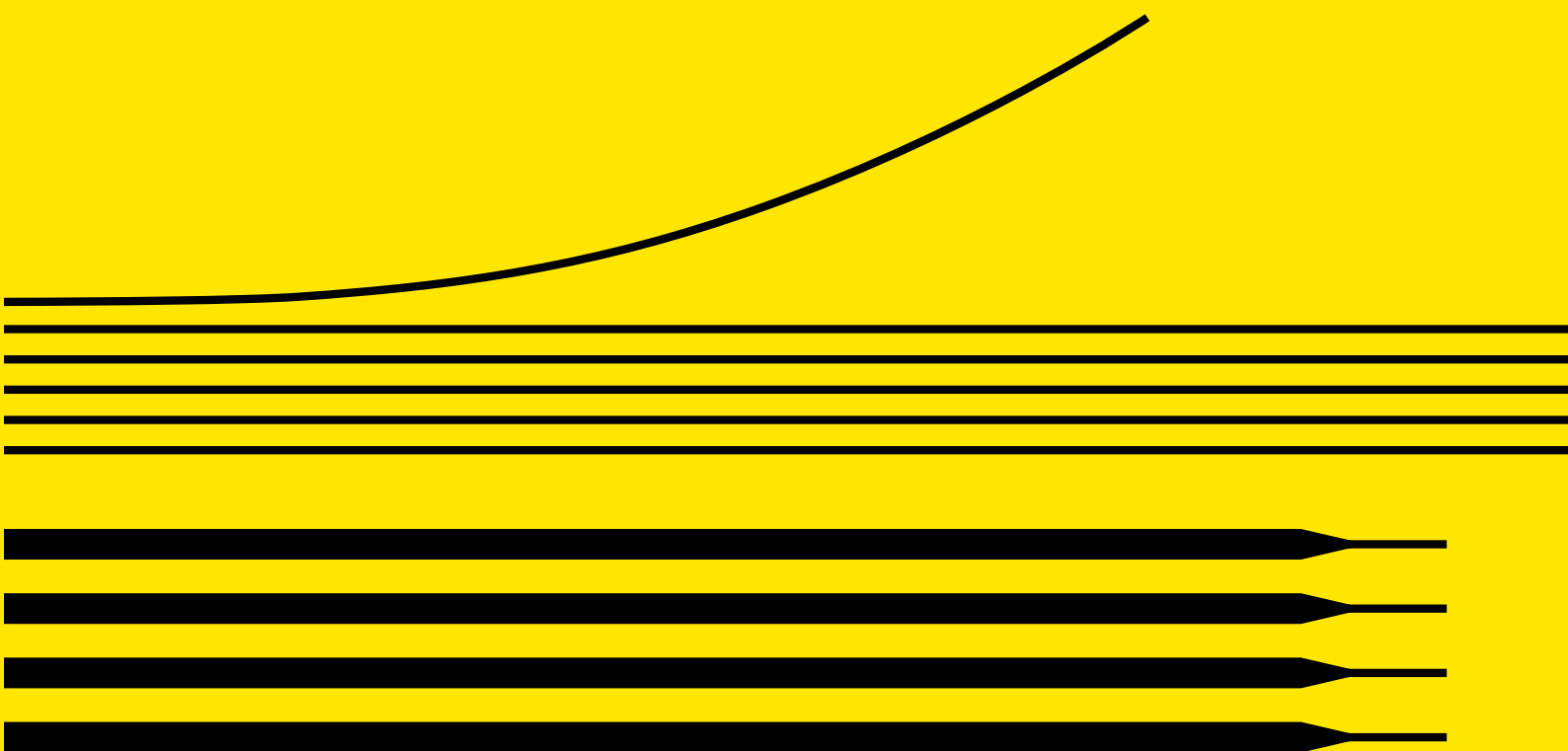




Импортозамещение

Каталог продукции

Сварочные материалы ESAB
российского производства



2016

Оглавление

| № гл. | Марка | Классификации | | | Стр. |
|------------|--|---|----------------------|---|------|
| | | ISO/ EN | AWS | ГОСТ / ОСТ | |
| | Введение | | | | 4 |
| 1 | Материалы легированные Mn-Si для сварки конструкционных углеродистых и низколегированных сталей. | | | | 6 |
| 1.1 | MMA Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей. | | | | 6 |
| | АНО-4С | EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 | AWS A5.1: E6013 | ГОСТ 9467: Э46 | 9 |
| | ОЗС-12 | EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 | AWS A5.1: E6013 | ГОСТ 9467: Э46 | 9 |
| | MP-3 | EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 | AWS A5.1: E6013 | ГОСТ 9467: Э46 | 10 |
| | OK 46.00 | EN ISO 2560-A: E 38 0 RC 1 1 | AWS A5.1: E6013 | ГОСТ 9467: Э46 | 10 |
| | УОНИИ 13/45 | EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 | | ГОСТ 9467: Э42А ОСТ5.9224-75 | 11 |
| | УОНИИ 13/45А | EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 | | ГОСТ5.9224-75 | 11 |
| | УОНИИ 13/55 | EN ISO 2560-A: E 42 3 B 2 2 H10 | AWS A5.5: E7015-G H8 | ГОСТ 9467: Э46А ОСТ5.9224-75 | 11 |
| | УОНИИ 13/55 (мостовые) | EN ISO 2560-A: E 42 3 B 2 2 H10 | | ГОСТ 9467: Э50А | 11 |
| | УОНИИ 13/55 (атомные) | EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 | | ГОСТ 9467: Э50А ОСТ 5.9224-75 | 12 |
| | УОНИИ 13/55P | EN ISO 2560-A: E 38 2 B 2 2 H10 | AWS A5.1: E7015 | ГОСТ 9467: Э50А | 12 |
| | МТГ-01К | EN ISO 2560-A: E 42 4 B 2 2 H10 | AWS A5.5: E7015-G H8 | ГОСТ 9467: Э50А | 12 |
| | МТГ-02 | EN ISO 2560-A: E 42 4 B 2 2 H10 | AWS A5.5: E7015-G H8 | ГОСТ 9467: Э50А | 13 |
| | ТМУ-21У | EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 | | ГОСТ 9467: Э50А | 13 |
| | ЦУ-5 | EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 | | ГОСТ 9467: Э50А | 13 |
| | OK 53.70 | EN ISO 2560-A: E 42 5 B 1 2 H5 | AWS A5.1: E7016-1 H8 | ГОСТ 9467: Э50А | 13 |
| 1.2 | MIG/MAG Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей. | | | | 14 |
| | Св-08Г2С | EN ISO 14341-B: G 49A 2 C1 S18 EN ISO 14341-B: G 49A 2 M21 S18 | | ГОСТ 2246: Св-08Г2С (О) | 16 |
| | OK Autrod 12.51 | EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1 | AWS A5.18: ER70S-6 | | 16 |
| 1.3 | SAW Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей. | | | | 17 |
| | OK Flux 10.71 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 21 |
| | OK Flux 10.74 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 22 |
| | OK Flux 10.77 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 23 |
| | OK Flux 10.81 | EN ISO 14174: S AAR 1 97 AC | | | 24 |
| 2 | Материалы низколегированные для сварки конструкционных низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных | | | | 25 |
| 2.1 | MMA Электроды для сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей. | | | | 25 |
| | МТГ-03 | EN ISO 2560-A: E 46 4 1NiMo B 2 2 H10 | AWS A5.5: E8015-G | ГОСТ 9467: Э55 | 25 |
| | OK 74.70 | EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5 | AWS A5.5: E8018-G H8 | ГОСТ 9467: Э60 | 25 |
| 2.2 | SAW Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей. | | | | 26 |
| | OK Flux 10.71 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 27 |
| | OK Flux 10.74 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 28 |
| | OK Flux 10.77 | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | | 29 |
| | OK Flux 10.81 | EN ISO 14174: S AAR 1 97 AC | | | 30 |
| 3 | Материалы низколегированные и легированные для сварки хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей. | | | | 30 |
| 3.1 | MMA Электроды для сварки хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей. | | | | 30 |
| | ЦЛ-39 | EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 | | ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ОСТ 24.948.01-90 | 32 |
| | ЦЛ-20 | EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 | | ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ ОСТ 24.948.01-90 | 32 |
| 3.2 | SAW Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей. | | | | 32 |
| | OK Flux 10.81 | EN ISO 14174: S AAR 1 97 AC | | | 33 |

Оглавление

| № гл. | Марка | Классификации | | | Стр. |
|--------------|--|------------------------------------|-----|---|------|
| | | ISO/ EN | AWS | ГОСТ / ОСТ | |
| 4 | Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей. | | | | 33 |
| 4.1 | ММА Электроды на основе высоколегированных сталей. | | | | 33 |
| 4.1.1 | Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей. | | | | 34 |
| | ЦЛ-11 | EN ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2 | | ГОСТ 10052-75: Э-08Х20Н9Г2Б | 34 |
| | ЦТ-15К | EN ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2 | | ГОСТ 10052-75: Э-08Х20Н9Г2Б ОСТ 24.948.01-90 | 34 |
| | ЭА 400/10У | | | ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф ОСТ5Р.9370-2011 | 35 |
| | ЭА 400/10Т | | | ГОСТ 10052-75: Э-07Х19Н11М3Г2Ф ОСТ5Р.9370-2011 | 35 |
| 4.1.2 | Электроды для сварки высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей. | | | | 35 |
| | ОЗЛ-6 | | | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75 | 35 |
| | ЗИО-8 | | | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011 | 36 |
| 4.1.3 | Электроды для сварки разнородных сталей, наплавки переходных слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью. | | | | 36 |
| | ОЗЛ-6 | | | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ 5.9224-75 | 36 |
| | ЗИО-8 | | | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011 | 36 |
| | ЭА-395/9 | EN ISO 3581-A: E Z 15 25 6 N B 2 2 | | ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2 ОСТБ5Р.9374-81 | 37 |
| 5 | ММА Электроды покрытые наплавочные | | | | 37 |
| 5.1 | Булат-1 | EN 14700: E ZFe2 | | | 39 |

Введение

Настоящий справочник является каталогом сварочных материалов, производимых различными заводами концерна ESAB, расположенных на территории России. В данном справочнике приведена информация о наличии одобрений на применение конкретного сварочного материала некоторыми сертифицирующими органами. Во-первых, это одобрения так называемой «большой пятеркой» в области судостроения, а также российские морской и речной регистры:

| | |
|------------|--|
| ABS | Американским бюро стандартизации в области судостроения «American Bureau of Standards» |
| BV | Французским бюро стандартизации в области судостроения «Bureau Veritas» |
| DnV | Норвежской компанией стандартизации в области судостроения «DetNorskVeritas» |
| GL | Немецким морским страховым объединением регистра Ллойда «Germanischer Lloyd» |
| LR | Британским морским страховым объединением регистра Ллойда «Lloyd's Register» |
| RS | Российским морским регистром |
| PPP | Российским речным регистром |







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

| | |
|----------------------|---|
| НАКС | Российским «Национальным Агентством по Контролю и Сварке». Выдает свидетельства на соответствие сварочных материалов требованиям РД 03-613-03, разрешающих их применение для сварки и ремонта горнодобывающего оборудования, газового оборудования, котельного оборудования, конструкций стальных мостов, металлургического оборудования, нефтегазодобывающего оборудования, оборудования для транспортировки опасных грузов, оборудования химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств, подъемно-транспортного оборудования и строительных конструкций |
| Газпром | Материалы допущены для сварки магистральных газопроводов и включены в реестр «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 «Трансстрой»-12-2007 или допущенные отдельными заключениями НИЦ «Мосты» для сварки конструкций стальных мостов (одновременно требуется аттестация НАКС на КСМ) |
| ГосАтомНадзор | Материалы, допущенные для атомной энергетики, прописанные в ПНАЭ Г-7-009-89, а завод-производитель имеет соответствующее разрешение на их изготовление |
| ВНИИЖТ | Материалы, допущенные для изготовления и ремонта подвижного ж/д состава |

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

Следует обратить внимание, что в настоящем справочнике приведены, как правило, только типичные механические свойства и химический состав наплавленного металла, характерные для данного сварочного материала. Полностью оценить тот диапазон свойств, который гарантируется каждым конкретным материалом, позволяет его классификация либо спецификация на него, которую Вы можете запросить в Вашем региональном представительстве компании ЭСАБ.

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

σ_T – предел текучести наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

σ_B – предел прочности наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

δ – относительное удлинение наплавленного металла при испытаниях на статическое растяжение

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

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

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

1.1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:
• ГОСТ 9467-75

| | | |
|---|---|---------------|
| Э | 1 | А |
| | | факультативно |

Э – электрод

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

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

Совокупность механических свойств и химического состава наплавленного металла

| Тип электрода | Механические свойства наплавленного металла при 20°C (не менее) | | | Содержание в наплавленном металле, % (не более) | |
|---------------|---|--|---|---|-------|
| | Предел прочности σ_b , кгс/мм ² (МПа) | Относительное удлинение δ_5 , % | Ударная вязкость КСУ, кгс·м/см ² (Дж/см ²) | S | P |
| Э38 | 38 (372) | 14 | 3 (29) | 0,040 | 0,045 |
| Э42 | 42 (412) | 18 | 8 (78) | 0,040 | 0,045 |
| Э42А | 42 (412) | 22 | 15 (147) | 0,030 | 0,035 |
| Э46 | 46 (451) | 18 | 8 (78) | 0,040 | 0,045 |
| Э46А | 46 (451) | 22 | 14 (137) | 0,030 | 0,035 |
| Э50 | 50 (490) | 16 | 7 (69) | 0,040 | 0,045 |
| Э50А | 50 (490) | 20 | 13 (127) | 0,030 | 0,035 |
| Э55 | 55 (539) | 20 | 12 (118) | 0,030 | 0,035 |
| Э60 | 60 (588) | 18 | 10 (98) | 0,030 | 0,035 |

• EN ISO 2560:2009

| | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---------------|---|---------------|---|---|---|
| EN ISO 2560-A | : | E | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | H | 7 |
| | | | | | факультативно | | факультативно | | | |

EN ISO 2560-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

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

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

H – диффузионно свободный водород

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

| Индекс | мл водорода на 100 г металла |
|-----------|------------------------------|
| 5 | $\leq 5,0$ |
| 10 | $\leq 10,0$ |
| 15 | $\leq 15,0$ |

• **SFA/AWS A5.1/A5.1M:2004**

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

AWS A5.1 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

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

Прочностные характеристики наплавленного металла

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

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

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

3 – индекс 1 на данной позиции указывает на то, что электрод обеспечивает повышенный порог хладноломкости для некоторых типов электродов согласно таб.3 стандарта AWS A5.1/5.1M.

| Тип | Температура °F (°C), при которой гарантируется работа удара KV не менее 20 фут-фунт-сила (не менее 27 Дж) |
|----------|---|
| E 7016-1 | -50°F (-46°C) |
| E 7018-1 | -50°F (-46°C) |
| E 7024-1 | 0°F (-18°C) |

H – диффузионно свободный водород

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

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

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

• **SFA/AWS A5.5/A5.5M:2006**

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

AWS A5.5 – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

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

Прочностные характеристики наплавленного металла

| Индекс | Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа) | Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа) |
|-----------|--|--|
| 70 | 70 000 (483) | 57 000 (393) |
| 80 | 80 000 (556) | 67 000 (462) |

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

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

3 – индекс, регламентирующий химический состав наплавленного металла согласно таб.2 стандарта AWS A5.5/5.5M.

H – диффузионно свободный водород

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

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

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

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|--|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| <p>АНО-4С</p> <p>Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, изготавливаемые в соответствии с ТУ 1272-139-55224353-2014, предназначенные для сварки изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с содержанием углерода до 0,25% во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокали: 150-180°C, 60 мин</p> | ГОСТ 9467: Э46 EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 3.0; 4.0; 5.0 мм | C 0,08 Mn 0,70 Si 0,15 P max 0,040 S max 0,040 | $\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 470$ МПа $\delta \geq 20\%$ KCV: ≥ 34 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 80 Дж/см ² при +20°C ≥ 34 Дж/см ² при -40°C |
| <p>ОЗС-12</p> <p>Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, изготавливаемые в соответствии с ТУ 1272-144-55224353-2014, предназначенные для сварки изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с содержанием углерода до 0,25% на постоянном токе любой полярности и переменном токе. Характеризуются великолепной отделяемостью шлака в сочетании с плавным переходом от наплавленного валика к основному металлу и гладкой поверхностью шва. Это позволяет рекомендовать данные электроды для сварки тавровых соединений с гарантированным получением вогнутых швов, когда к качеству формированию швов предъявляют повышенные требования при сварке в различных пространственных положениях. Электроды малого диаметра можно использовать для сварки от бытовых источников с пониженным напряжением холостого хода. Допускается сварка по окисленным поверхностям и на длинной дуге. Ток: ~ / = (+L) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 55В Режимы прокали: 180-200°C, 30 мин</p> | ГОСТ 9467: Э46 EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0 мм RS: 2 | C 0,08 Mn 0,60 Si 0,15 P max 0,040 S max 0,040 | $\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 480$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|---|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| <p>MP-3</p> <p>Тип покрытия – рутиловое Универсальные электроды, изготавливаемые в соответствии с ТУ 1272-126-55224353-2013, предназначенные для сварки ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 490 МПа во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск на постоянном токе любой полярности и переменном токе. Электроды позволяют выполнять сварку по увеличенным зазорам. В отличие от большинства рутиловых электродов, MP-3 рекомендуются для сварки на форсированных режимах, благодаря чему имеют повышенную производительность процесса. Сварку рекомендуется выполнять на короткой или средней длине дуги. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокали: 150-180°C, 60 мин</p> | ГОСТ 9467: Э46 EN ISO 2560-A: E 38 0 R 1 2 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 3.0; 4.0 мм RS: 2 | C 0,11 Mn 0,58 Si 0,17 P max 0,035 S max 0,030 | $\sigma_T \geq 380$ МПа $\sigma_B \geq 480$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при 0°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C |
| <p>ОК 46.00</p> <p>Тип покрытия – рутилово-целлюлозное Уникальный в своем классе электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-124-55224353-2013, обладающий великолепными сварочно-технологическими характеристиками, предназначенный для сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом текучести до 380 МПа во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности и переменном токе. Электрод отличается относительно слабой чувствительностью к ржавчине и другим поверхностным загрязнениям, 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, корневых проходов, прихваток и сварке с периодическими обрывами дуги. В отличие от большинства рутиловых электродов, благодаря возможности выполнять сварку в положении «вертикаль на спуск» в сочетании со значительно более низкими пороговыми значениями минимального тока, при котором стабильно горит дуга, ОК 46.00 позволяют выполнять сварку тонкостенных изделий, а также применять этот электрод для сварки деталей с гальваническим покрытием. Низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяет использовать эти электроды для сварки от бытовых источников. Ток: ~ / = (+L) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Напряжение холостого хода: 50В Режимы прокали: 70-90°C, 60 мин</p> | ГОСТ 9467: Э46 EN ISO 2560-A: E 38 0 RC 1 1 AWS A5.1: E6013 НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0; 5.0 мм ABS: 2 BV: 2 DNV: 2 GL: 2 LR: 2 RS: 2 PPP: 2 | C 0,08 Mn 0,40 Si 0,30 P max 0,030 S max 0,030 | σ_T 400 МПа σ_B 520 МПа δ 28% KCV: ≥ 137 Дж/см ² при +20°C 88 Дж/см ² при 0°C ≥ 35 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 110 Дж/см ² при +20°C ≥ 40 Дж/см ² при -40°C |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификация и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|--|---|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| УОНИИ 13/45 Тип покрытия – основное Электроды, изготавливаемые в соответствии с ТУ 1272-135-55224353-2014, предназначенные для сварки особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 470 МПа (К38-К48) и арматурных сталей класса А240 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода и соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75. Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинению дуги. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 350-400°С, 2 часа | ГОСТ 9467: Э46А Э42А EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 ОСТ5.9224-75 НАКС: Ø 3.0; 4.0; 5.0 мм | C max 0,12 Mn 0,50 Si 0,25 P max 0,025 S max 0,025 | σ_T 355 МПа $\sigma_B \geq 450$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°С KCU: ≥ 150 Дж/см ² при +20°С ≥ 80 Дж/см ² при -40°С |
| УОНИИ 13/45А Тип покрытия – основное Электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-172-55224353-2015, предназначенные для сварки судостроительных конструкций из сталей марок 09Г2, МС-1, 10Г2С1Д-35, 10ХСНД, 10Г2С1Д-40, 20Л, 25Л и др. с углеродистыми сталями марок Ст3, БСт3, С, Ст-4, поковок из стали 08ГДН, 08ГДНФ и сварки монтажных стыков при блочной постройке корпуса из углеродистых сталей. Электроды соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75 Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 350-400°С, 2 часа | ГОСТ 9467: Э46А EN ISO 2560-A: E 35 2 B 2 2 H10 ОСТ5.9224-75 RS: 2H10 | C max 0,11 Mn 0,55 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025 | σ_T 355 МПа $\sigma_B \geq 450$ МПа $\delta \geq 26\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°С KCU: ≥ 160 Дж/см ² при +20°С ≥ 80 Дж/см ² при -40°С |
| УОНИИ 13/55 Тип покрытия – основное Электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-125-55224353-2013, предназначенные для сварки особо ответственных изделий из конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при пониженных температурах и знакопеременных нагрузках. Наплавленный металл характеризуется высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Электроды склонны к образованию пор при сварке по окисленным поверхностям и удлинению дуги. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 350-400°С, 2 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 42 3 B 2 2 H10 AWS A5.5: E7015-G НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0; 5.0 мм НИЦ «Мосты» | C 0,07 Mn 1,35 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 540$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -30°С KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°С ≥ 80 Дж/см ² при -40°С ≥ 50 Дж/см ² при -60°С |
| УОНИИ 13/55 (мостовые) Тип покрытия – основное Аналогичные электроды, но изготовленные несколько по другой формуле в соответствии с ТУ 1272-148-55224353-2015, рассчитанные на сварку на более форсированных токах без опасения получения в наплавленном металле кристаллизационных трещин, что особенно актуально при использовании технологии сварки на медной подкладке при монтаже мостовых конструкций. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 350-400°С, 2 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 42 3 B 2 2 H10 AWS A5.5: E7015-G НАКС: Ø 3.0; 4.0; 5.0 мм НИЦ «Мосты» | C 0,07 Mn 1,35 Si 0,50 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -30°С KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°С ≥ 80 Дж/см ² при -40°С ≥ 50 Дж/см ² при -60°С |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|--|--|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| УОНИИ 13/55 (атомные) Тип покрытия – основное Аналогичные электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-149-55224353-2015, предназначены для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа, и выпускаемые в соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области использования атомной энергии ПНАЭ Г-7-009-89. Электроды соответствуют требованиям высшей категории качества по ОСТ5.9224-75 Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 350-400°C, 2 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10 ОСТ 5.9224-75 ГосАтомНадзор | C max 0,11 Mn 0,95 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C |
| УОНИИ 13/55P Тип покрытия – основное Электроды, предназначенные для сварки особо ответственных конструкций из сталей типа А, В, D, Е, А32, D32, Е32, А36, D36, Е36, изготавливаемых по ГОСТ 5521 во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, а также поворотных и неповоротных стыков магистральных трубопроводов. Электроды можно применять для корневых проходов труб класса прочности до API 5LX70 (K60), заполняющих и облицовочных проходов труб класса прочности до API 5LX60 (K54). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 350-400°C, 2 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 38 2 В 2 2 Н10 AWS A5.1: E7015 НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0; 5.0 мм Газпром GL: 3УН10 LR: 3УН10 RS: 3УНН | C max 0,11 Mn 0,95 Si 0,30 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B \geq 510$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 75 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |
| МТГ-01К Тип покрытия – основное Электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-133-55224353-2013, 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 589 МПа включительно. Электроды диаметром 3,0 мм предназначены 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) и арматурных сталей класса А240 и А300. Сварка выполняется на постоянном токе, как прямой, так и обратной полярности. Ток: = (+/-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 360-400°C, 60 мин | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 42 4 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G H8 НАКС: Ø 2.5; 3.0 мм Газпром НИЦ «Мосты» | C 0,06 Mn 1,30 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 26\%$ KCV: ≥ 120 Дж/см ² при +20°C ≥ 59 Дж/см ² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|---|---|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| МТГ-02 Тип покрытия – основное Electrodes, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-134-55224353-2013, предназначенные для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300. Применяются преимущественно для заполняющих и облицовочного слоёв швов поворотных и неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъём из низкоуглеродистых, низколегированных сталей, а также других ответственных конструкций. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 42 4 В 2 2 Н10 AWS A5.5: E7015-G H8 НАКС: Ø 4.0 мм Газпром НИЦ «Мосты» | C 0,06 Mn 1,30 Si 0,35 Mo 0,25 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 530$ МПа $\delta \geq 26\%$ KCV: ≥ 120 Дж/см ² при +20°C ≥ 59 Дж/см ² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |
| ТМУ-21У Тип покрытия – основное Electrodes, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-169-55224353-2015, предназначенные для сварки 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 класса А240. 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 Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин | ГОСТ 9467: Э50А ISO 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10 ГосАтомНадзор | C 0,09 Mn 0,80 Si 0,25 P max 0,035 S max 0,030 | $\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C |
| ЦУ-5 Тип покрытия – основное Electrodes, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-147-55224353-2014. Основное назначение – сварка элементов поверхностей нагрева котлоагрегатов, а также корневых швов стыков трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей перлитного класса с пределом прочности до 470 МПа (К38-К48). Они также нашли широкое применение для приварки трубок теплообменников к трубным решеткам с температурой эксплуатации до 400°C, в условиях крайне ограниченного доступа к зоне сварки. Electrodes выпускаются только диаметром 2,5 мм. Сварка выполняется без предварительного подогрева и последующей термообработки на короткой дуге. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 360-400°C, 2-2,5 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 35 2 В 2 2 Н10 ГосАтомНадзор НАКС: Ø 2.5 мм | C 0,10 Mn 1,30 Si 0,35 P max 0,025 S max 0,025 | $\sigma_T \geq 355$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 137 Дж/см ² при +20°C ≥ 43 Дж/см ² при -40°C |
| ОК 53.70 Тип покрытия – основное Electrodes, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-014-55224353-2005 с низким содержанием водорода, предназначенные для односторонней сварки трубопроводов и конструкций общего назначения из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с пределом прочности до 540 МПа и арматурных сталей класса А240 и А300. 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. Рекомендуется для сварки заполняющих и облицовочных проходов стыков труб классом прочности до API 5LX56 и корневых проходов классом прочности до API 5LX70. Ток: ~ / = (+L) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 60В Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа | ГОСТ 9467: Э50А EN ISO 2560-A: E 42 5 В 1 2 Н5 AWS A5.1: E7016-1 H8 НАКС: Ø 2.5; 3.2; 4.0 мм Газпром Транснефть RS: 4УН5 | C 0,06 Mn 1,20 Si 0,50 P max 0,015 S max 0,015 | $\sigma_T \geq 420$ МПа $\sigma_B \geq 520$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 106 Дж/см ² при -20°C ≥ 59 Дж/см ² при -50°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 80 Дж/см ² при -40°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |

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

Классификации проволоки и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

• EN ISO 14341:2011

| | | | | | | | |
|-----------------------|---|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|
| EN ISO 14341-A | : | G | 1 | 2 | 3 | Z | 4 |
| | | | | | | факультативно | |

EN ISO 14341-A – стандарт, согласно которому производится классификация

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

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

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

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

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

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

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

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

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

| | | | | | | | |
|----|---|-------------------------------|-------------------------------|--------|---|-------------------------------|--------------------|
| M3 | 1 | $25 \leq \text{CO}_2 \leq 50$ | - | основа | - | - | - |
| | 2 | - | $10 \leq \text{O}_2 \leq 15$ | основа | - | - | - |
| | 3 | $25 \leq \text{CO}_2 \leq 50$ | $2 \leq \text{O}_2 \leq 10$ | основа | - | - | - |
| | 4 | $5 \leq \text{CO}_2 \leq 25$ | $10 \leq \text{O}_2 \leq 15$ | основа | - | - | - |
| | 5 | $25 \leq \text{CO}_2 \leq 50$ | $10 \leq \text{O}_2 \leq 15$ | основа | - | - | - |
| C | 1 | $\text{CO}_2 = 100$ | - | - | - | - | - |
| | 2 | основа | $0,5 \leq \text{O}_2 \leq 30$ | - | - | - | - |
| R | 1 | - | - | основа | - | $0,5 \leq \text{H}_2 \leq 15$ | - |
| | 2 | - | - | основа | - | $15 \leq \text{H}_2 \leq 50$ | - |
| N | 1 | - | - | - | - | - | $\text{N}_2 = 100$ |

Z – химический состав проволоки не совсем точно вписывается в требования таблицы 3A стандарта ISO 14341

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

EN ISO 14341-B : **G** **1** **2** **3** **4** **5**

EN ISO 14341-B – стандарт, согласно которому производится классификация

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

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

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

| Индекс | Минимальное значение предела текучести, МПа | Диапазон значений предела прочности, МПа | Минимальные значения относительного удлинения, % |
|-----------|---|--|--|
| 43 | 330 | 430...600 | 20 |
| 49 | 390 | 490...670 | 18 |
| 55 | 460 | 550...740 | 17 |
| 57 | 490 | 570...770 | 17 |

2 – индекс, определяющий состояние наплавленного металла:

A – непосредственно после сварки

P – после термообработки наплавленного образца по режиму $620^\circ\text{C} \pm 15^\circ\text{C}$ в течение 1 часа +15 мин

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

Значений температур, при которых гарантируется работа удара KV не менее 27 Дж

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

4 – индекс, определяющий состав защитного газа и имеющий обозначение идентичное классификации принятой стандартом ISO 14175:2008 «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов» (та же, что и для ISO 14341-A)

5 – индекс, определяющий химический состав проволоки в соответствии с таблицей 3B стандарта ISO 14341

• SFA/AWS A5.18/A5.18M:2005

AWS A5.18 : **ER** **1** **S** - **2**

AWS A5.18 – стандарт, согласно которому производится классификация

ER – плавящаяся присадочная проволока или присадочный пруток

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.3 стандарта AWS

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

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

S – регламентируется химический состав проволоки

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

| Марка, описание | Классификации и одобрения | Химический состав проволоки, % | Защитный газ | Типичные механические свойства наплавленного металла |
|---|--|---|--------------------------------------|---|
| Св-08Г2С Классическая омедненная сварочная проволока, выпускаемая в соответствии с ТУ 1227-170-55224353-2015, полностью отвечающая требованиям ГОСТ 2246. Однако, поставляемый по гораздо более жестким техническим условиям подкат и тщательный контроль за технологическим процессом ее изготовления, гарантируют потребителю значительно более высокие сварочно-технологические характеристики и стабильные механические свойства наплавленного металла. Снижение верхнего порога по Mn позволяет применять эту проволоку для сварки не только в чистой углекислоте, но и в аргоновой смеси M21 без опасения перелегирования наплавленного металла данным элементом, и, как следствие, сохранения высоких пластических свойств шва при отрицательных температурах. При этом у нас регламентируется не только химический состав проволоки, но и минимально гарантированные механические свойства наплавленного металла, что для сварки нелегированных и низколегированных сталей является гораздо более актуальным. Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм | ГОСТ 2246-70: Св-08Г2С - О EN ISO 14341-B: G 49A 2 C1 S18 EN ISO 14341-B: G 49A 2 M21 S18 | C 0,05-0,11 Mn 1,80-1,90 Si 0,70-0,95 P max 0,030 S max 0,025 | C1 (100% CO ₂) | $\sigma_T \geq 390$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 20\%$ KCV: ≥ 43 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 43 Дж/см ² при -60°C |
| | НАКС: Ø 0.8; 1.0; 1.2; 1.6 мм | | M21 (80%Ar + 20%CO ₂) | $\sigma_T \geq 400$ МПа $\sigma_B 510-670$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -20°C KCU: ≥ 43 Дж/см ² при -60°C |
| OK Autrod 12.51 Традиционная универсальная омедненная сварочная проволока, выпускаемая в соответствии с ТУ 1227-005-55224353-2004, предназначенная для сварки изделий из конструкционных нелегированных и низколегированных сталей с пределом текучести до 420 МПа, эксплуатирующихся при знакопеременных нагрузках и низких температурах. Высококачественное омеднение, рядная намотка на катушки, стабильный диаметр по всей длине в сочетании с низким содержанием вредных примесей, таких как S и P, обеспечивают стабильное горение проволоки с минимальным разбрызгиванием и высокое качество наплавленного металла. Проволока нашла широкое применение в судостроении, сварке металлоконструкций, машиностроении и многих других отраслях промышленности. Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм | EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1 AWS A5.18: ER70S-6 | C 0,06-0,14 Mn 1,40-1,60 Si 0,80-1,00 P max 0,025 S max 0,025 | C1 (100% CO ₂) | $\sigma_T 440$ МПа $\sigma_B 540$ МПа $\delta 25\%$ KCV: 138 Дж/см ² при +20°C ≥ 59 Дж/см ² при -30°C KCU: ≥ 29 Дж/см ² при -60°C |
| | | | M21 (80%Ar + 20%CO ₂) | $\sigma_T 470$ МПа $\sigma_B 560$ МПа $\delta 26\%$ KCV: 163 Дж/см ² при +20°C 113 Дж/см ² при -20°C ≥ 59 Дж/см ² при -40°C KCU: ≥ 34 Дж/см ² при -60°C |

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

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

• EN ISO 14174:2012

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

ISO 14174 – стандарт, согласно которому производится классификация

1 – индекс, определяющий способ сварки/наплавки

S – дуговая сварка/наплавка под флюсом

ES – электрошлаковая сварка/наплавка под флюсом

2 – индекс, определяющий способ изготовления флюса

F – плавный

A – агломерированный (керамический)

M – смешанный

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

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

4 – индекс, определяющий назначение флюса

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

5 – индексы, определяющие степени выгорания/легирования из флюса различных элементов

Для флюсов 1-й группы в соответствии с таб. 2 стандарта ISO 14174 (задействованы индексы а-кремний и b-марганец):

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

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

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

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

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

6 – индекс, определяющий род тока

AC – флюс предназначен для сварки на переменном и постоянном токе

DC – флюс предназначен для сварки на постоянном токе

H – диффузионно свободный водород

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

| Индекс | мл водорода на 100 г металла |
|--------|------------------------------|
| 2 | ≤2,0 |
| 4 | ≤4,0 |
| 5 | ≤5,0 |
| 10 | ≤10,0 |

Классификации проволок и наплавленного металла в соответствии со стандартом:
• EN ISO 14171:2010

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

EN ISO 14171-A – стандарт, согласно которому производится классификация

S – комбинация проволока + флюс для дуговой сварки под флюсом

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

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

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

Прочностные характеристики сварного соединения при двухпроходной сварке

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

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

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

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

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

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

H – диффузионно свободный водород

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

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

• SFA/AWS A5.17/A5.17M:1997

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

AWS A5.17 – стандарт, согласно которому производится классификация

F – флюс для дуговой сварки

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

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

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

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

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

A – непосредственно после сварки

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

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

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

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

E – проволока электродная

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

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

H – диффузионно свободный водород

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

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

| OK Flux 10.71 | Классификация флюса | Индекс основности | Насыпная плотность | Гран. состав | |
|---|---|-------------------------|---|--|--|
| <p>Агломерированный основной флюс многоцелевого назначения, выпускаемый в соответствии с ТУ 5929-2011-53304740-2007, с превосходными сварочно-технологическими характеристиками. Он предназначен для выполнения одно- и многопроходных сварных швов на листах любой толщины. Флюс может использоваться в комбинации с различными проволоками, как сплошного сечения, так и порошковыми, а потому пригоден для сварки большинства категорий нелегированных и низколегированных сталей. Получаемый наплавленный металл содержит менее 5 мл водорода на 100 г металла. OK Flux 10.71 сочетает в себе хорошие пластические свойства наплавленного металла с превосходными сварочно-технологическими свойствами. 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. Он 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 10.71 является одним из наиболее часто используемых флюсов. Его можно применять для сварки конструкционных сталей стойких к атмосферной коррозии, например, при строительстве мостов. Данный флюс применяется для сварки сосудов работающих под давлением, поскольку он может быть использован с различными сталями, включая стали для изготовления конструкций, эксплуатируемых в условиях низких температур. Его применение сокращает номенклатуру флюсов, которые заказчику необходимо иметь на складе. Другой областью применения является судостроение при соответствующих одобрениях или сварка магистральных трубопроводов из сталей класса прочности до X80.</p> <p>Al₂O₃+MnO 35% CaF₂ 15% CaO+MgO 25% SiO₂+TiO₂ 20% Режимы прокали: 275-325°C, 2-4 часа Одобрения флюса: НАКС, НИЦ «Мосты», ВНИИГаз, Транснефть</p> | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | 1,5 | 1,2 | 0,2 – 1,6 | |
| | Тип флюса | Ток и полярность | Легирование | | |
| | Алюминатно-основный | AC, DC+ | Si – слабо легирующий Mn – умеренно легирующий | | |
| | Расход флюса (кг флюса/кг проволоки) | | | | |
| | Напря- жение | DC+ | AC | Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30В, 60 см/мин | |
| 26 | 0,7 | 0,6 | | | |
| 30 | 1,0 | 0,9 | | | |
| 34 | 1,3 | 1,2 | | | |
| 38 | 1,6 | 1,4 | | | |

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71/проволока

Классификации:

| Марка проволоки | Проволока | | Наплавленный металл | | | |
|-----------------|----------------|------------|---------------------|------------|------------|--|
| | EN ISO 14171-A | AWS A 5.17 | EN ISO 14171-A | AWS A 5.17 | | |
| OK Autrod 12.10 | S1 | EL12 | S 35 4 AB S1 H5 | F6A4-EL12 | F6P5-EL12 | |
| OK Autrod 12.20 | S2 | EM12 | S 38 4 AB S2 H5 | F7A4-EM12 | F6P4-EM12 | |
| OK Autrod 12.22 | S2Si | EM12K | S 38 4 AB S2Si H5 | F7A5-EM12K | F6P5-EM12K | |
| OK Autrod 12.32 | S3Si | EH12K | S 46 4 AB S3Si H5 | F7A5-EH12K | F7P5-EH12K | |

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|---------------------|------------|-------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | НИЦ «Мосты» | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 12.10 | | | | | 3M | 3M | III M | 3M | 3M | 3M |
| OK Autrod 12.20 | 3.0; 4.0 | | | | 3M, 3YM | 3YM | III YM | 3YM | 3M, 3YM | 3YM |
| OK Autrod 12.22 | 2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0 | ✓ | | | 4Y400M | 4Y40M | IV Y40M | 4Y40M | 4Y40M | 4Y40M |
| OK Autrod 12.32 | 2.0; 3.0; 4.0; 5.0 | | | ✓ | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | Механические свойства | | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|-----------------------|----------------------|-------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | σ _r [МПа] | σ _b [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 12.10 | 0,04 | 0,30 | 1,00 | 375 | 470 | 30 | 0 | 188 |
| | | | | | | | -20 | 150 |
| | | | | | | | -40 | 88 |
| OK Autrod 12.20 | 0,05 | 0,30 | 1,35 | 410 | 510 | 29 | +20 | 188 |
| | | | | | | | -20 | 144 |
| | | | | | | | -40 | 88 |
| OK Autrod 12.22 | 0,05 | 0,50 | 1,40 | 425 | 520 | 29 | 0 | 175 |
| | | | | | | | -40 | 75 |
| | | | | | | | -46 | 50 |
| OK Autrod 12.32 | 0,09 | 0,50 | 2,00 | 480 | 580 | 28 | +20 | 188 |
| | | | | | | | -20 | 119 |
| | | | | | | | -40 | 81 |
| | | | | | | | -46 | 50 |

| OK Flux 10.74 | Классификация флюса | | Индекс основности | Насыпная плотность | Гран. состав | | | | | |
|---|--|---------------------|-------------------|--|---|----------------------|--------|---------------------------|----|----|
| <p>Агломерированный основной флюс, выпускаемый в соответствии с ТУ 5929-204-53304740-2007, 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 менее 5 мл водорода на 100 г металла. Низкое усиление без пиков означает снижение себестоимости при нанесении изоляционного покрытия на трубы, поскольку позволяет уменьшить его толщину. Комбинируя различными марками проволок, каждая из которых подается в свою сварочную головку, OK Flux 10.74 можно применяется 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.</p> <p>Типичный химический состав флюса:</p> <p>Al₂O₃+MnO 30% CaF₂ 15% CaO+MgO 25% SiO₂+TiO₂ 25%</p> <p>Режимы прокали: 275-325°C, 2-4 часа Одобрения флюса: НАКС</p> | EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | | 1,4 | 1,2 | 0,2 – 1,6 | | | | | |
| | Тип флюса | | Ток и полярность | | Легирующие | | | | | |
| | Алюминатно-основный | | AC, DC+ | | Si – слабо легирующий Mn – умеренно легирующий | | | | | |
| | Расход флюса (кг флюса/кг проволоки) | | | перенос %Si из флюса | | перенос %Mn из флюса | | | | |
| | 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+, 30В, 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 | | | | | | |
| OK Autrod 12.20 | S2 | EM12 | S 42 4 AB S2 H5 | F7A6-EM12 | F6P6-EM12 | | | | | |
| OK Autrod 12.22 | S2Si | EM12K | S 42 4 AB S2Si H5 | F7A6-EM12K | F6P6-EM12K | | | | | |
| Одобрения проволок или наплавленного металла: | | | | | | | | | | |
| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | | |
| | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | НИЦ «Мосты» | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 12.20 | 3.0; 4.0 | | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.22 | 2.0; 2.5; 3.0; 3.2; 4.0; 5.0 | | | | | | | | | |
| Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО): | | | | | | | | | | |
| Марка проволоки | Химический состав | | | Механические свойства | | | | | | |
| | C | Si | Mn | σ _т [МПа] | σ _в [МПа] | δ [%] | Т [°С] | KCV [Дж/см ²] | | |
| OK Autrod 12.20 | 0,07 | 0,30 | 1,50 | 440 | 540 | 30 | -20 | 138 | | |
| | | | | | | | -40 | 75 | | |
| | | | | | | | -51 | 50 | | |
| OK Autrod 12.22 | 0,07 | 0,50 | 1,50 | 440 | 540 | 30 | -20 | 138 | | |
| | | | | | | | -40 | 69 | | |
| | | | | | | | -51 | 44 | | |

| | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---|---|--|
| OK Flux 10.77 Агломерированный основной флюс, выпускаемый в соответствии с ТУ 5929-174 -55224353-2016, разработанный в первую очередь, для многодуговой сварки при производстве спиральношовных труб. 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. Он может использоваться для одноступенчатой, тандемной и трехдуговой сварки. Флюс также применим для сварки продольношовных труб с небольшой толщиной стенок. OK Flux 10.77 формирует сварные швы с невысоким усилением, плавным переходом от основного металла к шву и его гладкой поверхностью даже при высоких скоростях сварки. Низкое усиление шва означает снижение себестоимости при нанесении изоляционного покрытия на трубы, поскольку позволяет уменьшить его толщину. Обычно применяется для сварки трубных сталей класса прочности до Х60. Типичный химический состав флюса: Al ₂ O ₃ +MnO 35% CaF ₂ 15% CaO+MgO 20% SiO ₂ +TiO ₂ 25% Режимы прокали: 275-325°C, 2-4 часа Одобрения флюса: нет | Классификация флюса EN ISO 14174: S AAB 1 67 AC H5 | Индекс основности 1,3 | Насыпная плотность 1,2 | Гран. состав 0,2 – 1,6 | |
| | Тип флюса Аллюминатно-основный | Ток и полярность AC, DC+ | Легирование Si – слабо легирующий Mn – умеренно легирующий | | |
| | Расход флюса (кг флюса/кг проволоки) | | | | |
| | Напряжение | DC+ | AC | Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30В, 60 см/мин | |
| | 26 | 0,7 | 0,6 | | |
| | 30 | 1,0 | 0,9 | | |
| 34 | 1,3 | 1,2 | | | |
| 38 | 1,6 | 1,4 | | | |

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 | |
| OK Autrod 12.20 | S2 | EM12 | S 38 4 AB S2 H5 | F7A4-EM12 | F6P4-EM12 |
| OK Autrod 12.22 | S2Si | EM12K | S 38 4 AB S2Si H5 | F7A5-EM12K | F6P5-EM12K |

Одобрения проволок или наплавленного металла:

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

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | Механические свойства | | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|-----------------------|----------------------|-------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | σ _T [МПа] | σ _B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 12.20 | 0,06 | 0,30 | 1,40 | 420 | 500 | 28 | -20 | 100 |
| | | | | | | | -30 | 81 |
| | | | | | | | -40 | 69 |
| OK Autrod 12.22 | 0,07 | 0,40 | 1,40 | 420 | 520 | 26 | -20 | 163 |
| | | | | | | | -40 | 100 |
| | | | | | | | -46 | 63 |

| OK Flux 10.81 | Классификация флюса | Индекс основности | Насыпная плотность | Гран. состав |
|---|----------------------------|-------------------|--|--------------|
| <p>Агломерированный кислый флюс, выпускаемый в соответствии с ТУ 5929-066-55224353-2009, 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 в сочетании с нелегированными и низколегированными проволоками для сварки конструкционных сталей перлитного класса, а также с низколегированными хромомолибденовыми проволоками малого диаметра для сварки теплообменных панелей из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей перлитного класса. Применяется для одно- и двухдуговой сварки и сварки расщепленной дугой. Флюс одинаково хорошо работает как на постоянном, так и на переменном токе, а значительное легирование наплавленного металла Si делает его особенно пригодным для высокоскоростной сварки. Кроме стандартной грануляции, специально для сварки теплообменных панелей, данный флюс выпускается с мелкой грануляцией (с повышенным содержанием фракции близкой к нижней границе размера гранул), что позволяет избежать образования мелких свищей при сварке на предельно малых токах при высоких скоростях сварки. Благодаря своим хорошим сварочно-технологическим свойствам OK Flux 10.81 часто используется для производства сосудов работающих под давлением и спиральношовных водяных труб. Превосходное смачивание боковых стенок придает швам профиль предпочтительный для работы при динамических нагрузках, что нашло свое применение в строительстве, изготовлении балок, автомобилестроении и особенно при приварке труб к ребрам при производстве теплообменных панелей. Поскольку трубы являются тонкостенными и находятся под давлением, то подрезы являются недопустимым дефектом. 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. Великолепный внешний вид сварных швов, превосходная отделяемость шлака и высокая скорость сварки – это лишь несколько преимуществ, которые предлагает OK Flux 10.81.</p> <p>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: нет</p> | EN ISO 14174: SAAR 1 97 AC | 0,6 | 1,2 | 0,2 – 1,6 |
| | Тип флюса | Ток и полярность | Легирование | |
| | Алюминатно-основный | 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 | | |
| | | | | |
| Проволока, Ø 4,0 мм, DC+, 30В, 60 см/мин | | | | |

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока

Классификации:

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

Одобрения проволок или наплавленного металла:

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

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | Механические свойства | | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 12.10 | 0,06 | 0,80 | 1,20 | 450 | 540 | 25 | +20 | 63 |
| | | | | | | | 0 | 38 |
| OK Autrod 12.20 | 0,07 | 0,80 | 1,50 | 510 | 610 | 25 | +20 | 100 |
| | | | | | | | 0 | 75 |
| | | | | | | | -18 | 50 |
| OK Autrod 12.22 | 0,07 | 0,90 | 1,50 | 530 | 610 | 24 | +20 | 75 |

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

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

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

• ГОСТ 9467-75

Классификацию см. в разделе 1.1. «Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 6

• EN ISO 2560:2009

Классификацию см. в разделе 1.1. «Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 6

• SFA/AWS A5.5/A5.5M:2006

Классификацию см. в разделе 1.1. «Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 6

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|--|---|---|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| МТГ-03 Тип покрытия – основное Электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-138-55224353-2014, предназначены преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв поворотных и неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности K55-K60 (API 5L X60-X70), а также других ответственных конструкций нормативным пределом прочности от 540 до 590 МПа. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 360-400°C, 60 мин | ГОСТ 9467: Э55 EN ISO 2560-A: E 46 4 1NiMo B 2 2 H10 AWS A5.5: E8015-G НАКС: Ø 3.0; 4.0 мм Газпром | 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 | $\sigma_T \geq 460$ МПа $\sigma_B \geq 540$ МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: ≥ 120 Дж/см ² при +20°C ≥ 59 Дж/см ² при -40°C KCU: ≥ 130 Дж/см ² при +20°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |
| ОК 74.70 Тип покрытия – основное Электроды, выпускаемые в соответствии с ТУ 1272-015-55224353-2005, предназначены преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности K55...K60 по ГОСТ 20295-85 и по API классов 5LX60, 5L65 и 5LX70, а также других ответственных конструкций нормативным с пределом прочности от 540 до 640 МПа. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа | ГОСТ 9467: Э60 EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5 AWS A5.5: E8018-G H8 НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм Газпром Транснефть | C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015 | $\sigma_T \geq 505$ МПа $\sigma_B \geq 588$ МПа $\delta \geq 19\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при -40°C ≥ 35 Дж/см ² при -50°C KCU: ≥ 120 Дж/см ² при +20°C ≥ 94 Дж/см ² при -40°C ≥ 50 Дж/см ² при -60°C |

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

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

• EN ISO 14174:2012

Классификацию см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Классификации проволок и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

• EN ISO 14171:2010

Классификацию см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

• SFA/AWS A5.23/A5.23M:1997

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

AWS A5.23 – стандарт, согласно которому производится классификация

F – флюс для дуговой сварки

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

1 – индекс, определяющий прочностные свойства наплавленного металла согласно таб.6U стандарта AWS A5.23/5.23M

Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

| Индекс | Минимальное значение предела прочности, фунт/дюйм ² (МПа) | Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм ² (МПа) | Минимальные значения относительного удлинения, % |
|-----------|--|--|--|
| 7 | 70 000 (483) | 58 000 (400) | 22 |
| 8 | 80 000 (556) | 68 000 (469) | 20 |
| 9 | 90 000 (621) | 78 000 (537) | 17 |
| 10 | 100 000 (689) | 88 000 (606) | 16 |
| 11 | 110 000 (758) | 98 000 (676) | 15 |
| 12 | 120 000 (827) | 108 000 (744) | 14 |

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

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

A – непосредственно после сварки

P – после термообработки наплавленного образца по режимам, указанным в таб. 5 стандарта AWS A5.23/5.23M

3 – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб. 7U стандарта AWS A5.23/5.23M

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

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

Е – проволока электродная

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

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

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

N – проволока соответствует требованиям атомной энергетики

R – проволока соответствует требованиям по стойкости к высокотемпературному охрупчиванию

6 – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.2 стандарта AWS A5.23/5.23M.

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

N – наплавленный металл соответствует требованиям атомной энергетики

R – наплавленный металл соответствует требованиям по стойкости к высокотемпературному охрупчиванию

H – диффузионно свободный водород

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

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

OK Flux 10.71

Одобрения флюса: НАКС, Газпром, Транснефть, НИЦ «Мосты»

Описание флюса см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.71/проволока

Классификации:

| Марка проволоки | Проволока | | Наплавленный металл | | |
|-----------------|----------------|------------|-------------------------|---------------|---------------|
| | EN ISO 14171-A | AWS A 5.23 | EN ISO 14171-A | AWS A 5.23 | |
| OK Autrod 13.36 | S2Ni1Cu | EG | S 46 3 AB S2Ni1Cu H5 | F8A2-EG-G | - |
| OK Autrod 12.24 | S2Mo | EA2 | S 46 2 AB S2Mo H5 | F8A2-EA2-A4 | F7P0-EA2-A4 |
| OK Autrod 13.27 | S2Ni2 | ENi2 | S 46 5 AB S2Ni2 H5 | F8A6-ENi2-Ni2 | F7P6-ENi2-Ni2 |
| OK Autrod 12.34 | S3Mo | EA4 | S 50 3 AB S3Mo H5 | F8A4-EA4-A3 | F8P2-EA4-A3 |
| OK Autrod 13.24 | S3Ni1Mo0,2 | ENi6 | S 50 4 AB S3Ni1Mo0,2 H5 | F8A5-EG- Ni6 | F8P4-EG- Ni6 |
| OK Autrod 13.64 | S2MoTiB | EA2TiB | S 4T 4 AB S2MoTiB H5 | F8TA6-EG | - |

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока НАКС (диаметры) | Наплавленный металл | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|---------------------|------------|-----------|---------|---------|------|--------------|------|
| | | Газпром | Транснефть | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 13.36 | | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.24 | 3.0; 4.0; 5.0 | ✓ | ✓ | 3TM, 3YTM | 3, 3YTM | III YTM | 3YTM | 3T, 3YM, 3YT | 3YTM |
| OK Autrod 13.27 | 3.0; 4.0 | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.34 | 4.0 | | | | | | | | |
| OK Autrod 13.24 | 3.2; 4.0 | ✓ | ✓ | | | | | | |
| OK Autrod 13.64 | 3.0; 4.0; 5.0 | ✓ | | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | | | | | Механические свойства | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Ni | Mo | Cr | Cu | Ti | B | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 13.36 | 0,08 | 0,50 | 1,30 | 0,70 | | 0,30 | 0,50 | | | 510 | 590 | 27 | +20 | 188 |
| | | | | | | | | | | | | | -20 | 113 |
| | | | | | | | | | | | | | -30 | 100 |
| OK Autrod 12.24 | 0,05 | 0,40 | 1,40 | | 0,50 | | | | | 540 | 620 | 23 | +20 | 163 |
| | | | | | | | | | | | | | 0 | 138 |
| | | | | | | | | | | | | | -20 | 88 |
| | | | | | | | | | | | | | -40 | 50 |
| OK Autrod 13.27 | 0,05 | 0,40 | 1,40 | 2,20 | | | | | | 520 | 620 | 28 | -20 | 150 |
| | | | | | | | | | | | | | -40 | 113 |
| | | | | | | | | | | | | | -51 | 63 |
| OK Autrod 12.34 | 0,09 | 0,40 | 1,60 | | 0,50 | | | | | 550 | 635 | 23 | +20 | 169 |
| | | | | | | | | | | | | | 0 | 150 |
| | | | | | | | | | | | | | -20 | 125 |
| | | | | | | | | | | | | | -30 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | | -40 | 75 |
| OK Autrod 13.24 | 0,07 | 0,50 | 1,45 | 0,90 | 0,20 | | | | | 600 | 680 | 25 | +20 | 188 |
| | | | | | | | | | | | | | -20 | 150 |
| | | | | | | | | | | | | | -40 | 113 |
| | | | | | | | | | | | | | -46 | 50 |
| OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварке | 0,05 | 0,50 | 1,50 | | 0,50 | | | 0,10 | 0,010 | 550 | 650 | 28 | -40 | ≥59 |
| | | | | | | | | | | | | | -51 | 50 |

OK Flux 10.74

Одобрения флюса: НАКС

Описание флюса см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.74/проволока

Классификации:

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

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|---------------------|---------|------------|-----|----|-----|----|----|----|
| | | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 12.24 | 3.0; 4.0; 5.0 | | | | | | | | | |
| OK Autrod 13.64 | 3.0; 4.0; 5.0 | | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.34 | | | | | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | | Механические свойства | | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|----|---|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Mo | Ti | B | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 12.24 | 0,05 | 0,20 | 1,60 | 0,50 | | | 530 | 600 | 24 | -30 | 88 |
| | | | | | | | | | | -40 | 63 |
| | | | | | | | | | | -50 | 50 |

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | | Механические свойства | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|-------|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Mo | Ti | B | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварке | 0,05 | 0,30 | 1,70 | 0,50 | 0,10 | 0,010 | 550 | 650 | 26 | -40 | ≥59 |
| | | | | | | | | | | -51 | 88 |
| OK Autrod 12.34 | 0,08 | 0,40 | 1,60 | 0,50 | | | 600 | 680 | 23 | 0 | 125 |
| | | | | | | | | | | -20 | 100 |
| | | | | | | | | | | -30 | 75 |

OK Flux 10.77

Описание флюса см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.77/проволока

Классификации:

| Марка проволоки | Проволока | | Наплавленный металл | | |
|-----------------|----------------|------------|----------------------|-------------|-------------|
| | EN ISO 14171-A | AWS A 5.23 | EN ISO 14171-A | AWS A 5.23 | |
| OK Autrod 12.24 | S2Mo | EA2 | S 46 2 AB S2Mo H5 | F8A4-EA2-A2 | F7P2-EA2-A2 |
| OK Autrod 13.64 | S2MoTiB | EA2TiB | S 4T 4 AB S2MoTiB H5 | F8TA6-EG | - |
| OK Autrod 12.34 | S3Mo | EA4 | S 50 3 AB S3Mo H5 | F8A4-EA4-A4 | F8P2-EA4-A4 |

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------|------------|-----|----|-----|----|----|----|
| | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 12.24 | 3.0; 4.0; 5.0 | | | | | | | | |
| OK Autrod 13.64 | 3.0; 4.0; 5.0 | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.34 | | | | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | | Механические свойства | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|-------|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Mo | Ti | B | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 12.24 | 0,07 | 0,30 | 1,30 | 0,50 | | | 510 | 590 | 25 | 0 | 125 |
| | | | | | | | | | | -20 | 10 |
| | | | | | | | | | | -40 | 56 |
| OK Autrod 13.64 механические свойства шва при двухпроходной сварке | 0,07 | 0,40 | 1,40 | 0,50 | 0,10 | 0,010 | 550 | 650 | 24 | -40 | ≥59 |
| | | | | | | | | | | -51 | 75 |
| OK Autrod 12.34 | 0,08 | 0,30 | 1,50 | 0,50 | | | 560 | 630 | 25 | -20 | 113 |
| | | | | | | | | | | -30 | 88 |
| | | | | | | | | | | -40 | 63 |

OK Flux 10.81

Одобрения флюса: НАКС

Описание флюса см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока

Классификации:

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

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------|------------|-----|----|-----|----|----|----|
| | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 13.36 | | | | | | | | | |
| OK Autrod 12.24 | 3.0; 4.0; 5.0 | | | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла после сварки (без ТО):

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | | Механические свойства | | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|------|------|-----------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Mo | Ti | B | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 13.36 | 0,07 | 0,90 | 1,40 | 0,70 | | 0,30 | 0,50 | 600 | 690 | +20 | 100 |
| | | | | | | | | | | 0 | 63 |
| | | | | | | | | | | -20 | 50 |
| OK Autrod 12.24 | 0,07 | 0,80 | 1,50 | | 0,50 | | 640 | 715 | +20 | 100 | |
| | | | | | | | | | 0 | 50 | |

3. Материалы низколегированные и легированные для сварки хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей.**3.1. Электроды для сварки хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей.****Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:****• ГОСТ 9467-75****Э - 1**

Э – электрод

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

Химического состава наплавленного металла

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

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

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

• EN ISO 3580:2011

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

ISO 3580-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

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

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

| Индекс | Вид покрытия |
|----------|--------------|
| R | Рутиловое |
| B | Основной |

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

| Индекс | Коэффициент наплавки K_c , % | Род тока и полярность |
|----------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | $K_c \leq 105$ | переменный, постоянный - обратная (+) |
| 2 | | постоянный |
| 3 | $105 < K_c \leq 125$ | переменный, постоянный - обратная (+) |
| 4 | | постоянный |

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

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

H – диффузионно свободный водород

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

| Индекс | мл водорода на 100 г металла |
|-----------|------------------------------|
| 5 | $\leq 5,0$ |
| 10 | $\leq 10,0$ |
| 15 | $\leq 15,0$ |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|--|--|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ЦЛ-39 Тип покрытия – основное Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-164-55224353-2015, предназначенный для выполнения корневых проходов при сварке оборудования и трубопроводов атомных электростанций, а также других видов оборудования энергетического машиностроения (котлы, сосуда 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°С. Электроды выпускаются только диаметром 2,5 мм. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 360-400°С, 2-2,5 часа | ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 OCT 24.948.01-90 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°С, 5 часов $\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 16\%$ КСЧ: ≥ 78 Дж/см ² при +20°С |
| ЦЛ-20 Тип покрытия – основное Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-163-55224353-2015, 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, сосуда 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 Режимы прокали: 360-400°С, 2-2,5 часа | ГОСТ 9467: Э-09Х1МФ EN ISO 3580-A: E Z CrMoV1 B 2 2 OCT 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 $\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 490$ МПа $\delta \geq 16\%$ КСЧ: ≥ 78 Дж/см ² при +20°С |

3.2. Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом хромо-молибденовых теплоустойчивых сталей.

Классификации флюсов в соответствии со стандартом:

• EN ISO 14174:2012

Классификацию см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Классификации проволоки и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

• EN ISO 24598:2007

EN ISO 24598-A : **S** - **1**

ISO 24598-A – стандарт, согласно которому производится классификация

S – материал применяется для дуговой сварки под флюсом

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

• SFA/AWS A5.23/A5.23M:1997

Классификацию см. в разделе 2.2. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей» на стр. 26

OK Flux 10.81

Одобрения флюса: нет

Описание флюса см. в разделе 1.3. «Флюсы и проволоки для дуговой сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. 17

Примечание: Данная комбинация рекомендована для сварки только теплообменных панелей из теплоустойчивых сталей

Рекомендуемые сочетания OK Flux 10.81/проволока

Классификации:

| Марка проволоки | Проволока | | Наплавленный металл |
|--------------------|----------------|------------|---------------------|
| | EN ISO 24598-A | AWS A 5.23 | AWS A 5.23 |
| OK Autrod 13.10 SC | S CrMo1 | EB2R | F9PZ-EB2R-G |

Одобрения проволок или наплавленного металла:

| Марка проволоки | Проволока | Наплавленный металл | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---------------------|------------|-----|----|-----|----|----|----|
| | НАКС (диаметры) | Газпром | Транснефть | ABS | BV | DNV | GL | LR | RS |
| OK Autrod 13.10 SC | 2.0 | | | | | | | | |

Типичные свойства наплавленного металла

| Марка проволоки | Химический состав | | | | | Механические свойства | | | | |
|--------------------|-------------------|------|------|------|------|---------------------------|------------------|--------------|--------|---------------------------|
| | C | Si | Mn | Mo | Cr | σ_T [МПа] | σ_B [МПа] | δ [%] | T [°C] | KCV [Дж/см ²] |
| OK Autrod 13.10 SC | 0,06 | 0,90 | 1,40 | 0,50 | 1,00 | После ТО 670-710°C, 1 час | | | | |
| | | | | | | 650 | 730 | 22 | +20 | 38 |

4. Сварочные материалы на основе высоколегированных сталей.

4.1. Электроды на основе высоколегированных сталей.

Классификации наплавленного металла в соответствии со стандартом:

• **ГОСТ 10052-75**

Э - 1

Э – электрод

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

• **EN ISO 3581:2012**

EN ISO 3581-A : **E** **1** **2** **3** **4**
факультативно

ISO 3581-A – стандарт, согласно которому производится классификация

E – электрод покрытый для ручной дуговой сварки

1 – группа индексов, определяющих химический состав согласно таб.1 и механические свойства наплавленного металла согласно таб.2 стандарта ISO 3581.

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

| Индекс | Вид покрытия |
|----------|--------------|
| R | Рутиловое |
| B | Основной |

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

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

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

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

4.1.1. Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей.

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|---|---|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| <p>ЦЛ-11</p> <p>Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод общетехнического назначения, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-161-55224353-2015, предназначен для сварки ответственных изделий из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок типа 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H10T, 08X18H12Б, AISI 321, 347 и им подобных, эксплуатирующихся при температурах до 350°C когда к металлу сварного шва предъявляются требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Сварка выполняется валиками шириной не более трех диаметров электродного стержня. Все кратеры должны заглаживаться частыми короткими замыканиями электрода. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...10% (FN 4-18).</p> <p>Ток: = (+)</p> <p>Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6</p> <p>Режимы прокали: 330-370°C, 1-2 часа</p> | <p>ГОСТ 10052-75: Э-08X20H9Г2Б</p> <p>EN ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2</p> | <p>C max 0,12</p> <p>Mn 1,80</p> <p>Si 0,70</p> <p>Cr 20,0</p> <p>Ni 9,2</p> <p>Nb 1,00</p> <p>P max 0,030</p> <p>S max 0,020</p> | <p>$\sigma_T \geq 310$ МПа</p> <p>$\sigma_B \geq 540$ МПа</p> <p>$\delta \geq 22\%$</p> <p>KCV: ≥ 50 Дж/см² при +20°C</p> <p>KCU: ≥ 80 Дж/см² при +20°C</p> |
| <p>ЦТ-15К</p> <p>Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-162-55224353-2015, предназначен для сварки сталей аустенитного класса марок 12X18H9Т, 12X18H10Т, 12X18H12Т, AISI 321, 347 и им подобных, как правило, под последующую термическую обработку, эксплуатирующихся в окислительных средах при температурах до 600°C, когда к сварочным соединениям предъявляются требования к стойкости против межкристаллитной коррозии. Сварка выполняется валиками шириной не более трех диаметров электродного стержня. Все кратеры должны заглаживаться частыми короткими замыканиями электрода. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...5% (FN 4-9).</p> <p>Ток: = (+)</p> <p>Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6</p> <p>Режимы прокали: 310-350°C, 1,5-2 часа</p> | <p>ГОСТ 10052-75: Э-08X19H10Г2Б</p> <p>EN ISO 3581-A: E Z 19 9 Nb B 2 2</p> <p>ОСТ 24.948.01-90</p> | <p>C max 0,06</p> <p>Mn 1,80</p> <p>Si 0,50</p> <p>Cr 19,2</p> <p>Ni 9,8</p> <p>Nb 1,00</p> <p>P max 0,030</p> <p>S max 0,020</p> | <p>$\sigma_T \geq 343$ МПа</p> <p>$\sigma_B \geq 588$ МПа</p> <p>$\delta \geq 25\%$</p> <p>KCV: ≥ 50 Дж/см² при +20°C</p> <p>KCU: ≥ 88 Дж/см² при +20°C</p> |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|---|---|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ЭА 400/10У Тип покрытия – основное Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-159-55224353-2015, предназначен для сварки оборудования из коррозионностойких стали аустенитного класса марок 08X18H10T, 08X18H10T-ВД, 12X18H10T, 08X18H12T, 08X18H13M2T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T, X18H22B2T2, AISI 318, 321, 347 и им подобных работающих в жидких агрессивных неокислительных средах при температуре до 350°C не подвергающегося термообработке после сварки, а также для наплавки второго слоя на поверхность изделий из стали перлитного класса, когда к сварочным соединениям предъявляются требования стойкости против межкристаллитной коррозии. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...8% (FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 200-250°C, 2 часа | ГОСТ 10052-75: Э-07X19H11M3Г2Ф ОСТ5P.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 | $\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см ² при +20°C |
| ЭА 400/10Т Тип покрытия – рутилово-основное Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-158-55224353-2015, по своим свойствам аналогичен ЭА 400/10У, однако, благодаря добавке в обмазку небольшого количества рутила или его заменителя, обладает более высокими сварочно-технологическими свойствами, необходимыми при выполнении наплавки антикоррозионных слоев сосудов изготавливаемых из двухслойных сталей. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...8% (FN 3-14). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 200-250°C, 2 часа | ГОСТ 10052-75: Э-07X19H11M3Г2Ф ОСТ5P.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 | $\sigma_T \geq 343$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°C KCU: ≥ 88 Дж/см ² при +20°C |

4.1.2. Электроды для сварки высоколегированных окалиностойких и жаропрочных сталей.

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|---|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ОЗЛ-6 Тип покрытия – основное Электрод двойного назначения, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-167-55224353-2015. Первое его назначение – сварка литья и проката из хромоникелевых окалиностойких сталей типа 20X23H13, 20X23H18 и им аналогичных, эксплуатирующихся при температурах до 1000°C. Однако, следует помнить, что металл, наплавленный данными электродами склонен к охрупчиванию при температурах эксплуатации более 600°C. Поэтому, если к изделию предъявляются требования не только по окалиностойкости, но и по жаропрочности, 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% (FN 4-18). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 280-320°C, 1 час | ГОСТ 10052-75: Э-10X25H13Г2 ОСТ5.9224 | C max 0,12 Mn 1,50 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020 | $\sigma_T \geq 340$ МПа $\sigma_B \geq 560$ МПа $\delta \geq 33\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°C KCU: ≥ 100 Дж/см ² при +20°C |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|--|--|--|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ЗИО-8 Тип покрытия – основное Электрод двойного назначения, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-168-55224353-2015. Первое его назначение – сварка сталей аустенитного класса марок 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 температурах эксплуатации более 700°С. Поэтому, если к изделию предъявляются требования не только по окалиностойкости, но и по жаропрочности, 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...6% (FN 3-11). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 280-320°С, 2 час | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011 ГосАтомНадзор | C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,60 Cr 25,0 Ni 13,0 P max 0,030 S max 0,020 | $\sigma_T \geq 294$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°С KCU: ≥ 88 Дж/см ² при +20°С |

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

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|---|--|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ОЗЛ-6 Тип покрытия – основное Электрод двойного назначения, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-167-55224353-2015. 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 в исходном после сварки состоянии составляет 2,5...10% (FN 4-18). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 280-320°С, 1 час | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5.9224 | C max 0,12 Mn 1,50 Si 0,50 Cr 25,5 Ni 12,5 P max 0,030 S max 0,020 | $\sigma_T \geq 340$ МПа $\sigma_B \geq 560$ МПа $\delta \geq 33\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°С KCU: ≥ 100 Дж/см ² при +20°С |
| ЗИО-8 Тип покрытия – основное Электрод двойного назначения, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-168-55224353-2015. Второе его назначение – наплавка переходного слоя при сварке изделий из двухслойных сталей. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 2...6% (FN 3-11). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 200-250°С, 2 часа | ГОСТ 10052-75: Э-10Х25Н13Г2 ОСТ5Р.9370-2011 ГосАтомНадзор | C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,60 Cr 25,0 Ni 13,0 P max 0,030 S max 0,020 | $\sigma_T \geq 294$ МПа $\sigma_B \geq 539$ МПа $\delta \geq 25\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°С KCU: ≥ 88 Дж/см ² при +20°С |

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|--|---|--|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| ЭА-395/9 Тип покрытия – основное Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-160-55224353-2015, предназначен для сварки ответственных конструкций из легированных высокопрочных сталей с ограниченной свариваемостью, сварки сталей аустенитного класса типа 08X18H10T, 10X17H13M2T 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, а 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 в исходном после сварки состоянии составляет ~0% (FN ~0). Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Режимы прокали: 200-250°C, 2 часа | ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2 EN ISO 3581-A: E Z 15 25 6 N B 2 2 ОСТВ5Р.9374-81 ГосАтомНадзор | C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,55 Cr 15,0 Ni 25,0 Mo 6,0 N 0,15 P max 0,030 S max 0,018 | $\sigma_T \geq 392$ МПа $\sigma_B \geq 608$ МПа $\delta \geq 30\%$ KCV: ≥ 59 Дж/см ² при +20°C KCU: ≥ 120 Дж/см ² при +20°C |

5. Сварочные материалы для наплавки слоев с особыми свойствами.

Классификация сварочного материала в соответствии со стандартом:

• EN 14700:2005

| | | | | |
|-----------------|---|----------|---------------|----------|
| EN 14700 | : | 1 | Z | 2 |
| | | | факультативно | |

EN 14700 – стандарт, согласно которому производится классификация

1 – индекс, определяющий тип сварочного материала

| Индекс | Тип сварочного материала |
|----------|---|
| E | Электрод покрытый |
| S | Проволока или пруток сплошного сечения для дуговой сварки в защитном газе |
| T | Проволока или пруток порошковый |
| R | Пруток для автогенной сварки |
| B | Лента сплошного сечения |
| C | Композитный пруток, порошковая или композитная лента |
| P | Металлический порошок |

Z – индекс указывает на то, что химический состав наплавленного сплава не полностью совпадает с требованиями, которые предъявляются к материалу с данной классификацией

2 – группа индексов, определяющих химический состав наплавленного металла согласно таб.2 стандарта EN 14700, а также основные типы изнашивающих факторов, которым противостоит наплавленный металл и некоторые его физические свойства.

| Индекс | Основные типы изнашивающих факторов, которым противостоит наплавленный металл и некоторые его физические свойства |
|--------|---|
| Fe1 | Сплав на железной основе стойкий к ударным нагрузкам. Ферритная или мартенситная структура. 150-450 HB |
| Fe2 | Сплав на железной основе стойкий к ударным нагрузкам. Мартенситная структура. 30-58 HRC |
| Fe3 | Жаростойкий сплав на железной основе со свойствами быстрорежущей стали. Мартенситная структура, в некоторых случаях упрочненная карбидами. 40-55 HRC |
| Fe4 | Жаростойкий сплав на железной основе со свойствами быстрорежущей стали, в большинстве случаев стойкий к ударным нагрузкам. Мартенситная структура, упрочненная карбидами. 55-65 HRC |
| Fe5 | Дисперсионно твердеющий жаростойкий сплав на железной основе со свойствами быстрорежущей стали, стойкий к ударным нагрузкам и коррозии. Мартенситная структура. 30-40 HRC, после искусственного старения 470-490°C, 3-4 часа 50-58 HRC |
| Fe6 | Сплав на железной основе со свойствами быстрорежущей стали, стойкий к абразивному износу и ударным нагрузкам. Мартенситная структура, упрочненная карбидами. 48-55 HRC |
| Fe7 | Жаростойкий сплав на железной основе стойкий к коррозии и ударным нагрузкам. Ферритная или мартенситная структура. 250-450 HB |
| Fe8 | Жаростойкий сплав на железной основе стойкий к абразивному износу и ударным нагрузкам. Мартенситная структура, упрочненная карбидами. 50-65 HRC |
| Fe9 | Механически упрочняемый сплав на железной основе (аустенитная марганцовистая сталь) стойкий к ударным нагрузкам и в большинстве случаев не обладающий ферромагнитными свойствами. Аустенитная структура. 200-250 HB, после механического упрочнения 40-50 HRC |
| Fe10 | Механически упрочняемый сплав на железной основе стойкий к ударным нагрузкам, коррозии, образованию окалины при высоких температурах и в большинстве случаев не обладающий ферромагнитными свойствами. Аустенитная структура. 180-200 HB, после механического упрочнения 38-42 HRC |
| Fe11 | Сплав на железной основе стойкий к коррозии, образованию окалины при высоких температурах и в некоторых случаях не обладающий ферромагнитными свойствами. Аустенитная или феррито-аустенитная структура. |
| Fe12 | Сплав на железной основе стойкий к коррозии, образованию окалины при высоких температурах и в большинстве случаев не обладающий ферромагнитными свойствами. Аустенитная структура. 150-250 HB |
| Fe13 | Сплав на железной основе стойкий к абразивному износу. Мартенситная или аустенитная структура, упрочненная соединением FeB. 55-65 HRC |
| Fe14 | Сплав на железной основе стойкий к абразивному износу и в большинстве случаев стойкий к коррозии. Мартенситная или аустенитная структура, упрочненная карбидами. 40-60 HRC |
| Fe15 | Сплав на железной основе стойкий к абразивному износу. Мартенситная или аустенитная структура, упрочненная карбидами. 55-65 HRC |
| Fe16 | Сплав на железной основе стойкий к абразивному износу и образованию окалины при высоких температурах. Мартенситная или аустенитная структура, упрочненная карбидами. 60-70 HRC |
| Fe20 | Жаростойкий материал, представляющий собой матрицу на железной основе насыщенную твердыми структурами на основе карбидов вольфрама, стойкий к абразивному износу, образованию окалины при высоких температурах и коррозии. Твердость матрицы 50-60 HRC, микротвердость твердой структуры 1500-2800 Hv |
| Ni1 | Жаростойкий сплав на никелевой основе с содержанием Cr от 15 до 30% стойкий к коррозии и ударным нагрузкам. 45-60 HRC |
| Ni2 | Механически упрочняемый жаростойкий сплав на никелевой основе с содержанием Cr от 15 до 30% стойкий к коррозии, ударным нагрузкам и образованию окалины при высоких температурах. 200-400 HB |
| Ni3 | Жаростойкий сплав на никелевой основе с содержанием Cr от 1 до 15% стойкий к коррозии и ударным нагрузкам. 45-60 HRC |
| Ni4 | Механически упрочняемый жаростойкий сплав на никелевой основе с содержанием Cr от 1 до 15% стойкий к коррозии, ударным нагрузкам и образованию окалины при высоких температурах. 200-400 HB |
| Ni20 | Материал аналогичный Fe20, но с матрицей на никелевой основе. Твердость матрицы 45-55 HRC, микротвердость твердой структуры 1500-2800 Hv |
| Co1 | Механически упрочняемый жаростойкий сплав на кобальтовой основе стойкий к коррозии и образованию окалины при высоких температурах. 250-350 HB, после механического упрочнения 40-45 HRC |
| Co2 | Жаростойкий сплав на кобальтовой основе стойкий к образованию окалины при высоких температурах, в большинстве случаев стойкий к коррозии и со свойствами быстрорежущего материала. 35-50 HRC |
| Co3 | Жаростойкий сплав на кобальтовой основе стойкий к образованию окалины при высоких температурах, в большинстве случаев стойкий к коррозии и со свойствами быстрорежущего материала. 45-60 HRC |
| Cu1 | Сплав на медной основе (бронза) стойкий к коррозии и в большинстве случаев не обладающий ферромагнитными свойствами. 200-400 HB |
| Al1 | Алюминиевый сплав легированный Ni от 10 до 35%, стойкий к коррозии и не обладающий ферромагнитными свойствами. α -твердый раствор, упрочненный интерметалидами. 150-300 Hv |
| Cr1 | Сплав на основе хрома легированный V от 15 до 30%, стойкий к абразивному износу и коррозии. Аустенитная структура, упрочненная выпавшими свободными фазами. 500-700 Hv |

5.1. Электроды покрытые наплавочные.

| Марка, тип покрытия, описание | Классификации и одобрения | Типичные характеристики наплавленного металла | |
|--|---------------------------|---|---|
| | | Химический состав, % | Механические свойства |
| <p>Булат-1</p> <p>Тип покрытия – основное</p> <p>Электрод, изготавливаемый в соответствии с ТУ 1272-152-55224353-2015, обеспечивающий в наплавке низколегированную мартенситную сталь, предназначенный для наплавки быстроизнашивающихся деталей горнодобывающих, строительных, сельскохозяйственных и прочих машин, работающих в условиях интенсивного ударно-абразивного изнашивания в присутствии воды. 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.</p> <p>Ток: = (+)</p> <p>Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6</p> <p>Режимы прокали: 340-380°C, 30 мин.</p> | EN 14700: E ZFe2 | C 0,80 Mn 2,70 Si 2,50 Cr 3,20 P max 0,030 S max 0,030 | Твердость наплавленного металла в третьем слое после сварки (без предварительного подогрева, межпроходная температура <200°C) ≥57 HRC |



ESAB / esab.com

