической полировке швов. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-277-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 19 9 Nb AWS A5.9: ER347 НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм	C max 0,08 Mn 1,00-1,80 Si 0,30-0,65 Cr 19,0-21,0 Ni 9,0-11,0 Nb 10x%C-1,00 P max 0,025 S max 0,020 FN по WRC-92 ~8	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 640 МПа δ 37% KCV: 120 Дж/см² при +20°C 88 Дж/см² при -60°C

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 347Si Высоколегированный аустенитный пруток, близкий по химическому составу и аналогичный по назначению Weld T 347. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, но при этом, из-за повышения подвижности углерода, незначительно повышается склонность наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 25.93.15-337-55224353-2024 EN ISO 14343-A: W 19 9 Nb Si AWS A5.9: ER347Si НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм (только для лотов с индексом HG)	C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 19,0-21,0 Ni 9,0-11,0 Nb 10x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 4-12	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 650 МПа δ 37% KCV: 150 Дж/см² при +20°C 75 Дж/см² при -60°C
Weld T 316L Высоколегированный аустенитный пруток с пониженным содержанием углерода, предназначенный для сварки изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°C из кислотостойких коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 316, 316L, 316Ti и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304, 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. При этом наплавленных металл обладает неплохой стойкостью к питтинговой коррозии. Например, при экспозиции в течение 24 часов в 1% растворе $FeCl_3$ при +20°C, следов коррозии не наблюдается. Weld T 316L может также применяться для сварки хромистых коррозионностойких сталей ферритного класса, когда нет контакта шва с сернистыми средами или средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением, а условия эксплуатации изделия не требуют идентичности коэффициентов линейного расширения основного и наплавленного металла. Швы, выполненные данной проволокой, стойки к образованию окалины при температурах до 800°C, а также обладают высокой ударной вязкостью при температурах до -196°C. Следует принимать во внимание, что присутствие в наплавленном металле Mo в сочетании с невысоким содержанием Ni несколько снижает стойкость к общей коррозии при контакте с сильными окислительными средами, например с азотной кислотой. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок, без проведения послесварочной термической обработки. Швы можно подвергать электрохимической полировке. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-279-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W (19 12 3 L) AWS A5.9: ER316L НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4 мм (только для лотов с индексом ZG)	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-13,0 Mo 2,00-2,50 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 5-13	$\sigma_т$ 400 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 41% KCV: 150 Дж/см² при +20°C 120 Дж/см² при -60°C 88 Дж/см² при -110°C 40 Дж/см² при -196°C
Weld T 316LSi Высоколегированный аустенитный пруток типа 316L, близкий по химическому составу и аналогичный по назначению Weld T 316L. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, но при этом, из-за повышения подвижности углерода, незначительно повышает склонность наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-279-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 19 12 3 L Si AWS A5.9: ER316LSi НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм (для лотов как с индексом ZG, так и HG)	C max 0,03 Mn 1,00-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 P max 0,030 S max 0,030 FN по WRC-92 5-13	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 41% KCV: 156 Дж/см² при +20°C 131 Дж/см² при -60°C 90 Дж/см² при -110°C 50 Дж/см² при -196°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 318	ТУ 25.93.15-350-55224353-2024 EN ISO 14343-A: W (19 12 3 Nb) AWS A5.9: ER318 НАКС: Ø 2,0 мм	C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 Nb 8x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 ~ 8	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 30% KCV: 88 Дж/см² при +20°C
Высоколегированный аустенитный пруток, стабилизированный Nb, предназначенный для сварки изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах от -120 до +400°C из кислотостойких коррозионностойких карбидостабилизированных и нестабилизированныв хромоникельмолибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 1.4571, ASTM: 316L, 316Ti, 318 и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н10Т, ASTM: 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Швы, выполненные данной проволокой, стойки к образованию окалины при температурах до 800°C и обладают относительно хорошей стойкостью к питтинговой коррозии. Следует помнить, что, как и у ER316, наплавленный металле не обладает достаточной высокой коррозионной стойкостью при контакте с сильными окислителями. При этом сварные швы не предназначены для последующей электрохимической полировке. Расчетное содержание ферритной фазы в наплавленном металле по диаграмме Де-Лонги около 7%. Доступные для заказа диаметры: 2,0 мм			
Weld T 385	ТУ 1222-289-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 20 25 5 Cu L AWS A5.9: ER385 НАКС: Ø 2,4 мм	C max 0,025 Mn 1,40-2,20 Si max 0,50 Cr 19,5-21,5 Ni 24,0-26,0 Mo 4,20-5,20 Cu 1,20-2,00 P max 0,020 S max 0,020	$\sigma_т$ 340 МПа $\sigma_в$ 530 МПа δ 35% KCV: 150 Дж/см² при +20°C
Высоколегированный супераустенитный сварочный пруток, обеспечивающий в наплавке хром-никель-молибденовую супераустенитную сталь с предельно низким содержанием углерода, дополнительно легированную медью, что повышает стойкость материала в серной кислоте, характеризующуюся полностью аустенитной структурой и высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением. Наплавленный металл также обладает хорошей сопротивляемостью к воздействию восстановительных сред. Данная проволока применяется при изготовлении технологического оборудования для производства сульфатных или фосфатных удобрений, целлюлозно-бумажной, нефтехимической и фармацевтической промышленностях из супераустенитных сталей типа 06ХН28МДТ, X1NiCrMoCu 25 20 5, 1.4539, ASTM 904L и им аналогичных, эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 400°C. Наплавленный металл стоек к воздействию серной, ортофосфорной, уксусной, муравьиной, а также безкислородных кислот и морской воды. Погонную энергию при сварке рекомендуется ограничивать значением в 1,5 кДж/мм. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм			
SpeciAlloy T 25.22.2.LMn	ТУ 25.93.15-347-55224353-2024 EN ISO 14343-A: W 25 22 2 N L AWS A5.9: ER310Mo (условно)	C max 0,03 Mn 3,50-6,50 Si max 0,20 Cr 24,0-27,0 Ni 21,0-24,0 Mo 1,50-3,00 N 0,10-0,20 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 480 МПа $\sigma_в$ 670 МПа δ 32% KCV: 165 Дж/см² при +20°C 125 Дж/см² при -196°C
Высоколегированный супераустенитный сварочный пруток, предназначенный для сварки изделий из сталей карбомидного класса типа 03Х17Н14М3Т, 02Х25Н22АМ2, 1.4466, 1.4335, 1.4435, 1.4436, 1.4477, 1.4578, 1.4585, UNS S31050, S31603, S31600 и им аналогичных, таких как Sandvik 2RE69 или Sandvik 3R60 U.G., а также наплавки коррозионностойких слоев типа 25%Cr-22%Ni-2%Mo-N. Наплавленный металл обладает высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозии в чрезвычайно агрессивных средах, например, при контакте с карбамидом или азотной кислотой и высокими пластическими характеристиками при криогенных температурах. Благодаря высокому содержанию марганца и предельно низкому содержанию серы, полностью аустенитный наплавленный металл достаточно устойчив к образованию горячих трещин. Прутки также применяется при регламентных ремонтных работах для наплавки конструкций из стали ASME 316L на заводах по производству мочевины, для придания им большей коррозионной стойкости. Ферритная фаза в наплавленном металле практически отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4 и 3,2 мм			

4.3.1.2. Прутки порошковые.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T R308L Присадочный высоколегированный флюсонаполненный пруток аналогичный по перечню свариваемых материалов прутку сплошного сечения марки Weld T 308L. Предназначен для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде чистого аргона корневых проходов односторонних стыковых сварных соединений с их полным проплавлением, когда технически сложно создать надежную защиту от окисления обратной стороны шва. Образующаяся при сварке шлаковая система надежно покрывает обратный валик шва, а после остывания шлаковая корка легко удаляется, оставляя чистый наплавленный металл. Низкое содержание углерода в сплаве делает его подходящим для условий эксплуатации, где существует вероятность межкристаллитной коррозии. В отличии от сварки прутками сплошного сечения, стык обязательно надо собирать с некоторым зазором, чтобы шлак мог надежно покрывать обратную сторону шва. При сварке пруток в ванну надо подавать быстрыми короткими толчками. Непосредственно перед применением прутки необходимо просушить при температуре 40-50°C в течение 10…20 минут. Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм	AWS A5.22: R308LT1-5	C max 0,03 Mn 0,50-2,50 Si max 1,20 Cr 18,0-21,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 38%
Weld T R347 Присадочный высоколегированный флюсонаполненный пруток аналогичный по перечню свариваемых материалов прутку сплошного сечения марки Weld T 347. Предназначен для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде чистого аргона корневых проходов односторонних стыковых сварных соединений с их полным проплавлением, когда технически сложно создать надежную защиту от окисления обратной стороны шва. Образующаяся при сварке шлаковая система надежно покрывает обратный валик шва, а после остывания шлаковая корка легко удаляется, оставляя чистый наплавленный металл не склонный к межкристаллитной коррозии. В отличии от сварки прутками сплошного сечения, стык обязательно надо собирать с некоторым зазором, чтобы шлак мог надежно покрывать обратную сторону шва. При сварке пруток в ванну надо подавать быстрыми короткими толчками. Непосредственно перед применением прутки необходимо просушить при температуре 40-50°C в течение 10…20 минут. Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм	AWS A5.22: R347T1-5	C max 0,08 Mn 0,50-2,50 Si max 1,20 Cr 18,0-21,0 Ni 9,0-11,0 Nb+Ta 8x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 38%
Weld T R316L Присадочный высоколегированный флюсонаполненный пруток аналогичный по перечню свариваемых материалов прутку сплошного сечения марки Weld T 316L. Предназначен для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде чистого аргона корневых проходов односторонних стыковых сварных соединений с их полным проплавлением, когда технически сложно создать надежную защиту от окисления обратной стороны шва. Образующаяся при сварке шлаковая система надежно покрывает обратный валик шва, а после остывания шлаковая корка легко удаляется, оставляя чистый наплавленный металл, обладающий хорошей общей коррозионной стойкостью, особенно в кислых средах и средах с ионами хлора. Низкое содержание углерода в сплаве делает его особенно подходящим для условий эксплуатации, где существует вероятность межкристаллитной коррозии. В отличии от сварки прутками сплошного сечения, стык обязательно надо собирать с некоторым зазором, чтобы шлак мог надежно покрывать обратную сторону шва. При сварке пруток в ванну надо подавать быстрыми короткими толчками. Непосредственно перед применением прутки необходимо просушить при температуре 40-50°C в течение 10…20 минут. Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм	AWS A5.22: R316LT1-5	C max 0,03 Mn 0,50-2,50 Si max 1,20 Cr 17,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 530 МПа δ 36%

4.3.2. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом высоколегированных дуплексных коррозионностойких сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 2209 Высоколегированный аустенитно-ферритный сварочный пруток, предназначенный для сварки стандартных дуплексных сталей с содержанием хрома около 22%, типа 22%Cr-5%Ni-3%Mo-N, таких как 08Х21Н6М2Т, 02Х22Н5АМ3, S32205, S31803, S32304, S32101, S82441, W.Nr 1.4462, 1.4417, 1.4460, 1.4462, 1.4463, 1.4470 и им аналогичных, а также для сварки этих сталей с высоколегированными аустенитными (кроме супераустенитных), низколегированными и конструкционными углеродистыми сталями. Его можно также применять для сварки «бюджетных» безмолибденовых дуплексных сталей типа 23%Cr-4%Ni-N, таких как S32001 (1.4482), S82011, S32101 (1.4162), S32202 (1.4062), S32304 (1.4362), S32003, кроме случаев, когда легирование Mo может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости, например при контакте с сильно окислительными средами. Наплавленный металл характеризуется высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с хорошей стойкостью к коррозии во влажных средах при температурах эксплуатации до 280°C. Металл также стоек к межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением. Может применяться для изделий, контактирующих с хлоросодержащими средами и сероводородом. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM раздел 48 метод A (Critical Pitting Temperature) при времени экспозиции 24 часа, CTP=25-30°C, а типичный эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии в проволоке (Pitting Resistibility Equivalent) PRE = %Cr + 3,3%Mo + 16%N примерно равен 35. Основными областями из применения являются производство технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и морских платформ для обработки и транспортировки нефти и газа. Для стандартных дуплексных сталей удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,5-2,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 200°C. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	ТУ 1222-281-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 22 9 3 N L AWS A5.9: ER2209 НАКС: Ø 2,0; 2,4 мм	C max 0,030 Mn 1,20-1,85 Si 0,30-0,70 Cr 21,5-23,5 Ni 8,00-9,00 Mo 3,00-3,40 N 0,12-0,20 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 ~ 55	$\sigma_т$ 600 МПа $\sigma_в$ 760 МПа δ 27% KCV: 150 Дж/см² при +20°C
SpeciAlloy T 25.10.4.L Высоколегированный аустенитно-ферритный сварочный пруток, предназначенный для сварки высокопрочных аустенитно-ферритных (супердуплексных) сталей с содержанием хрома около 25% таких как UNS S32750, S32760, S32550, S39274, J93404, W.Nr 1.4410, 1.4501, 1.4507, например SAF 2507, Zeron 100, DP3W и им аналогичных. Для компенсации выгорания азота в наплавленном металле в защитный газ рекомендуется добавлять около 2-3% N_2. Его можно также применять для сварки стандартных дуплексных сталей, особенно корневых проходов, когда требуется повысить коррозионную стойкость поверхности шва, контактирующего с агрессивной средой. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с великолепной стойкостью к общей, межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию под напряжением. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM раздел 48 метод A составляет CTP=50-60°C при времени экспозиции 24 часа и +40°C при времени экспозиции 72 часа, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии PRE примерно равен 42. Основными областями их применения являются производство тяжело нагруженного технологического оборудования для химической, нефте-химической и целлюлозно-бумажной промышленностей. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,2-1,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 150°C. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 25.93.15-321-55224353-2023 EN ISO 14343-A: W 25 9 4 N L AWS A5.9: ER2594 НАКС: Ø 2,4 мм	C max 0,020 Mn 0,30-0,70 Si 0,20-0,50 Cr 24,0-26,0 Ni 9,0-10,5 Mo 3,50-4,50 N 0,20-0,30 P max 0,025 S max 0,015 FN по WRC-92 ~ 50	$\sigma_т$ 660 МПа $\sigma_в$ 835 МПа δ 37% KCV: 120 Дж/см² при +20°C

4.3.3. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 308H Высоколегированный аустенитный сварочный пруток с повышенным содержанием углерода, предназначенный для сварки изделий, эксплуатирующихся при повышенных температурах, из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 08Х18Н10, 12Х18Н9, AISI 304, 304H, 1.4948 и им подобных, когда к металлу шва не предъявляют требования по стойкости к межкристаллитной коррозии, а также отсутствует контакт с сернистыми средами. При этом, наплавленный металл обладает высокой стойкостью к общей коррозии. Благодаря более высокому содержанию углерода, наплавленный металл стоек к ползучести при температурах эксплуатации до 550°С, а из-за низкого содержания ферритной фазы, стоек к охрупчиванию при температурах до 700°С и высокотемпературному растрескиванию до 800°С. Применяется в химической и нефтехимической промышленности для сварки жаровых труб, циклонов и котлов. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	EN ISO 14343-A: W 19 9 H AWS A5.9: ER308H	C 0,04-0,08 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-21,5 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 2-9	$\sigma_т$ ≥340 МПа $\sigma_в$ ≥540 МПа δ ≥29%
Weld T 310 Высоколегированный аустенитный пруток, предназначенный для сварки изделий из жаропрочных окалиностойких сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, 310H, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, эксплуатирующихся при высоких температурах и механических нагрузках в окислительных и науглераживающих средах (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). Полностью аустенитная структура металла шва гарантирует отсутствие эффекта охрупчивания при длительной эксплуатации при температурах в интервале температур от 550 до 950°С. Однако, по этой же причине при сварке надо учитывать склонность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Благодаря высокому содержанию хрома, наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1150°С. Удельное тепловложение не должно превышать 1,5 кДж/мм, а межпроходная температура 150°С. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	ТУ 25.93.15-335-55224353-2024 EN ISO 14343-A: W 25 20 AWS A5.9: ER310 НАКС: Ø 2,0; 2,4 мм	C 0,08-0,15 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 25,0-27,0 Ni 20,0-22,0 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 380 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 40% KCV: 213 Дж/см² при +20°С
Weld T 2133MnNb Высоколегированный пруток на основе железно-никелевого сплава, предназначенный для сварки изделий из жаропрочных окалиностойких сплавов типа 21%Cr-32%Ni, таких как alloy 800, 800H, 800HT, UNS N08800, N08810, N08811, 1.4850, 1.4859, 1.4876, 1.4959 и им аналогичных, эксплуатирующихся при высоких температурах и механических нагрузках в окислительных и науглераживающих средах. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к окислительной эрозии, науглероживанию, высокой прочностью и сопротивляемостью ползучести при высоких температурах эксплуатации, а также долговременной стабильностью микроструктуры при температурах эксплуатации до 800°С (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). Типичное область применения – сварка корневых проходов центробежнолитых труб в нефтехимической промышленности. Наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1050°С. Удельное тепловложение не должно превышать 1,5 кДж/мм, а межпроходная температура 150°С. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм	EN ISO 14343-A: W Z 21 33 Mn Nb	C 0,10-0,20 Mn 3,50-5,00 Si max 0,70 Cr 19,0-23,0 Ni 30,0-35,0 Nb 0,80-1,50 P max 0,025 S max 0,015	$\sigma_т$ 430 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 26% KCV: 88 Дж/см² при +20°С

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 2535Nb	EN ISO 14343-A: W Z 25 35 Zr	C 0,40-0,50 Mn 1,00-2,50 Si 0,50-1,60 Cr 23,0-27,0 Ni 32,0-36,0 Nb 0,75-1,50 Ti 0,05-0,25 Zr 0,01-0,15 P max 0,020 S max 0,020	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 660 МПа δ 10%
Высоколегированный пруток на основе железно-никелевого сплава, предназначенный для сварки изделий из жаропрочных окалиностойких сплавов типа 25%Cr-35%Ni, таких как alloy HP40Nb, UNS N08705, 1.4852, 1.4857 и им аналогичных, эксплуатирующихся при высоких температурах и механических нагрузках в окислительных и науглераживающих средах. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к окислительной эрозии и науглероживанию, высокой прочностью и сопротивляемостью ползучести при температурах эксплуатации до 1150°C (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). Типичное область применения – сварка змеевиков каталитического парового риформинга и змеевиков пиролиза для крекинга этилена. Сварку рекомендуется выполнять на минимально возможном удельном тепловложении, а межпроходная температура не должна превышать 180°C. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм			
Weld T 3545Nb	EN ISO 14343-A: W Z 35 45 Nb	C 0,40-0,50 Mn 0,80-1,50 Si 1,00-1,50 Cr 34,0-38,0 Ni 44,0-48,0 Nb 0,60-1,30 Ti 0,04-0,15 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_т$ 530 МПа $\sigma_в$ 670 МПа δ 4%
Высоколегированный пруток на основе железно-никелевого сплава, предназначенный для сварки изделий из жаропрочных окалиностойких сплавов типа 35%Cr-45%Ni, таких как alloy 35/45, X-NiCrNbSiTi 45 35 и им аналогичных типа Doncaster Paralloy H46M, Duraloy Thermalloy 80, Manoir Manurite 3XTM эксплуатирующихся при экстремально высоких температурах (до 1175°C при контакте с воздушной атмосферой), что примерно соответствует верхнему пределу для большинства жаропрочных никелевых, железно-никелевых и железо-хром-никелевые сплавов, и высоких механических нагрузках (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). В сравнении с Weld T 2535Nb, наплавленный металл обладает более высокой стойкость к науглероживанию и окислению, но имеет чуть более низкую сопротивляемость ползучести. Типичное область применения – сварка пиролизных катушек и труб риформинга для нефтехимической промышленности. Сварку рекомендуется выполнять на минимально возможном удельном тепловложении, а межпроходная температура не должна превышать 180°C. Ферритная фаза в наплавленном металле отсутствует. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм			

4.3.4. Прутки для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.

4.3.4.1. Прутки сплошного сечения.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T 309L Сварочный пруток повышенного легирования, основным назначением которого является сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса со стандартными высоколегированными сталями аустенитного класса типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 304L, 321, 347, 316, 316L, 318 и им аналогичных, с высоколегированными сталями ферритного и феррито-мартенситного класса, а также стандартных высоколегированных сталей аустенитного класса с бюджетными и стандартными дуплексными и другими аустенитно-ферритными сталями. Пруток также применяется наплавки переходного слоя перед наплавкой коррозионностойкого при сварке двухслойных сталей. Наплавленный металл обладает высокой сопротивляемостью к общей и межкристаллитной коррозии, стойкостью к образованию окалины до температуры 1000°C, но при этом не стоек в ползучести и склонен к охрупчиванию при высоких температурах эксплуатации. Рекомендуемое удельное тепловложение не более 2 кДж/мм. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-285-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 23 12 L AWS A5.9: ER309L НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 5-15	$\sigma_т$ 420 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 34% KCV: 163 Дж/см² при +20°C
Weld T 309LSi Сварочный пруток повышенного легирования, близкий по химическому составу и аналогичный назначению Weld T 309L. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок, что позволяет получать швы с более плавным переходом между наплавленным валиком и основным металлом, но при этом, из-за повышения подвижности углерода, незначительно повышает склонность наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. Рекомендуемое удельное тепловложение не более 2 кДж/мм. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4 и 3,2 мм	ТУ 1222-285-55224353-2022 EN ISO 14343-A: W 23 12 L Si AWS A5.9: ER309LSi НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 мм (для лотов как с индексом ZG, так и HG)	C max 0,03 Mn 1,70-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 5-15	$\sigma_т$ 475 МПа $\sigma_в$ 635 МПа δ 32% KCV: 188 Дж/см² при +20°C

4.3.1.2. Прутки порошковые.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав наплавленного металла, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T R309L Присадочный флюсонаполненный пруток повышенного легирования аналогичный по перечню свариваемых материалов прутку сплошного сечения марки Weld T 309L. Предназначен для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде чистого аргона корневых проходов односторонних стыковых сварных соединений с их полным проплавлением, когда технически сложно создать надежную защиту от окисления обратной стороны шва. Образующаяся при сварке шлаковая система надежно покрывает обратный валик шва, а после остывания шлаковая корка легко удаляется, оставляя чистый наплавленный металл. В отличии от сварки прутками сплошного сечения, стык обязательно надо собирать с некоторым зазором, чтобы шлак мог надежно покрывать обратную сторону шва. При сварке пруток в ванну надо подавать быстрыми короткими толчками. Непосредственно перед применением прутки необходимо просушить при температуре 40-50°C в течение 10...20 минут. Доступные для заказа диаметры: 2,5 мм	AWS A5.22: R309LT1-5	C max 0,03 Mn 0,50-2,50 Si max 1,20 Cr 22,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020	$\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 560 МПа δ 36,5%

4.4. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом на основе высоколегированных сталей.

4.4.1. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом высоколегированных феррито-мартенситных и мартенситных коррозионностойких сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Shield-Bright 410NiMo **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 обеспечивающая в наплавке высоколегированную сталь типа 12% Cr-4,5% Ni-0,5% Mo. Низкое содержание углерода позволяет получать «мягкую» мартенситную структуру относительно стойкую к водородному растрескиванию и отпускной хрупкости, и не требует тщательного контроля температуры предварительного подогрева. Также наплавленный металл показывает хорошую сопротивляемость к общей и межкристаллитной коррозии. Простота и удобство использования сводят к минимуму проблемы с квалификацией сварщиков, обеспечивая при этом стабильное качество сварных швов. Данная порошковая проволока является великолепной альтернативой проволоке сплошного сечения Weld M 410NiMo. Самоотделяющийся шлак, легкая очистка после сварки и великолепный внешний вид сварных швов минимизируют общие затраты и повышают эффективность работы. Характерным примером ее применения, является изготовление и ремонт рабочих колес турбин гидроэлектростанций и других подобных изделий подверженного кавитационной эрозии. Обычная рекомендуемая температура предварительного подогрева находится в диапазоне от 100 до 150°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм	AWS A5.22: E410NiMoT1-1 AWS A5.22: E410NiMoT1-4	C max 0,05 Mn 0,30 Si 0,50 Cr 11,65 Ni 4,75 Mo 0,50 P max 0,040 S max 0,030	C1 (100%CO_2)	После ТО 580-620°C, 1 час $σ_т$ 720 МПа $σ_в$ 900 МПа δ 20% KCV: 48 Дж/см² при 0°C
		C max 0,04 Mn 0,50 Si 0,70 Cr 11,3 Ni 4,50 Mo 0,50 P max 0,030 S max 0,025	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	После ТО 580-620°C, 1 час $σ_т$ 730 МПа $σ_в$ 910 МПа δ 20% KCV: 50 Дж/см² при 0°C

4.4.2. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом высоколегированных аустенитных коррозионностойких сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Shield-Bright 308L **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 без опасения науглераживания наплавленного металла и, как следствие, потери стойкости к межкристаллитной коррозии, изделий эксплуатирующихся при во влажных средах при температурах до 350°C из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 12Х18Н9, ASTM: 301, 302, 304, 304H, 304L, 308L, UNS S30400, W.Nr.: 1.4301, 1.4307 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Ее также можно применять для сварки карбидостабилизированных сталей типа 08Х18Н10Т, 321, 321H, 347, UNS: S32100, S32109, S34700, S34709 и т.п., при условии ограничения температуры эксплуатации значением 260°C. Проволока также применима для сварки ферритных и феррито-мартенситных высоколегированных сталей, когда не требуется идентичности микроструктур шва и основного металла, отсутствует контакт с сернистыми средами и средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением. Быстро твердеющий шлак великолепно удерживает сварочную ванну в любом пространственном положении, при этом скорость наплавки значительно выше, чем у покрытых электродов или сплошной проволоки. Шлак отделяется сам, либо после незначительных манипуляций, оставляя после себя чистый гладкий шов с плавным переходом к кромкам основного материала. В отличие от сплошных проволок, она не требует применения дорогостоящих импульсных сварочных выпрямителей и не образует кремниевых бляшек. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Для односторонней сварки с формированием обратного валика необходимо применять керамические подкладки. Не рекомендуется применять данную проволоку для сварки небольших толщин. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-213-55224353-2019 EN ISO 17633-A: T 19 9 L P C1 2 EN ISO 17633-A: T 19 9 L P M21 2 AWS A5.22: E308LT1-1 AWS A5.22: E308LT1-4 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,04 Mn 1,20 Si 0,90 Cr 19,0 Ni 10,0 P max 0,030 S max 0,025	C1 (100%CO_2) M21 (80%Ar + 20%CO_2)	C1: $\sigma_т$ 372 МПа $\sigma_в$ 568 МПа δ 61% KCV: 75 Дж/см² при -29°C 38 Дж/см² при -196°C M21: $\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 44% KCV: 63 Дж/см² при -29°C 35 Дж/см² при -196°C

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Cryo-Shield 308L **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока близкая по составу наплавленного металла Shield-Bright 308L, но, благодаря более низкому содержанию ферритной фазы, ориентированная на сварку изделий из сталей типа 03Х18Н10, 12Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM: 304, 304L, 308L, 321 и им аналогичных, эксплуатирующихся при криогенных температурах. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-241-55224353-2020 EN ISO 17633-A: T 19 9 L P C1 2 EN ISO 17633-A: T 19 9 L P M21 2 AWS A5.22: E308LT1-1J AWS A5.22: E308LT1-4J НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,04 Mn 1,50 Si 0,70 Cr 18,8 Ni 10,2 P max 0,040 S max 0,030 FN по WRC-92 3-8	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 340 МПа $\sigma_в$ 535 МПа δ 45% KCV: 82 Дж/см² при -29°С 45 Дж/см² при -196°С
			M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 350 МПа $\sigma_в$ 550 МПа δ 45% KCV: 85 Дж/см² при -29°С 50 Дж/см² при -196°С
Shield-Bright 308L X-tra **Тип – рутиловая** Высокопроизводительная версия порошковой проволоки Shield-Bright 308L с медленно твердеющим шлаком, предназначенная для аналогичных целей, но сварка и наплавка выполняется только в нижнем положении. Проволока также представляет интерес для случаев, когда к внешнему виду шва предъявляются максимально высокие требования. Следует принимать во внимание тот факт, что данная проволока начинает устойчиво варить при скоростях подачи более 8 м/мин. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-213-55224353-2019 EN ISO 17633-A: T 19 9 L R C1 3 EN ISO 17633-A: T 19 9 L R M21 3 AWS A5.22: E308LT0-1 AWS A5.22: E308LT0-4 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,04 Mn 1,60 Si 0,60 Cr 19,0 Ni 10,0 P max 0,030 S max 0,025	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 409 МПа $\sigma_в$ 549 МПа δ 55%
			M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 410 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 40% KCV: 50 Дж/см² при -29°С 30 Дж/см² при -196°С
Core-Bright 308 L **Тип – рутиловая** Самозащитная порошковая проволок, предназначенная для сварки в нижнем положении на постоянном токе обратной полярности стабилизированных и нестабилизированных стандартных хромо-никелевых сталей типа 03Х18Н10, 12Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM: 301, 302, 304, 304H, 304L, 308L, 321, 321H, 347, UNS: S30400, S32100, S32109, S34700, S34709, W.Nr.: 1.4301, 1.4307 и им подобных, в условиях когда невозможно создать надежную газовую защиту сварочной ванны, например в условиях монтажа. Наплавленный металл обладает высокой сопротивляемостью общей и межкристаллитной коррозиям. Вылет электродной проволоки рекомендуется держать в диапазоне 20-40 мм. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	AWS A5.22: E308LT0-3	C max 0,04 Mn 0,98 Si 0,55 Cr 21,5 Ni 10,0 P max 0,040 S max 0,030	нет	$\sigma_т$ 440 МПа $\sigma_в$ 600 МПа δ 40% KCV: 63 Дж/см² при -29°С

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Shield-Bright 347 **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск и потолочных положений) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 изделий, эксплуатирующихся при во влажных средах при температурах до 450°С из высоколегированных карбидостабилизированных коррозионностойких сталей типа 08Х18Н10Т, ASTM: 321, 321H, 347, UNS: S32100, S32109, S34700, S34709 и т.п., когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Сварочно-технологические характеристики и техника сварки идентичны проволоке Shield-Bright 308L. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-216-55224353-2019 EN ISO 17633-A: T 19 9 Nb P C1 2 EN ISO 17633-A: T 19 9 Nb P M21 2 AWS A5.22: E347T1-1 AWS A5.22: E347T1-4 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,08 Mn 1,20 Si 0,90 Cr 19,5 Ni 10,0 Nb 0,70 P max 0,040 S max 0,030	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 430 МПа $\sigma_в$ 620 МПа δ 45% KCV: 69 Дж/см² при -29°С 36 Дж/см² при -196°С
Shield-Bright 316L **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 без опасения науглераживания наплавленного металла и, как следствие, потери стойкости к межкристаллитной коррозии изделий, эксплуатирующихся при температурах до 350°С из кислотостойких коррозионностойких хромо-никель-молибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM: 316, 316L, 316LN, 316H, 316Ti, UNS: S31600, S31603, S31653, S31609, S31635 и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н10Т, ASTM: 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Проволока также применима для сварки ферритных и феррито-мартенситных высоколегированных сталей, когда не требуется идентичности микроструктур шва и основного металла, и отсутствует контакт с сернистыми средами и средами, вызывающими коррозионное растрескивание под напряжением. Присутствие в наплавленном металле молибдена придает наплавленному металлу относительно хорошую стойкость к питтинговой коррозии. Однако, следует принимать во внимание, что присутствие в наплавленном металле Mo в сочетании с невысоким содержанием Ni несколько снижает стойкость к коррозии при контакте с сильными окислительными средами, например с азотной кислотой. Сварочно-технологические характеристики и техника сварки идентичны проволоке Shield-Bright 308L. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-215-55224353-2019 EN ISO 17633-A: T 19 12 3 L P C1 2 EN ISO 17633-A: T 19 12 3 L P M21 2 AWS A5.22: E316LT1-1 AWS A5.22: E316LT1-4 НАКС: Ø 1,2 мм РМРС: A-6 (xCrNiMo 19 11 3) (C1)	C max 0,04 Mn 1,30 Si 0,60 Cr 18,5 Ni 12,0 Mo 2,70 P max 0,030 S max 0,025	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 442 МПа $\sigma_в$ 570 МПа δ 53% KCV: 75 Дж/см² при -29°С 33 Дж/см² при -196°С
			M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 580 МПа δ 40% KCV: 65 Дж/см² при -29°С 31 Дж/см² при -196°С

4.4.3. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом высоколегированных дуплексных коррозионностойких сталей.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Shield-Bright 2209 **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 изделий из стандартных дуплексных сталей с содержанием хрома около 22%, таких как 08Х21Н6М2Т, 02Х22Н5АМ3, S32205, S31803, S32304, S32101, S82441, W.Nr 1.4462, 1.4417, 1.4460, 1.4462, 1.4463, 1.4470 и им аналогичных, а также для сварки этих сталей с высоколегированными аустенитными (кроме супераустенитных), низколегированными и конструкционными углеродистыми сталями. Ее можно также применять для сварки «бюджетных» безмолибденовых дуплексных сталей типа 23%Cr-4%Ni-N, таких как S32001 (1.4482), S82011, S32101 (1.4162), S32202 (1.4062), S32304 (1.4362), S32003, кроме случаев, когда легирование Mo может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости, например при контакте с сильно окислительными средами. Наплавленный металл характеризуется высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с хорошей коррозионной стойкостью. Эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии (Pitting Resistibility Equivalent) PRE = %Cr + 3,3%Mo + 16%N не менее 35, типичные значения 36,2 при сварке с C1 и 36,5 при сварке в M21. Основными областями их применения являются производство технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и морских платформ для обработки и транспортировки нефти и газа. Сварочно-технологические характеристики и техника сварки идентичны проволоке Shield-Bright 308L. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,5-2,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 150°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ТУ 1274-191-55224353-2018 EN ISO 17633-A: T 22 9 3 N L P C1 2 EN ISO 17633-A: T 22 9 3 N L P M21 2 AWS A5.22: E2209T1-1 AWS A5.22: E2209T1-4	C max 0,04 Mn 1,40 Si 0,60 Cr 23,2 Ni 8,7 Mo 3,21 N 0,14 P max 0,030 S max 0,025 FN по WRC-92 35-55	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 650 МПа $\sigma_в$ 800 МПа δ 28% KCV: 63 Дж/см² при -40°C
		C max 0,04 Mn 0,90 Si 0,35 Cr 22,5 Ni 9,2 Mo 3,20 N 0,16 P max 0,030 S max 0,025 FN по WRC-92 35-55	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 670 МПа $\sigma_в$ 810 МПа δ 28% KCV: 65 Дж/см² при -40°C

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Shield-Bright 2594 **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока, предназначенная для сварки в стандартной аргоновой смеси M21 изделий из супердуплексных сталей с содержанием хрома около 25% таких как UNS S32750, S32760, S32550, S39274, J93404, W.Nr 1.4410, 1.4501, 1.4507, например SAF 2507, Zeron 100, DP3W и им аналогичных. Ее можно также применять для сварки стандартных дуплексных сталей, особенно корневых проходов, когда требуется повысить коррозионную стойкость поверхности шва, контактирующего с агрессивной средой. При этом, для формирование обратного валика, необходимо применять керамические подкладки. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с великолепной стойкостью к общей, межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию под напряжением. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла по ASTM раздел 48 метод А при времени экспозиции 24 часа составляет CTP=50-60°C, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии PRE примерно равен 41. Основными областями ее применения являются производство тяжело нагруженного технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и ледовая защита морских нефтяных и газовых платформ. Сварочно-технологические характеристики и техника сварки идентичны проволоке Shield-Bright 308L. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,2-1,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 100°C. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 17633-A: T 25 9 4 N L P M21 2 AWS A5.22: E2594T1-4	C max 0,04 Mn 0,95 Si 0,62 Cr 25,34 Ni 9,68 Mo 3,59 N 0,23 P max 0,030 S max 0,020 FN по WRC-92 30-60	M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 700 МПа $\sigma_в$ 860 МПа δ 27% KCV: 60 Дж/см² при -20°C 55 Дж/см² при -46°C

4.4.4. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Shield-Bright 309L
Тип – рутиловая
Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) флюсонаполненная газозащитная порошковая проволока с пониженным содержанием углерода предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и аргоновой смеси M21 конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными коррозионностойкими сталями типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 304L, 321, 347, 316, 316L, 318 и им аналогичных, высоколегированными сталями ферритного и феррито-мартенситного класса, конструкционных сталей перлитного класса и стандартных высоколегированных сталей аустенитного класса с бюджетными и стандартными дуплексными и другими аустенитно-ферритными сталями, а также наплавки переходных слоев на конструкционные и теплоустойчивые стали при сварке изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304L, 321, 347 и им аналогичных. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к общей и межкристаллитной коррозии, а также стойкостью к образованию окалины до температуры 1000°С, но при этом не стоек в ползучести и склонен к охрупчиванию при температурах эксплуатации выше 400°С. Сварочно-технологические характеристики и техника сварки идентичны проволоке Shield-Bright 308L.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td>ТУ 1274-214-55224353-2019

EN ISO 17633-A:
T 23 12 L P C1 2

EN ISO 17633-A:
T 23 12 L P M21 2

AWS A5.22:
E309LT1-1

AWS A5.22:
E309LT1-4</td><td>C max 0,04
Mn 1,10
Si 0,80
Cr 23,1
Ni 12,4
P max 0,030
S max 0,025

FN по WRC-92
15-25</td><td>C1 (100%CO_2)</td><td>$σ_т$ 368 МПа
$σ_в$ 543 МПа
δ 44%
KCV:
69 Дж/см² при -29°С
23 Дж/см² при -196°С</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2 мм</td><td>C max 0,04
Mn 1,30
Si 0,90
Cr 23,5
Ni 12,5
P max 0,030
S max 0,025

FN по WRC-92
15-25</td><td>M21 (80%Ar + 20%CO_2)</td><td>$σ_т$ 377 МПа
$σ_в$ 559 МПа
δ 39%
KCV:
56 Дж/см² при -29°С
19 Дж/см² при -196°С</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Shield-Bright 309L X-tra
Тип – рутиловая
Высокопроизводительная версия порошковой проволоки Shield-Bright 309L с медленно твердеющим шлаком, предназначенная для аналогичных целей, но при этом сварка и наплавка выполняется только в нижнем положении. Проволока также представляет интерес для случаев, когда к внешнему виду шва предъявляются максимально высокие требования.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм</td><td>ТУ 1274-214-55224353-2019

EN ISO 17633-A:
T 23 12 L R C1 3

EN ISO 17633-A:
T 23 12 L R M21 3

AWS A5.22:
E309LT0-1

AWS A5.22:
E309LT0-4</td><td>C max 0,04
Mn 1,46
Si 0,66
Cr 24,5
Ni 12,8
P max 0,030
S max 0,025

FN по WRC-92
20-30</td><td>C1 (100%CO_2)</td><td>$σ_т$ 410 МПа
$σ_в$ 546 МПа
δ 38%
KCV:
50 Дж/см² при -29°С
19 Дж/см² при -196°С</td></tr>
<tr><td>НАКС: Ø 1,2 мм</td><td>C max 0,04
Mn 1,44
Si 0,80
Cr 24,5
Ni 13,0
P max 0,030
S max 0,025

FN по WRC-92
20-30</td><td>M21 (80%Ar + 20%CO_2)</td><td>$σ_т$ 480 МПа
$σ_в$ 600 МПа
δ 35%</td></tr>
</table>

4.5. Проволоки и флюсы для дуговой сварки под флюсом высоколегированных сталей.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Weld S 308L Высоколегированная аустенитная сварочная проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.92, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.99 изделий из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, ASTM 304, 304L и им подобных, а также аналогичных сталей содержащих карбидостабилизаторы марок 08Х18Н10Т, ASTM 321, 347 и им подобных, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°С, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к общей и межкристаллитной коррозии. Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	EN ISO 14343-A: S 19 9 L AWS A5.9: ER308L ТУ 1222-268-55224353-2022 НАКС: Ø 2.4; 3.2 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-21,0 Ni 9,00-11,0 P max 0,025 S max 0,020
Weld S 347 Высоколегированная аустенитная сварочная проволока, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.92, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P изделий из карбидостабилизированных коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, ASTM 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. В сравнении с проволоками типа ER308L, легирование ниобием несколько снижает чувствительность материала в МКК что позволяет длительно эксплуатировать изделия при температурах до 450°С. Однако, в сравнении с ER308L, наплавленный металл более склонен к образованию горячих трещин, менее пластичен при холодном деформировании и низких температурах. Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 1222-269-55224353-2022 EN ISO 14343-A: S 19 9 Nb AWS A5.9: ER347 НАКС: Ø 2,4; 3,2; 4,0 мм	C max 0,08 Mn 1,00-1,80 Si 0,30-0,65 Cr 19,0-21,0 Ni 9,00-11,0 Nb 10x%C-1,00 P max 0,025 S max 0,020
Weld S 316L Высоколегированная аустенитная проволока с предельно низким содержанием углерода, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.92, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.99 изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до 350°С из кислотостойких коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 316, 316L, 316Ti и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304, 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. При этом наплавленных металл обладает неплохой стойкостью к питтинговой коррозии. Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 25.93.15-339-55224353-2024 EN ISO 14343-A: S 19 12 3 L AWS A5.9: ER316L НАКС: Ø 3,2 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-13,0 Mo 2,50-3,00 P max 0,030 S max 0,020
Weld S 318 Высоколегированная аустенитная проволока, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.92, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P изделий, эксплуатирующихся во влажных средах при температурах до +400°С из кислотостойких коррозионностойких карбидостабилизированных хромоникельмолибденовых сталей марок 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 1.4571, ASTM: 316Ti, 318 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. При этом наплавленных металл обладает неплохой стойкостью к питтинговой коррозии. Однако, в сравнении с ER316L, наплавленный металл более склонен к образованию горячих трещин, менее пластичен при холодном деформировании и низких температурах. Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм	EN ISO 14343-A: S 19 12 3 Nb AWS A5.9: ER318	C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,00-3,00 Nb 8x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020
Weld S 385 Супераустенитная сварочная проволока с предельно низким содержанием углерода, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.90, OK Flux 10.93P оборудования для производства сульфатных или фосфатных удобрений, целлюлозно-бумажной, нефтехимической и фармацевтической промышленностях из супераустенитных сталей типа 06ХН28МДТ, X1NiCrMoCu 25 20 5, 1.4539, ASTM 904L и им аналогичных, эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 400°С. Дополнительно легированную медью повышает стойкость материала в серной кислоте. Наплавленный металл характеризующуюся полностью аустенитной структурой и высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением, а также обладает хорошей сопротивляемостью к воздействию восстановительных сред, таких как бескислородные кислоты. Доступные для заказа диаметры: 2,4 и 3,2 мм	EN ISO 14343-A: S 20 25 5 Cu L AWS A5.9: ER385	C max 0,025 Mn 1,40-2,20 Si max 0,50 Cr 19,5-21,5 Ni 24,0-26,0 Mo 4,20-5,20 Cu 1,20-2,00 P max 0,020 S max 0,020

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
SpeciAlloy S 25.22.2.LMn Супераустенитная сварочная проволока с предельно низким содержанием углерода, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P изделий из сталей карбомидного класса типа 03Х17Н14М3Т, 02Х25Н22АМ2, 1.4466, 1.4335, 1.4435, 1.4436, 1.4477, 1.4578, 1.4585, UNS S31050, S31603, S31600 и им аналогичных, таких как Sandvik 2RE69 или Sandvik 3R60 U.G., а также наплавки коррозионностойких слоев типа 25%Cr-22%Ni-2%Mo-N. Наплавленный металл обладает высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозии в чрезвычайно агрессивных средах, например, при контакте с мочевиной или азотной кислотой. Доступные для заказа диаметры: 3,2 мм	ТУ 25.93.15-346-55224353-2024 EN ISO 14343-A: S 25 22 2 N L AWS A5.9: ER310Mo (модифицировано)	C max 0,030 Mn 3,50-6,50 Si max 1,00 Cr 24,0-27,0 Ni 21,0-24,0 Mo 1,50-3,00 N 0,10-0,20 P max 0,030 S max 0,020
Weld S 2209 Высоколегированная аустенитно-ферритная проволока, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.94 стандартных дуплексных сталей с содержанием хрома около 22%, таких как 08Х21Н6М2Т, 02Х22Н5АМ3, S32205, S31803, S32304, S32101, S82441, W.Nr 1.4462, 1.4417, 1.4460, 1.4462, 1.4463, 1.4470 и им аналогичных. Проволока также применима для сварки «бюджетных» безмолибденовых дуплексных сталей типа 23%Cr-4%Ni-N, таких как S32001 (1.4482), S82011, S32101 (1.4162), S32202 (1.4062), S32304 (1.4362), S32003, кроме случаев, когда легирование Mo может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости, например при контакте с сильно окислительными средами. Доступные для заказа диаметры: 2,4 и 3,2 мм	EN ISO 14343-A: S 22 9 3 N L AWS A5.9: ER2209	C max 0,03 Mn 1,20-1,85 Si 0,30-0,70 Cr 21,5-23,5 Ni 8,00-9,00 Mo 3,00-3,40 N 0,12-0,20 P max 0,030 S max 0,020
SpeciAlloy S 25.10.4.L Высоколегированная аустенитно-ферритная проволока, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.94 супердуплексных сталей с содержанием хрома около 25% таких как UNS S32750, S32760, S32550, S39274, J93404, W.Nr 1.4410, 1.4501, 1.4507, например Sandvik SAF 2507, Zeron 100, DP3W и им аналогичных. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с великолепной стойкостью к общей, межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию под напряжением. Основными областями ее применения являются производство тяжело нагруженного технологического оборудования для химической, нефте-химической и целлюлозно-бумажной промышленностей, а также сварка элементов ледяной защиты оффшорных конструкций добычи нефти и газа. Доступные для заказа диаметры: 2,4 и 3,2 мм	EN ISO 14343-A: S 25 9 4 N L AWS A5.9: ER2594	C max 0,02 Mn 0,20-0,50 Si 0,30-0,70 Cr 24,0-26,0 Ni 9,0-10,50 Mo 3,50-4,50 N 0,20-0,30 P max 0,025 S max 0,015
Weld S 310 Высоколегированная проволока, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.90, OK Flux 10.93P изделий, эксплуатирующихся при высоких температурах и механических нагрузках, из жаропрочных окалиностойких сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, 310H, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах (не рекомендуется для контакта с сернистыми средами). Полностью аустенитная структура металла шва гарантирует отсутствие эффекта охрупчивания, а повышенное содержание углерода препятствует эффекту ползучести при длительной эксплуатации при температурах в интервале температур от 550 до 950°C. Благодаря высокому содержанию хрома, наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1150°C. Доступные для заказа диаметры: 2,4 и 3,2 мм	EN ISO 14343-A: S 25 20 AWS A5.9: ER310	C 0,08-0,15 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 25,0-27,0 Ni 20,0-22,0 P max 0,030 S max 0,020
Weld S 309L Проволока повышенного легирования, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.92, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, 02Х17Н11М2, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, ASTM 304L, 321, 347, 316, 316L, 318 и им аналогичных, конструкционных сталей перлитного класса и стандартных высоколегированных сталей аустенитного класса с бюджетными и стандартными дуплексными и другими аустенитно-ферритными сталями, а также наплавки переходных слоев на конструкционные и теплоустойчивые стали при сварке изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 03Х18Н10, 08Х18Н9, 08Х18Н10Т, ASTM 304L, 321, 347 и им аналогичных. Наплавку переходных слоев рекомендуется выполнять на постоянном токе прямой полярности (DC-) Доступные для заказа диаметры: 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 1222-270-55224353-2022 EN ISO 14343-A: S 23 12 L AWS A5.9: ER309L НАКС: Ø 2,4; 3,2; 4,0 мм	C max 0,030 Mn 1,70-2,50 Si 0,30-0,65 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,025 S max 0,020

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Weld S 309LMo	EN ISO 14343-A: S 23 12 2 L AWS A5.9: ER309LMo (модифицировано)	C max 0,025 Mn 1,20-2,00 Si 0,25-0,65 Cr 22,0-25,0 Ni 13,0-15,5 Mo 2,00-3,50 P max 0,025 S max 0,020
Проволока повышенного легирования того же назначения, что и Weld S 309L, однако присутствие в наплавленном металле молибдена позволяет избежать нежелательного снижения этого элемента в первом слое коррозионностойкой наплавки, выполненной сварочными материалами типа 316L или 318. Наплавку переходных слоев рекомендуется выполнять на постоянном токе прямой полярности (DC-) Доступные для заказа диаметры: 2,4 и 3,2 мм		

OK Flux 10.93P

Основный агломерированный флюс, предназначенный для одно- и многопроходной сварки, в том числе и листов неограниченной толщины стыковых и угловых швов на постоянном токе обратной полярности высоколегированных сталей, а также никелевых и железно-никелевых сплавов, обеспечивая при этом отличные сварочно-технологические характеристики. Флюс сочетается с большинством высоколегированных проволок аустенитного, ферритного и аустенитно-ферритного классов, а также сплавов на никелевой основе. Незначительное легирование Si из флюса обеспечивает сохранение высокой сопротивляемости межкристаллитной коррозии наплавленного металла. OK Flux 10.93P применяется для изготовления оборудования для химической и нефтехимической промышленности, шельфовых платформ, сосудов, работающих под давлением, химических емкостей, в электро- и ядерной энергетике, а также в целлюлозно-бумажной промышленности, гражданском строительстве и транспортном машиностроении. Этот флюс очень хорошо подходит для сварки стандартных дуплексных нержавеющих сталей, например, при производстве химических емкостей или в судостроении.

Типичный химический состав флюса:
Al2O3+MnO 40%
CaF2 50%
SiO2+TiO2 10%
Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа
Одобрения флюса: НАКС

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: S A AF 2 56 54 DC	1,8	1,0	0,20 – 2,0
ТУ 23.99.19-318-55224353-2023			

Тип флюса	Ток и полярность	Легирование
Алюминатно-фторидный	DC+/(-)	Нелегирующий

Расход флюса (кг флюса/кг проволоки)		
Напряжение	**DC+**	**AC**
26	0,5	
30	0,6	
34	0,8	
38	1,0	

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.93P/проволока

Типичный химический состав наплавленного металла и содержание в нем ферритной фазы:

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	N	S	P	FN по WRC-92
Weld S 308L	0,020	1,57	0,80	18,9	9,9	–	–	–	0,01	0,025	6,5
Weld S 347	0,030	1,74	0,79	18,9	9,8	–	0,40	–	0,01	0,015	8,8
Weld S 316L	0,020	1,52	0,68	18,2	11,4	2,2		–	0,01	0,025	5,5
Weld S 2209	0,015	1,20	0,82	22,1	8,7	2,86	–	0,17	0,005	0,020	35
Weld S 309L	0,025	1,72	0,76	21,0	11,8	–	–	–	0,012	0,025	6,0
SpeciAlloy S 25.22.2.LMn	0,010	4,10	0,10	24,5	21,8	2,0	-	0,15	0,010	0,010	0

Одобрения проволок и типичные механические свойства наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	РМРС	$\sigma_т$ [МПа]	$\sigma_в$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см²]
Weld S 308L	2,4; 3,2			345	590	44	+20	225
							-60	150
							-196	56
Weld S 347	3,2; 4,0			344	589	41	+20	180
							-60	90
Weld S 316L	3,2			305	540	45	+20	150
							-196	30
Weld S 2209				592	803	30	+20	180
							-40	120
							-60	76
Weld S 309L	2,4; 3,2; 4,0			365	536	39	+20	120
SpeciAlloy S 25.22.2.LMn				474	658	30	+20	120

4.6. Ленты и флюсы для дуговой и электрошлаковой наплавки коррозионностойких слоев высоколегированных сталей.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Exaton 19.9.L	EN ISO 14343-A: B 19 9 L AWS A5.9: EQ308L	C max 0,015 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,35 Cr ~ 20,0 Ni ~ 10,0 P max 0,015 S max 0,015 WRC-92 FN ~12
Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.05A и электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A высоколегированных аустенитных коррозионностойких слоев типа ASTM 304L. Предельно низкое содержание углерода позволяет сохранить стойкость плакированного слоя к МКК после термической обработки изделия. Наплавка производится на переходный слой, выполненный дуговой наплавкой под флюсом лентой повышенного легирования типа EQ309L, например Exaton 24.13.L. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
Exaton 19.9.LNb	EN ISO 14343-A: B 19 9 Nb AWS A5.9: EQ347	C max 0,02 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,40 Cr ~ 20,0 Ni ~ 10,5 Nb ~ 0,50 P max 0,020 S max 0,020 WRC-92 FN ~11
Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.05A и электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A высоколегированных карбидостабилизированных аустенитных коррозионностойких слоев типа ASTM 347. Наплавленный слой предназначен для эксплуатации при температурах до 850°C, а низкое содержание в нем углерода в сочетании с карбидостабилизатором позволяет избежать склонности к МКК при длительных сроках эксплуатации оборудования, измеряемого десятками лет. Наплавка производится на переходный слой, выполненный дуговой наплавкой под флюсом лентой повышенного легирования типа EQ309L, например 24.13.L. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
OK Band 316L	EN ISO 14343-A: B 19 12 3 L AWS A5.9: EQ316L	C max 0,003 Mn ~ 1,75 Si ~ 0,40 Cr ~ 19,0 Ni ~ 12,0 Mo ~ 2,70 P max 0,030 S max 0,020 WRC-92 FN ~7
Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.05A высоколегированных аустенитных коррозионностойких слоев типа ASTM 316L. Предельно низкое содержание углерода позволяет сохранить стойкость плакированного слоя к МКК, а легирование молибденом обеспечивает стойкость наплавленного слоя к питтинговой коррозии. Наплавка производится на переходный слой, выполненный дуговой наплавкой под флюсом лентой повышенного легирования типа EQ309L, например Exaton 24.13.L. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
Exaton 24.13.L	EN ISO 14343-A: B 23 12 AWS A5.9: EQ309L	C max 0,015 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,35 Cr ~ 23,5 Ni ~ 13,0 P max 0,015 S max 0,015 WRC-92 FN ~15
Ленточный электрод повышенного легирования, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.05A переходных слоев на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса, а также теплоустойчивые стали перлитного класса типа 1,0-1,25 % Cr, 0,5% Mo или 2,0-2,5% Cr, 1,0 % Mo переходных слоев под последующую наплавку аустенитных коррозионностойких слоев. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
OK Band 309L ESW	EN ISO 14343-A: B 22 11 L AWS A5.9: EQ309L (модифицировано)	C max 0,015 Mn ~ 1,70 Si ~ 0,30 Cr ~ 21,5 Ni ~ 11,0 P max 0,020 S max 0,020 WRC-92 FN ~13
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки, позволяющий получать в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A в первом слое наплавки на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса высоколегированный аустенитный коррозионностойкий слой типа ASTM 308L. Низкое содержание в нем углерода позволяет избежать склонности к МКК при длительных сроках эксплуатации оборудования, измеряемого десятками лет. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
Exaton 21.11.LNb	EN ISO 14343-A: B 22 11 L Nb AWS A5.9: EQ309LNbD	C max 0,015 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,20 Cr ~ 21,0 Ni ~ 11,0 Nb ~ 0,55 P max 0,020 S max 0,020 WRC-92 FN ~14
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки, позволяющий получать в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A в первом слое наплавки на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса, а также теплоустойчивые стали перлитного класса типа 1,0-1,25 % Cr, 0,5% Mo или 2,0-2,5% Cr, 1,0 % Mo высоколегированный аустенитный карбидостабилизированнй коррозионностойкий слой типа ASTM 347L. Наплавленный слой предназначен для эксплуатации при температурах до 850°C, а низкое содержание в нем углерода в сочетании с карбидостабилизатором позволяет избежать склонности к МКК при очень длительных сроках эксплуатации оборудования, измеряемого десятками лет. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		

Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей и железно-никелевых сплавов.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
Exaton 24.13.LNb	EN ISO 14343-A: B 23 12 Nb AWS A5.9: EQ309LNb	C max 0,02 Mn ~ 2,00 Si ~ 0,30 Cr ~ 24,0 Ni ~ 12,5 Nb ~ 0,75 P max 0,020 S max 0,020 WRC-92 FN ~22
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки, позволяющий получать в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A в первом слое наплавки на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса, а также теплоустойчивые стали перлитного класса типа 1,0-1,25 % Cr, 0,5% Mo или 2,0-2,5% Cr, 1,0 % Mo высоколегированный аустенитный карбидостабилизированнй коррозионностойкий слой типа ASTM 347L. Высокое содержание ферритной фазы значительно снижает чувствительность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Наплавленный слой предназначен для эксплуатации при температурах до 850°С, а низкое содержание в нем углерода в сочетании с карбидостабилизатором позволяет избежать склонности к МКК при очень длительных сроках эксплуатации оборудования, измеряемого десятками лет. Данная лента также может использоваться для дуговой ленточной наплавки переходного слоя в сочетании с флюсом OK Flux 10.05A Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
OK Band 309LMo ESW	EN ISO 14343-A: B 21 13 3 L AWS A5.9: EQ309LMo (модифицировано)	C max 0,015 Mn ~ 1,60 Si ~ 0,25 Cr ~ 20,2 Ni ~ 13,4 Mo ~ 3,0 P max 0,020 S max 0,020 WRC-92 FN ~13
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки, позволяющий получать в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A в первом слое наплавки на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса, а также теплоустойчивые стали перлитного класса типа 1,0-1,25 % Cr, 0,5% Mo или 2,0-2,5% Cr, 1,0 % Mo высоколегированный аустенитный никель-хром-молибденовый коррозионностойкий слой типа ASTM 316L. Наплавленный металл обладает относительно хорошей стойкостью к питтинговой коррозии, а предельно низкое содержание углерода позволяет сохранить стойкость плакированного слоя к МКК после термической обработки изделия. Кроме того, эта лента в сочетании с флюсом для дуговой наплавки типа OK Flux 10.05A может применяться для наплавки переходных слоев под последующую наплавку лентами типа EQ317L или EQ385 с получением в следующем слое соответствующих коррозионностойких слоев типа ASTM 317L или 385. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		
Weld B 317L	EN ISO 14343-A: B 19 13 4 L AWS A5.9: EQ317L	C max 0,02 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,5 Cr ~ 19,5 Ni ~ 14,0 Mo ~ 3,5 P max 0,025 S max 0,020
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки, позволяющий получать в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.26 в первом слое наплавки на конструкционные углеродистые и низколегированные стали перлитного класса высоколегированный аустенитный никель-хром-молибденовый коррозионностойкий слой типа ASTM 317L. Также эта лента может применяться в сочетании с флюсом в сочетании с флюсом OK Flux 10.10A для электрошлаковой наплавки аналогичного слоя. Но в этом случае надо предварительно наплавить переходный слой сочетанием флюса OK Flux 10.05A с лентой Exaton 21.13.3.L. Доступные для заказа размеры: 30x0,5 и 60x0,5 мм		
SpeciAlloy B 25.22.2.LMn	ТУ 25.93.15-345-55224353-2024 EN ISO 14343-A: B 25 22 2 N L AWS A5.9: EQ310LMo (модифицировано)	C max 0,03 Mn ~ 4,50 Si max 0,20 Cr ~ 25,0 Ni ~ 22,0 Mo ~ 2,10 N ~ 0,13 P max 0,015 S max 0,015
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A, обеспечивающий во втором слое сплав типа 25%Cr-22%Ni-2%Mo-N. Наплавленный металл обладает высокой устойчивостью к общей, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозии в чрезвычайно агрессивных средах, например, при контакте с мочевиной или азотной кислотой. Доступные для заказа размеры: 60x0,5 мм		
SpeciAlloy B 25.10.4.L	EN ISO 14343-A: B 25 9 4 N L AWS A5.9: EQ2594	C max 0,030 Mn ~ 1,80 Si ~ 0,55 Cr ~ 25,0 Ni ~ 9,8 Mo ~ 3,60 N ~ 0,25 P max 0,020 S max 0,015 WRC-92 FN ~50
Ленточный электрод, предназначенный для электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсом типа OK Flux 10.10A, обеспечивающий во втором и третьем слое супердуплексный сплав типа 25%Cr-10%Ni-4%Mo-N. Наплавленный металл характеризуется великолепной стойкостью к общей, межкристаллитной и питтинговой коррозии, а также коррозионному растрескиванию под напряжением. Данный тип наплавки применяется в производстве оборудования для химической, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленностей. Если после наплавки изделие не подвергают термической обработке, переходный слой можно выполнять той же лентой SpeciAlloy B 25.10.4.L, но, если после наплавки требуется термообработка, переходный слой выполняют с использованием ленты Exaton 24.13.L. После данной технологической операции производится термообработка, и только после этого наплавка выполняется лентой SpeciAlloy B 25.10.4.L. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм		

OK Flux 10.05A	Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
Слабоосновный агломерированный флюс разработан для дуговой ленточной наплавки под флюсом CrNi и CrNiMo нержавеющими лентами класса AWS EQ300. Флюс предназначен для наплавки внутренних поверхностей изделий из углеродистых и низколегированных сталей, а также теплоустойчивых сталей перлитного класса. Флюс обладает хорошими сварочно-технологическими характеристиками, шлак формирует гладкий наплавленный валик и легко отделяется. Максимально допустимое значение тока для OK Flux 10.05A, при использовании ленты 60x0,5 мм, составляет 1000 А Типичный химический состав флюса: $Al_2O_3+SiO_2$ 52% CaF_2+MgO 32% $CaO+NaO+Cr_2O_3$ 15% TiO_2+MnO_2+FeO 4% Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа	EN ISO 14174: S A AAS 2B 56 45 DC	1,25	1,18	0,4 – 1,4

Тип флюса	Ток и полярность	Легирование
Кисло-алюминатно-силикатный	DC+/(-)	Нелегирующий

Расход флюса (кг флюса/кг ленты)		
Напряжение	**DC+**	**AC**
25	0,7	
28	0,8	
32	0,9	

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.05A/лента

Типичный химический состав наплавленного металла и содержание в нем ферритной фазы:

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	N	S	P	FN по WRC-92
Exaton 24.13.L	Применяется для наплавки переходных слоев. Химический состав наплавленного металла в этом слое не регламентируется.										
Exaton 24.13.LNb	Применяется для наплавки переходных слоев. Химический состав наплавленного металла в этом слое не регламентируется.										
Exaton 19.9.L*	≤0,030			19,7	10,0				0,010	0,020	6
Exaton 19.9.Nb**	0,02	0,8	0,6	21,0	10,4		0,3	0,05	0,015	0,020	8
Exaton 19.9.Nb*	0,02	0,7	0,8	19,5	10,1		0,3	0,05	0,010	0,020	5
Exaton 19.12.3.L*	0,02	0,8	0,7	19,0	11,5	2,2		0,06	0,010	0,020	7
OK Band 316L*	0,02	1,1	0,7	18,0	13,0	2,5		0,02	0,010	0,020	7

* *Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой Exaton 24.13.L*

** *Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой Exaton 24.13.LNb*

OK Flux 10.10A

Высокоосновный агломерированный флюс, предназначенный для электрошлаковой ленточной наплавки высоколегированных коррозионностойких слоев хромистыми, хромоникелевыми и хромникель-молибденовыми лентами, стабилизированными ниобием или без него. Наплавка может производиться как на переходный слой, выполняемый дуговой ленточной наплавкой в сочетании с флюсом OK Flux 10.05A, так и непосредственно на конструкционную или теплоустойчивую сталь. При этом, благодаря крайне низкой доле участия основного металла в наплавленном материале, при однослойной наплавке нет риска образования в ней хрупких структур. Процесс наплавки с использованием данного флюса требует применения специальных головок с водяным охлаждением и магнитные управляющие системы для формирования ровной поверхности наплавляемого валика по всей ширине ленты. Максимально допустимое значение тока для OK Flux 10.10A, при использовании ленты 60x0,5 мм, составляет 1700 А

Типичный химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO 22%
CaF_2 62%
SiO_2+MgO 6%

Режимы прокалки: 275-325°C, 2-4 часа

Классификация флюса	Индекс основности	Насыпная плотность [кг/л]	Гран. состав [мм]
EN ISO 14174: ES A FB 2B 55 44 DC	4,0	1,15	0,4 – 1,4

Тип флюса	Ток и полярность	Легирование
Фторидно-основный	DC+	Нелегирующий

Расход флюса (кг флюса/кг ленты)		
Напряжение	DC+	AC
25	0,6	

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.10A/лента

Типичный химический состав наплавленного металла и содержание в нем ферритной фазы:

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	N	S	P	FN по WRC-92
Exaton 19.9.L[a]	≤0,030			19,5	10,0				≤0,020	≤0,030	8
Exaton 19.9.LNb[a]	0,01	1,2	0,4	19,2	10,5		0,30	0,03	≤0,020	≤0,030	
OK Band 309L ESW[b]	0,03	1,2	0,4	19,0	10,0			0,05	≤0,030	≤0,040	5
OK Band 309L ESW[c]	0,02	1,2	0,5	20,0	11,0			0,05	≤0,030	≤0,040	7
Exaton 21.11.LNb[d]	0,02	1,3	0,5	19,3	10,1		0,50	0,05	≤0,020	≤0,030	6
Exaton 24.13.LNb[d]	0,03	1,5	0,4	20,8	10,7		0,50	0,04	≤0,020	≤0,030	
Exaton 21.13.3.L[d]	0,02	1,1	0,4	18,7	12,5	2,7		0,03	≤0,020	≤0,030	
OK Band 309LMo ESW[d]	0,02	1,1	0,4	18,0	12,5	2,8		0,04	≤0,020	≤0,030	6
SpeciAlloy B 25.22.2.LMn[e]	0,01	4,0	0,5	25,1	22,2	2,2		0,10	≤0,020	≤0,030	0
SpeciAlloy B 25.10.4.L[f]	≤0,030			24,7	9,5	3,6		0,22	≤0,020	≤0,030	55
SpeciAlloy B 25.10.4.L[g]	≤0,030			24,5	9,0	3,9		0,22	≤0,020	≤0,030	55

a) Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой Exaton 24.13.L. Наплавка выполнена на низколегированную теплоустойчивую 2,25%Cr-1%Mo сталь
b) В 1-ом слое наплавки. Наплавка выполнена на низкоуглеродистую C-Mn конструкционную сталь
c) Во 2-ом слое наплавки. Наплавка выполнена на низкоуглеродистую C-Mn конструкционную сталь
d) В 1-ом слое наплавки. Наплавка выполнена на низколегированную теплоустойчивую 2,25%Cr-1%Mo сталь
e) Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой SpeciAlloy B 25.22.2.LMn на низколегированную теплоустойчивую 2,25%Cr-1%Mo сталь
f) Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой Exaton 24.13.L на низкоуглеродистую C-Mn конструкционную сталь
g) Во 2-ом слое наплавки. Первый слой наплавлен лентой SpeciAlloy B 25.10.4.L. Наплавка выполнена на низкоуглеродистую C-Mn конструкционную сталь

5.1. Электроды на основе никелевых сплавов*

* *электроды на основе никелевых сплавов для сварки чугуна см. в разделе 6*

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
EWAC ST 202 NT	ТУ 25.93.15-340-55224353-2024 EN ISO 14172: E Ni 6182 (NiCr15Fe6Mn) AWS A5.11: ENiCrFe-3 НАКС: Ø 3,15; 4,0 мм	C max 0,10 Mn 6,00 Si 0,50 Ni min 59,0 Cr 15,7 Nb+Ta 1,90 Fe 4,80 P max 0,030 S max 0,015	$\sigma_т$ 380 МПа $\sigma_в$ 645 МПа δ 40% KCV: 100 Дж/см² при -20°C 80 Дж/см² при -196°C
Тип покрытия – основное Электрод предназначен для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на пуск и потолочного положения, жаро-коррозионностойких никелевых сплавов типа ХН60ВТ, ЭИ-868, Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 и им подобных эксплуатирующихся в контакте с сухими агрессивными газами, такими как хлор или хлороводород при температуре от -196 до 550°C, а в окислительных и науглероживающих газовых средах до 700°C, жаропрочных никелевых сплавов типа Incoloy 800H, Incoloy 800HT, Nicrofer 3220H, Nicrofer 3220HP, эксплуатирующихся при температурах до 1000°C, низколегированных хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса эксплуатирующихся при температуре до 650°C, гарантируя при этом отсутствие миграции углерода из теплоустойчивой стали в металл шва, высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni, мартенситных тяжело свариваемых сталей со сталями аустенитного класса, отливок из жаропрочных сталей ограниченной свариваемости, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Для тяжело свариваемых сталей с углерод-эквивалентом более 0,45% перед сваркой рекомендуется выполнять предварительный подогрев соединения до температуры 150-300°C. Наплавленный металл не подвержен высокотемпературному охрупчиванию, обладает высокой жаропрочностью при температурах до 1000°C и стойкостью к образованию окалины при температурах до 1200°C в атмосферах, не содержащей соединения серы и до 800°C в атмосферах, содержащей сернистые соединения. Также рекомендуется для сварки разнородных сочетаний материалов, таких как чистый никель, никелевые сплавы, монель-сплаваы между собой, а также их сварки с конструкционными, теплоустойчивыми и высоколегированными сталями. Электрод может также применяться для сварки жаропрочных сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах. Благодаря высокому содержанию Mn, наплавленный металл стоек к образованию горячих трещин. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге прямолинейными валиками или с минимальными поперечными колебаниями. Сварочный ток рекомендуется выбирать ближе к нижней границе, рекомендуемый для данного диаметра. Тщательно удаляйте остатки шлака между проходами. Для его удаления используйте щетки только из нержавеющей проволоки. Термическая обработка после сварки как правило не требуются. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4 Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа			

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>CP GW 068
Тип покрытия – основное
Универсальный электрод предназначен для сварки коррозионностойких никелевых и железо-никелевых сплавов типа ХН38ВТ, ХН78Т, Incoloy 825, Inconel 625, Incoloy 020 и им подобных, эксплуатирующихся в контакте с агрессивными средами при температуре от -196 до 550°С, жаропрочных никелевых и железо-никелевых сплавов типа Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 при температурах эксплуатации не выше 700°С, супераустенитных коррозионностойких сталей с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобных, высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni, сталей с ограниченной свариваемостью, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением, питтинговой и щелевой коррозии при контакте с хлоросодержащими средами, высокой жаропрочностью при температурах до 1000°С и стойкостью к образованию окалины при температурах до 1100°С в атмосфере, не содержащей соединения серы. Межпроходная температура не должна превышать 100°С, а удельное тепловложение 1 кДж/мм. Предварительный подогрев и термическая обработка после сварки как правило не требуются.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 260-300°С, 2 часа</td><td>ТУ 1273-301-55224353-2023

EN ISO 14172: E Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb)

AWS A5.11: ENiCrMo-3

НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм</td><td>C max 0,04
Mn 0,50
Si 0,30
Ni min 55
Cr 21,2
Mo 9,10
Nb+Ta 3,40
Fe 1,50
P max 0,030
S max 0,020</td><td>$\sigma_т$ 555 МПа
$\sigma_в$ 770 МПа
δ 42%
KCV:
100 Дж/см² при +20°С
90 Дж/см² при -196°С</td></tr>
<tr><td>EWAC ST 278
Тип покрытия – основное
Электрод предназначен для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикали на пуск и потолочного положения, коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy С-276 (UNS N10276, W.Nr. 2.4819), таких как Inconel C-276, Nicrofer 5716 hMoW, Hastelloy C-276 и им аналогичных, а также для изделий из сплавов типа alloy 22, контактирующих с сильными щелочными средами, т.к. в этих средах металл, наплавленный EWAC ST 278 обладает более высокими коррозионностойкими характеристиками в сравнении с электродами, классифицируемыми как ENiCrMo-10. Данные электроды также можно применять для сварки сплавов, для которых рекомендованы электроды с классификацией ENiCrMo-3, такие как никелевые и железо-никелевые сплавы ХН70Ю, ХН78Т, ХН32Т, alloy 800 и 825, X10NiCrAlTi 32 20 (1.4876) и им подобные, супераустенитные коррозионностойкие стали с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобные, высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni, сталей с ограниченной свариваемостью. При этом металл шва, выполненный данными электродами, обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в сравнении с электродами с классификацией ENiCrMo-3. Эти электроды широко используется при изготовлении изделий для целлюлозно-бумажной промышленности, отбеливателей, оборудования для сжигания отходов, в том числе при высоком парциальным давлении кислорода, систем десульфурации дымовых газов, реакторов для производства уксусной кислоты, охладителей серной кислоты, а также емкостей из высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni для хранения сжиженных газов и многого другого. При этом, благодаря отсутствию в ее составе наплавки Nb, данную марку можно использовать для сварки высоколегированных дуплексных и супердуплексных сталей с супераустенитными.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 260-300°С, 2 часа</td><td>ТУ 25.93.15-336-55224353-2024

EN ISO 14172: E Ni 6276 (NiCr15Mo15Fe6W4)

AWS A5.11: ENiCrMo-4

НАКС: Ø 2,5; 3,15; 4,0 мм</td><td>C max 0,02
Mn 0,50
Si 0,10
Ni основа
Cr 15,6
Mo 16,1
W 3,50
Fe 4,80
P 0,040
S 0,030</td><td>$\sigma_т$ 450 МПа
$\sigma_в$ 720 МПа
δ 28%
KCV:
113 Дж/см² при +20°С
88 Дж/см² при -196°С</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>CP GW 069
Тип покрытия – основное
Электрод из никель-хром-молибденового сплава, предназначенный для сварки высокопрочной криогенной 9%-ной никелевой стали, сплавов Ni-Cr-Mo со сталью и других сплавов на основе никеля. Электроды также применимы для сварки аустенитных стабилизированных и нестабилизированных аустенитных хромоникелевых сталей эксплуатирующихся при криогенных температурах, сварки и наплавки высокопрочных, жаростойких и коррозионностойких сплавов на основе никеля аналогичного состава, сварки разнородных соединений вышеуказанных материалов с ферритными, аустенитными, нелегированными и низколегированными сталями. Наплавленный металл обладает высокой устойчивостью к растрескиванию при термоударах и коррозионному растрескиванию под напряжением.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа</td><td>AWS A5.11: ENiCrMo-6</td><td>C max 0,10
Mn 3,20
Si max 1,00
Ni основа
Cr 14,5
Mo 6,90
W 1,60
Nb+Ta 1,40
Fe max 10,0
P max 0,030
S max 0,020</td><td>$\sigma_т$ 430 МПа
$\sigma_в$ 620 МПа
δ 30%
KCV:
88 Дж/см² при +20°C
63 Дж/см² при -196°C</td></tr>
<tr><td>EWAC UltraJoint 3333
Тип покрытия – основное
Универсальный электрод, предназначенная для сварки и наплавки жаропрочных никелевых сплавов типа alloy 617, 800 (UNS N06617, UNS N08810, UNS N08811, 2.4663, 1.4958, 1.4959), таких как Inconel 617, Incoloy 800H, Incoloy 800HT, Nicrofer 5520 Co, Nicrofer 3220H, Nicrofer 3220HP и им аналогичных, рассчитанных на длительную эксплуатацию в окислительных и науглераживающих средах при температурах до 1100°C, а также для сварки других жаропрочных сталей и сплавов с высокой расчетной температурой эксплуатации. UltraJoint 3333 применяется при изготовлении высокотемпературных теплообменников, клапанов, узлов термических печей, газовых турбин и других изделий, подверженных воздействию высоких температур, используемых в различных областях промышленности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге прямолинейными валиками или с амплитудой поперечных колебаний не более 1,5 диаметра электрода. В зависимости от типа свариваемого материала изделие может требовать термической обработки после сварки.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6
Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм
Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа</td><td>EN ISO 14172: E Ni 6617 (NiCr22Co12Mo)

AWS A5.11: ENiCrCoMo-1</td><td>C 0,10
Mn 1,20
Si 0,25
Ni основа
Cr 23,5
Mo 9,0
Co 11,5
Fe 3,50
Nb+Ta 0,30
P max 0,030
S max 0,015</td><td>$\sigma_т$ 450 МПа
$\sigma_в$ 735 МПа
δ 35%
KCV:
75 Дж/см² при +20°C</td></tr>
</table>

5.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе никелевых сплавов.

Рекомендации по составу защитных газов для GMAW-сварки проволоками на основе никелевых и железо-никелевых сплавов.

I1[1]: Ar	I3[2]: Ar + He	M13: Ar + (1-2)%O_2	M12: Ar + (1-2)%CO_2	Ar + 30% He + (1-2)% O_2	Ar + 30% He + (1-2)%CO_2	Ar + 30% He + (1-2)% N_2	Ar + 30% He + (3-5)% H_2 + (0,02-0,05)% CO_2
да	да	нет	нет	нет	нет	нет	да

1 – процесс сварки, в сравнении с I3, характеризуется не очень хорошими сварочно-технологическими характеристиками, особенно при невысоких скоростях подачи проволоки
2 – обычно содержание He составляет 20-30%

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod M Ni-1 Проволока, предназначенная для сварки никеля высокой чистоты (min 99,6%) типа Alloy 200 и 201, поковок из технического никеля и никеля с пониженным содержанием углерода. NickelRod M Ni-1 имеет широкий спектр применения для сварки изделий, контактирующих с сильными горячими щелочами и некоторыми другими коррозийными средами. Данная проволока также может применяться для наплавки переходного слоя на кромки при сварке меди и ее сплавов со сталями. Проволока легирована небольшим количеством титана для снижения склонности наплавленного металла к образованию горячих трещин. При сварке необходимо учитывать, что наплавленный металл из чистого никеля имеет крайне высокую склонность к образованию пор. Поэтому, чтобы избежать дефектов, свариваемые кромки должны быть тщательно очищены от загрязнений и окислов механическим способом, абразивом, пескоструйной обработкой или травлением. Однако применять для зачистки чистого никеля металлические щетки не рекомендуется, т.к. это может привести к образованию микронадрывов поверхности. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 6625 (NiTi3) AWS A5.14: ERNi-1	C max 0,05 Mn max 0,80 Si max 0,70 Ni min 93,0 Ti 2,00-3,50 P max 0,030 S max 0,010	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ ≥200 МПа $\sigma_в$ ≥400 МПа δ ≥25% KCV: ≥150 Дж/см^2 при +20°C
NickelRod M NiCu-7 Проволока, предназначенная для сварки плавящимся электродом в защитном газе, а также в качестве присадки для автоматической сварки в защитном газе неплавящимся электродом коррозионностойких никель-медных сплавов типа Monel 400, близких по составу термически упрочняемых сплавов типа R-405 и K-500 дополнительно легированных небольшим количеством Ti и Al и им аналогичных, их сварки со сталями, сварки медных сплавов с никелем и сплавами на его основе. Ее также применяют для выполнения антикоррозионной наплавки на низкоуглеродистые и низколегированные конструкционные стали и в качестве переходного слоя под последующую наплавку никелевой проволокой типа NickelRod M Ni-1. Наплавленный металл обладает достаточно высокой прочностью и пластичностью, отвечает самым строгим требованиям по коррозионной стойкости в морской воде, плавиковой и серной кислотах, щелочах и других агрессивных средах. Межпроходная температура не должна превышать 100°C. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 4060 (NiCu30MnTi) AWS A5.14: ERNiCu-7	C max 0,15 Mn 2,00-4,00 Si max 1,00 Ni 62,0-69,0 Cu 28,0-32,0 Ti 1,50-3,00 Fe 0,50-2,50 Al max 1,00 P max 0,020 S max 0,015	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ 300 МПа $\sigma_в$ 480 МПа δ 35% KCV: 200 Дж/см^2 при +20°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod M NiCr-3 Наиболее универсальная из проволок на основе никель-хромового сплава. Предназначена для сварки плавящимся электродом в защитном газе, а также в качестве присадки для автоматической сварки в защитном газе неплавящимся электродом жаро-коррозионностойких никелевых сплавов типа ХН60ВТ, ЭИ-868, Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 и им подобных эксплуатирующихся в контакте с сухими агрессивными газами, такими как хлор или хлороводород при температуре от -196 до 550°С, а в окислительных и науглероживающих газовых средах до 700°С, жаропрочных никелевых сплавов типа Incoloy 800H, Incoloy 800HT, Nicrofer 3220H, Nicrofer 3220HP, эксплуатирующихся при температурах до 1000°С, низколегированных хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса эксплуатирующихся при температуре до 650°С, гарантируя при этом отсутствие миграции углерода из теплоустойчивой стали в металл шва, высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni, мартенситных тяжело свариваемых сталей со сталями аустенитного класса, отливок из жаропрочных сталей ограниченной свариваемости, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Для тяжело свариваемых сталей с углерод-эквивалентом более 0,45% перед сваркой рекомендуется выполнять предварительный подогрев соединения до температуры 150-300°С. Наплавленный металл не подвержен высокотемпературному охрупчиванию, обладает высокой жаропрочностью при температурах до 1000°С и стойкостью к образованию окалины при температурах до 1200°С в атмосферах, не содержащей соединения серы и до 800°С в атмосферах, содержащей сернистые соединения. Также рекомендуется для сварки разнородных сочетаний материалов, таких как чистый никель, никелевые сплавы, монель-сплаваы между собой, а также их сварки с конструкционными, теплоустойчивыми и высоколегированными сталями. Может также применяться для сварки жаропрочных сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS A5.14: ERNiCr-3	C max 0,05 Mn 2,50-3,50 Si max 0,25 Ni min 67,0 Cr 18,0-22,0 Nb+Ta 2,00-3,00 Fe max 1,50 P max 0,010 S max 0,010	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ 390 МПа $\sigma_в$ 640 МПа δ 40% KCV: 188 Дж/см² при +20°С

5 Сварочные материалы на основе никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod M NiCrMo-3 Проволока, предназначенная для сварки плавящимся электродом в защитном газе коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 625 (UNS N06625, W.Nr. 2.4856), таких как Inconel 625, Nicrofer 6020hMo и им аналогичных, эксплуатирующихся в диапазоне температур от криогенных до 980°C и отличается гораздо более низким содержанием железа, серы и фосфора, чем это регламентировано стандартами ISO и AWS. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям и может применяться для сварки изделий эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 600°C, науглероживанию и окислительной эрозии при температурах до 1000°C, а также насыщению азотом. Проволока применяется для изготовления оборудования, контактирующего с неорганическими кислотами, такими как азотная, серная, соляная, ортофосфорная, различными органическими кислотами, щелочами, морской водой при высоких температурах, средах с высоким содержанием ионов хлора, галогенами и газообразным хлороводородом. Данную проволоку также можно применять для сварки никелевых сплавов типа ХН70Ю, ХН78Т, alloy 800 и 825 и им подобных, супераустенитных коррозионностойких сталей с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобных, сплавов на железно-никелевой основе типа ХН32Т, X10NiCrAlTi 32 20 (1.4876) и им подобных, жаропрочных никелевых и железно-никелевых сплавов типа Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 при температурах эксплуатации не выше 700°C, высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni, сталей с ограниченной свариваемостью, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20…30% He. Для использования этой проволоки в качестве присадки для автоматической сварки в защитном газе неплавящимся электродом предусмотрена ее модификация NickelRod M NiCrMo-3 HWT. Удельное тепловложение не должно превышать 1,5 кДж/мм, а межпроходная температура 100°C. Для получения наиболее высокой стабильности GMAW-процесса, снижения в наплавленном слое доли участия основного металла и получения светлого наплавленного валика, рекомендуется использовать многокомпонентные Ar/He смеси (типа Ar-основа, He=30%, H_2=2…5%, CO_2=0,05%). Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	ТУ 1842-271-55224353-2022 EN ISO 18274: S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS A5.14: ERNiCrMo-3 НАКС: Ø 1,2 мм	C max 0,03 Mn max 0,30 Si max 0,20 Ni min 60,0 Cr 20,0-23,0 Mo 8,0-10,0 Nb+Ta 3,15-4,15 Fe max 0,50 P max 0,008 S max 0,005	I3 (Ar + 25…30 %He)	$\sigma_т$ 590 МПа $\sigma_в$ 800 МПа δ 44% KCV: 260 Дж/см² при +20°C 250 Дж/см² при -60°C 210 Дж/см² при -196°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod M NiCrMo-4 Проволока, предназначенная для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy C-276 (UNS N10276, W.Nr. 2.4819), таких как Inconel C-276, Nicrofer 5716 hMoW, Hastelloy C-276 и им аналогичных, а также для изделий из сплавов типа alloy 22, контактирующих с сильными щелочными средами, т.к. в этих средах металл, наплавленный NickelRod M NiCrMo-4 обладает более высокими коррозионностойкими характеристиками в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-10. Металл шва, выполненный этой проволокой, обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-3. Данная проволока применима и для сварки изделий из никелевых и железно-никелевых сплавов, супераустенитных сталей, для которых можно применять проволоки типа ERNiCrMo-3. Данный материал используется при изготовлении изделий для целлюлозно-бумажной промышленности, отбеливателей, оборудования для сжигания отходов, в том числе при высоком парциальным давлении кислорода, систем десульфурации дымовых газов, реакторов для производства уксусной кислоты, охладителей серной кислоты, а также емкостей из высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni для хранения сжиженных газов и многого другого. При этом, благодаря отсутствию в ее составе Nb, проволока может использоваться для сварки высоколегированных дуплексных и супердуплексных сталей с супераустенитными. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 6276 (NiCr15Mo16Fe6W4) AWS A5.14: ERNiCrMo-4	C max 0,02 Mn max 1,00 Si max 0,08 Ni min 50,0 Cr 14,5-17,0 Mo 15,0-17,0 W 3,00-4,50 Fe 4,00-7,00 P max 0,020 S max 0,015	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 690 МПа δ 30% KCV: 150 Дж/см² при +20°C 100 Дж/см² при -196°C
NickelRod M NiCrMo-10 Универсальная проволока с превосходной стойкостью к влажной коррозии в окислительных и восстановительных средах, предназначенная для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 22 (UNS N06022; W. Nr. 2.4602; NiCr21Mo14W), таких как Inconel 22, Nicrofer 5621 hMoW, Hastelloy C-22 и им аналогичных. Наплавленный металл обладает более высокой стойкостью к питтинговой коррозии в окисляющих хлоросодержащих средах в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-4. Проволока применяется для изготовления оборудования по производству уксусной и ортофосфорной кислоты, целлофана, пестицидов, емкостей для сложных кислотных смесей, валков для гальванический установок, систем очистки дымовых газов, оборудования для геотермальных скважин и пр. Данную проволоку также можно использовать для сварки материалов, для которых применимы проволоки типа ERNiCrMo-3. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 6022 (NiCr21Mo13Fe4W3) AWS A5.14: ERNiCrMo-10	C max 0,015 Mn max 0,50 Si max 0,08 Ni ~ 56,0 Cr ~ 21,5 Fe max 4,00 Mo ~ 13,5 W ~ 3,00 P max 0,02 S max 0,01	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 770 МПа δ 45% KCV: 188 Дж/см² при +20°C 100 Дж/см² при -196°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod M NiCrMo-13 Никель-хром-молибденовая проволока из сплава типа alloy 59, предназначенная для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 59 (UNS N06059, W.Nr. 2.4605), таких как Nicrofer 5923 hMo и им аналогичных. Металл, наплавленный данной проволокой, характеризуется высокой коррозионной стойкостью во влажных сернистых, окислительных, щелочных средах и обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в хлоросодержащих средах, чем проволоками типа ERNiCrMo-4 и ERNiCrMo-10. Данный сварочный материал также можно применять для сварки широкой номенклатуры никелевых сплавов, таких как Hastelloy C4, C-276, INCONEL 622, C22, 625, Alloy 31 и им аналогичных, обеспечивая коррозионную стойкость шва не ниже основного металла. Высочайшая термическая стабильность материала, в сравнении с другими сплавами на основе никеля, позволяет гарантировать отсутствие интерметаллидов по границам зерен после сварки, а отсутствие Nb позволяет применять ее для сварки супераустенитных сталей с высоколегированными дуплексными и супердуплексными. Проволока NickelRod M NiCrMo-13 находит применение для сварки изделий контактирующего с загрязненными коррозионно-активными средами, включая скрубберы для десульфурации дымовых газов, оборудования химических и нефтехимических заводов. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, предпочтительнее в смеси Ar-основа + 20...30% He. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	EN ISO 18274: S Ni 6059 (NiCr23Mo16) AWS A5.14: ERNiCrMo-13	C max 0,010 Mn max 0,50 Si max 0,10 Ni основа Cr 22,0-24,0 Mo 15,0-16,5 Fe max 1,50 Al 0,10-0,40 P max 0,015 S max 0,005	I3 (Ar + 25...30 %He)	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 750 МПа δ 40% KCV: 150 Дж/см² при -110°C

5.3. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом на основе никелевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod T Ni-1 Присадочный пруток, предназначенный для сварки никеля высокой чистоты (min 99,6%) типа Alloy 200 и 201, поковок из технического никеля и никеля с пониженным содержанием углерода. NickelRod T Ni-1 имеет широкий спектр применения для сварки изделий, контактирующих с сильными горячими щелочами и некоторыми другими коррозийными средами. Данный пруток также может применяться для наплавки переходного слоя на кромки при сварке меди и ее сплавов со сталями. Пруток легирован небольшим количеством титана для снижения склонности наплавленного металла к образованию горячих трещин. При сварке необходимо учитывать, что наплавленный металл из чистого никеля имеет крайне высокую склонность к образованию пор. Поэтому, чтобы избежать дефектов, свариваемые кромки должны быть тщательно очищены от загрязнений и окислов механическим способом, абразивом, пескоструйной обработкой или травлением. Однако применять для зачистки чистого никеля металлические щетки не рекомендуется, т.к. это может привести к образованию микронадрывов поверхности. Выпускаемые диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6625 (NiTi3) AWS A5.14: ERNi-1	C max 0,05 Mn max 0,80 Si max 0,70 Ni min 93,0 Ti 2,00-3,50 P max 0,030 S max 0,010	$\sigma_т$ ≥200 МПа $\sigma_в$ ≥400 МПа δ ≥25% KCV: ≥150 Дж/см² при +20°C
NickelRod T NiCu-7 Присадочный пруток, предназначенный для сварки коррозионностойких никель-медных сплавов типа Monel 400, близких по составу термически упрочняемых сплавов типа R-405 и K-500 дополнительно легированных небольшим количеством Ti и Al и им аналогичных, их сварки со сталями, сварки медных сплавов с никелем и сплавами на его основе. Наплавленный металл обладает достаточно высокой прочностью и пластичностью, отвечает самым строгим требованиям по коррозионной стойкости в морской воде, плавиковой и серной кислотах, щелочах и других агрессивных средах. Межпроходная температура не должна превышать 100°C. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	ТУ 25.93.15-328-55224353-2024 EN ISO 18274: S Ni 4060 (NiCu30MnTi) AWS A5.14: ERNiCu-7 НАКС: Ø 2,0; 2,4 мм	C max 0,15 Mn 2,00-4,00 Si max 1,00 Ni 62,0-69,0 Cu 28,0-32,0 Ti 1,50-3,00 Fe 0,50-2,50 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_т$ 300 МПа $\sigma_в$ 520 МПа δ 35% KCV: 200 Дж/см² при +20°C
NickelRod T NiCr-3 Пруток на основе никель-хромового сплава, предназначенный для сварки жаро-коррозионностойких никелевых сплавов типа ХН60ВТ, ЭИ-868, Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 и им подобных эксплуатирующихся в контакте с сухими агрессивными газами, такими как хлор или хлороводород при температуре от -196 до 550°C, а в окислительных и науглероживающих газовых средах до 700°C, жаропрочных никелевых сплавов типа Incoloy 800H, Incoloy 800HT, Nicrofer 3220H, Nicrofer 3220HP, эксплуатирующихся при температурах до 1000°C, низколегированных хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса эксплуатирующихся при температуре до 650°C, гарантируя при этом отсутствие миграции углерода из теплоустойчивой стали в металл шва, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Наплавленный металл не подвержен высокотемпературному охрупчиванию, обладает высокой жаропрочностью при температурах до 1000°C и стойкостью к образованию окалины при температурах до 1200°C в атмосферах, не содержащей соединения серы и до 800°C в атмосферах, содержащей сернистые соединения. Также рекомендуется для сварки разнородных сочетаний материалов, таких как чистый никель, никелевые сплавы, монель-сплаваы между собой, а также их сварки с конструкционными, теплоустойчивыми и высоколегированными сталями. Может применяться для сварки жаропрочных сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах, а также для сварки нагревательных элементов из различных сплавов, кроме фехраля. Доступные для заказа диаметры: 1,6 и 2,4 мм	ТУ 1842-303-55224353-2023 EN ISO 18274: S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS A5.14: ERNiCr-3 НАКС: Ø 2,4 мм	C max 0,05 Mn 2,50-3,50 Si max 0,25 Ni min 67,0 Cr min 18,0 Nb+Ta 2,00-3,00 Fe max 1,50 P max 0,010 S max 0,010	$\sigma_т$ 390 МПа $\sigma_в$ 640 МПа δ 40% KCV: 250 Дж/см² при +20°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod T NiCrMo-3 Универсальный присадочный пруток на основе никелевого сплава, предназначенный для сварки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 625 (UNS N06625, W.Nr. 2.4856), таких как Inconel 625, Nicrofer 6020hMo и им аналогичных, эксплуатирующихся в диапазоне температур от криогенных до 980°C и отличающийся гораздо более низким содержанием железа, серы и фосфора, чем это регламентировано стандартами ISO и AWS. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям и может применяться для сварки изделий эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 600°C, науглероживанию и окислительной эрозии при температурах до 1000°C, а также насыщению азотом. Прутки применяются для изготовления оборудования, контактирующего с неорганическими кислотами, такими как азотная, серная, соляная, ортофосфорная, различными органическими кислотами, щелочами, морской водой при высоких температурах, средах с высоким содержанием ионов хлора, галогенами и газообразным хлороводородом. Данные прутки также можно применять для сварки никелевых сплавов типа ХН70Ю, ХН78Т, alloy 800 и 825 и им подобных, супераустенитных коррозионностойких сталей с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобных, сплавов на железо-никелевой основе типа ХН32Т, X10NiCrAlTi 32 20 (1.4876) и им подобных, жаропрочных никелевых и железо-никелевых сплавов типа Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 при температурах эксплуатации не выше 700°C, сталей с ограниченной свариваемостью, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	ТУ 1842-282-55224353-2022 EN ISO 18274: S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS A5.14: ERNiCrMo-3 НАКС: Ø 1,6; 2,0; 2,4 мм	C max 0,03 Mn max 0,30 Si max 0,20 Ni min 60,0 Cr 20,0-23,0 Mo 8,0-10,0 Nb 3,15-4,15 Fe max 0,50 P max 0,008 S max 0,005	$\sigma_т$ 530 МПа $\sigma_в$ 780 МПа δ 40% KCV: 188 Дж/см² при +20°C 163 Дж/см² при -46°C 125 Дж/см² при -196°C
NickelRod T NiCrMo-4 Пруток, предназначенный для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy C-276 (UNS N10276, W.Nr. 2.4819), таких как Inconel C-276, Nicrofer 5716 hMoW, Hastelloy C-276 и им аналогичных, а также для изделий из сплавов типа alloy 22, контактирующих с сильными щелочными средами, т.к. в этих средах металл, наплавленный NickelRod T NiCrMo-4 обладает более высокими коррозионностойкими характеристиками в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-10. Металл шва, выполненный этой проволокой, обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-3. Данные прутки применимы и для сварки изделий из никелевых и железно-никелевых сплавов, супераустенитных сталей, для которых можно применять проволоки типа ERNiCrMo-3. Данный материал используется при изготовлении изделий для целлюлозно-бумажной промышленности, отбеливателей, оборудования для сжигания отходов, в том числе при высоком парциальным давлении кислорода, систем десульфурации дымовых газов, реакторов для производства уксусной кислоты, охладителей серной кислоты и многого другого. При этом, благодаря отсутствию в ее составе Nb, проволока может использоваться для сварки высоколегированных дуплексных и супердуплексных сталей с супераустенитными. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6276 (NiCr15Mo16Fe6W4) AWS A5.14: ERNiCrMo-4	C max 0,02 Mn max 1,00 Si max 0,08 Ni min 50 Cr 14,5-16,5 Mo 15,0-17,0 W 3,00-4,50 Fe 4,00-7,00 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_т$ ≥450 МПа $\sigma_в$ ≥690 МПа δ ≥ 30% KCV: 150 Дж/см² при +20°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
NickelRod T NiCrMo-10 Универсальный пруток с превосходной стойкостью к влажной коррозии в окислительных и восстановительных средах, предназначенная для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 22 (UNS N06022; W. Nr. 2.4602; NiCr21Mo14W), таких как Inconel 22, Nicrofer 5621 hMoW, Hastelloy C-22 и им аналогичных. Наплавленный металл обладает более высокой стойкостью к питтинговой коррозии в окисляющих хлоросодержащих средах в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-4. Пруток применяется для изготовления оборудования по производству уксусной и ортофосфорной кислоты, целлофана, пестицидов, емкостей для сложных кислотных смесей, валков для гальванический установок, систем очистки дымовых газов, оборудования для геотермальных скважин и пр. Данные прутки также можно использовать для сварки материалов, для которых применимы проволоки типа ERNiCrMo-3. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6022 (NiCr21Mo13Fe4W3) AWS A5.14: ERNiCrMo-10	C max 0,015 Mn max 0,50 Si max 0,080 Ni ~ 56,0 Cr ~ 21,5 Fe max 4,00 Mo ~ 13,5 W ~ 3,00 P max 0,02 S max 0,01	$\sigma_т$ 500 МПа $\sigma_в$ 770 МПа δ 45% KCV: 200 Дж/см² при +20°C
NickelRod T NiCrMo-13 Никель-хром-молибденовый пруток из сплава типа alloy 59, предназначенная для сварки и наплавки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 59 (UNS N06059, W.Nr. 2.4605), таких как Nicrofer 5923 hMo и им аналогичных. Металл, наплавленный данной проволокой, характеризуется высокой коррозионной стойкостью во влажных сернистых, окислительных, щелочных средах и обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в хлоросодержащих средах, чем проволоками типа ERNiCrMo-4 и ERNiCrMo-10. Данный сварочный материал также можно применять для сварки широкой номенклатуры никелевых сплавов, таких как Hastelloy C4, C-276, INCONEL 622, C22, 625, Alloy 31 и им аналогичных, обеспечивая коррозионную стойкость шва не ниже основного металла. Высочайшая термическая стабильность материала, в сравнении с другими сплавами на основе никеля, позволяет гарантировать отсутствие интерметаллидов по границам зерен после сварки, а отсутствие Nb позволяет применять ее для сварки супераустенитных сталей с высоколегированными дуплексными и супердуплексными. Прутки NickelRod T NiCrMo-13 находит применение для сварки изделий контактирующего с загрязненными коррозионно-активными средами, включая скрубберы для десульфурации дымовых газов, оборудования химических и нефтехимических заводов. Доступные для заказа диаметры: 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6059 (NiCr23Mo16) AWS A5.14: ERNiCrMo-13	C max 0,010 Mn max 0,50 Si max 0,10 Ni основа Cr 22,0-24,0 Mo 15,0-16,5 Fe max 1,50 Al 0,10- 0,40 P max 0,015 S max 0,005	$\sigma_т$ 470 МПа $\sigma_в$ 750 МПа δ 40% KCV: 212 Дж/см² при +20°C 163 Дж/см² при -196°C

5.4. Проволоки порошковые для дуговой сварки плавящимся электродом на основе никелевых сплавов.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Cryo-Shield 625 **Тип – рутиловая** Всепозиционная (кроме вертикали на спуск) рутиловая шовная газозащитная порошковая проволока на основе никелевого сплава, предназначенная для сварки в чистой углекислоте C1 и стандартной аргоновой смеси M21 на постоянном токе обратной полярности (DC+) высокопрочных сталей криогенного назначения, легированных 5 или 9% Ni. Возможность сварки в чистой углекислоте, с точки зрения склонности наплавленного металла к образованию пор, делает эту проволоку более предпочтительной при работе на открытых площадках. Данную проволоку можно также использовать для сварки коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 625 (UNS N06625, W.Nr. 2.4856), таких как Inconel 625, Nicrofer 6020hMo и им аналогичных, эксплуатирующихся в диапазоне температур от криогенных до 980°C. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением, межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозиям и может применяться для сварки изделий эксплуатирующихся в условиях влажной коррозии при температурах до 600°C, науглераживанию и окислительной эрозии при температурах до 1000°C, а также насыщению азотом. Проволока применяется для изготовления оборудования, контактирующего с неорганическими кислотами, такими как азотная, серная, соляная, ортофосфорная, различными органическими кислотами, щелочами, морской водой при высоких температурах, средах с высоким содержанием ионов хлора, галогенами и газообразным хлороводородом. Данную проволоку также можно применять для сварки никелевых сплавов типа ХН70Ю, ХН78Т, alloy 800 и 825 и им подобных, супераустенитных коррозионностойких сталей с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобных, сплавов на железо-никелевой основе типа ХН32Т, X10NiCrAlTi 32 20 (1.4876) и им подобных, сталей с ограниченной свариваемостью, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Сварку необходимо выполнять углом назад, оттесняя шлак в хвостовую часть ванны. Устойчивый процесс сварки начинается при скорости подачи проволоки от 11,8 м/мин, из-за чего не рекомендуется применять данную проволоку для сварки небольших толщин. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Выпускаемый диаметр: 1,2 мм	ТУ 1274-309-55224353-2023 AWS A5.34: ENiCrMo3T1-1 AWS A5.34: ENiCrMo3T1-4 НАКС: Ø 1,2 мм	C 0,03 Mn 0,35 Si 0,40 Ni min 58,0 Cr 20,5 Mo 8,20 Nb+Ta 3,50 Fe 3,80 Ti 0,15 Cu 0,12 P max 0,020 S max 0,015	C1 (100%CO_2)	$\sigma_т$ 425 МПа $\sigma_в$ 705 МПа δ 44% KCV: 69 Дж/см² при -196°C
			M21 (80%Ar + 20%CO_2)	$\sigma_т$ 450 МПа $\sigma_в$ 740 МПа δ 35% KCV: 81 Дж/см² при -196°C

5.5. Проволоки на основе никелевых сплавов для дуговой сварки и наплавки под флюсом.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %
NickelRod S NiCr-3 Сварочная проволока на основе никелевого сплава, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.16, OK Flux 10.90, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.99 изделий из жаро-коррозионностойких никелевых сплавов типа ХН60ВТ, ЭИ-868, Inconel 600, Alloy 600H, N006600, WNr. 2.4816 и им подобных эксплуатирующихся в контакте с сухими агрессивными газами, такими как хлор или хлороводород при температуре от -196 до 550°С, а в окислительных и науглераживающих газовых средах до 700°С, жаропрочных никелевых сплавов типа Incoloy 800H, Incoloy 800HT, Nicrofer 3220H, Nicrofer 3220HP, эксплуатирующихся при температурах до 1000°С. Проволоку также можно применяться для сварки жаропрочных сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20Х23Н18, AISI 310S, X15CrNiSi25-21, 1.4841 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглераживающих средах. Доступные для заказа диаметры: 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS A5.14: ERNiCr-3	C max 0,05 Mn 2,50-3,50 Si max 0,25 Ni min 67,0 Cr 18,0-22,0 Nb+Ta 2,30-3,00 Fe max 1,50 P max 0,010 S max 0,010
NickelRod S NiCrMo-3 Сварочная проволока на основе никелевого сплава, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.16, OK Flux 10.90, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.99 изделий из коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy 625 (UNS N06625, W.Nr. 2.4856), таких как Inconel 625, Nicrofer 6020hMo и им аналогичных, эксплуатирующихся в диапазоне температур от криогенных до 980°С, никелевых сплавов типа ХН70Ю, ХН78Т, alloy 800 и 825 и им подобных, супераустенитных коррозионностойких сталей с содержанием молибдена до 6% типа 0Х23Н28М3Д3Т, 254 SMO (например UNS S31254) и им подобных, сплавов на железо-никелевой основе типа ХН32Т, X10NiCrAlTi 32 20 (1.4876) и им подобных, а также наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Доступные для заказа диаметры: 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS A5.14: ERNiCrMo-3	C max 0,03 Mn max 0,30 Si max 0,20 Ni min 60,0 Cr 20,0-23,0 Mo 8,0-10,0 Nb 3,15-4,15 Fe max 0,50 P max 0,008 S max 0,005
NickelRod S NiCrMo-4 Сварочная проволока на основе никелевого сплава, предназначенная для дуговой сварки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.16, OK Flux 10.90, OK Flux 10.93, OK Flux 10.93P, OK Flux 10.99 изделий из коррозионностойких никелевых сплавов типа alloy C-276 (UNS N10276, W.Nr. 2.4819), таких как Inconel C-276, Nicrofer 5716 hMoW, Hastelloy C-276 и им аналогичных, а также для изделий из сплавов типа alloy 22, контактирующих с сильными щелочными средами, т.к. в этих средах металл, наплавленный NickelRod S NiCrMo-4 обладает более высокими коррозионностойкими характеристиками в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-10. Металл шва, выполненный этой проволокой, обладает более высокой стойкостью к питтинговой и щелевой коррозиям в сравнении с проволоками типа ERNiCrMo-3. Доступные для заказа диаметры: 2,4 мм	EN ISO 18274: S Ni 6276 (NiCr15Mo16Fe6W4) AWS A5.14: ERNiCrMo-4	C max 0,02 Mn max 1,00 Si max 0,08 Ni min 50 Cr 14,5-16,5 Mo 15,0-17,0 W 3,00-4,50 Fe 4,00-7,00 P max 0,020 S max 0,015

OK Flux 10.93P	
Описание и характеристики флюса см. в разделе 4.5. «Проволоки и флюсы для дуговой сварки под флюсом высоколегированных сталей» на стр. 98	ТУ 23.99.19-318-55224353-2023

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.93P/проволока

Типичный химический состав наплавленного металла и содержание в нем ферритной фазы:

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb+Ta	W	Fe	S	P
NickelRod S NiCrMo-3	0,010	0,05	0,40	21,7	64,8	8,80	3,40	-	0,35	<0,005	<0,01
NickelRod S NiCrMo-4	0,013	0,40	0,20	15,2	57,8	15,8	-	3,70	6,25	<0,005	<0,01

Одобрения проволок и типичные механические свойства наплавленного металла:

Марка проволоки	Проволока / Наплавленный металл							
	НАКС (диаметры)	Газпром	РМРС	$\sigma_{т}$ [МПа]	$\sigma_{в}$ [МПа]	δ [%]	T [°C]	KCV [Дж/см^2]
NickelRod S NiCrMo-3				458	733	43	-60	146
							-196	127
NickelRod S NiCrMo-4				345	590	44	-60	101
							-196	86

5.6. Ленты на основе на основе никелевых сплавов для дуговой и электрошлаковой наплавки.

Марка и описание	Классификации и одобрения	Химический состав ленты, %
Weld B NiCu-7 Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсами аналогичными OK Flux 10.18 коррозионностойкого монель-сплава типа alloy 400. Наплавленный металл отвечает самым строгим требованиям по коррозионной стойкости в морской воде, плавиковой и серной кислотах, щелочах и других агрессивных средах. Для получения максимально высоких коррозионностойких характеристик, наплавку на конструкционные и теплоустойчивые стали рекомендуется выполнять не менее чем в два слоя. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5 мм	EN ISO 18274: B Ni 4060 (NiCu30MnTi)	C max 0,015 Mn ~ 3,00 Si ~ 1,00 Ni ~ 67,0 Cu ~ 29,0 Fe max 2,00 Ti ~ 2,50 P max 0,020 S max 0,015
SpeciAlloy B Ni72HP Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсами аналогичными OK Flux 10.16 или OK Flux 10.17 и электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсами аналогичными OK Flux 10.11 коррозионностойких слоев на основе никелевого сплава типа alloy 82 (W.Nr. 2.4806; Inconel 82). Наплавленный металл устойчив к сухими агрессивными газами, такими как хлор или хлороводород при температуре до 550°C, а в окислительным и науглераживающим газовым средам до 700°C. Для получения максимально высоких коррозионностойких характеристик, наплавку на конструкционные и теплоустойчивые стали рекомендуется выполнять не менее чем в два слоя. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм	EN ISO 18274: B Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS A5.14: EQNiCr-3	C max 0,03 Mn ~ 3,00 Si ~ 0,10 Ni ~ 72,0 Cr ~ 20,0 Fe ~ 0,33 Nb+Ta ~ 2,70 P max 0,010 S max 0,010
Weld B NiCr-3 Ленточный электрод аналогичный SpeciAlloy B Ni72HP, но изготавливаемый из сырья другого производителя. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм	EN ISO 18274: B Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb) AWS A5.14: EQNiCr-3	C max 0,10 Mn 2,50-3,50 Si max 0,50 Ni min 67,0 Cr 18,0-22,0 Fe max 3,00 Nb+Ta 2,00-3,00 P max 0,020 S max 0,015
SpeciAlloy B Ni60 Ленточный электрод, предназначенный для дуговой наплавки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.16 или OK Flux 10.17 и электрошлаковой наплавки в сочетании с флюсами типа OK Flux 10.11, Exaton 69S или Exaton 79S коррозионностойких слоев на основе никелевого сплава типа alloy 625 (UNS N06625, W.Nr. 2.4856). Для получения максимально высоких коррозионностойких характеристик, наплавку на конструкционные и теплоустойчивые стали рекомендуется выполнять не менее чем в два слоя. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм	EN ISO 18274: B Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS A5.14: EQNiCrMo-3	C max 0,10 Mn max 0,50 Si max 0,20 Ni min 60,0 Cr 20,0-23,0 Mo 8,00-10,0 Fe max 2,00 Nb+Ta 3,15-4,15 P max 0,020 S max 0,010
Weld B NiCrMo-3 Ленточный электрод аналогичный SpeciAlloy B Ni60, но изготавливаемый из сырья другого производителя. Доступные для заказа размеры: 30x0,5; 60x0,5; 75x0,5 и 90x0,5 мм	EN ISO 18274: B Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) AWS A5.14: EQNiCrMo-3	C max 0,10 Mn max 0,50 Si max 0,20 Ni min 60,0 Cr 20,0-23,0 Mo 8,00-10,0 Fe max 2,00 Nb+Ta 3,15-4,15 P max 0,020 S max 0,010

6.1. Электроды для сварки чугуна.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
EWAC CI 407 **Тип покрытия – основное** Электрод на основе железа, предназначенный для однослойной наплавки на любые типы загрязненных чугунов, заварки чугунных дефектов, ремонтной наплавки на чугунное печное оборудование, герметизации чугунных деталей, пропитанных маслом. При этом данный электрод не применяется для сварки чугунных деталей. Наплавка выполняется на постоянном токе обратной полярности или на переменном токе. Электрод, отличается струйным переносом сварочного материала. Непроводящее электрический ток покрытие предотвращает боковое отклонение дуги, что значительно облегчает сварку в узких углах и глубоких отверстиях. При этом электрод отлично подходит для выполнения первого слоя перед использованием электродов на железно-никелевой основе, которые гораздо более чувствительны к загрязнениям свариваемых деталей. Наплавка выполняется на холодную или с незначительным подогревом. Валики наплавлять только в продольном направлении без колебаний участками длиной не более 30 мм при небольшом наклоне электрода углом вперед. Немедленно после сварки проковать валик, пока наплавленный металл имеет тускло-красный цвет. Охлаждать максимально медленно, желательно в древесных опилках или теплом перлитном песке. Цвет наплавленного металла практически идентичен цвету серого чугуна. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Напряжение холостого хода: 80 В Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 230-270°C, 2 часа	AWS A5.15: ESt	C 0,20 Mn 1,60 Si 0,70 Cu 0,50 Al 0,30 P max 0,40 S max 0,40	твердость 40-50 HRC (в третьем слое) Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла не регламентируются
EWAC CI 422 **Тип покрытия – основное с высоким содержанием графита** Электрод с сердечником из сплава с высоким содержанием никеля, предназначенный в первую очередь для сварки, ремонта и заварки дефектов на постоянном токе прямой полярности и переменном токе тонкостенных отливок из серого чугуна. Наплавленный металл обладает наиболее высокой пластичностью, что снижает требования к квалификации сварщика. Сварка выполняется на холодную или с незначительным подогревом. Данные электроды не рекомендуются к применению для чугунов с высоким содержанием серы и фосфора, замаслянных и загрязненных чугунов, а также для сварки больших толщин. Сварку рекомендуется выполнять на умеренных токах на предельно короткой дуге. Валики наплавлять только в продольном направлении без колебаний электрода участками длиной не более 50 мм. Если нет опасности разрушения изделия в результате воздействия на него механических ударных нагрузок, например при очень маленькой толщине свариваемых деталей, рекомендуется немедленно после сварки проковать валик, пока наплавленный металл имеет тускло-красный цвет. Охлаждать максимально медленно, желательно в древесных опилках или теплом перлитном песке. Следующий валик можно наплавлять только после того, как изделие остыло до температуры ниже 65°C. Наиболее часто применяются для заварки чугунных картеров автомобилей и другого тонкостенного литья, когда не предъявляются требования к высоким прочностным свойствам наплавленного металла. Ток: ~ / = (–) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 100-140°C, 2 часа	AWS A5.15: ENi-CI	C 1,10 Ni основа Si 2,60 Mn 1,40 Cu 0,45 Fe 6,50	$\sigma_в$ 370 МПа твердость 160–190 HB

6 Сварочные материалы для сварки чугуна.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
EWAC CI 421	EN ISO 1071: E C NiFe-CI AWS A5.15: ENiFe-CI	C 0,95 Si 2,10 Mn 1,10 Ni 54,0 Fe остальное	$\sigma_в$ 430 МПа твердость 160–200 HB
Тип покрытия – основное с высоким содержанием графита Электрод с сердечником из железо-никелевого сплава, предназначенный для сварки, ремонта и заварки дефектов на постоянном токе обратной полярности и переменном токе тяжело нагруженных толстостенных и разнотолщинных изделий из серого, высокопрочного и ковкого чугуна, а также сварки чугуна со сталью, включая кольцевые швы. Наплавленный металл обладает более высокой прочностью и стойкостью к трещинам. Данные электроды несколько уступают электродам EWAC CI 422 и EWAC CI 423 по сварочно-технологическим характеристикам. Поэтому их не рекомендуют применять для сварки изделий, когда доступ к зоне сварки является затрудненным. Сварка выполняется на холодную или с незначительным подогревом. Валики наплавлять только в продольном направлении без колебаний электрода участками длиной не более 50 мм. Немедленно после сварки валик рекомендуется проковать, пока наплавленный металл имеет тускло-красный цвет. Охлаждать максимально медленно, желательно в древесных опилках или теплом перлитном песке. Следующий валик можно наплавлять только после того, как изделие остыло до температуры ниже 65°C. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 100-140°C, 2 часа			
EWAC CI 423	ТУ 25.93.15-338-55224353-2024 EN ISO 1071: E C NiFe-CI AWS A5.15: ENiFe-CI	C 1,20 Si 2,70 Mn 1,40 Ni 55,0 Fe остальное	$\sigma_в$ 500 МПа твердость 160–210 HB
Тип покрытия – основное с высоким содержанием графита Электрод по назначению химии и механическим характеристикам наплавленного металла близок к EWAC CI 421. Его отличительной особенностью является то, что стержень представляет собой никелевый пруток, заключенный в стальную оболочку. Благодаря этому электрод обладает великолепными сварочно-технологическими характеристиками, а сварку можно выполнять на более высоких токах. Швы, выполненные данными электродами, обладают высокой сопротивляемостью растягивающим напряжениям в сочетании с достаточно высокой прочностью, что позволяет использовать их для сварки высоконагруженных деталей большой толщины и защемленных соединений с ограниченной подвижностью кромок. Данную марку электродов также рекомендуется применять для сварки разнотолщинных деталей и сварки чугуна со сталью. Валики наплавлять только в продольном направлении без колебаний электрода участками длиной не более 50 мм. Немедленно после сварки валик рекомендуется проковать, пока наплавленный металл имеет тускло-красный цвет. Охлаждать максимально медленно. Следующий валик можно наплавлять только после того, как изделие остыло до температуры ниже 65°C. Наплавленный металл обладает высокими прочностными характеристиками, что позволяет применять его для сварки тяжело нагруженных изделий из чугуна, а также в большинстве случаев применять их для сварки чугунов со сталью. В особо сложных случаях сварки чугуна со сталью, например если сварной шов создает корсетные сжимающие напряжения, данные электроды применяют для наплавки буферного слоя на чугун (не менее двух слоев) с последующей приваркой к наплавленной поверхности стальной детали электродами марки EWAC ST 202 NT. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 100-140°C, 2 часа	НАКС: Ø 4,0 мм		

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
TERRA CI 94	Не классифицированы	C 1,00 Mn 0,50 Si 0,50 Ni 47,0 Cu 2,20 Fe остальное	$\sigma_в$ 360 МПа твердость ~180 HB
Тип покрытия – основное с высоким содержанием графита Электрод с сердечником из железо-никелевого сплава, предназначенный для сварки на постоянном токе прямой полярности и переменном токе. Основное назначение – ремонт литейных дефектов, таких как газовые полости, усадочные раковины, непроливы и т.п., а также для исправления погрешностей обработки и наращивания изношенных участков чугунных деталей, которые в последствии будут подвергаться механической обработке. Ток: ~ / = (–) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 180-220°С, 2 часа			

6.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки чугунов плавящимся электродом в защитных газах.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Unir GS DI-5	Не классифицирована	C 0,08 Si 0,10 Mn 0,90 Ni 58,0 Fe остальное	I1 (100%Ar)	$\sigma_в$ 600 МПа δ 10%
Проволока сплошного сечения на основе железо-никелевого сплава, предназначенная для сварки, ремонта и заварки дефектов как в стандартной аргоновой смеси M21, так и в чистом аргоне I1 изделий из серого, высокопрочного и ковкого чугуна, а также сварки чугуна со сталью. Наплавленный металл обладает высокой прочностью, стойкостью к горячим трещинам и малой чувствительностью к загрязнениям. Также, как электроды EWAC CI 421 и EWAC CI 423, проволока применяется для сварки ковких и высокопрочных чугунов, изделий, работающих при высоких нагрузках, многопроходной сварки в разделку больших толщин, а наплавленный металл также легко механически обрабатываем. Проволока отличается гладкой поверхностью, обеспечивающей ее плавную равномерную подачу и струйным переносом присадочного материала с минимальным разбрызгиванием. Производительность наплавки проволокой примерно в два раза выше, чем у покрытых электродов, при этом выше выход наплавленного металла на единицу массы сварочного материала (~97% против ~70% у электродов). Благодаря этому скорость сварки значительно выше, что позволяет выполнять сварку с меньшим удельным тепловложением, что весьма желательно при сварке чугуна. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Рабочий диапазон токов составляет 180...200 А, а рекомендуемый расход защитного газа 15-20 л/мин. Доступные для заказа диаметры: 1,14 мм				

7 Сварочные материалы на основе алюминиевых сплавов.

7.1. Электроды на основе алюминиевых сплавов.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
EWAC AL 521	ТУ 25.93.15-344-55224353-2024 AWS A5.3: EG	Al основа Si 11,0	$\sigma_в$ 240 МПа
Тип покрытия – хлоридно- и фторидно-солевое Электрод предназначен для заварки дефектов на неответственных изделиях из литейных алюминиево-кремниевых, алюминиево-кремниево-медных и алюминиево-кремниево-магниевых сплавов. Если герметичность упаковки VacPac не была нарушена, в наплавке можно получить плотный металл, без пористости. Электрод обеспечивает превосходную стабильность дуги, высокую производительность и быстрое затвердевание металла сварного шва, что облегчает сварку в положении горизонталь на вертикали. Типичные области применения включают ремонт блоков цилиндров двигателей, корпуса, насосы, резервуары, формы, поршни, вентиляторы, рамы и т. д. Данный электрод также можно применять в качестве офлюсованного присадочного прутка при автогенной сварке. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 110-150°С, 2 часа	НАКС: Ø 3,15 мм		

7.2. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе алюминиевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AlumaRod 4043	ТУ 25.93.15-332-55224353-2024 EN ISO 18273: S Al 4043 (AlSi5) AWS A5.10: ER4043	Al основа Si 4,50-6,00	I1 (Ar 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 55 МПа $\sigma_в$ 124 МПа δ 18%
Это наиболее универсальная и широко применяемая сварочная проволока, которую чаще всего используют для изделий из Al-Mg-Si сплавов 6XXX группы (авиалей) с суммарным содержанием легирующих элементов до 2%, таких как АД31, АД 33, 6061-T4/T6, 6063-T4 и им аналогичных, а также свариваемых Al-Cu сплавов 2XXX группы (дюралей, не содержащих Mg в качестве легирующей добавки), таких как Д1, Д18, 2014-T6 и им аналогичных. Данную проволоку также можно использовать для ремонта изделий из литейных Al-Si сплавов, не содержащих Cu в качестве легирующей добавки, сварки Al-Mg сплавов (магнелей) 5XXX группы с содержанием Mg до 2,7% и Al-Mn сплавов 3XXX группы, если к сварным соединениям не предъявляются высоких требований к их пластическим характеристикам, свариваемых Al-Zn сплавов 7XXX группы, когда требования к прочности сварного шва являются вторичными, а также для многих сочетаний разнородных алюминиевых сплавов. Высокое содержание кремния в проволоке обеспечивает хорошую смачиваемость свариваемых кромок, позволяя получить плавный переход от шва к основному металлу и гладкую блестящую поверхность. При этом наплавленный металл обладает отличной коррозионной стойкостью, не склонен к образованию горячих трещин и охрупчиванию с последующим коррозионным растрескиванием под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°С. Однако, изделия, для сварки которых применялась данная проволока, не подлежат последующему анодированию из-за разности получаемых цветов на основном и наплавленном металле. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, особенно для толщин до 4 мм. Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,2 и 1,6 мм	НАКС: Ø 1,2; 1,6 мм			

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AlumaRod 4047 Проволока, рекомендуемая для исправления дефектов и сварки изделий из свариваемых литейных Al-Si, Al-Si-Mg и Al-Si-Cu сплавов с содержанием кремния от 4,5 до 13,5%. Ее также рекомендуют применять для сварки сплавов 6XXX группы с суммарным содержанием легирующих до 2%, свариваемых марок Al-Cu сплавов 2XXX группы (дюралей, не содержащих Mg), Al-Mg сплавов (магнелей) 5XXX группы с содержанием Mg до 2,7%, Al-Zn сплавов 7XXX группы, когда требования к прочности сварного шва являются вторичными, Al-Si-Cu литейных сплавов с другими алюминиевыми сплавами и др. Более высокое, чем у OK Autrod 4043, содержание кремния позволяет получить минимальную из всех алюминиевых сварочных материалов температуру кристаллизации наплавленного металла и наиболее высокую его жидкотекучесть, обеспечивая хорошую смачиваемость свариваемых кромок, формируя плавный переход от шва к основному металлу и гладкую блестящую поверхность, а также минимальные сварочные деформации. Наплавленный металл обладает отличной коррозионной стойкостью, не склонен к образованию горячих трещин и охрупчиванию с последующим коррозионным растрескиванием под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°C. Однако, изделия, для сварки которых применялась данная проволока, не подлежат последующему анодированию из-за разности получаемых цветов на основном и наплавленном металле. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 18273: S Al 4047 (AlSi12) AWS A5.10: ER4047	Al основа Si 11,00-13,00	I1 (Ar 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 55 МПа $\sigma_в$ 185 МПа δ 12%
OK AlumaRod 5554 Проволока в основном предназначена для сварки изделий из Al-Mg сплавов (магнелей) 5XXX группы с содержанием Mg от 2,2 до 3,0% типа АМг 2,5, 5454, 5052, 5652 и им аналогичных, Al-Mn сплавов, дополнительно легированных около 1% Mg типа 3004. При этом наплавленный металл обладает отличной коррозионной стойкостью, не склонен к охрупчиванию с последующим коррозионным растрескиванием под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°C. Данную проволоку также можно применять для сварки с Al-Mg-Si сплавов 6XXX группы (авиалей) 6XXX группы, когда изделие необходимо подвергать анодированию. Данная проволока получила широкое распространение в производстве теплообменного оборудования, емкостей для хранения химикатов и автомобилестроении. Однако, при сварке надо учитывать повышенную склонность этого сплава к образованию горячих трещин. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, особенно для толщин до 4 мм. Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм	ТУ 25.93.15-331-55224353-2024 EN ISO 18273: S Al 5554 (AlMg2,7Mn) AWS A5.10: ER5554 НАКС: Ø 1,6 мм	Al основа Mg 2,40-3,00 Mn 0,50-1,00 Ti 0,05-0,20 Cr 0,05-0,20	I1 (Ar 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 110 МПа $\sigma_в$ 230 МПа δ 17%

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AlumaRod 5356 Наиболее распространенная проволока для сварки изделий из алюминиево-магниевых сплавов 5XXX группы с содержанием магния от 3 до 5%, таких как АМг4, 5086-Н32 и им аналогичных, для изделий из Al-Mg-Si сплавов 6XXX группы типа АД31, АД33, 6060/6063, 6005, 6201 и им аналогичных, работающих при значительных статических и знакопеременных нагрузках, а также свариваемых Al-Zn сплавов 7XXX группы, таких как 1915, 7005-T6/T63, 7039-T64 и им аналогичных, показывая при этом достаточно высокие прочностные и пластические характеристики. Наплавленный металл обладает относительно высокой, но не всегда достаточной прочностью. Поэтому применять его для сварки ответственных конструкций из сплавов с более высоким содержанием Mg, подверженных предельным нагрузкам, не рекомендуется. Наплавленный металл также отличаются, хорошей коррозионной стойкостью и имеют цвет идентичный основному металлу при анодировании. Однако, металл склонен к охрупчиванию и последующему коррозионному растрескиванию под напряжением при температурах выше 65°С, поэтому следует учитывать температуру эксплуатации изделия. Ее также можно применять для сварки ряда соединений из разнородных алюминиевых сплавов. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, особенно для толщин до 4 мм. Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,2 и 1,6 мм	ТУ 25.93.15-330-55224353-2024 EN ISO 18273: S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) AWS A5.10: ER5356 НАКС: Ø 1,6 мм	Al основа Mg 4,50-5,50 Mn 0,05-0,20 Ti 0,06-0,20 Cr 0,05-0,20	I1 (Ar 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ ≥110 МПа $\sigma_в$ ≥235 МПа δ ≥17%
OK AlumaRod 5183 Проволока, рекомендуемая для сварки изделий из Al-Mg сплавов с содержанием магния до 5,5% типа АМг4.5, АМг5, 5083-0 и других высокопрочных алюминиево-магниевых сплавов 5XXX группы, когда к наплавленному металлу предъявляются высокие требования по прочности, пластичности, ударной вязкости и коррозионной стойкости в морской воде или при контакте с химически активной атмосферой. Данную проволоку также применяют для свариваемых Al-Zn сплавов 7XXX группы, таких как 1915, 7005-T6/T63, 7039-T64 и им аналогичных, показывая при этом несколько более высокие прочностные характеристики в сравнении с проволокой OK AlumaRod 5356. Данная проволока получила широкое распространение в судо- и автомобилестроении, сосудов, работающих под давлением, производстве криогенного оборудования, сводов крыш емкостей для хранения сжиженного природного газа, элементов оффшорных конструкций и многих других отраслях. Однако, ее не рекомендуется применять для сварки изделий эксплуатирующихся при температурах выше 65°С, т.к. при более высоких температурах сварной шов склонен к охрупчиванию и последующему коррозионному растрескиванию под напряжением. Ее также можно использовать для сварки алюминиево-магниево-кремниевых сплавов 6XXX группы типа АД31, АД33, EN AW 6060/6063, 6005, 6201 и им аналогичных, когда к сварным швам предъявляются повышенные требования к прочности и пластичности, а также для сварки ряда соединений из разнородных алюминиевых сплавов. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, особенно для толщин до 4 мм. Доступные для заказа диаметры: 1,2 и 1,6 мм	EN ISO 18273: S Al 5183 (AlMg4,5Mn0,7(A)) AWS A5.10: ER5183	Al основа Mg 4,30-5,20 Mn 0,50-1,00 Cr 0,05-0,20	I1 (Ar 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ ≥125 МПа $\sigma_в$ ≥275 МПа δ ≥17% KCV: 113 Дж/см² при +20°С

7 Сварочные материалы на основе алюминиевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK AlumaRod 18.22 Проволока, выпускаемая специально для нужд рынков стран СНГ, по химическому составу соответствует проволоке СвАМг61 и предназначена для сварки изделий из высокопрочных алюминиево-магниевых сплавов типа АМг6. Легирование сплава небольшим количеством Zr измельчает зерно, снижая склонность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Ее можно использовать для сварки других сплавов 5XXX группы, а также сплавов 6XXX группы системы AlMgSiCu и AlSi1MgMn и свариваемых сплавов 7XXX группы системы AlZnMg типа AlZn4.5Mg1, когда основным требованием к сварному шву является его высокая прочность. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls, особенно для толщин до 4 мм. Доступные для заказа диаметры: 1,2 мм	ГОСТ 7871-75: СвАМг61 (условно)	Al основа Mg 5,50-6,20 Mn 0,80-0,90 Zr 0,08-0,12 Ti 0,02-0,20	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 160 МПа $\sigma_в$ 330 МПа δ 25% KCV: 75 Дж/см^2 при +20°C

7.3. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом на основе алюминиевых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Tigrod 1070 Пруток, предназначенный для сварки изделий из химически чистого алюминия, к которым предъявляются жесткие требования по стойкости к эрозии при контакте с химически агрессивными средами, такими как концентрированная азотная кислота. Наплавленный металл не склонен к коррозионному растрескиванию под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°C, обладает очень высокими пластическими характеристиками, позволяющими выполнять прокатку и формовку, а также выполнять анодирование изделий после сварки. Данная проволока также применима для сварки сплавов 3XXX группы типа АМц, когда допускается более низкая прочность сварного шве, чем у основного металла. Доступные для заказа диаметры: 2,4; 3,2 и 4,0 мм	EN ISO 18273: S Al 1070 (Al99,7)	Al min 99,70	$\sigma_т$ 35 МПа $\sigma_в$ 75 МПа δ 33%
OK Tigrod 4043 Это наиболее универсальный пруток, применяемый для сварки изделий из различных алюминиевых сплавов и их сочетаний. Данную марку прутков наиболее часто используют для сварки Al-Mg-Si сплавов 6XXX группы (авиалей) с суммарным содержанием легирующих элементов до 2%, таких как АД31, АД 33, 6061-T4/T6, 6063-T4 и им аналогичных, а также свариваемых Al-Cu сплавов 2XXX группы (дюралей, не содержащих Mg в качестве легирующей добавки), таких как Д1, Д18, 2014-T6 и им аналогичных. Данную марку прутков также можно использовать для ремонта изделий из литейных Al-Si сплавов, не содержащих Cu в качестве легирующей добавки, сварки Al-Mg сплавов (магнелей) 5XXX группы с содержанием Mg до 2,5% и Al-Mn сплавов 3XXX группы, если к сварным соединениям не предъявляются высоких требований к их пластическим характеристикам, свариваемых Al-Zn сплавов 7XXX группы, когда требования к прочности сварного шва являются вторичными, а также для многих сочетаний разнородных алюминиевых сплавов. Высокое содержание кремния в проволоке обеспечивает хорошую смачиваемость свариваемых кромок, позволяя получить плавный переход от шва к основному металлу и гладкую блестящую поверхность. При этом наплавленный металл обладает отличной коррозионной стойкостью, не склонен к образованию горячих трещин и охрупчиванию с последующим коррозионным растрескиванием под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°C. Однако, изделия, для сварки которых применялась данная проволока, не подлежат последующему анодированию из-за разности получаемых цветов на основном и наплавленном металле. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	ТУ 1815-210-55224353-2019 EN ISO 18273: S Al 4043 (AlSi5) AWS A5.10: R4043 НАКС: Ø 2,4; 3,2; 4,0 мм	Al основа Si 4,50-6,00	$\sigma_т$ 55 МПа $\sigma_в$ 124 МПа δ 18%
OK Tigrod 4047 Прутки, рекомендуемые для исправления дефектов и сварки изделий из свариваемых литейных Al-Si, Al-Si-Mg и Al-Si-Cu сплавов с содержанием кремния от 4,5 до 13,5%. Их также рекомендуют применять для сварки сплавов 6XXX группы с суммарным содержанием легирующих до 2%, свариваемых марок Al-Cu сплавов 2XXX группы (дюралей, не содержащих Mg), Al-Mg сплавов (магнелей) 5XXX группы с содержанием Mg до 3%, Al-Zn сплавов 7XXX группы, когда требования к прочности сварного шва являются вторичными, Al-Si-Cu литейных сплавов с другими алюминиевыми сплавами и др. Более высокое, чем у OK Tigrod 4043, содержание кремния позволяет получить минимальную из всех алюминиевых сварочных материалов температуру кристаллизации наплавленного металла и наиболее высокую его жидкотекучесть, обеспечивая хорошую смачиваемость свариваемых кромок, формируя плавный переход от шва к основному металлу и гладкую блестящую поверхность, а также минимальные сварочные деформации. Однако, изделия, для сварки которых применялась данная проволока, не подлежат последующему анодированию из-за разности получаемых цветов на основном и наплавленном металле. Пруток этой марки наиболее часто применяться в качестве припоя для пайки алюминиевых сплавов. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	EN ISO 18273: S Al 4047 (AlSi12) AWS A5.10: R4047	Al основа Si 11,0-13,0	$\sigma_т$ 55 МПа $\sigma_в$ 124 МПа δ 12%

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
OK Tigrod 5554	ТУ 25.93.15-333-55224353-2024 EN ISO 18273: S Al 5554 (AlMg2,7Mn) AWS A5.10: R5554	Al основа Mg 2,40-3,00 Mn 0,50-1,00 Ti 0,05-0,20 Cr 0,05-0,20	$\sigma_т$ 110 МПа $\sigma_в$ 230 МПа δ 17%
Пруток, предназначенный для сварки изделий из Al-Mg-Mn сплава типа EN AW 5454 и ему аналогичных с содержанием Mg 2,2-3%, а также их сварки с алюминиево-магниево-кремниевыми сплавами 6XXX группы типа АД31, АД33, EN AW 6060/6063, 6005, 6201 и им аналогичных со сплавами 3XXX группы типа АМц. Наплавленный металл не склонен к охрупчиванию с последующим коррозионным растрескиванием под напряжением при температурах эксплуатации выше 65°С, обладает высокой коррозионной стойкостью и имеет цвет идентичный основному металлу при анодировании, благодаря чему данные прутки получили широкое распространение в производстве теплообменного оборудования, емкостей для хранения химикатов и автомобилестроении. Однако, при сварке надо учитывать повышенную склонность этого сплава к образованию горячих трещин. OK Tigrod 5554 также применимы для соединения некоторых Al-Mn сплавов 3XXX группы дополнительно легированных ~1% Mg типа EN AW 3004. Доступные для заказа диаметры: 2,4; 3,2 и 4,0 мм	НАКС: Ø 4,0 мм		
OK Tigrod 5356	ТУ 1815-286-55224353-2022 EN ISO 18273: S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) AWS A5.10: R5356	Al основа Mg 4,50-5,50 Mn 0,05-0,20 Ti 0,06-0,20 Cr 0,05-0,20	$\sigma_т$ 110 МПа $\sigma_в$ 235 МПа δ 17%
Наиболее распространенная марка прутков для сварки изделий из алюминиево-магниевых сплавов 5XXX группы с содержанием магния от 3 до 5%, таких как АМг4, 5086-H32 и им аналогичных, для изделий из Al-Mg-Si сплавов 6XXX группы типа АД31, АД33, 6060/6063, 6005, 6201 и им аналогичных, работающих при значительных статических и знакопеременных нагрузках, а также свариваемых Al-Zn сплавов 7XXX группы, таких как 1915, 7005-T6/T63, 7039-T64 и им аналогичных, показывая при этом достаточно высокие прочностные и пластические характеристики. Наплавленный металл обладает относительно высокой, но не всегда достаточной прочностью. Поэтому применять данные прутки для сварки ответственных конструкций из сплавов с более высоким содержанием Mg, подверженных предельным нагрузкам, не рекомендуется. Наплавленный металл также отличаются, хорошей коррозионной стойкостью и имеют цвет идентичный основному металлу при анодировании. Однако, металл склонен к охрупчиванию и последующему коррозионному растрескиванию под напряжением при температурах выше 65°С, поэтому следует учитывать температуру эксплуатации изделия. Их также можно применять для сварки ряда соединений из разнородных алюминиевых сплавов. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 3,2 и 4,0 мм	НАКС: Ø 2,4; 3,2; 4,0 мм		
OK Tigrod 5183	EN ISO 18273: S Al 5183 (AlMg4,5Mn0,7(A)) AWS A5.10: R5183	Al основа Mg 4,30-5,20 Mn 0,50-1,00 Cr 0,05-0,20	$\sigma_т$ 125 МПа $\sigma_в$ 275 МПа δ 17%
Прутки, применяемые для сварки изделий из алюминиево-магниево-марганцовистых сплавов типа АМг4.5, EN AW 5083 и других высокопрочных алюминиево-магниевых сплавов 5XXX группы, когда к наплавленному металлу предъявляются высокие требования по прочности, пластичности, ударной вязкости и коррозионной стойкости в морской воде или при контакте с химически активной атмосферой. Данные прутки получили широкое распространение в судо- и автомобилестроении, сосудов, работающих под давлением, производстве криогенного оборудования, сводов крыш емкостей для хранения сжиженного природного газа, элементов оффшорных конструкций и многих других отраслях. Однако, их не рекомендуется применять для сварки изделий эксплуатирующихся при температурах выше 65°С, т.к. при более высоких температурах наплавленный металл склонен к охрупчиванию и последующему коррозионному растрескиванию под напряжением. Их также можно использовать для сварки алюминиево-магниево-кремниевых сплавов 6XXX группы типа АД31, АД33, EN AW 6060/6063, 6005, 6201 и им аналогичных, когда к сварным швам предъявляются повышенные требования к прочности и пластичности, а также для сварки этих сплавов со сплавами 1XXX, 3XXX и 5XXX групп. Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм			

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Tigrod 18.22	ГОСТ 7871-75: СвАМг61 (условно)	Al основа Mg 5,50-6,20 Mn 0,80-0,90 Zr 0,08-0,12 Ti 0,02-0,20	$\sigma_т$ 160 МПа $\sigma_в$ 330 МПа δ 25% KCV: 75 Дж/см² при +20°C
Пруток, выпускаемый специально для нужд рынков стран СНГ, по химическому составу соответствует сплаву СвАМг61 и предназначен для сварки изделий из высокопрочных алюминиево-магниевых сплавов типа АМг6. Легирование сплава небольшим количеством Zr измельчает зерно, снижая склонность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Его можно использовать для сварки других сплавов 5XXX группы, а также сплавов 6XXX группы системы AlMgSiCu и AlSi1MgMn и свариваемых сплавов 7XXX группы системы AlZnMg типа AlZn4.5Mg1, когда основным требованием к сварному шву является его высокая прочность. Доступные для заказа диаметры: 2,4; 3,2 и 4,0 мм			

Таблица подбора присадочного материала для

Основной металл	Присадочный материал	1060 1070 1080 1350	1100	2014, 2036	2219	3003, ALCLAD 3003	3004	5005, 5050	5052, 5652
Критерии оценки		СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА
319.0, 333.0, 354.0,355.0, C355.0, 380.0	2319 4043/4047 4145	–––––– 455555 554555	–––––– 455555 554555	455555 334355 543455	455555 334355 543455	–––––– 445555 554555	–––––– 445555 554555	–––––– 445555 554555	–––––– 555555 ––––––
413.0, 443.0, 444.0, 356.0, A356.0, A357.0, 359.0	4043/4047 4145 A356.0	555555 55445– ––––––	555555 55445– ––––––	445555 55455– ––––––	445555 55455– ––––––	555555 55445– ––––––	555555 –––––– ––––––	555555 –––––– ––––––	555555 –––––– ––––––
7005, 7021, 7039, 7046, 7146, 710.0, 711.0	4043/4047 4145 5183 5356 5554 5556 5654	55355– –––––– 4545–5 4555–5 –––––– 4545–5 ––––––	55355– –––––– 4545–5 4555–5 –––––– 4545–5 ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	54355– –––––– 4545–5 4555–5 –––––– 4545–5 ––––––	52345– –––––– 4545–5 4455–5 335555 4545–5 3355–4	54345– –––––– 4545–5 4555–5 355555 4545–5 3555–5	42345– –––––– 5545–5 5455–5 435555 5545–5 4355–5
6061, 6070	4043/4047 4145 4643[1] 5183 5356 5554 5556 5654	55355– 55245– –––––– 454–5– 454––5 –––––– 454––5 ––––––	55355– 55245– –––––– 454––5 454––5 –––––– 454––5 ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	54355– 55245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	52355– 43245– –––––– 454––5 445––5 –––––– 454––5 ––––––	54355– 54245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	52355– –––––– –––––– 4543–4 44 53–5 335454 4543–4 3354–5
6005, 6063, 6101, 6151, 6201, 6351, 6951	4043/4047 4145 4643[1] 5183 5356 5554 5556 5654	55355– 55245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	55355– 55245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	44555– 55455– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	54355– 55245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	52355– 43245– –––––– 454––5 445––5 –––––– 454––5 ––––––	54355– 54245– –––––– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	52355– –––––– –––––– 4543–4 4453–5 335454 4543–4 3354–5
5454	5183 5356 5554 5556 5654	4544–5 4554–5 355555 4544–5 ––––––	4544–5 4554–5 355555 4544–5 ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	4544–5 4554–5 355555 4544–5 ––––––	4544–5 4454–5 335555 4544–5 ––––––	4544–5 4554–5 355555 4544–5 ––––––	5554–5 5454–5 335555 5544–5 4354–4
511.0, 513.0, 514.0, 535.0, 5154, 5254	5183 5356 5554 5556 5654	4544–5 4554–5 3555–5 4544–5 3555–4	4544–5 4554–5 3555–5 4544–5 3555–4	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	4544–5 4554–5 3555–5 4544–5 3555–4	4544–5 4454–5 3355–5 4544–5 3355–4	4544–5 4554–5 3555–5 4544–5 3555–4	5544–4 5454–5 3355–5 5544–4 4355–5
5086, 5056	5183 5356 5554 5556 5654	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5455–5 3355–5 5545–5 4355–4
5083, 5456	5183 5356 5554 5556 5654	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5555–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5455–5 3355–5 5545–5 4355–4
5052, 5652	4043/4047 5183 5356 5554 5556 5654	54355– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	54355– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	54355– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	54355– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	54355– 454––5 455––5 –––––– 454––5 ––––––	52345– 5543–4 5453–5 335554 5543–4 4354–5
5005, 5050	1100 4043/4047 4145 5183 5356 5556	345555 55355– 45235– 354––4 354––4 354––4	345555 55355– 45235– 354––4 354––4 354––4	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	335555 54355– 44235– 3543–4 3543–4 3543–4	–––––– 54355– –––––– 454––5 455––5 454––5	4–5555 45255– –––––– 453––4 454––4 453––4	1100 4043/4047 4145 5183 5356 5556
3004	1100 4043/4047 4145 5183 5356 5554 5556	245555 55355– 45245– 354––4 354––4 –––––– 354––4	245555 55355– 45245– 354––4 354––4 –––––– 354––4	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– –––––– –––––– –––––– –––––– ––––––	335555 54355– 44245– 3–43–5 3543–5 –––––– 3–43–5	–––––– 54255– –––––– 4533–5 4443–5 335455 4533–5	1100 4043/4047 4145 5183 5356 5554 5556	
3003, ALCLAD 3003	1100 4043/4047 4145	445555 55455– 55345–	445555 55455– 55345–	–––––– 45555– 55455–	–––––– 45555– 55455–	445555 55455– 55345–	1100 4043/4047 4145		
2219	2319 4043/4047 4145	–––––– 45555– 55455–	–––––– 45555– 55455–	455555 43435– 54345–	555555 43435– 54345–	2319 4043/4047 4145			
2014, 2036	2319 4043/4047 4145	–––––– 45555– 55455–	–––––– 45555– 55455–	355555 43435– 54345–	2319 4043/4047 4145				
1100	1100 4043/4047	445555 55455–	44555– 55455–	1100 4043/4047					
1060 1070 1080 1350	1100 1188 4043/4047	445554 335555 55455–	1100 1188 4043/4047						

различных сплавов из алюминия и их разнородных сочетаний

5083, 5456	5086, 5056	511.0, 512.0, 513.0, 514.0, 535.0, 5154, 5254	5454	6005, 6063, 6101, 6151, 6201, 6351, 6951	6061, 6070	7005, 7021, 7039, 7046, 7146, 710.0, 711.0	413.0, 443.0, 444.0, 356.0, A356.0, A357.0, 359.0	319.0, 333.0, 354.0, 355.0, C355.0, 380.0	
СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	СПЭКТА	
–––––– 5555–5 ––––––	–––––– 5555–5 ––––––	–––––– 5555–5 ––––––	–––––– 555555 ––––––	–––––– 445555 554555	–––––– 445555 554555	–––––– 445555 554555	–––––– 445555 554555	455555 –––––– 544455	2319 4043/4047 4145
–––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– ––––––	–––––– –––––– ––––––	545555 55445– ––––––	545555 55445– ––––––	544555 55445– ––––––	545555 554454 555555	4043/4047 4145 A356.0	
–––––– –––––– 5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	–––––– –––––– 5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	–––––– –––––– 5545–5 5455–5 4355–5 5545–5 4355–5	–––––– –––––– 5545–5 5455–5 435555 5545–5 4355–5	52345– –––––– 5545–5 5455–5 435555 5545–5 4355–5	52345– –––––– 5545–5 5455–5 435555 5545–5 4355–5	42345– –––––– 5545–5 5455–5 435555 5545–5 4355–5	4043/4047 4145 5183 5356 5554 5556 5654		
–––––– –––––– –––––– 5545–5 5455–5 4355–5 5545–5 4355–4	–––––– –––––– –––––– 5545–5 5455–5 4355–5 5545–5 4355–4	–––––– –––––– –––––– 4543–4 4453–5 3354–4 4543–4 3354–5	–––––– –––––– –––––– 4543–5 4453–5 335555 4543–5 3354–5	53455– –––––– 53455– 4553–5 4553–5 345445 4553–5 3454–4	53455– –––––– 53455– 4553–4 4453–5 345444 4553–4 3454–4	4043/4047 4145 4643[1] 5183 5356 5554 5556 5654			
5435–– –––––– –––––– 5545–5 5555–5 4555–5 5545–5 4555–4	5435–– –––––– –––––– 5545–5 5555–5 4555–5 5545–5 4555–4	5435–– –––––– –––––– 4543–5 4553–5 3554–5 4543–5 3554–4	54345– –––––– –––––– 4543–5 4553–5 355555 4543–5 3554–4	53455– –––––– 53455– 4553–5 4553–5 345445 4553–5 3454–4	4043/4047 4145 4643[1] 5183 5356 5554 5556 5654				
5544–5 5454–5 4355–5 5544–5 ––––––	5544–5 5454–5 4355–5 5544–5 ––––––	5544–5 5454–5 4355–5 5544–5 4355–4	5544–5 5454–5 435555 5544–5 4354–4	5183 5356 5554 5556 5654					
5545–4 5455–5 4355–5 5545–5 4355–4	5545–4 5455–5 4355–5 5545–5 4355–4	5544–4 5454–5 4355–4 5544–5 4355–5	5183 5356 5554 5556 5654						
5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	5545–5 5455–5 –––––– 5545–5 ––––––	5183 5356 5554 5556 5654							
5[2]– 45–5 5–55–5 –––––– 5545–5 ––––––	5183 5356 5554 5556 5654								
4043/4047 5183 5356 5554 5556 5654									

Таблица для выбора алюминиевого присадочного материала

Индекс	Критерий
С	**Свариваемость** (Оценка дается по чувствительности к образованию сварочных трещин)
П	**Прочность сварного шва** после сварки без ТО (Оценка дается для угловых швов. Для сварки стыковых швов требуемая минимальная прочность обеспечивается по умолчанию)
Э	**Эластичность** (Оценка дается по величине угла свободного загиба сварного соединения)
К	**Коррозионностойкость** при длительном или циклическом воздействии чистой или соленой воды
Т	Можно применять для объектов, эксплуатирующихся в течение длительного времени при **температуре** выше 150°F (65,5°C)
А	После **анодирования** цвет шва совпадает с цветом основного металла

Как пользоваться таблицей:
1. Выбрать основные сплавы, которые будут между собой свариваться (первый сплав из вертикального столбца, второй из горизонтальной строки).
2. Найти блок на пересечении этих строки и столбца.
3. Этот блок имеет горизонтальные строки с индексами (5, 4, 3 или 2), расположенные напротив вариантов присадочных материалов в соответствующих ячейках в начале и конце каждой строки. Эти индексы дают рейтинговую оценку в баллах от 2 до 5 соответствующим критериям, размещенным во второй сверху строке в каждой из колонок с индексами С, П, Э, К, Т и А (см. разъяснения к каждому из индексов в правой таблице).
4. Анализ производится по каждому из возможных присадочных материалов. Исходя из этого, вы можете подобрать присадочный материал, который обеспечит наилучшую для вас комбинацию характеристик.

Пример:
Вам надо сварить алюминиевый сплав 3003 со сплавом 1100. Находим блок на пересечении этих материалов. Обратите внимание, что 1100 слав обеспечит вам отличные характеристики (5 баллов) сварного шва по эластичности (Э), коррозионной стойкости (К), возможности эксплуатации при повышенных температурах (Т) и однородность цвета после анодирования изделия (А), и хорошие характеристики (4 балла) по свариваемости (С) и прочности (П). Однако если для вас приоритетными являются свариваемость и прочность шва на срез, а пластическими свойствами и идентичностью цвета после анодирования можно пожертвовать, в качестве присадки лучше применять 4043 алюминиевый сплав.

Примечания:
Сварочные материалы, не имеющие рейтинговых оценок, для сварки данной комбинации не рекомендуются. Рейтинговые оценки не присваивались сплавам, требующим послесварочной термообработки.
[1] 4643 – термообрабатываемый присадочный материал, обеспечивающий высокую прочность при сварке изделий из сплавов 6XXX серии после закалки и последующего старения.
[2] Рейтинговая оценка «5» справедлива для сочетания сплавов 5083+5083 и 5083+5456. Сочетание 5456+5456 рейтинговых оценок не имеет.
Сплав 4047 можно применять вместо 4043. Он обладает более высокой жидкотекучестью, необходимой для получения герметичного шва, меньшей склонностью к образованию кристаллизационных трещин, а наплавленный металл обладает несколько более высокой прочностью при работе на срез.

8.1. Электроды на основе медных сплавов

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
EWAC Cu 630 **Тип покрытия – основное** Электроды, обеспечивающие в наплавленном слое медь высокой чистоты. Рекомендуется для сварки всех марок меди (бескислородной, раскисленной фосфором, рафинированной, высокой проводимости и т. д.). Металл сварного шва обладает более высокой тепло- и электропроводностью. Пригоден для наплавки медного слоя на черные стали, а также для сварки меди со сталью, когда сварное соединение не испытывает каких-либо значимых механических нагрузок. Наплавленный металл обладает отличной стойкостью к атмосферной и морской коррозии. Типичные области применения включают сварку электрических шин, распределительных устройств, трансформаторов, генераторов, кожухов испарителей, дистилляционных колонн, охлаждающих поддонов, теплообменников, котлов, паровых змеевиков, трубопроводов высокого давления и т.д. При сварке деталей толщиной более 2 мм требуется предварительный подогрев кромок. Температура предварительного подогрева зависит от конкретной толщины свариваемых кромок, и может достигать 400-600°C для массивных деталей. Непосредственно перед сваркой кромки необходимо очистить от окислов. Сварку необходимо выполнять на предельно короткой дуге с поперечными колебаниями электрода. Для снижения остаточных напряжений, наплавленный валик рекомендуется проковывать, пока он не остыл. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 180-220°C, 2 часа	AWS A5.6: ECu	Cu min 98,9	$\sigma_в$ 150 МПа
EWAC Bronz 6028 **Тип покрытия – основное** Универсальный электрод на основе оловянистой бронзы, предназначенный для сварки на переменном и постоянном токе прямой полярности (DC-) изделий из оловянистых бронз с содержанием олова до 10%. При сварке таких бронз следует избегать высоких удельных тепловложений, слишком высоких температур при предварительном подогреве и медленного охлаждения. Сварку рекомендуется выполнять узкими валиками, толстостенные детали варить с подогревом не выше 250°C, а межпроходную температуру выдерживать на уровне ~200°C. В некоторых случаях их также можно применять для сварки чистой меди и бескислородных низколегированных медных сплавов, латуней с невысоким содержанием цинка, некоторых марок марганцовистых бронз, а также наплавки антифрикционных слоев алюминиевой бронзы на углеродистые стали и чугуны. Электрод обеспечивает превосходные сварочно-технологические характеристики, отличается стабильной дугой, образует плотные, непористые наплавленные валики, которые легко поддаются механической обработке. Сплав хорошо сочетается по цвету с бронзой и имеет низкий коэффициент трения. Наплавленный металл обладают хорошей устойчивостью к соленой воде и паровой коррозии. Сплав пригоден для сварки рабочих колес, судовых компонентов, корпусов насосов, отливок, зубьев шестерен, сальников и втулок, а также разнородных металлов. Эти электроды также можно применять для ремонта изделий из пережженного чугуна (обезуглероженного в результате длительной эксплуатации при температуре выше 400°C), поверхность которых предварительно обжигают электродами EWAC CI 407. Ток: ~ / = (–) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Доступные для заказа диаметры: 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 260-300°C, 2 часа	AWS A5.6: ECuSn-C	Cu основа Sn 8,20 P 0,21	$\sigma_в$ 350 МПа δ 24% твердость 95 HB

8.2. Проволоки сплошного сечения для сварки плавлением, в том числе для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе медных сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M Cu Низколегированная медная проволока, предназначенная для сварки чистой меди и безкислородных низколегированных медных сплавов, когда основными требованиями к наплавленному металлу являются его высокая электропроводность и теплопроводность. Незначительное легирование сплава оловом повышает жидкотекучесть сварочной ванны. При сварке больших толщин рекомендуется сварку рекомендуется выполнять в чистом гелии или аргон-гелиевой смеси с содержанием гелия около 75%, используя предварительный подогрев стыка до 300°C. Основными областями ее применения является электротехническая и химическая промышленности, производство теплообменного оборудования и калориферов. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 24373: S Cu 1898 (CuSn1) AWS A5.7: ERCu	Cu min 98,0 Sn max 1,00 Mn max 0,50 Si max 0,50 P max 0,15	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 75 МПа $\sigma_в$ 220 МПа δ 30% твердость 60 HB
Weld M CuSi-A Универсальная проволока на основе кремниевой бронзы, предназначенная для сварки разнообразных сплавов на основе меди, таких как низколегированные медные сплавы, латуни с содержанием цинка не более 20%, кремниевые и некоторые другие типы бронз, нейзильберов, для наплавки антифрикционных слоев на стальные и чугунные поверхности, а также для дуговой пайки стальных листов с защитным гальваническим цинковым покрытием. Основной областью ее применения является дуговая пайка оцинкованных кузовных деталей в автомобильной промышленности. Проволока также применяется в электротехнической и химической промышленности, производстве теплообменного оборудования и калориферов. Сварку изделий из меди и медных сплавов, обладающих высокой теплопроводностью, большой толщины рекомендуется выполнять в чистом гелии или аргон-гелиевой смеси с содержанием гелия около 75%, используя предварительный подогрев стыка до 300°C. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 0,9; 1,0, 1,2 и 1,6 мм	EN ISO 24373: S Cu 6560 (CuSi3Mn1) AWS A5.7: ERCuSi-A	Cu min 94,0 Si 2,80-4,00 Mn 0,50-1,50 Fe max 0,50 Zn max 0,40 Sn max 0,20	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He) M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 110 МПа $\sigma_в$ 230 МПа δ 17% твердость 80 HB

8 Сварочные материалы на основе медных сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M CuAl-A1 Проволока на основе алюминиевой бронзы, которая практически не применяется для сварки сплавов на основе меди, за исключением некоторых марок однофазных алюминиевых бронз с содержанием алюминия до 8%. Более предпочтительным для этих бронз являются проволоки с более высоким содержанием алюминия, если к изделию нет повышенных требований к коррозионной стойкости. При сварке таких сплавов следует учитывать, что при температурах около 700°C они подвержены образованию трещин из-за потери материалом пластичности. Поэтому необходимо позаботиться о том, чтобы максимально снизить возможные сварочные напряжения за счет тщательной подгонки кромок и минимальных зазоров в корне. При этом сварку рекомендуется выполнять с минимальным удельным тепловложением и межпроходной температурой не выше 150°C. При сварке данных сплавов предварительный подогрев обычно не используется. В качестве защитного газа лучше использовать чистый аргон, хотя для больших толщин Ar-He смеси тоже применимы. Основной областью применения данной проволоки является наплавка на стальные поверхности антикоррозионных слоев, стойких к воздействию морской воды и кислот, дуговая металлизация, а также дуговая пайки стальных листов с защитным гальваническим цинковым покрытием. Проволока нашла свое применение в производстве оборудования для химической промышленности, опреснительных установок, судостроение и дуговая пайка оцинкованных кузовных деталей в автомобильной промышленности. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0, 1,2 и 1,6 мм	EN ISO 24373: S Cu 6100 (CuAl7) AWS A5.7: ERCuAl-A1	Cu основа Al 6,0-8,5 Mn max 0,50 Fe max 0,50 Zn max 0,20 Ni+Co max 0,80	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He) M13 (98%Ar + 2%O_2)	$\sigma_т$ 175 МПа $\sigma_в$ 420 МПа δ 40% твердость 100 HB
Weld M CuMnNiAl Проволока на основе марганцовисто-никель-алюминиевой бронзы, предназначенная для сварки и наплавки высокопрочных алюминиевых бронз, легированных Ni и Mn, а также для наплавки на стальные и чугунные поверхности плакирующих слоев, стойких к кавитационной эрозии и коррозии в морской воде. Проволока широко применяется для ремонта и восстановления рабочих поверхностей изношенных гребных винтов. Предварительный подогрев не требуется, межпроходная температура не выше 150°C. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 24373: S Cu 6338 (CuMn13Al8Fe3Ni2) AWS A5.7: ERCuMnNiAl	Cu основа Mn 11,0-14,0 Al 7,0-8,5 Ni 1,50-3,00 Fe 2,00-4,00 Si max 0,10 Zn max 0,15	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_в$ 900 МПа δ 10% твердость 290 HB

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld M CuNi Проволока на основе медно-никелевого сплава, предназначенная для сварки медных сплавов с содержанием никеля от 10 до 30% (мельхиоры), таких как 90%Cu+10%Ni, 80%Cu+20%Ni или 70%Cu+30%Ni, некоторые из которых могут быть дополнительно легированы Fe и Mn. Для снижения риска образования пор, данная проволока дополнительно легирована небольшим количеством Ti. Для уменьшения вероятности образования кристаллизационных трещин содержание кремния в сварочной проволоке ограничено. Теплопроводность этих сплавов аналогична низкоуглеродистой стали, поэтому предварительный подогрев для них не требуется. Данную проволоку применяют для сварки этих сплавов с никелевыми сплавами 400-й и 500-й группы (Монелями), наплавки переходных слоев на кромки при сварке некоторых комбинаций разнородных материалов и наплавки коррозионностойких слоев на стали. При наплавке на сталь следует избегать чрезмерного попадания железа в расплавленный металл сварочной ванны. Наплавленный металл обладает высокой коррозионной стойкостью в морской воде и достаточно высокими прочностными свойствами. Основными областями ее применения является производство опреснительных установок и офшорные конструкции. Сварку рекомендуется выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. В качестве защитного газа обычно используется чистый аргон. Доступные для заказа диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 24373: S Cu 7158 (CuNi30Mn1FeTi1) AWS A5.7: ERCuNi	Cu основа Ni 29,0-32,0 Mn 0,50-1,00 Fe 0,40-0,75 Ti+Nb 0,20-0,50 Si max 0,10 C max 0,05 S max 0,01 P max 0,01	I1 (Ar 100%) I2 (He 100%) I3 (Ar + 5...95% He)	$\sigma_т$ 180 МПа $\sigma_в$ 350 МПа δ 36% твердость 80 HB

8.3. Прутки сплошного сечения для сварки плавлением, в том числе для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом на основе медных сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T CuNi Пруток на основе медно-никелевого сплава, предназначенный для сварки медных сплавов с содержанием никеля от 10 до 30% (мельхиоры), таких как 90%Cu+10%Ni, 80%Cu+20%Ni или 70%Cu+30%Ni, некоторые из которых могут быть дополнительно легированы Fe и Mn. Для снижения этого риска образования пор, данная прутки дополнительно легированы небольшим количеством Ti. Для уменьшения вероятности образования кристаллизационных трещин содержание кремния в прутках ограничено. Теплопроводность этих сплавов аналогична низкоуглеродистой стали, поэтому предварительный подогрев для них не требуется. Данные прутки применяют для сварки этих сплавов с никелевыми сплавами 400-й и 500-й группы (Монелями), наплавки переходных слоев на кромки при сварке некоторых комбинаций разнородных материалов и наплавки коррозионностойких слоев на стали. При наплавке на сталь следует избегать чрезмерного попадания железа в расплавленный металл сварочной ванны. Наплавленный металл обладает высокой коррозионной стойкостью в морской воде и достаточно высокими прочностными свойствами. Основными областями ее применения является производство опреснительных установок и офшорные конструкции. В качестве защитного газа обычно используется чистый аргон, но предпочтительнее использовать аргоно-водородную смесь, т.к. это повышает текучесть сварной ванны, а поверхность шва получается более чистой. Доступные для заказа диаметры: 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 24373: S Cu 7158 (CuNi30Mn1FeTi1) AWS A5.7: ERCuNi	Cu основа Ni 29,0-32,0 Mn 0,50-1,00 Fe 0,40-0,75 Ti+Nb 0,20-0,50 Si max 0,10 C max 0,05 S max 0,01 P max 0,01	$\sigma_т$ 180 МПа $\sigma_в$ 350 МПа δ 40% твердость 80 HB

9.1. Прутки и проволоки присадочные для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом титана и титановых сплавов.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Типичный химический состав проволоки, %	Типичные механические свойства наплавленного металла
Weld T Ti1 Сварочная присадочная проволока, готовая к употреблению без какой-либо предварительной подготовки ее поверхности, изготавливаемая из технически чистого титана, и предназначенная для ручной и автоматической дуговой TIG-сварки изделий из нелегированного титана, а также некоторых разнородных сочетаний титана с его сплавами или некоторыми другими металлами. Шов, выполненный данной проволокой, обладает наиболее низкой прочностью и максимально высокой пластичностью среди всех марок проволок, изготавливаемых из титана и его сплавов. Применяется при изготовлении изделий, для которых требуется максимально высокая пластичность, например подвергающихся после сварки процессу глубокой вытяжки. При дуговой сварке плавлением следует помнить, что титан и его сплавы являются химически активными материалами, и интенсивно поглощающими азот, кислород, углерод и водород, что приводит сильному охрупчиванию не только металла шва, но и околошовной зоны. Поэтому, при сварке титана и его сплавов, свариваемые поверхности должны быть тщательно химически очищены от оксидов, грязи, влаги и консистентной смазки, а чистота защитного инертного газа (обычно особо высокочистого аргона) должна быть не ниже 99,995%. Содержание кислорода в нем не должно превышать 0,003% (<30 ppm), а азота 0,008% (<80 ppm). При этом зона изделия, нагреваемая в процессе сварки до температуры выше 400°C, и до остывания металла ниже указанной температуры, со всех сторон должна быть надежна защищена потоком инертного газа. Либо сварка должна выполняться в герметичной камере, заполненной контролируемой атмосферой из инертного газа. Конец присадочной проволоки в процессе сварки и после его окончания также должен находиться под непрерывной защитой инертного газа до полного его остывания. Если по какой-то причине произошло окисление кончика проволоки, его перед следующим зажиганием дуги его необходимо откусить. Доступные для заказа диаметры: на 100 мм катушках 0,8 и 1,0 мм, в прутках 1,6; 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 24034: S Ti 0100 AWS A5.16: ERTi-1	Ti 99,9 C 0,015 Fe 0,04 O 0,05 N 0,005 H 0,0005	$\sigma_т$ 170 МПа $\sigma_в$ 240 МПа δ 25%
Weld T Ti2 Сварочная присадочная проволока, готовая к употреблению без какой-либо предварительной подготовки ее поверхности, изготавливаемая из технически чистого титана, и предназначенная для ручной и автоматической дуговой TIG-сварки изделий из нелегированного титана, контактирующих с крайне агрессивными средами, а также некоторых разнородных сочетаний титана с его сплавами или некоторыми другими металлами. Это наиболее часто используемая марка титановой проволоки. Она, как правило, является наиболее легкодоступной и самой недорогой. Основными областями ее применения являются – изготовление различного оборудования, такого как как сосуды, работающие под давлением, колонны, резервуары, теплообменники, валы, воздуходувки и вентиляторы, клапаны, фитинги трубопроводы конденсаторов и технологические трубопроводы. При дуговой сварке плавлением следует помнить, что титан и его сплавы являются химически активными материалами, и интенсивно поглощающими азот, кислород, углерод и водород, что приводит сильному охрупчиванию не только металла шва, но и околошовной зоны. Поэтому, при сварке титана и его сплавов, свариваемые поверхности должны быть тщательно химически очищены от оксидов, грязи, влаги и консистентной смазки, а чистота защитного инертного газа (обычно особо высокочистого аргона) должна быть не ниже 99,995%. Содержание кислорода в нем не должно превышать 0,003% (<30 ppm), а азота 0,008% (<80 ppm). При этом зона изделия, нагреваемая в процессе сварки до температуры выше 400°C, и до остывания металла ниже указанной температуры, со всех сторон должна быть надежна защищена потоком инертного газа. Либо сварка должна выполняться в герметичной камере, заполненной контролируемой атмосферой из инертного газа. Конец присадочной проволоки в процессе сварки и после его окончания также должен находиться под непрерывной защитой инертного газа до полного его остывания. Если по какой-то причине произошло окисление кончика проволоки, его перед следующим зажиганием дуги его необходимо откусить. Доступные для заказа диаметры: на 100 мм катушках 0,8 и 1,0 мм, в прутках 1,6; 2,0 и 2,4 мм	EN ISO 24034: S Ti 0120 AWS A5.16: ERTi-2	Ti 99,8 C 0,015 Fe 0,05 O 0,12 N 0,01 H 0,0005	$\sigma_т$ 275 МПа $\sigma_в$ 345 МПа δ 20%

10.1. Электроды покрытые наплавочные.

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла: Химический состав , %	Типичные характеристики наплавленного металла: Механические свойства
EWAC BU 101 **Тип покрытия – основное** Электрод, обеспечивающий в наплавке низколегированную мартенситную сталь, предназначенный для упрочняющей и восстановительной наплавки поверхностей, работающих в условиях трения металла о металл. Применяется для наплавки гусеничных траков, валов, концов железнодорожных рельсов, крестовин и остряков, крупных зубьев литых шестерен, а также деталей шаровых мельниц, таких как рифленые ролики и захваты. Механическая обрабатываемость наплавленного металла хорошая, стойкость к ударным нагрузкам очень хорошая, стойкость к трению металла о металл очень хорошая Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 180-220°С, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0 мм	EN 14700: E Fe1 DIN 8555: E 1-UM-300-P	C 0,15 Mn 1,20 Si 0,50 Cr 1,50 Mo 0,15 V 0,20	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 25...35 HRC
EWAC CP HFD 010 **Тип покрытия – основное** Электрод, обеспечивающий в наплавке низколегированную хром-молибден-ванадиевую мартенситную сталь, обладающую повышенной стойкостью к ползучести при повышенных температурах. Применяется в основном для наплавки инструмента, предназначенного для захвата горячих деталей либо валков для вальцовки нагретого металла. Наплавленный слой сохраняет высокие прочностные свойства при нагреве до 400°С. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментом, стойкость к ударным нагрузкам хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая, жаропрочность хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Режимы прокалки: 250-350°С, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм	EN 14700: E Fe 1 DIN 8555: E 1-UM-400-P	C 0,10 Mn 1,10 Si 0,50 Cr 2,20 Ni 2,50 Mo 0,60 V 0,25 W 0,30	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 35...45 HRC
EWAC CP BF 024 **Тип покрытия – основное** Электрод, обеспечивающий в наплавке низколегированную хром-молибденовую мартенситную сталь, обладающую повышенной стойкостью к ползучести при повышенных температурах. Применяется в основном для наплавки инструмента, предназначенного для захвата горячих деталей либо валков для вальцовки нагретого металла. Наплавленный слой сохраняет высокие прочностные свойства при нагреве до 500°С. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментом, стойкость к ударным нагрузкам хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая, жаропрочность хорошая. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 250-350°С, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм	EN 14700: E Fe 3 DIN 8555: E 3-UM-45-ST	C 0,35 Mn 0,80 Si 0,40 Cr 5,20 Mo 1,40 W 1,10	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 48...52 HRC Твердость поверхности при температуре 400°С 38...43 HRC

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
EWAC HF 006 **Тип покрытия – основное** Электрод, обеспечивающий в наплавке легированную молибденом инструментальную быстрорежущую сталь, предназначенный для наплавки рабочих кромок режущего инструмента ножниц, штампов, фрез, предназначенных для резки холодного металла. Максимальную твердость наплавка приобретает после двукратного отпуска при температуре 550°C. Для предотвращения трещин, температура предварительного подогрева и межпроходная температура не должны быть ниже 300°C, а оптимально 400-500°C. Наплавку также можно выполнять вхолодную короткими швами. Термообработка: закалка с 1230-1250°C с охлаждением на воздухе + средний двукратный отпуск с выдержкой 525°C в течение 1 часа каждая и охлаждением на воздухе. Рекристаллизационный отжиг производиться при температуре 750-775°C, в течение 2-3 часов с последующим охлаждением на воздухе. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная, жаропрочность удовлетворительная. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 180-220°C, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15мм	EN 14700: E Fe 4 DIN 8555: E 4-UM-60-S	C 0,90 Mn 0,40 Si 0,40 Cr 3,90 Mo 9,30 W 1,50 V 0,80	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 57...63 HRC
EWAC BU 102 **Тип покрытия – основное** Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке высокомарганцовистую сталь, легированную никелем. Предназначен для восстановительной наплавки изделий из марганцовистых сталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок и умеренного абразивного износа. Наплавленный металл менее склонен к охрупчиванию при высоких температурах и, как следствие, к образованию трещин. Основные области применения: брони и ролики дробильных установок, бульдозерные зубья для вскрытия грунта, конусы и корпуса роторных дробилок, землечерпальные ковши, концы и крестовины рельсов и т.д. Однако, все равно следует помнить, что высокомарганцовистая сталь склонна к высокотемпературной хрупкости и может треснуть при чрезмерном нагреве. Обычно при наплавке данными электродами предварительный подогрев не используется, а межпроходная температура не должна превышать 200°C. Наплавку лучше выполнять на короткой дуге и минимальных токах, рекомендованных для данного диаметра электрода. Для снятия остаточных напряжений рекомендуется выполнять проковку до остывания наплавленного слоя. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам отличная, стойкость к абразивному износу удовлетворительная, стойкость к трению металла о металл удовлетворительная. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 250-350°C, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0 мм	EN 14700: E Fe 9 DIN 8555: E 8-UM-200-KP	C 0,80 Mn 14,0 Si 0,60 Cr 3,00 Ni 3,00	Твердость поверхности после наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура 100- 150°C) 150...250 HB Твердость наплавленного металла после механического упрочнения 350...500 HB

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC BU 103
Тип покрытия – основное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке мартенситно-аустенитную марганцовистую сталь. Наплавка может осуществляться как на углеродистые и низколегированные стали, так и на 13% Mn стали, а также на стали с ограниченной свариваемостью (не требует предварительного подогрева). Основные области применения: дробильные клещи, била, брони, ролики дробильных установок, упрочняющая наплавка крестовин, остряков и концов рельсов. Обычно при наплавке данными электродами предварительный подогрев не используется, а межпроходная температура не должна превышать 200°C. Если наплавка выполняется при низких температурах окружающей среды, изделие можно предварительно подогреть до 50-100°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам отличная, стойкость к абразивному износу удовлетворительная, стойкость к трению металла о металл очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15мм; 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Fe9

DIN 8555:
E 7-250-KPR</td><td>C 0,50
Mn 16,5
Si 0,50
Cr 12,5</td><td>Твердость поверхности после наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура 100- 150°C) 15...25 HRC

Твердость наплавленного металла после механического упрочнения 35...45 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC BU 104
Тип покрытия – рутилово-основное
Электрод, предназначенный для наплавки механически упрочняемой коррозионностойкой хромо-никель-марганцовистой стали. Электроды могут применяться для наплавки переходных слоев перед выполнением упрочняющей наплавки на стали с ограниченной свариваемостью. Они также применяются для наплавки с последующим механическим упрочнением торцевых уплотнений запорной арматуры и седел клапанов, работающих в контакте с относительно агрессивными средами при температурах до 600°C. Механическая обрабатываемость наплавленного слоя очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая, стойкость к трению металла о металл после упрочнения очень хорошая, стойкость к высоким температурам хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0 мм</td><td>EN 14700: E Fe 10

DIN 8555:
E 8-UM-200-CKZ</td><td>C 0,04
Mn 7,00
Si 0,70
Cr 18,0
Mo 1.00
Ni 9,50
Cu 1.00</td><td>Твердость поверхности после наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура 100- 150°C) 160...250 HB

Твердость наплавленного металла после механического упрочнения 25...34 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC HF 001
Тип покрытия – основное
Электрод с основным покрытием, предназначенный для наплавки поверхностей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа или комбинации абразивного износа и ударных нагрузок. Типичные области применения – камнедробильные механизмы и рабочие поверхности буров. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам хорошая, стойкость к абразивному износу хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Z Fe 2

DIN 8555:
E 2-UM-55</td><td>C 0,60
Mn 0,70
Si 0,20
Cr 4,00</td><td>Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 56...61 HRC</td></tr>
</table>

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав , %	Механические свойства
Булат-1	EN 14700: E Z Fe 2 ТУ 1272-152-55224353-2015	C 0,80 Mn 2,70 Si 3,00 Cr 3,20	Твердость наплавленного металла в третьем слое после сварки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <200°C) ~57 HRC
Тип покрытия – основное Электрод, обеспечивающий в наплавке низколегированную мартенситную сталь, предназначенный для наплавки быстроизнашивающихся деталей горнодобывающих и строительных машин, работающих в условиях интенсивного ударно-абразивного износа. Электроды обеспечивают многослойную бездефектную наплавку на жестких деталях из различных конструкционных сталей. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам хорошая, стойкость к абразивному износу хорошая, жаропрочность удовлетворительная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Режимы прокалки: 340-380°C, 30 мин. Доступные для заказа диаметры: 4,0; 5,0 мм			
Tribo Tuff 6517	EN 14700: E Fe 8 DIN 8555: E 6-UM-60	C 1,60 Mn 1,10 Si 1,20 Cr 6,50 Mo 0,50 Ti 4,50	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 56...60 HRC
Тип покрытия – основное Электрод, обеспечивающий в наплавленном слое структуру, представляющую из себя мартенситно-аустенитную матрицу с умеренным содержанием карбидов титана. Подобное химический состав наплавленного слоя обладает оптимальным соотношением стойкости к абразиву и удару. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, стойкость к ударным нагрузкам хорошая. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0мм			
EWAC HF 002	EN 14700: E Z Fe 14 DIN 8555: E 10-UM-65	C 4,50 Mn 1,00 Si 1,20 Cr 9,00	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 60...68 HRC
Тип покрытия – рутилово-основное Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой матрицу из аустенитного чугуна, предназначенный для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа. Электроды применяются для наплавки рабочих поверхностей землечерпальных машин, насосов для перекачки песка, миксеров, подающих шнеков, пылеуловителей, дробилок и т.п. На наплавленной поверхности могут наблюдаться небольшие трещины, не оказывающие влияния на ее работоспособность. Высокая твердость достигается уже при однослойной наплавке на низкоуглеродистую сталь. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая. Ток: ~ / = (-) Пространственные положения при сварке: 1, 2 Напряжение холостого хода: 70 В Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0 мм			

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC HF 003

Тип покрытия – рутилово-основное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой матрицу из аустенитного чугуна, насыщенную вторичными карбидами хрома, предназначенный для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа. Наличие свободного хрома в наплавленном металле обеспечивает отличную коррозионную стойкость. Электроды применяются для наплавки рабочих насосов, миксеров, подающих шнеков, пылеуловителей, дробилок и т.п. На наплавленной поверхности могут наблюдаться небольшие трещины, не оказывающие влияния на ее работоспособность. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная, стойкость к абразивному износу хорошая, окалиностойкость очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0 мм</td><td>EN 14700: E Z Fe 14

DIN 8555:
E 10-UM-60</td><td>C 3,00
Mn 0,30
Si 0,80
Cr 36,0
Mo 1.00</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 55…61 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC HF 004

Тип покрытия – рутилово-основное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой матрицу из аустенитного чугуна, насыщенную первичными карбидами хрома, предназначенный для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа. Электроды применяются для наплавки рабочих поверхностей землечерпальных машин, сельскохозяйственного инструмента, работающего в условиях умеренной влажности, насосов для перекачки песка, миксеров, подающих шнеков, пылеуловителей, дробилок и т.п. подвергающихся износу то контакта с каменным углем, рудой или другими минералами. Наплавленный металл также обладает высокой коррозионной стойкостью при контакте с агрессивной средой и окалиностойкостью. На наплавленной поверхности могут наблюдаться небольшие трещины, не оказывающие влияния на ее работоспособность. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, окалиностойкость очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (-)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0; 5,0мм</td><td>EN 14700: E Z Fe 14

DIN 8555:
E 10-UM-60-GZ</td><td>C 5,30
Mn 1,70
Si 0,80
Cr 35,0</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 62…68 HRC</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC CP ET 071
Тип покрытия – специальное
Высокопроизводительный трубчатый электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой матрицу из аустенитного чугуна, насыщенную первичными карбидами хрома, предназначенный для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа. Электроды обеспечивают очень высокую производительность наплавки благодаря трубчатой конструкции. Электроды применяются для наплавки рабочих поверхностей землечерпальных машин, сельскохозяйственного инструмента, работающего в условиях умеренной влажности, насосов для перекачки песка, миксеров, подающих шнеков, пылеуловителей, дробилок и т.п. подвергающихся износу то контакта с каменным углем, рудой или другими минералами. Наплавленный металл также обладает высокой коррозионной стойкостью при контакте с агрессивной средой и окалиностойкостью. На наплавленной поверхности могут наблюдаться небольшие трещины, не оказывающие влияния на ее работоспособность. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, окалиностойкость очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 330-370°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 6,3; 8,0 мм</td><td>EN 14700: E Z Fe 14

DIN 8555:
E 10-UM-60-GZ</td><td>C 4,80
Mn 1,00
Si 1,20
Cr 34,0
Ni 0,50</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 55…62 HRC</td></tr>
<tr><td>T-590
Тип покрытия – специальное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой железную матрицу, насыщенную карбидами хрома, предназначенный для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная, стойкость к абразивному износу хорошая.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 150-250°C, 1 час
Доступные для заказа диаметры: 4,0; 5,0 мм</td><td>ГОСТ 10051–75:
Э-320Х25С2ГР

EN 14700: E Z Fe 15

DIN 8555:
E 10-UM-60

ТУ 1272-256-55224353-2021</td><td>C 3,20
Mn 1,20
Si 2,20
Cr 25,0
B 1.00</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 58…62 HRC</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC Pyrocarb 077
Тип покрытия – специальное
Электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой аустенитную матрицу, упрочненную сложными карбидами, предназначенный для наплавки износостойких слоев работающих в условиях интенсивного абразивного износа в сочетании с сильными сдавливающими или умеренными ударными нагрузками, возникающими при контакте со щебнем, песком, цементом и т.п. Основными областями его применения являются наплавка бурового инструмента, молотов, лезвий скребков, торцевых поверхностей конвейерных шнеков, кромок и зубьев землечерпальных ковшей и т.д. Обычно предварительный подогрев не требуется. При наплавке на массивные детали можно выполнить предварительный подогрев до 200°C. Наплавку лучше выполнять валиками вдоль направления износа на дуге средней длины. Электрод держать перпендикулярно наплавляемой поверхности. При небольшой доле участия в наплавке основного металла, требуемая твердость достигается уже в первом слое. Более 2-х слоев наплавлять не рекомендуется. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная.
Ток: ~ / = (-)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 180-220°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Fe 16

DIN 8555:
E 10-UM-60-GP</td><td>C 4,20
Mn 0,30
Si 2,10
Cr 25,0
Mo 6,00
W 2,40
V 1,00
Nb 6,70</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 60...68 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC HF 005
Тип покрытия – специальное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой матрицу из аустенитного чугуна с высоким содержанием комплексных карбидов. Он предназначен для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа при температурах до 700°C. Электроды применяются для наплавки рабочих поверхностей лопастей вытяжных вентиляторов, очистителей золы, конвейерных шнеков, узлов установок агломерирования и т. п. Наплавляемая поверхность должна быть хорошо очищена от окислов, окалины, смазки, краски и т.п. Лучшие результаты получаются при наплавке на максимальных токах дугой средней длины. Во избежание образования трещин при наплавке на массивные детали рекомендуется применять предварительный подогрев и выдерживать повышенную межпроходную температуру, вплоть до 600°C. После наплавки необходимо обеспечить медленное охлаждение изделия до температуры 100°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, окалиностойкость отличная, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (-)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 280-320°C, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Fe 16

DIN 8555:
E 10-UM-60-GP</td><td>C 6,40
Mn 0,20
Si 1,40
Cr 21,0
Mo 9,00
W 3,90
V 1,00
Nb 6,00</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 62...68 HRC</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>Nanocarb 110

Тип покрытия – специальное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой железную матрицу, насыщенную комплексными карбидами и боридами. Он предназначен для наплавки упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа при температурах до 750°С. Специально разработанная формула позволяет получить наплавленый слой высокой твердости уже в первом слое при наплавке на низкоуглеродистую сталь. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, окалиностойкость отличная, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (-)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 280-320°С, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм</td><td></td><td>C 0,60
Mn 1,00
Si 2,00
Cr 22,0
Mo 4,00
Ni ≤1,00
Nb 3,00
W 3,00
Другие 5,00</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 65...70 HRC</td></tr>
<tr><td>Nanocarb N111 SS

Тип покрытия – специальное
Высокопроизводительный электрод, обеспечивающий в наплавке структуру, которая представляет собой железную матрицу, насыщенную комплексными карбидами и боридами. По своим свойствам и характеристикам аналогичен Nanocarb 110, однако обладает большей твердостью. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, окалиностойкость отличная, коррозионная стойкость очень хорошая.
Ток: ~ / = (-)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Режимы прокалки: 280-320°С, 2 часа
Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм</td><td></td><td>C 1,00
Mn 0,30
Si 1,20
Cr 22,0
Mo 3,50
Ni ≤1,00
Nb 3,00
W 3,00
V 0,10
Другие 5,00</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 70...71 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC CP ET 072

Тип покрытия – специальное
Электрод, обеспечивающий в наплавленном слое структуру представляющую из себя железную матрицу с высоким содержанием карбидов вольфрама. Карбиды вольфрама обладают крайне высокой твердостью что и обеспечивает отличную стойкость наплавленного слоя к абразивному воздействию, но важно помнить, что при работе с подобными материалами необходимо соблюдать минимально возможные режимы сварки для уменьшения растворения карбидов в железной матрице.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Доступные для заказа диаметры: 6,3 мм</td><td>EN 14700: E Fe 20

DIN 8555:
E 10-UM-65-GZ</td><td>C 3,50
Mn 1,50
Si 3,00
Cr 4,20
Mo 3,50
Ni 2,50
W 45,0</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 60...65 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC BU 105

Тип покрытия – специальное
Электрод, обеспечивающий в наплавленном слое кобальтовый сплав с отличной стойкостью ко многим формам механического и химического воздействия в широком температурном диапазоне. Особыми качествами являются выдающиеся противозадирные свойства, твердость при высокой температуре и высокая стойкость к кавитационной эрозии, что делает его популярным выбором для наплавки клапанных седел. Для получения наплавленного металла без трещин используйте предварительный подогрев и медленное охлаждение вне зависимости от марки основного металла. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – удовлетворительная, стойкость к абразивному износу удовлетворительная, стойкость к высоким температурам отличная, коррозионная стойкость очень хорошая, стойкость к трению металла о металл отличная.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Доступные для заказа диаметры: 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Co 2

DIN 8555:
E 20-UM-40-CTZ</td><td>C 0,80
Mn 0,80
Si 1,00
Cr 30,0
Mo 0,40
Ni 2,50
W 4,50
Fe 2,50
Co Ост.</td><td>Твердость поверхности во второмслое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°С) 35...45 HRC</td></tr>
</table>

Сварочные материалы для наплавки слоев с особыми свойствами.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип покрытия, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="2">Типичные характеристики наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC BU 107

Тип покрытия – специальное
Электрод, обеспечивающий в наплавленном слое низкоуглеродистый кобальт-хромовый сплав с добавлением молибдена. Наплавленный слой обладает отличной стойкостью ко многим формам механического и химического воздействия в широком температурном диапазоне. Особыми качествами являются выдающиеся противозадирные свойства и высокая стойкость к кавитационной эрозии, что делает его популярным выбором для наплавки клапанных седел. Наплавленный слой механически упрочняемый (наклеп). Для получения наплавленного металла без трещин используйте предварительный подогрев и медленное охлаждение вне зависимости от марки основного металла. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – удовлетворительная, стойкость к высоким температурам отличная, коррозионная стойкость очень хорошая, стойкость к трению металла о металл отличная.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Co 1

DIN 8555:
E 20-UM-350-CKTZ</td><td>C 0,40
Mn 1,60
Si 1,00
Cr 26,0
Mo 5,70
Ni 3,00
W 0,60
Fe 1,00
Co Ост.</td><td>Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 25...35 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC BU 108

Тип покрытия – специальное
Электрод по своим характеристикам похож на EWAC BU 105, отличительной особенностью является большее содержание карбидов и соответственно большей стойкостью к абразиву. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, стойкость к высоким температурам отличная, коррозионная стойкость очень хорошая, стойкость к трению металла о металл отличная.
Ток: ~ / = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2
Напряжение холостого хода: 70 В
Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 мм</td><td>EN 14700: E Co 3

DIN 8555:
E 20-UM-50-CTZ</td><td>C 1,40
Mn 0,50
Si 0,10
Cr 25,0
Mo 0,40
Ni 2,50
W 7,50
Fe 2,50
Co Ост.</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 40...50 HRC</td></tr>
</table>

10.2. Наплавочные порошковые проволоки самозащитные и газозащитные.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
EWAC O 52B **Тип – основная** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое низколегированную мартенситную сталь, предназначенная для восстановительной наплавки изношенных поверхностей, работающих в условиях интенсивного трения металла о металл при высоких контактных и умеренных ударных нагрузках. Данный материал отлично подходит для применения в качестве основы для последующей наплавки. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм	EN 14700: T Fe 1 DIN 8555: MF 1-GF-300-P	C 0,10 Mn 1,10 Si 0,80 Cr 0,50 Mo 0,30	нет	Твердость поверхности в третьем слое после наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <200°C) 25...35 HRC
Weld G-105 **Тип – рутиловая** Газозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое легированную мартенситную сталь, предназначенная для износостойкой наплавки поверхностей, работающих в условиях интенсивного трения металла о металл, умеренных абразивного и ударного износа. Применяется для упрочняющей наплавки крановых и конвейерных колес, валов, зубьев шестерен, осей, а также катков, шкворней и гусениц шахтных тракторов. Наплавленный слой сохраняет высокие прочностные свойства при нагреве до 315°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментам, стойкость к трению металла о металл отличная, стойкость к ударным нагрузкам хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм	EN 14700: T Fe 1 DIN 8555: MF 1-45-GT	C 0,25 Mn 1,80 Si 1,20 Cr 2,25 Mo 0,25	M21 (75%Ar + 25%CO_2)	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 41...46 HRC
Weld G-102 **Тип – основная** Газозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном инструментальную сталь H-12, предназначенная для износостойкой наплавки поверхностей, работающих в условиях интенсивного трения металла о металл, умеренных абразивного и ударного износа при повышенных температурах. Применяется для упрочняющей наплавки штампов, пуансонов, ножниц для горячей резки металла. Наплавленный слой сохраняет высокие прочностные свойства при нагреве до 590°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментам, стойкость к трению металла о металл отличная, стойкость к ударным нагрузкам хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3 Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм	EN 14700: T Fe 3 DIN 8555: MF 3-50-GP	C 0,30 Mn 1,20 Si 0,80 Cr 8,00 Mo 1,20 W 1,20 V 0,20	M21 (75%Ar + 25%CO_2)	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (предварительный подогрев, межпроходная температура ~ 250°C) 48...54 HRC

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC G-13Cr
Тип – основная
Газозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое 13% хромистую высоколегированную коррозионностойкую мартенситную сталь, предназначенная для наплавки износостойкого слоя на литые ролики оборудования непрерывной разливки стали. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, коррозионная стойкость очень хорошая, окалиностойкость очень хорошая, жаропрочность хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3
Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм</td><td>EN 14700: T Fe 7</td><td>C 0,20
Mn 1,20
Si 0,50
Cr 12,0
Ni 1,40
V 0,20
Mo 1,00
Nb 0,30</td><td>M21 (80%Ar + 20%CO_2)</td><td>Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤250°C) 44...52 HRC</td></tr>
<tr><td>Weld G-13Cr
Тип – основная
Газозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое 13% хромистую высоколегированную коррозионностойкую мартенситную сталь, предназначенная для наплавки износостойкого слоя на литые ролики оборудования непрерывной разливки стали. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, коррозионная стойкость очень хорошая, окалиностойкость очень хорошая, жаропрочность хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3
Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм</td><td>EN 14700:
T Z Fe 7

DIN 8555:
MF 5-GF-45-RTZ</td><td>C 0,20
Mn 1,00
Si 0,10
Cr 12,5
Ni 1,50
V 0,25
Mo 1,00
Nb 0,25</td><td>M21 (80%Ar + 20%CO_2)</td><td>Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤250°C) 44...52 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC O-964
Тип – основная
Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое легированную мартенситную сталь, предназначенная для выполнения износостойкой наплавки без газовой защиты поверхностей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа и умеренных ударных нагрузках. Применяется для наплавки толкающих поверхностей лопаток и корпусов миксеров, подающих шнеков, зубьев кромок ковшей, лезвий бульдозерных скребков, а также упрочнения кольцевых канавок под компрессионные и маслосъемные кольца поршней дизельных двигателей. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к трению металла о металл очень хорошая, стойкость к абразивному износу отличная, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм</td><td>EN 14700: T Fe 2</td><td>C 0,45
Mn 1,10
Si 0,60
Cr 6,10
Mo 0,70
V 0,40</td><td>нет</td><td>Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 57...62 HRC</td></tr>
</table>

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
Weld G-965 **Тип – металопорошковая** Газозащитная металопорошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое мартенситную матрицу, предназначенная для упрочняющей наплавки в цеховых условиях поверхностей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа и относительно высоких ударных нагрузках. Применяется для упрочняющей наплавки рабочих поверхностей дробильных и мельничных молотов, замков буровых труб, сельскохозяйственного, мясоперерабатывающего и деревообрабатывающего инструмента, ковшей землечерпалок и скребковых конвейеров. Не рекомендуется выполнять наплавку более чем в три слоя. Если износ поверхности очень большой, восстановление необходимо выполнять более вязкими материалами, а затем упрочнять поверхность Weld G-965. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам хорошая, стойкость к абразивному износу отличная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1,2,3 Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм	EN 14700: T Fe 8 DIN 8555: MF 6-60-GP	C 0,60 Mn 1,80 Si 0,60 Cr 6,00 Mo 0,80	M21 (75%Ar + 25%CO_2)	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 55...60 HRC
EWAC O-540 **Тип – рутиловая** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавке мартенситно-аустенитную марганцовистую сталь, предназначенная для выполнения восстановительной наплавки без газовой защиты, изделий, работающих в условиях трения металла о металл, интенсивных ударных нагрузок и умеренного абразивного износа. После наплавки обрабатываемая поверхность должна подвергаться механическому упрочнению (наклепу). Наплавка может осуществляться как на углеродистые и низколегированные стали, так и на 13% Mn стали, а также на стали с ограниченной свариваемостью (не требует предварительного подогрева). Основные области применения: дробильные клещи, била, брони, ролики дробильных установок, упрочняющая наплавка крестовин, остряков и концов рельсов. Обычно при наплавке данной проволокой предварительный подогрев не используется, а межпроходная температура не должна превышать 200°C. Если наплавка выполняется при низких температурах окружающей среды, изделие можно предварительно подогреть до 50-100°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к ударным нагрузкам отличная, стойкость к абразивному износу удовлетворительная, стойкость к трению металла о металл очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм	EN 14700: T Fe 9 DIN 8555: MF 7-GF-200-KPR	C 0,45 Mn 13,0 Si 0,40 Cr 12,0	нет	Твердость поверхности после сварки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <150°C) 18...25 HRC Твердость наплавленного металла после механического упрочнения 35...45 HRC

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>EWAC O 564
Тип – рутиловая
Самозащитная порошковая проволока с небольшим содержанием шлакообразующих компонентов, обеспечивающая в наплавленном слое механически упрочняемую хромо-никель-марганцовистую высоколегированную аустенитную сталь, предназначенная для восстановительной наплавки ж/д крестовин и контррельсов из 13% Mn сталей и наплавки переходных слоев при выполнении упрочняющей наплавки на тяжело свариваемые стали. Применяется также для приварки без предварительного подогрева лезвий скребков, зубьев ковшей экскаваторов, наплавки с последующим механическим упрочнением торцевых уплотнений запорной арматуры и седел клапанов, работающих в контакте с относительно агрессивными средами при температурах до 600°С и т.п. Механическая обрабатываемость наплавленного металла очень хорошая, стойкость к ударным нагрузкам после механического упрочнения очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая, окалиностойкость хорошая, стойкость к трению металла о металл после механического упрочнения очень хорошая.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм</td><td>EN 14700: T Fe 10

DIN 8555:
MF 8-200-CKPZ</td><td>C 0,09
Mn 6,00
Si 0,74
Cr 19,35
Ni 8,90</td><td>нет</td><td>Твердость поверхности после сварки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <150°С) ~200 HB

Твердость наплавленного металла после механического упрочнения 25...35 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC O 521
Тип – рутиловая
Самозащитная высоколегированная сварочная порошковая проволока двойного назначения. Первое – сварка марганцовистых аустенитных сталей, сталей с ограниченной свариваемостью, таких как закаливающиеся, броневые, пружинные, инструментальные и другие стали с высоким углерод-эквивалентом, а также сталей с неизвестным химическим составом. Изделие после сварки не требует последующей термической обработки, а для небольших толщин (~ до 8 мм) и предварительного подогрева. Второе – наплавка буферных слоев под последующую упрочняющую наплавку износостойкого слоя и восстановительную наплавку на стали с ограниченной свариваемостью. Сварные швы характеризуются высокой стойкостью к образованию трещин. Наплавленный металл имеет аустенитно-ферритную структуру, обладает очень высокими прочностными свойствами, хорошей стойкостью к коррозионному растрескиванию, а благодаря высокому содержанию хрома, стойкостью к образованию окалины при нагреве до 1150°С. Однако стоит помнить, что данный наплавленный металл склонен к охрупчиванию при нагревании выше 300°С. Межпроходная температура не должна превышать 150°С.
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм</td><td>EN 14700: T Fe 11

DIN 8555:
MF 9-200-CZ</td><td>C 0,04
Mn 1,75
Si 0,60
Cr 30,5
Ni 9,00</td><td>нет</td><td>$\sigma_в$ 630 МПа

Твердость поверхности после сварки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <150°С) ~180 HB</td></tr>
</table>

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
EWAC O 517 **Тип – основная** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое мартенситно-аустенитную матрицу с умеренным содержанием карбидов титана. Подобный химический состав наплавленного слоя обладает оптимальным соотношением стойкости к абразиву и удару. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, стойкость к ударным нагрузкам хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм	EN 14700: T Fe 8 DIN 8555: MF 6-60-GP	C 1,53 Mn 1,25 Si 0,58 Cr 5,58 Ti 5,19	нет	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 55...60 HRC
EWAC O 570 **Тип – основная** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое мартенситно-аустенитную матрицу с умеренным содержанием вторичных карбидов хрома. Подобный материал часто используется как для восстановления под последующую наплавку более легированным материалом, так и для упрочняющей наплавки на высокомарганцовистую и низколегированную сталь. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 2,4; 2,8 мм	EN 14700: T Z Fe 14 DIN 8555: MF 10-55-G	C 3,55 Mn 1,00 Si 0,80 Cr 17,0	нет	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 50...55 HRC
EWAC O 6320 **Тип – основная** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое аустенитную матрицу, насыщенную вторичными карбидами хрома. Такая структура дает хорошую износостойкость в случае абразивного износа, а также при наличии умеренного ударного воздействия. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу хорошая, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм	EN 14700: T Z Fe 14 DIN 8555: MF 10-GF-55-GTZ	C 3,50 Mn 0,30 Si 0,48 Cr 16,3	нет	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 50...55 HRC
EWAC O 546 **Тип – основная** Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в в наплавленном слое аустенитную матрицу, насыщенную первичными карбидами хрома для применения в условиях преимущественно абразивного и незначительного ударного воздействия. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу очень хорошая, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,8 мм	EN 14700: T Z Fe 14 DIN 8555: MF 10-GF-55-GTZ	C 5,30 Mn 0,30 Si 0,90 Cr 27,5 Mo 1,50	нет	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 58...64 HR

Сварочные материалы для наплавки слоев с особыми свойствами.

<table>
<tr><th rowspan="2">Марка, тип наполнителя, описание</th><th rowspan="2">Классификации и одобрения</th><th colspan="3">Типичные свойства наплавленного металла</th></tr>
<tr><th>Химический состав , %</th><th>Защитный газ</th><th>Механические свойства</th></tr>
<tr><td>Weld O-100
Тип – основная
Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое аустенитную матрицу, насыщенную первичными карбидами хрома для применения в условиях преимущественно абразивного и незначительного ударного воздействия. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу очень хорошая, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 1,6 мм</td><td>EN 14700:
T Z Fe 14

DIN 8555:
MF 10-GF-55-GTZ</td><td>C 4,80
Mn 0,80
Si 0,40
Cr 27,0</td><td>нет</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C)
56...60 HRC</td></tr>
<tr><td>Weld O-100HD
Тип – основная
Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое аустенитную матрицу, насыщенную первичными карбидами хрома для применения в условиях преимущественно абразивного и незначительного ударного воздействия. Основным назначением данной проволоки является одно-двухслойная наплавка биметаллических плит. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу очень хорошая, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 2,8 мм</td><td>EN 14700:
T Z Fe 14

DIN 8555:
MF 10-GF-55-GTZ</td><td>C 5,00
Mn 0,80
Si 0,80
Cr 28,0
Mo 1,00</td><td>нет</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C)
58...62 HRC</td></tr>
<tr><td>EWAC O 6436
Тип – основная
Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое аустенитную матрицу, насыщенную первичными карбидами хрома для применения в условиях преимущественно абразивного и незначительного ударного воздействия. Основным назначением данной проволоки является одно-двухслойная наплавка биметаллических плит. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу очень хорошая, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная
Ток: = (+)
Пространственные положения при сварке: 1
Доступные для заказа диаметры: 2,4; 2,8 мм</td><td>EN 14700:
T Z Fe 14

DIN 8555:
MF 10-GF-55-GTZ</td><td>C 5,20
Mn 0,60
Si 0,90
Cr 27,5</td><td>нет</td><td>Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C)
56...62 HRC</td></tr>
</table>

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Защитный газ	Механические свойства
EWAC O 630	EN 14700: T Z Fe 13	C 0,80 Mn 2,00 Si 1,50 Cr max 1,00 Mo 0,50 B 7,00	нет	Твердость поверхности в третьем слое после наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <200°C) 62...70 HRC
Тип – основная Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое железную матрицу с небольшим содержанием равномерно распределенных карбидов и боридов. Наплавленный металл обладает износостойкостью и твердостью равную или превосходящую традиционным материалам с карбидами хрома. Так как в составе проволоки нет хрома, выделение шестивалентного хрома максимальное снижено либо же полностью отсутствует (в зависимости от содержания хрома в основном металле). Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 2,4; 2,8 мм				
EWAC O 516	EN 14700: T Fe 15 DIN 8555: MF 10-60-G	C 4,90 Mn 0,50 Si 0,80 Cr 20,80 Nb 6,30	нет	Твердость поверхности в третьем слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 55...60 HRC
Тип – основная Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое первичные карбиды хрома и вторичные карбиды ниобия в аустенитной матрице. Наплавленный металл обладает хорошим сопротивлением к абразиву и сохраняет твердость до 590°C. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм				
EWAC O 512	EN 14700: T Fe 16 DIN 8555: MF 10-60-G	C 3,60 Mn 0,20 Si 0,90 Cr 18,80 Nb 4,80 Mo 4,30 W 1,20 V 1,00	нет	Твердость поверхности во втором слое наплавки (без предварительного подогрева, межпроходная температура ≤150°C) 60...65 HRC
Тип – основная Самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое высокую концентрацию равномерно распределенных мелких первичных карбидов хрома, вторичных карбидов ниобия и ванадия в аустенитной матрице. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу отличная, жаропрочность хорошая, окалиностойкость хорошая, коррозионная стойкость удовлетворительная Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 1,6; 2,4; 2,8 мм				

10.3. Наплавочные порошковые проволоки для дуговой наплавки под слоем флюса.

Марка, тип наполнителя, описание	Классификации и одобрения	Типичные свойства наплавленного металла		
		Химический состав , %	Флюс	Механические свойства
EWAC S 420 SR **Тип – металопорошковая** Порошковая проволока EWAC S 420 SR, обеспечивающая в наплавленном слое высоколегированную 13% хромистую коррозионностойкую мартенситную сталь. Проволока предназначена для наплавки в сочетании с флюсом EWAC MSP FLUX износостойкого слоя на валки оборудования непрерывной разливки стали, седла клапанов и других элементов оборудования, работающих в условиях интенсивного износа и длительных усталостных нагрузок при высоких температурах и контакте с коррозионной средой. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментом. Стойкость к тепловым ударам очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая, окалиностойкость очень хорошая, жаропрочность хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 2,4; 2,8 мм	EN 14700: T Fe 7	C 0,20 Cr 12,0 Ni 1,00 Mo 2,00 Nb 0,50 N 0,05	EWAC MSP FLUX	Твердость поверхности в третьем слое после наплавки 40...50 HRC Твердость поверхности в третьем слое после термообработки (550°C, 4 часа) 42...46 HRC
EWAC S 834 SR **Тип – металопорошковая** Порошковая проволока EWAC S 834 SR, близкая по свойствам и химическому составу к EWAC S 420 SR однако за счет добавления большего количества микро легирующих элементов наплавленный слой обладает большей стойкостью к износу. Проволока выпускается в нескольких модификациях химического состава, подробную информацию можно получить в представительствах ESAB. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – твердосплавным инструментом. Стойкость к тепловым ударам очень хорошая, коррозионная стойкость очень хорошая, окалиностойкость очень хорошая, жаропрочность хорошая, стойкость к трению металла о металл хорошая. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 2,4; 3,2 мм	EN 14700: T Fe 7	C 0,15 Cr 12,0 Ni 1,80 Mo 1,10 Nb 0,60 N 0,08	EWAC MSP FLUX	Твердость поверхности в третьем слое после наплавки 40...50 HRC Твердость поверхности в третьем слое после термообработки (550°C, 4 часа) 43...47 HRC
EWAC S-537 HH **Тип – металопорошковая** Порошковая проволока, обеспечивающая в наплавленном слое легированную мартенситную сталь, предназначенная для наплавки в сочетании с флюсом EWAC MSP Flux поверхностей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа и умеренных ударных нагрузках. Применяется для наплавки корпусов и лопаток миксеров, подающих шнеков. Механическая обрабатываемость наплавленного металла – только абразивом, стойкость к абразивному износу очень хорошая, стойкость к ударным нагрузкам удовлетворительная. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1 Доступные для заказа диаметры: 2,4	EN 14700: T Fe 6	C 0,40 Cr 6,00 Mn 1,50 Si 0,60 Mo 1,50 W 1,50	EWAC MSP FLUX	Твердость поверхности в третьем слое после наплавки 54...58 HRC

10.4. Порошки наплавочные, для газопорошковой наплавки.

Марка, тип наполнителя, описание	Типичные свойства наплавленного металла	
	Химический состав, %	Механические свойства
EWAC 004P Порошок, предназначенный для наплавки буферных слоев перед упрочняющей наплавкой или же наплавки изделий, работающих при повышенных температурах. Порошок так же возможно использовать для сварки и заварки дефектов в изделиях из серого, высокопрочного и ковкого чугуна, а также сварки чугуна со сталью. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm	C 0,10 Si 2,30 B 1,50 Fe 0,60 Ni Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки <100 HB
Weld PO-Ni20 Порошок в наплавленном слое представляет собой Ni-Si-B сплав. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозии, повышенным температурам. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Основной областью применение данного порошка является наплавка стекольных форм. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm	C 0,40 Si 4,00 Cr 14,0 B 1,60 Fe 2,80 Ni Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки 20…25 HRC
EWAC 003P Порошок в наплавленном слое представляет собой Ni-Si-B сплав. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозии, повышенным температурам. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Основной областью применение данного порошка является наплавка стекольных форм. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm	C 0,10 Si 5,50 B 2,00 Fe 2,00 Ni Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки 36…42 HRC
EWAC 001P Порошок в наплавленном слое представляет собой Ni-Si-B матрицу высокой твердости. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью в условиях абразивного износа. Основной областью применение данного порошка является наплавка плугов и лемехов. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm	C 0,70 Si 4,00 Cr 15,0 B 3,00 Fe 2,80 Ni Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки 55…62 HRC
Weld 5545-POC Порошок с высоким содержанием литых карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью в условиях абразивного износа, отличную коррозионную стойкость. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Основной областью применение данного порошка является наплавка бурового инструмента. Гранулометрический состав: 140x400 mesh, 38–106 µm. Содержание карбидов: WC/W_2C 55%	C 2,50 Si 1,50 Cr 6,50 B 1,30 W 55,0 Ni Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 55…60 HRC Твердость WC/W_2C 2200–2600 HV
Weld 6040-POC Порошок с предельно высоким содержанием литых карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью в условиях абразивного износа, отличную коррозионную стойкость. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Основной областью применение данного порошка является наплавка бурового инструмента. Гранулометрический состав: 140x400 mesh, 38–106 µm. Содержание карбидов: WC/W_2C 60%	C 2,50 Si 1,50 Cr 6,50 B 1,30 W 60,0 Ni Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 55…60 HRC Твердость WC/W_2C 2200–2600 HV
EWAC 002P Порошок с высоким содержанием литых карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью в условиях абразивного износа, отличную коррозионную стойкость. Для наплавки рекомендуется использовать нейтрально ацетилен-кислородное пламя. Основной областью применение данного порошка является наплавка бурового инструмента. Гранулометрический состав: 140x400 mesh, 38–106 µm. Содержание карбидов: WC/W_2C 60%	C 0,50 Si 3,50 Cr 7,00 B 2,50 W 60,0 Ni Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 60…64 HRC Твердость WC/W_2C 2200–2600 HV

10.5. Порошки наплавочные для плазменного и лазерного напыления

Марка, тип наполнителя, описание	Типичные свойства наплавленного металла		
	Химический состав, %		Механические свойства
Weld 500-PL	C Mn Si Cr Ni Mo Nb Fe	0,13 3,50 4,50 17,0 8,00 5,50 0,80 Ост.	Твердость поверхности во втором слое наплавки (6,5мм) 45...55 HRC
Порошок, специально разработанный для наплавки уплотнительных поверхностей запорной арматуры, работающих при высоких давлениях и температурах до 550 °С, а также и других деталей, где требуется соответствующая стойкость к истиранию. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm			
Weld PL-Co06	C Mn Si Cr Ni Mo W Fe Co	1,20 0,70 1,30 29,0 1,70 0,60 5,00 1,90 Ост.	Твердость поверхности во втором слое наплавки 40...45 HRC
Наиболее универсальный и широко используемый порошок на основе кобальта, предназначенный для наплавки деталей работающий при высоких температурах, трении металла о металл. Широкое распространение получил для наплавки уплотнительных поверхностей запорной арматуры, экструзионных шнеков, штифтов буровых платформ. Классификация: EN 14700: P Co2 Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 63–150 µm			
Weld PL-Ni60	C Mn Si Cr Mo Nb Fe Ni	0,08 0,70 1,30 22,5 9,00 4,00 2,90 Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки <25 HRC
Порошок в наплавленном слое представляет собой сплав NiCrMo-3. Применяется для наплавки переходных и плакирующих коррозионностойких слоев на изделия из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию под напряжением и питтинговой коррозии, достаточно высокой жаропрочностью при температурах до 1000°С и стойкостью к образованию окалины при температурах до 1175°С в атмосфере, не содержащей соединения серы. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm			
Weld PL-Ni50	C Si Cr B Fe Ni	0,50 4,00 11,5 2,20 2,80 Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки 50...55 HRC
Порошок в наплавленном слое представляет собой Ni-Si-B сплав высокой твердости. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозии, повышенным температурам. Основной областью применение данного порошка является наплавка стекольных форм. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm			
Weld PL-Ni40	C Si Cr B Fe Ni	0,40 4,00 14,0 1,60 2,80 Ост.	Твердость поверхности в третьем слое наплавки 38...43 HRC
Порошок в наплавленном слое представляет собой Ni-Si-B сплав высокой твердости. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к коррозии, повышенным температурам. Основной областью применение данного порошка является наплавка стекольных форм. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm			
Weld 5545-PLC	C Si Cr B W Ni	2,00 1,50 0,70 0,80 55,0 Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 40...45 HRC Твердость WC/W_2C 2200–2600 HV
Порошок с высоким содержанием литых карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Возможно применение как для процесса PTA так и для лазерной наплавки. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm Содержание карбидов: WC/W_2C 55%			
Weld 5545-PLS	C Si Cr B W Ni	2,00 1,50 0,70 0,80 55,0 Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 40...45 HRC Твердость WC/W_2C 2700–3300 HV
Порошок с высоким содержанием сферических карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Сферические карбиды вольфрама с большей твердостью и лучше сохраняются в процессе наплавки. Лучшие показатели достижимы за счет применения лазера. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm Содержание карбидов: WC/W_2C 55%			
Weld 6040-PLC	C Si Cr B W Ni	2,00 1,50 0,70 0,80 60,0 Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 40...45 HRC Твердость WC/W_2C 2200–2600 HV
Порошок с предельно высоким содержанием литых карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Возможно применение как для процесса PTA так и для лазерной наплавки. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm Содержание карбидов: WC/W_2C 60%			
Weld 6040-PLS	C Si Cr B W Ni	2,00 1,50 0,70 0,80 60,0 Ост.	Твердость матрицы во втором слое наплавки (6,5мм) 40...45 HRC Твердость WC/W_2C 2700–3300 HV
Порошок с предельно высоким содержанием сферических карбидов вольфрама в Ni-Si-B матрице. Сферические карбиды вольфрама с большей твердостью и лучше сохраняются в процессе наплавки. Лучшие показатели достижимы за счет применения лазера. Гранулометрический состав: 100x270 mesh, 45–150 µm Содержание карбидов: WC/W_2C 60%			

11.1. Материалы для пайки.

Марка, тип покрытия, описание	Температурный диапазон кристаллизации	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
EWAC BR 590 + EWAC BR 590 Flux **Тип – без флюсового покрытия** Алюминиевый припой для капиллярной пайки алюминия и его сплавов. Может использоваться как присадочный материал при TIG сварке. Для получения качественного паяного соединения необходимо использовать в сочетании с флюсом EWAC BR 590 Flux. Доступные для заказа диаметры: 1,6 и 3,15 мм	T_{liq} 590°C T_{sol} 570°C	Si 12,0 Fe 0,20 Al 87,8	$\sigma_в$ 240 МПа
EWAC BR 516 **Тип – с флюсовым покрытием** Припой на основе Cu-Zn-Ni сплава для пайки с зазором разнородных материалов, таких как низкоуглеродистые и низколегированные стали, медные сплавы, ковкие чугуны и т.п. Благодаря высокой прочности паяного соединения припой возможно применять для пайки твёрдосплавных пластин бурового оборудования. Доступные для заказа диаметры: 2,5 и 3,15 мм	T_{liq} 920°C T_{sol} 875°C	Cu 52,0 Ni 9,60 Zn 38,2 Si 0,16	$\sigma_в$ 700 МПа
EWAC BR 545 **Тип – с флюсовым покрытием** Припой на основе Cu-Zn сплава для пайки с зазором низкоуглеродистых, низколегированных, высоколегированных сталей, медных сплавов, чугуна. Припой можно применять для пайки оцинкованных деталей практические без нарушения цинкового покрытия. Доступные для заказа диаметры: 3,15 мм	T_{liq} 875°C T_{sol} 850°C	Cu 58,7 Sn 0,55 Zn 40,7	$\sigma_в$ 450 МПа
EWAC BR 585 **Тип – с флюсовым покрытием** Припой на основе Cu-Zn-Ni сплава предназначенный для наплавки и восстановления геометрии зубьев шестерней, валов, роликов, и других деталей из низкоуглеродистых, низколегированных сталей и медных сплавов. Доступные для заказа диаметры: 3,15 мм	T_{liq} 875°C T_{sol} 850°C	Cu 50,8 Ni 10,2 Zn 38,7 Si 0,21	$\sigma_в$ 600 МПа
EWAC SLP 603 + EWAC SLP 603 Flux **Тип – без флюсового покрытия** Низкотемпературный припой на основе олова, предназначенный для пайки меди и медных сплавов, углеродистых, низколегированных, высоколегированных сталей, никелевых сплавов. Для получения качественного паяного соединения необходимо использовать в сочетании с флюсом EWAC SLP 603 Flux. Припой EWAC SLP 603 хорошо подходит для пайки медных трубок систем центрального отопления и водоснабжения, а также для соединения других труб небольшого диаметра. Доступные для заказа диаметры: 1,6 и 3,15 мм	T_{liq} 230°C T_{sol} 221°C	Sn 96,5 Ag 3,50	не регламентировано
EWAC Drill Shield **Тип – с флюсовым покрытием** Припой на основе Cu-Zn-Ni сплава с добавление литого дробленного карбида вольфрама различной фракции, предназначенный для наплавки деталей, работающих при экстремальном абразивном воздействии. При необходимости возможно использование припоя EWAC BR 516 для лучшей фиксации карбидов вольфрама. Доступные для заказа диаметры (цвет прутка / размеры карбида вольфрама): Розовый / 1,5мм-3,2мм Желтый / 3,2мм-5,0мм Синий / 6,0мм-11,0мм Зеленый / 10,0мм-16,0мм	T_{liq} 920°C T_{sol} 875°C	матрица: Cu 52,0 Ni 9,60 Zn 38,2 Si 0,16	$\sigma_в$ 700 МПа Твердость карбида вольфрама 1200...2600 HV Твердость матрицы 180...220 HB

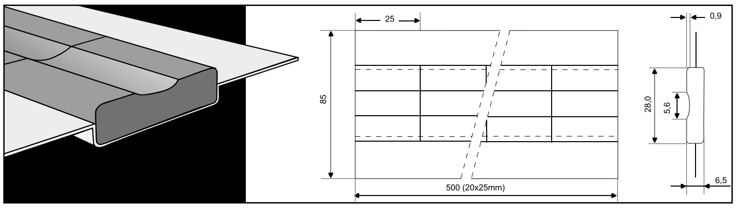
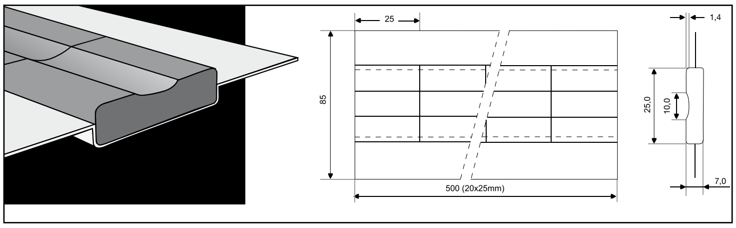
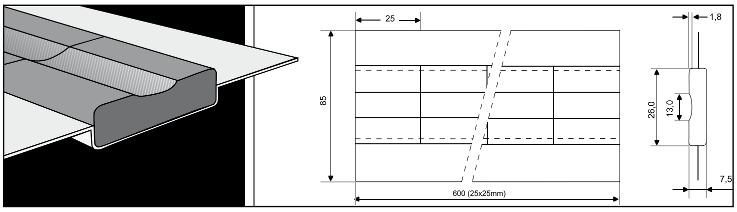
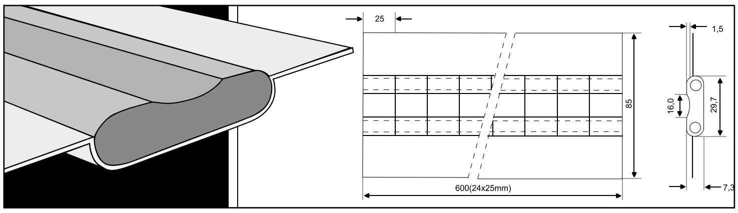
11.2. Электроды для резки и строжки.

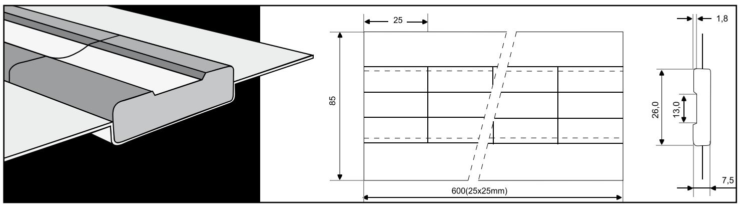
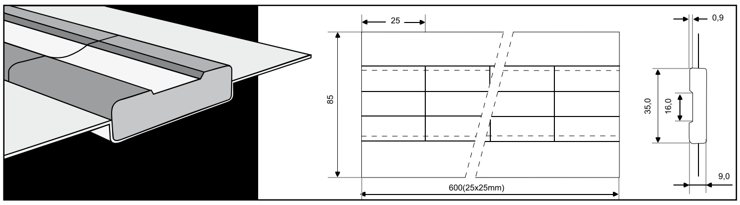
Марка, тип покрытия, описание
EWAC GougeTec
Тип покрытия – целлюлозное Электроды предназначены для строжки нелегированных и легированных сталей, чугунов, а также сплавов, не содержащих в своем составе железа, за исключением чистой меди, от стандартных источников питания ручной дуговой сварки. Расплавленный металл удаляется за счет повышенного давления дуги, которое создается в процессе сгорания целлюлозной обмазки. Рекомендуются для решения широкого круга задач, таких как снятие фаски под сварку, разделка трещин перед заваркой дефекта, строжка обратной стороны корневого шва без последующей зачистки или с незначительной зачисткой разделанной зоны. Особый интерес данные электроды представляют для разделки трещин в изделиях из серого чугуна, загрязнённого маслом, т.к. кроме оптимальной формы разделки кромок под сварку чугуна происходит выжигание масла из его структуры. При разделке кромок под сварку используют, главным образом, постоянный ток обратной полярности или переменный ток. Дуга зажигается при перпендикулярном положении электрода относительно поверхности детали. Потом электрод наклоняют под углом 5-15° к поверхности, опирают на обрабатываемую деталь и совершают возвратно-поступательные пилообразные движения по направлению строжки. Если требуется большая глубина разделки, эта процедура повторяется несколько раз. При строжке нержавеющих сталей происходит выгорание легирующих элементов из поверхностного слоя (необходимо механически удалять этот слой). Если изделие является поворотным, то наиболее благоприятным пространственным положением является плоскость, наклоненная к горизонту под углом 20-30°. Скорость строжки рекомендуется выдерживать в пределах 15-25 см/мин. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при строжке: 1, 2, 3, 5, 6 Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 2,5; 3,15 и 4,0 мм Режимы прокалки: 80-120°С, 60 мин
EWAC Pierce
Тип покрытия – целлюлозное Электроды предназначены для резки и прошивки отверстий в различных металлах и сплавах от стандартных источников питания ручной дуговой сварки. Расплавленный металл удаляется за счет повышенного давления дуги, которое создается в процессе сгорания целлюлозной обмазки. Для резки и прошивки рекомендуется использовать постоянный ток прямой полярности. При прожигании отверстий электрод располагают вертикально, зажигают дугу и давят электродом вниз, пока он не прожжет отверстие в металле, при резке электрод надо располагать под углом 45° к поверхности металла. Ток: ~ / = (–) Напряжение холостого хода: 70 В Доступные для заказа диаметры: 3,15; 4,0 и 5,0 мм Режимы прокалки: 80-120°С, 60 мин

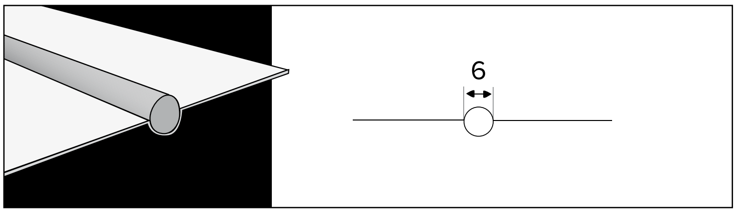
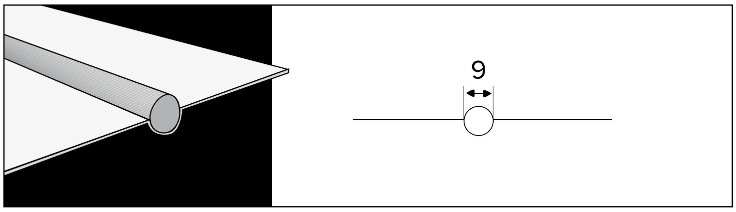
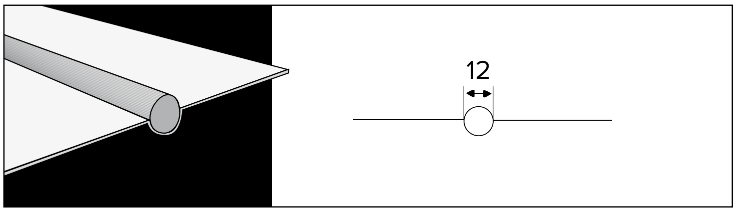
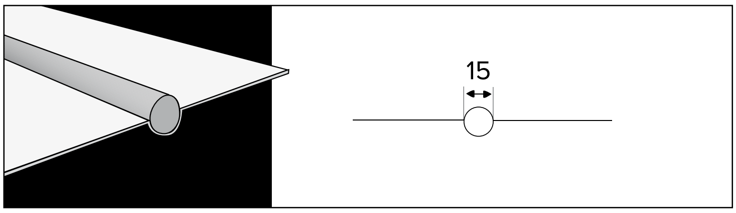
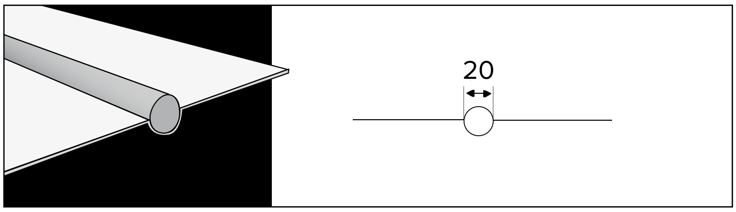
11.3. Прутки вольфрамовые для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав прутка, %
Tungsten Pure	ISO 6848: WP	W min 99,50 Примеси max 0,50
Наиболее дешевый вольфрамовый пруток. Используется в основном для сварки на синусоидальном переменном токе (АС) легких сплавов на основе алюминия и магния. Допустимые плотности тока, в сравнении с другими марками прутков, у него минимальны. Цветовая маркировка торца: зеленый Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,6; 2,4; 3,2 и 4,0 мм Ток: ~		
Tungsten WL15 Gold	ISO 6848: WLa 15	W основа LaO_2 1,30-1,70 Примеси max 0,50
Наиболее часто применимый универсальный электрод, предназначенный для сварки на переменном (АС) и постоянном токе прямой полярности (DC-). Является наиболее стойким из всех марок, наиболее долго сохраняя форму первоначальной заточки даже при высоких плотностях тока. При этом он оптимально сочетает в себе зажигаемость и стабильность дуги с экологической безопасностью. Цветовая маркировка торца: золотой Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0 и 4,8 мм Ток: ~ / = (–)		
Tungsten WC20	ISO 6848: WCe 20	W основа CeO_2 1,80-2,20 Примеси max 0,50
Электрод, предназначенный для сварки на постоянном токе прямой полярности (DC-). Не содержит радиоактивных веществ. Обладает хорошей зажигаемостью и стабильность дуги на предельно низких токах и удовлетворительной стойкостью на высоких токах. Цветовая маркировка торца: серый Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 и 4,0 мм Ток: = (–)		
Tungsten WT20	ISO 6848: WTh 20	W основа ThO_2 1,80-2,20 Примеси max 0,50
Электрод, обладающий наилучшими сварочно-технологическими характеристиками предназначенный для сварки на постоянном токе прямой полярности (DC-). Обладает великолепной зажигаемостью и стабильность дуги на предельно низких токах и отличной стойкостью на высоких токах. Однако, наличие в его составе α-радиоактивного тория требует соответствующего оборудования, исключающего попадание пыли в дыхательные пути в процессе заточке электрода. При этом в процессе сварки электрод не представляет никакой опасности для здоровья человека. Цветовая маркировка торца: красный Доступные для заказа диаметры: 1,0; 1,6; 2,4; 3,2 и 4,0 мм Ток: = (–)		

11.4. Подкладки керамические.

Марка, Описание	Эскиз
Плоские подкладки с радиусной канавкой для видов сварки не образующих шлака или с небольшим его образованием	
OK Backing Concave 6 Блок серых керамических подкладок из 25 элементов длиной 600 мм с радиусной канавкой шириной 6 мм и глубиной 0,9 мм, предназначенный для формирования обратного валика при сварке без разделки с небольшим зазором кромок толщиной до 3 мм, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Применяются для сварки в защитных газах металопорошковыми проволоками или проволоками сплошного сечения. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Concave 10 Блок серых керамических подкладок из 25 элементов длиной 600 мм с радиусной канавкой шириной 10 мм и глубиной 1, мм, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге, но рассчитанный на сварку кромок большей толщины в сравнении с OK Backing Concave 6. Применяются для сварка в защитных газах металопорошковыми проволоками или проволоками сплошного сечения. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Concave 13 Блок серых керамических подкладок из 25 элементов длиной 600 мм с радиусной канавкой шириной 13 мм и глубиной 1,8 мм предназначенный для формирования обратного валика при сварке в V-образную разделку кольцевых и прямолинейных швов, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Применяются для сварки в защитных газах металопорошковыми проволоками или проволоками сплошного сечения. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Concave 16 Блок серых керамических подкладок из 25 элементов длиной 600 мм с радиусной канавкой шириной 16 мм и глубиной 1,5 мм предназначенный для формирования обратного валика при сварке в V-образную разделку кольцевых и прямолинейных швов толстостенных изделий, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге, когда зазор между собранными кромками превосходит ширину, позволяющую использовать подкладки OK Backing Concave 13. Применяются для сварки в защитных газах металопорошковыми проволоками или проволоками сплошного сечения. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	

Марка, Описание	Эскиз
Плоские подкладки с трапецидальной канавкой для шлакообразующих видов сварки	
OK Backing Rectangular 13	
Блок серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм с трапецеидальной канавкой шириной 13 мм и глубиной 1,8 мм предназначенный для формирования обратного валика при сварке в V-образную разделку прямолинейных и кольцевых швов при значительных тепловых нагрузках способами сварки образующими значительное количество шлака, таких как сварка в защитных газах флюсонаполненными порошковыми проволоками или покрытыми электродами. Данные подкладки в некоторых случаях можно использовать для сварки под флюсом, если не стоит задача формирования обратного валика, а нужно просто предотвратить протекание жидкого металле через зазор. Блок собран на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Rectangular 16	
Блок серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм с трапецеидальной канавкой шириной 16 мм и глубиной 1,5 мм предназначенный для формирования обратного валика при сварке в V-образную разделку прямолинейных и кольцевых швов при значительных тепловых нагрузках способами сварки образующими значительное количество шлака, таких как сварка в защитных газах флюсонаполненными порошковыми проволоками или покрытыми электродами, когда зазор между собранными кромками превосходит ширину, позволяющую использовать подкладки OK Backing Rectangular 13. Блок собран на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	

Марка, Описание	Эскиз
Круглые подкладки	
OK Backing Pipe 6	
Блок круглых серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм диаметром 6 мм, предназначенный для небольших толщин, ориентированный в основном на сварку способами не образующими шлака, тавровых соединений без разделки кромок с некоторым зазором, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Pipe 9	
Блок круглых серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм диаметром 9 мм, предназначенный для сварки тавровых соединений с одно и двухсторонней разделкой кромок, а также стыковых прямолинейных и кольцевых швов с Х-образной разделкой, ориентированный на сварку как шлакообразующими видами сварки, так и не образующими шлака, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Pipe 12	
Блок круглых серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм диаметром 12 мм, предназначенный для сварки тавровых соединений с одно и двухсторонней разделкой кромок, а также стыковых прямолинейных и кольцевых швов с Х-образной разделкой, ориентированный на сварку как шлакообразующими видами сварки, так и не образующими шлака, когда величина зазора не позволяет использовать подкладки OK Backing Pipe 9, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Pipe 15	
Блок круглых серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм диаметром 15 мм, предназначенный для сварки тавровых соединений с одно и двухсторонней разделкой кромок, а также стыковых прямолинейных и кольцевых швов с Х-образной разделкой, ориентированный в основном на сварку шлакообразующими видами сварки, когда величина зазора не позволяет использовать подкладки OK Backing Pipe 12, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	
OK Backing Pipe 20	
Блок круглых серых керамических подкладок из 24 элементов длиной 600 мм диаметром 20 мм, предназначенный для сварки тавровых соединений с одно и двухсторонней разделкой кромок, а также стыковых прямолинейных и кольцевых швов с Х-образной разделкой, ориентированный в основном на сварку шлакообразующими видами сварки, когда величина зазора не позволяет использовать подкладки OK Backing Pipe 15, собранный на самоклеящейся алюминиевой фольге. Подкладка полностью готова к применению, и требуется только снять защитный слой с клеящейся поверхности.	

МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ХРАНЕНИЯ

Максимальный срок хранения сварочных материалов, составляет 3 года при условии соблюдения рекомендуемых условий хранения. По истечению этого срока, перед применением этих сварочных материалов, необходимо проводить комплекс проверок. Для большинства сварочных материалов они ограничиваются визуальной оценкой внешнего вида. Однако для ряда сварочных материалов, чьи свойства и тип упаковки могут привести к накоплению влаги в процессе хранения, должны подвергаться дополнительным испытаниям на соответствие заявленных сварочно-технологических характеристик и механических свойств наплавленного металла, что отражено в соответствующих разделах ТУ.

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ СО СВАРОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Любые сварочные материалы требуют аккуратного обращения с ними. Не прикасайтесь к проволоке голыми руками, надевайте перчатки.
Длительное воздействие УФ-излучения может привести к обесцвечиванию информации на этикетке. Поэтому избегайте хранения упаковок со сварочными материалами в местах, где на них может попадать УФ-излучение или прямой солнечный свет.

КАЧЕСТВО СВАРКИ

Пористость образуется за счет того, что отдельные газовые пузырьки остаются в затвердевающей сварочной ванне. Она может образовываться из-за плохой газовой защиты шва, поверхностных загрязнений, таких как влага, ржавчина или жир, а также недостаточного количества раскислителей в основном металле, электроде или присадочной проволоке. Особо опасной формой пористости являются червеобразные поры, которые образуются при сильном загрязнении свариваемых кромок, а также при сварке электродами или порошковыми проволоками, поглотившими большое количество влаги. На рентгенограмме червеобразные поры имеют характерную удлиненную форму в виде "рыбьих косточек". Червеобразные поры указывают на образование большого количества газа, который задерживается в кристаллизующимся металле сварного шва.
Водород может провоцировать образование трещин в сварных швах или ЗТВ (зона термического влияния). Водород в сочетании с остаточными растягивающими напряжениями и чувствительностью отдельных марок сталей к растрескиванию может вызвать образование холодных трещин через несколько часов или дней после сварки. Высокопрочные стали и сварные соединения с высоким уровнем остаточных напряжений наиболее чувствительны к водородному растрескиванию. В таких случаях ESAB рекомендует использовать способы сварки и сварочные материалы, обеспечивающие низкий уровень содержания водорода, а также соответствующие процедуры предварительного подогрева, соблюдения температуры между проходами и термической обработки после сварки.
Важно отметить, что могут быть и другие значительные источники водорода, такие как влага из атмосферы или из основного металла, в котором, в процессе подготовки под сварку или при эксплуатации, осталось большое количество водорода. Кроме того, водород в шов может быть попадать с поверхностей основных или присадочных материалов, а также из масел, красок и т. д. В приведенной ниже таблице указана относительная влажность воздуха, при которой при указанной разнице температур воздуха и поверхности материала будет образовываться вредный водяной конденсат. Например, при относительной влажности воздуха в зоне выполнения сварочных работ 70 %, чтобы предотвратить конденсацию влаги, основной металл и сварочный материал не должны быть холоднее, чем на 5°C температуры воздуха. Это может произойти, когда заготовки или присадочные материалы поступают на сварку из более холодного цеха, склада или с улицы.

($T_{воздуха}$ - $T_{металла}$)* [°C]	Относительная влажность [%]	($T_{воздуха}$ - $T_{металла}$)* [°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

12 Транспортировка и хранение сварочных материалов.

Для предотвращения значительных колебаний уровня влажности и температуры условия хранения должны быть как можно более стабильными. Стабильные условия сводят к минимуму риск попадания материала в точку росы, при которой происходит выпадение конденсата влаги на упаковках, поверхности продукции и т.д. При этом следует помнить, что теплый воздух может содержать значительно больше влаги, чем холодный. Например, воздух при температуре 15°C максимально может содержать до 13 г/куб. м воды, в то время как максимальное содержание влаги при 25°C составляет 23,5 г/куб. м, то есть увеличение составляет 78 %. Поэтому в жарких и влажных климатических условиях гораздо важнее использовать способы сварки, у которых сварочные материалы менее чувствительны к насыщению влагой, чем когда сварка выполняется в несколько более холодных условиях.

ПОКРЫТЫЕ ММА ЭЛЕКТРОДЫ

Электроды производства ЭСАБ могут поставляться в различных видах упаковок в зависимости от типа и класса.
- Картонные коробки, запакованные в термоусадочную пленку, не обеспечивают требуемую герметичность, поэтому влага из окружающей атмосферы может проникать вовнутрь упаковки и впитываться в электродное покрытие.
- Пластиковые пеналы имеют крышку и ленту; влага с очень низкой скоростью может проникать во внутрь и поглощаться электродными покрытиями.
- Вакуумная упаковка VacPac™ обеспечивает полную защиту от влаги при условии, что упаковка не повреждена (вакуум сохранен). При этом прокалка электродов перед применением не требуется.

Если есть какие-либо сомнения относительно того, достаточно ли сухой электрод, перед использованием его следует повторно прокалить в соответствии с указаниями, приведенными на этикетке.

УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ

Все покрытые электроды чувствительны к насыщению влагой. Высокое содержание влаги в покрытии может привести к пористости, водородному растрескиванию или снижению сварочно-технологических характеристик. Однако, скорость поглощения влаги будет минимальной при соблюдении следующих климатических параметров их хранения:
- 5-15°C при максимальной относительной влажности 60%
- 15-25°C при максимальной относительной влажности 50%
- >25°C при максимальной относительной влажности 40%

При более низких температурах уровень влажности можно поддерживать на низком уровне, обеспечивая температуру хранения не менее чем на 10 °C выше температуры окружающего воздуха. При этом перед вскрытием холодных упаковок необходимо дать им достичь температуры окружающей среды. При более высоких температурах низкий уровень влажности можно поддерживать за счет осушения воздуха. Если электроды хранятся при указанных условиях, рекомендуемый срок их хранения не должен превышать трех лет.
Действия, необходимые в случае нарушения вакуума упаковки VacPac:
- Если условия хранения соблюдены правильно, скорость поглощения влаги внутри VacPac будет очень низкой. При этом всегда проверяйте электроды, если они сухие, их можно использовать.
  Если условия хранения не соблюдались или не контролировались, и/или сварное соединение является критически важным, прокалите электроды перед сваркой.
- Если область применения сварного изделия является критически ответственной, всегда повторно прокаливайте электроды перед использованием.

ПРОКАЛКА

- Электроды с основным покрытием с низким содержанием водорода перед использованием должны быть прокалены всякий раз, когда существуют требования к применению, связанные с содержанием водорода в металле сварного шва и/или радиографической сплошностью шва (не требуется для VacPac).
- Электроды с кисло-рутиловым покрытием для нержавеющих сталей, а также все типы электродов с основной обмазкой могут образовывать поры в металле сварного шва, если они хранились в недостаточно сухих условиях. Прокалка этих электродов восстановит их пригодность к дальнейшему использованию.
- Электроды с рутиловым и кислым покрытием для низкоуглеродистых нелегированных сталей обычно не требуют повторной сушки.
- Электроды с целлюлозным покрытием прокаливать не рекомендуется.
- Электроды, серьезно поврежденные влагой, не могут быть восстановлены прокалкой до исходного состояния и должны быть утилизированы.

РЕЖИМЫ ПРОКАЛКИ

- Температура и время прокалки указаны на этикетке упаковки.
- Температура прокалки — это температура нагрева самих электродов.
- Время прокалки измеряется от момента, когда была достигнута установленная температура прокалки.
- Не укладывайте электроды в сушильной печи более чем в четыре слоя.
- Процедуру прокалки электродов рекомендуется выполнять не 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.

Покрытые MMA электроды в упаковках VacPac

Покрытые MMA-электроды в упаковках VacPac™ позволяют обходиться без повторной прокалки, без печей и пеналов для хранения прокаленных электродов.
MMA-электроды в упаковках VacPac можно использовать непосредственно из упаковки без необходимости предварительной прокалки и временного хранения в печах с подогревом и пеналах. При условии сохранения вакуума перед вскрытием упаковки, гарантируется наличие готовых к применению сухих электродов.

Как обращаться с упаковками VacPac

Чтобы избежать повреждения вакуумной фольги, при вскрытии внешней коробки не рекомендуется пользоваться ножами или другими острыми предметами. Держите электроды внутри упаковки и не вынимайте из нее более чем по одному электроду. Если электроды с повышенной стойкостью к адсорбции влаги (LMA-тип) находились в открытой упаковке VacPac более 12 часов (при 26,7°C и влажности 80%), их необходимо прокалить или забраковать.

Электроды с низким содержанием водорода

Многие нелегированные и низколегированные электроды имеют классификацию H4 или H5. Это означает, что выполняется требование максимального содержания 4,0 или 5,0 мл диффузионного водорода на 100 г металла сварного шва. Классификации по диффузионному водороду не применяются для нержавеющих и других высоколегированных электродов. Низкое значение класса водорода предпочтительнее, поскольку снижает риск водородного растрескивания, позволяет использовать более низкие температуры предварительного подогрева и температуры между проходами во время сварки. Это приводит к снижению энергопотребления и, следовательно, снижению затрат на рабочем месте.

Электроды LMA-типа

Некоторые продукты имеют букву «R» в классификации по AWS. Эти продукты обладают более высокой устойчивостью к насыщению покрытием влаги, чем электроды без маркировки «R» в классификации AWS (влажность не более 0,4 весовых % после 9 часов экспозиции при стандартных атмосферных условиях - температура 26,7°C при относительной влажности 80 %). Электроды с индексом «R» из открытой упаковки VacPac, находившиеся под воздействием относительной влажностью выше 60 % и температуры выше 22°C, должны быть прокалены через 8 часов, а для все другие нелегированные и низколегированные электроды - через 4 часа. Для критически опасных объектов и их эксплуатации в суровых климатических условиях, для предотвращения попадания влаги в сварное соединение, обычной предупреждающей практикой является использование термопеналов. В зависимости от условий работ, типа покрытия и его гигроскопичности, области применения и пространственных положений сварки, чтобы обеспечить выполнение всех требований, может потребоваться повторная прокалка через более короткие интервалы времени.

Насыщение влагой обмазок электродов для сварки высоколегированных сталей и никелевых сплавов

Основной проблемой слишком влажных электродов на основе аустенитных нержавеющих сталей и никелевых сплавов является образование стартовых пор. Однако, стали ферритного и ферритно-мартенситного классов могут страдать от водородного растрескивания, если используются слишком влажные электроды. Если не превышать безопасное время экспозиции, этой проблемы можно избежать. Практически все марки высоколегированных и никелевых электродов ESAB поставляет в упаковках VacPac™.

GMAW/SAW ПРОВОЛОКИ СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ, TIG ПРУТКИ И ЛЕНТЫ

Сварочную проволоку сплошного сечения для дуговой сварки плавящимся электродом в инертном или активном газе, прутки для сварки неплавящимся электродом в инертном газе и проволоку для дуговой сварки под флюсом следует хранить в сухом месте в оригинальной запечатанной неповрежденной упаковке в том виде, в котором она поставляется. Следует избегать контакта поверхностей этих проволок с водой или влагой. Речь идет, например, о дожде или конденсации влаги на холодной проволоке. Во избежание образования конденсата, храните проволоку в оригинальной упаковке и, при необходимости, перед вскрытием упаковки дайте проволоке нагреться до температуры окружающей среды. Также следует избегать попадания на поверхность проволоки других водородосодержащих веществ, таких как масло, жир и ржавчина, а также иных веществ, которые могут поглощать влагу. Катушки с проволокой поставляются в пластиковых пакетах, а неполностью использованные катушки должны снова помещаться в пластиковый пакет для хранения, чтобы предотвратить загрязнение поверхности проволоки. Если проволока не находится в какой-либо пылезащитой упаковке или в закрытом оборудовании, следует избегать запыленных зон.

Транспортировка и хранение сварочных материалов.

Прутки для TIG (GTAW) сварки должны быть защищены от пыли и взвешенных в воздухе загрязняющих частиц после извлечения из упаковки. Упаковка для прутков TIG-сварки состоит из жесткой фибровой трубки с пластиковой крышкой, которую можно снова закрыть после нарушения герметичности пенала. Трубка с покрытием из полиэтилена обеспечивает очень хорошую защиту от влаги. Такая упаковка очень устойчива к внешним механическим воздействиям и удобна для применения.
Упаковка бухты с проволокой Marathon Pac™ для дуговой сварки плавящимся электродом в инертном или активном газе предназначена для быстрого и эффективного использования и, при необходимости, дальнейшей ее удобной переработки. Влагопоглащающая бумага внутри каждого барабана и пленка вокруг каждого поддона защищают проволоку от влаги при транспортировке и хранении. После полного использования проволоки просто удалите подъемные ремни из восьмигранного барабана и полностью сложите упаковку для дальнейшего ее удобного хранения и экономии места до того момента отправки в переработку. Также обратите внимание, что Marathon Pac защищает сварочную проволоку от загрязнения.
Рекомендуемые условия хранения для всех проволок сплошного сечения и лент в оригинальной упаковке: температура 15–36°C при относительная влажности не выше 60 %. При хранении не подвергайте сварочную проволоку воздействию прямых солнечных лучей. Избегайте прямого контакта сварочной проволоки с голыми или грязными руками.

АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОЛОКИ

Атмосферные условия оказывают влияние на качество сварки. Влага (H_2O) является основным источником водорода. Под воздействием высокой температуры дуги вода разлагается, и атомы водорода могут стать причиной пористости наплавленного металла. Алюминий, который неоднократно контактировал с влагой, может, в конечном итоге, оказаться покрытым гидроксидом алюминия $Al(OH)_3$.
Конденсат влаги, присутствующей во время сварки на поверхности свариваемого изделия или сварочного материала, может стать источником следующих двух проблем:
• Пористость шва, вызываемая водородом, образующимся при разложении воды или гидроксида алюминия $Al(OH)_3$, которые могут находиться на поверхности металла.
• Спровоцировать попадание оксидов алюминия Al_2O_3, находящихся на поверхности металла, в сварной шов.
Очень важно чтобы в производственных помещениях, где производиться сварка изделий из алюминия, температура металла и окружающего воздуха были идентичны, особенно в условиях высокой влажности. Температура сварочных материалов и свариваемых заготовок в обязательном порядке должна быть выравнена с температурой воздуха на сварочном посту. Если присадочный материал хранился в холодных условиях, вскрывать упаковку можно только по истечении 24 часов его выдержки в зоне проведения работ. Перед сваркой основной металл должен быть очищен от загрязнений, а свариваемые кромки зачищены от окислов нержавеющими щетками. ЭСАБ рекомендует травить изделия в слабых щелочах и обезжиривать техническими составами, не образующими вредных соединений при сварке. Сварщик должен протереть собираемые кромки чистой тряпкой, смоченной в растворителе, изготовленном на основе легких углеводородов. Все поверхности после протирки должны быть идеально сухими.

ЛЕНТЫ

Сварщики-операторы должны содержать ленты в чистоте и максимально защищать ее от внешних воздействий. Это включает в себя надлежащее бережное хранение и обращение со всеми складскими запасами для предотвращения загрязнения поверхности пылью и органическими веществами, в том числе жиром с кожи.

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 защищать 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 – температура 15–36°C и относительная влажность менее 60 %. Плохие условия хранения могут ухудшить заявленные свойства проволок и сократить срок их хранения. Несоответствующие условия хранения могут привести к появлению ржавчины на поверхности или ее загрязнению до такой степени, что это отрицательно скажется на стабильности подаче и уровне диффузионного водорода.
Нержавеющие и никелевые порошковые проволоки более чувствительны к насыщению влагой. Поэтому данные проволоки обязательно упаковываются в вакуумные упаковки с защитой из алюминиевой фольги. Требования по условиям их хранения аналогичны нелегированным и низколегированным проволокам. Порошковым проволокам для нержавеющих сталей требуется уделять особое внимание. Проволоку не рекомендуется оставлять в сварочных аппаратах или вне складских помещений на длительное время, особенно на ночь, так как конденсация влаги из воздуха может привести к быстрой ее порче. Всегда помещайте проволоку в оригинальную упаковку и возвращайте ее в места хранения с контролируемыми условиями.

Если проволока оставалась на оборудовании в течение длительного периода времени, рекомендуется снять по крайней мере один слой, чтобы удалить самые значительные окисления или загрязнения поверхности. Для всех порошковых проволок следует оберегать от прямого контакта с водой или влагой. Речь идет, например, о дожде или конденсации влаги на холодной поверхности проволоке. Во избежание образования конденсата необходимо контролировать относительную влажность и температуру, при этом температура не должна опускаться ниже точки росы (см. значения в вышеуказанной в таблице).
Также следует избегать попадания на поверхность проволоки других водородосодержащих веществ, таких как масло, жир и ржавчина, или веществ, которые могут поглощать влагу.

Испорченная продукция
Порошковая проволока со следами ржавчины, а также проволока, которая пострадала от серьезного воздействия воды и влаги или подвергалась воздействию атмосферы в течение длительного периода времени, не может быть возвращена в свое первоначальном состояние и должна быть утилизирована.

Керамические подкладки
Керамические подкладки ESAB для формирования корня шва не оказывают отрицательного влияния на состав и механические свойства наплавленного металла. Они сухие и не поглощают влагу, благодаря чему не оказывают влияния на характеристики металла, наплавляемого порошковыми проволоками с низким содержанием водорода.

ФЛЮСЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ И ЛЕНТОЧНОЙ НАПЛАВКИ

В агломерированных флюсах ESAB содержание влаги гарантируется только непосредственно после производства на заводе. Это содержание влаги контролируется внутренними спецификациями ESAB. Перед транспортировкой каждый поддон с мешками обматывается термоусадочной пленкой. Эта мера предосторожности применяется для того, чтобы как можно дольше поддерживать заводской уровень влажности. Флюс никогда не должен подвергаться воздействию влаги, например дождя или снега.

Хранение
- Невскрытые упаковки с флюсом должны храниться в следующих условиях: температура 20°±10°C при минимально возможной относительной влажности, но не более 60%
- Флюсы не должны храниться более 3 лет (кроме упаковок BlockPac).
- Флюсы, поставляемые в упаковках BlockPac™ – алюминиевых упаковках по 25 кг или упаковках BigBag, а также в стальных ведрах по 25 кг, могут храниться в суровых климатических условиях, поскольку упаковка защищает флюс от проникновения влаги, пока она не вскрыта и не повреждена.
- Чтобы клиенты могли использовать флюсы без предварительной сушки, упаковка BigBag ESAB снабжена алюминиевым вкладышем, надежно защищающим флюс от влаги даже в суровых климатических условиях, например в экваториальных широтах.
- Флюсы в упаковках BlockPac имеют неограниченный срок годности при условии, что пленка не повреждена (при этом информация на этикетке может быть устаревшей из-за возможных изменений в классификациях или обновления стандартов на сварочные металлы).

Использование флюса
- При правильном обращении и хранении флюсы ESAB обычно можно использовать сразу из заводской упаковки.
- При сварке изделий для тяжелых или опасных условий эксплуатации, в соответствии с производственной технологической картой, или если флюс каким-то образом впитал влагу, рекомендуется повторная сушка флюса.

Прокалка
- Повторная сушка должна выполняться при следующих условиях: при температуре 300°±25°C в течение примерно 2–4 часов.
- Повторная сушка должна выполняться либо на оборудовании, обеспечивающим перемешивание флюса для облегчения испарения влаги, либо в печах с неглубокими поддонами при высоте слоя флюса не более 5 см.
- Если сварочные работы на автоматическом оборудовании с незащищенными флюсовыми бункерами будут останавливаться более чем на 8 часов, рекомендуется опорожнять систему подачи флюса и переместить остатки в сушильный шкаф или флюсовый бункер с подогревом и хранить при температуре 150°±25°C.
- Флюс, оставшийся в упаковке после ее вскрытия, также должен дальше храниться при температуре 150°±25°C.
- Если прокаленный флюс сразу не применяется, его необходимо хранить до момента использования при температуре 150°±25°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.

Заключение.

Несмотря на то, что в данном справочнике мы попытались охватить максимально возможное количество задач, с которыми приходиться сталкиваться в этой жизни, включить в него всю номенклатуру сварочных материалов, выпускаемых на заводах компаний ЭСАБ, доступных для Российского рынка, не представляется возможным. Если вы не смогли подобрать материал, наиболее полно отвечающий вашим требованиям, обратитесь в ближайший офис компании ЭСАБ или нашему официальному дистрибьютору. Возможно, интересующий вас сварочный материал не вошел в перечень продукции, представленный в данном каталоге.

Кроме того, компания ЭСАБ уделяет большое внимание тому, чтобы потребители не просто использовали в своей работе продукцию нашей компании, но и четко представляли все нюансы, с которыми им предстоит столкнуться при выполнении их задач. Вам смогут оказать квалифицированную всестороннюю поддержку наши сотрудники, отвечающие за определенные направления в промышленности. На сайте www.esab.ru вы сможете найти контакты наших региональных офисов, а также контакты официальных дистрибьюторов ЭСАБ.

Мировой лидер в оборудовании и технологиях по сварке и резке.

Компания ESAB работает на передовой линии в области технологий сварки и резки металла. Более чем 120-летний опыт и постоянное усовершенствование продукции и технологий позволяет нам идти в ногу с техническим прогрессом в каждом направлении, которым занимается компания ESAB.

Стандарты качества и экологические нормативы

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

С точки зрения ESAB качество – это непрерывно развивающийся процесс, который является сутью нашего производства в международном масштабе. Производственные мощности во многих странах мира, региональные офисы и широкая сеть дистрибьюторов гарантируют нашим клиентам высокое качество и экспертизу ESAB в области производства материалов и технологий.

ESAB®