

**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**

<b>Э</b>	<b>1</b>	<b>A</b>
		факультативно

**Э** – электрод

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

**A** – 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 $\sigma_b$ , кгс/мм <sup>2</sup> (МПа)	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость КСУ, кг-м/см <sup>2</sup> (Дж/см <sup>2</sup> )	S	P
Э50А	50 (490)	20	13 (127)	0,030	0,035
Э55	55 (539)	20	12 (118)	0,030	0,035
Э60	60 (588)	18	10 (98)	0,030	0,035
Э70	70 (686)	14	6 (59)	0,030	0,035
Э85	85 (833)	12	5 (49)	0,030	0,035
Э100	100 (980)	10	5 (49)	0,030	0,035
Э125	125 (1225)	8	4 (39)	0,030	0,035
Э150	150 (1470)	6	4 (39)	0,030	0,035

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

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

- **ISO 18275:2011, а также идентичный ему EN ISO 18275:2012 (для электродов с пределом текучести более 500 МПа)**

<b>ISO 18275-A</b>	:	<b>E</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>B</b>	<b>T</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>H</b>	<b>6</b>
факультативно											

**ISO 18275-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 18275

**Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла**

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
<b>55</b>	550	610...780	18
<b>62</b>	620	690...890	18
<b>69</b>	690	760...960	17
<b>79</b>	790	880...1080	16
<b>89</b>	890	980...1180	15

**2** – индекс, определяющий порог хладноломкости наплавленного металла согласно таб.2А стандарта ISO 18275

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

Индекс	Температура. °С
<b>Z</b>	не регламентируется
<b>A</b>	+20
<b>0</b>	0
<b>2</b>	-20
<b>3</b>	-30
<b>4</b>	-40
<b>5</b>	-50
<b>6</b>	-60
<b>7</b>	-70
<b>8</b>	-80

**3** – индекс, определяющий химический состав наплавленного металла согласно таб.3А стандарта ISO 18275

**B** – индекс, определяющий тип покрытия электрода как основной (другие типы покрытий электродов для этих сталей данным стандартом не предусмотрены)

**T** – механические свойства наплавленного металла регламентируются после термообработки по режиму 560-600°С в течение 60 мин

**4** – индекс, определяющий коэффициент наплавки электрода (отношение веса наплавленного металла к весу израсходованного стержня), род и полярность применяемого тока согласно таб.5А стандарта ISO 18275

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

**5** – индекс, определяющий пространственные положения сварки, для которых предназначен электрод согласно таб.6А стандарта ISO 18275

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

**H** – диффузионно свободный водород

**6** – индекс, определяющий содержание диффузионного водорода в 100 г наплавленного металла согласно таб.7 стандарта ISO 18275

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

• **SFA/AWS A5.5/A5.5M:2006**

<b>AWS A5.5</b>	:	<b>E</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>M</b>	-	<b>3</b>	<b>H</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
							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 <sup>2</sup> (МПа)	Минимальное значение предела текучести, фунт/дюйм <sup>2</sup> (МПа)
<b>70</b>	70 000 (483)	57 000 (393)
<b>80</b>	80 000 (556)	67 000 (462)
<b>90</b>	90 000 (621)	77 000 (531)
<b>100</b>	100 000 (689)	87 000 (600)
<b>110</b>	110 000 (758)	97 000 (669)
<b>120</b>	120 000 (827)	107 000 (738)

**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><b>Pipeweld 7010 Plus</b>  <b>Тип покрытия – целлюлозное</b>  Является более современной разработкой электрода Pipeweld 7010. Разработаны для сварки в основном в положении «вертикаль на спуск» корневых, заполняющих и облицовочных проходов для трубопроводов класса прочности API 5L X52-X60. Применение данных электродов позволяет значительно повысить производительность и снизить удельное тепловложение, в сравнении с электродами, предназначенными для сварки в положении «вертикаль на подъем». Дуга при сварке легко контролируется, обладает глубоким проплавлением, сварочная ванна быстро кристаллизуется, шлак легко отделяется. Дает хорошие результаты даже при плохо подогнанных кромках.  Ток: = (+)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6  Режимы прокалики: прокалика нежелательна</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 42 2 C 2 1</p> <p>AWS A5.5: E7010-P1</p> <p>ГОСТ 9467: Э50 (условно)</p>	<p>C 0,07 Mn 1,20 Si 0,15 Ni 0,40 Mo 0,25 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p><math>\sigma_T</math> 480 МПа  <math>\sigma_B</math> 570 МПа  <math>\delta</math> 27%  KCV:  75 Дж/см<sup>2</sup> при -20°C  ≥34 Дж/см<sup>2</sup> при -30°C</p>
<p><b>АНО-ТМ</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Электроды, предназначенные для сварки стыков труб, трубных узлов и других особо ответственных изделий из конструкционных низколегированных сталей с пределом текучести до 460 МПа во всех пространственных положениях, кроме вертикали на спуск, когда к сварному шву предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при пониженных температурах.  Ток: = (+)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Режимы прокалики: 350-400°C, 2 часа</p>	<p>ГОСТ 9467: Э50А</p> <p>ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 46 3 В 2 2 Н10</p> <p>AWS A5.5: E7015-G</p> <p>НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0 мм</p> <p>RS: 3YH10</p>	<p>C max 0,11 Mn 1,35 Si 0,50 Ni 1,00 P max 0,025 S max 0,025</p>	<p><math>\sigma_T</math> ≥ 460 МПа  <math>\sigma_B</math> ≥ 600 МПа  <math>\delta</math> ≥ 22%  KCV:  ≥175 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C  ≥42 Дж/см<sup>2</sup> при -40°C  KCU:  ≥80 Дж/см<sup>2</sup> при -40°C  ≥40 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C</p>
<p><b>ОК 48.08</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Универсальный электрод, предназначенный для сварки изделий из конструкционных низколегированных сталей с расчетной температуре эксплуатации до -50°C, когда невозможно избежать высоких напряжений в сварном шве, таких как оффшорные и другие особо ответственные конструкции. Электроды отличаются очень хорошими сварочно-технологическими свойствами. Покрытие характеризуется повышенной влагостойкостью, а наплавленный металл предельно низким содержанием диффузионно свободного водорода. Электроды прошли испытания на трещиностойкость (вязкость разрушения) при статическом нагружении (CTOD-тест).  Ток: ~ / = (+ / -)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Напряжение холостого хода: 65В  Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 5 1Ni В 3 2 Н5</p> <p>AWS A5.5: E7018-G</p> <p>ГОСТ 9467: Э50А (условно)</p> <p>НАКС: Ø 2.5; 3.0; 4.0 мм</p> <p>ABS: 3YH5 DNV: IV Y40H5 GL: 4YH5 LR: 4Y40H5 RS: 4YH5</p>	<p>C 0,06 Mn 1,20 Si 0,40 Ni 0,85 P max 0,020 S max 0,015</p>	<p><math>\sigma_T</math> ≥ 460 МПа  <math>\sigma_B</math> 600 МПа  <math>\delta</math> 26%  KCV:  200 Дж/см<sup>2</sup> при -20°C  163 Дж/см<sup>2</sup> при -40°C  125 Дж/см<sup>2</sup> при -50°C</p>
<p><b>FILARC 76S</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Электрод, обеспечивающий высочайшие пластические характеристики наплавленного металла, предназначенный для сварки, оффшорных и других особо ответственных конструкций, с расчетной температурой эксплуатации до -60°C из толстостенных низколегированных сталей, как с последующей термообработкой сварного соединения, так и без нее. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионно свободного водорода. Небольшое количество шлака позволяет легко выполнять сварку корневых проходов с формированием качественного обратного валика. Корневой проход предпочтительнее выполнять на постоянном токе прямой полярности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге, при этом допускаются медленные поперечные колебания. Электроды прошли испытания на трещиностойкость (вязкость разрушения) при статическом нагружении (CTOD-тест).  Ток: ~ / = (+ / -)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Напряжение холостого хода: 65В  Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 6 Mn1Ni В 3 2 Н5</p> <p>AWS A5.5: E7018-G</p> <p>ГОСТ 9467: Э50А (условно)</p> <p>ABS: 3YH5 (-60°C) BV: 3YH5 DNV: III YH5 GL: 6YH5 LR: 5Y42H5</p>	<p>C 0,055 Mn 1,60 Si 0,35 Ni 0,80 P max 0,020 S max 0,015</p>	<p><math>\sigma_T</math> ≥ 460 МПа  <math>\sigma_B</math> 530 МПа  <math>\delta</math> ≥ 22%  KCV:  188 Дж/см<sup>2</sup> при -20°C  75 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C</p>

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<p><b>Pipeweld 8010 Plus</b>  <b>Тип покрытия – целлюлозное</b>  Является более современной разработкой электрода Pipeweld 8010. Разработаны для сварки в основном в положении «вертикаль на спуск» корневых, заполняющих и облицовочных проходов для трубопроводов класса прочности API 5L X60-X70. Применение данных электродов позволяет значительно повысить производительность и снизить удельное тепловложение, в сравнении с электродами, предназначенными для сварки в положении «вертикаль на подъем». Дуга при сварке легко контролируется, обладает глубоким проплавлением, сварочная ванна быстро кристаллизуется, шлак легко отделяется. Дает хорошие результаты даже при плохо подогнанных кромках.  Ток: = (+)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6  Режимы прокали: проковка нежелательна</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 3 1Ni C 2 1</p> <p>AWS A5.5: E8010-P1</p> <p>ГОСТ 9467: Э50А (условно)</p>	<p>C 0,08 Mn 0,70 Si 0,15 Ni 0,80 Mo 0,35 P max 0,030 S max 0,030</p>	<p><math>\sigma_T</math> 530 МПа  <math>\sigma_B</math> 625 МПа  <math>\delta</math> 23%  KCV:  100 Дж/см<sup>2</sup> при -20°C  75 Дж/см<sup>2</sup> при -30°C</p>
<p><b>ОК 73.08</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Ni-Cu легированные электроды, предназначенные для сварки сталей стойких к атмосферной коррозии типа COR-TEN, Patinax, Dillicor. Наплавленный металл обладает повышенной стойкостью к коррозии в слабоагрессивных средах, таких как морская вода и при контакте с выхлопными газами с высоким содержанием сернистых соединений. Данные электроды также рекомендуется применять для сварки мостовых конструкций и корпусов судов, изготавливаемых из низколегированных сталей повышенной прочности типа 10XCHД и 15XCHД, которые также обладают повышенной стойкостью к атмосферной коррозии.  Ток: ~ / = (+ / -)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Напряжение холостого хода: 65В  Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 5 Z B 3 2</p> <p>AWS A5.5: E8018-G</p> <p>ГОСТ 9467: Э50А (условно)</p> <p>ABS: 3YH5 BV: 3YH10 DNV: III YH10 GL: 3YH15 LR: 3YH15 RS: 3YH10</p>	<p>C 0,06 Mn 1,00 Si 0,30 Ni 0,80 Cu 0,40 P max 0,020 S max 0,020</p>	<p><math>\sigma_T</math> 500 МПа  <math>\sigma_B</math> 590 МПа  <math>\delta</math> 27%  KCV:  200 Дж/см<sup>2</sup> при -20°C  163 Дж/см<sup>2</sup> при -40°C  88 Дж/см<sup>2</sup> при -50°C</p>
<p><b>ОК 73.68</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Электрод позволяющий выполнять сварку, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности, легированный 2,5% Ni и обеспечивающий высочайшие пластические характеристики наплавленного металла. Предназначен для сварки морских и шельфовых нефтегазовых платформ, а также других особо ответственных конструкций, с расчетной температурой эксплуатации до -60°C. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионно свободного водорода. Электроды прошли испытания на трещеностойкость (вязкость разрушения) при статическом нагружении (CTOD-тест).  Ток: ~ / = (+)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Напряжение холостого хода: 65В  Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 6 2Ni B 3 2 H5</p> <p>AWS A5.5: E8018-C1</p> <p>ГОСТ 9467: Э55 (условно)</p> <p>ABS: 3Y400H5 BV: 5Y40MH5 DNV: V YH5 GL: 6Y46H5 LR: 5Y42H5 RS: 5Y46MH5</p>	<p>C 0,06 Mn 0,90 Si 0,40 Ni 2,50 P max 0,020 S max 0,020</p>	<p><math>\sigma_T</math> 520 МПа  <math>\sigma_B</math> 610 МПа  <math>\delta</math> 26%  KCV:  131 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C</p>
<p><b>ОК 73.79</b>  <b>Тип покрытия – основное</b>  Электрод позволяющий выполнять сварку, как на переменном, так и на постоянном токе любой полярности, легированный 3,5% Ni и обеспечивающий высочайшие значения ударной вязкости при температурах эксплуатации до -101°C. Предназначен для сварки емкостей для хранения сжиженных газов, таких как углекислота и этан, химического оборудования, а также других аналогичных конструкций. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионно свободного водорода.  Ток: ~ / = (+ / -)  Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6  Напряжение холостого хода: 65В  Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа</p>	<p>EN ISO 2560-A: E 46 6 3Ni B 1 2 H5</p> <p>AWS A5.5: E8016-C2</p> <p>ГОСТ 9467: Э60 (условно)</p> <p>DNV: V YH10 GL: 6Y46H10 RS: 5Y46H10</p>	<p>C 0,055 Mn 0,60 Si 0,35 Ni 3,50 P max 0,020 S max 0,020</p>	<p><math>\sigma_T</math> 520 МПа  <math>\sigma_B</math> 680 МПа  <math>\delta</math> 26%  KCV:  200 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C  <math>\geq 43</math> Дж/см<sup>2</sup> при -95°C  44 Дж/см<sup>2</sup> при -101°C</p>

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<b>МТГ-03</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды 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 539 до 589 МПа. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 360-400°C, 60 мин	ГОСТ 9467: Э60  ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 46 4 1NiMo B 2 2 H10  AWS A5.1: E8016-G  НАКС: Ø 3.0; 4.0 мм  ВНИИГаз  RS: 3Y40HH	C 0,06 Mn 1,10 Si 0,45 Ni 0,70 Mo 0,40 P+S max 0,035	$\sigma_t \geq 480$ МПа $\sigma_b \geq 610$ МПа $\delta \geq 23\%$ KCV: $\geq 120$ Дж/см <sup>2</sup> при +20°C $\geq 59$ Дж/см <sup>2</sup> при -40°C $\geq 34$ Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>ОК 74.70</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности API 5L X60-X70, а также других ответственных конструкций нормативным пределом текучести до 500 МПа включительно. Ток: = (+/-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	ГОСТ Р ИСО 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5  EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5  AWS A5.5: E8018-G  ГОСТ 9467: Э55 (условно)  НАКС: Ø 3.0; 3.2; 4.0 мм  ВНИИГаз Транснефть	C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_t$ 540 МПа $\sigma_b$ 630 МПа $\delta$ 26% KCV: 138 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 100 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C 63 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>Pipeweld 8018</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Модификация электродов ОК 74.70, предназначенная в основном для сварки корневых проходов неповоротных стыков трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности до API 5L X80. Электрод также можно применяться для сварки заполняющих и облицовочного слоёв стыков трубопроводов класса прочности API 5L X60-X70. Ток: = (+/-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 2560-A: E 50 4 Z B 4 2 H5  AWS A5.5: E8018-G  ГОСТ 9467: Э55 (условно)  НАКС: Ø 3.2 мм	C 0,08 Mn 1,45 Si 0,40 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_t$ 540 МПа $\sigma_b$ 630 МПа $\delta$ 26% KCV: 138 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 100 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C 63 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>Pipeweld 8016</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод с великолепными сварочно-технологическими свойствами, обеспечивающий в наплавленном слое не более 1%Ni и гарантирующий высокие показатели ударной вязкости при температурах до -60°C. Предназначен преимущественно для сварки заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков трубопроводов класса прочности до API 5L X70 в положении вертикаль на подъем. Ток: ~ / = (+/-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 2560-A: E 50 6 Mn1Ni B 1 2 H5  AWS A5.5: E8016-G  ГОСТ 9467: Э55 (условно)  НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм  ВНИИГаз	C 0,06 Mn 1,65 Si 0,35 Ni 0,80 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_t \geq 500$ МПа $\sigma_b$ 610 МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: 188 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 125 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>FILARC 88S</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод схожий по своим характеристикам с Pipeweld 8016, но ориентированный на сварку оффшорных и других особо ответственных конструкций, с расчетной температурой эксплуатации до -60°C из высокопрочных сталей типа S460QL1, 55F и им аналогичных, как с последующей термообработкой сварного соединения, так и без нее. В наплавленном металле гарантируется предельно низкое содержание диффузионно свободного водорода. Небольшое количество шлака позволяет легко выполнять сварку корневых проходов с формированием качественного обратного валика. Корневой проход предпочтительнее выполнять на постоянном токе прямой полярности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге, при этом допускаются медленные поперечные колебания. Электроды прошли испытания на трещиностойкость (вязкость разрушения) при статическом нагружении (CTOD-тест). Ток: ~ / = (+/-) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В	EN ISO 2560-A: E 50 6 Mn1Ni B 1 2 H5  AWS A5.5: E8016-G  ГОСТ 9467: Э55 (условно)  НАКС: Ø 2.5; 3.2; 4.0 мм  ABS: E8016-G (-60°C) DNV III YH5 GL: 6YH5 LR: 5Y42H5	C 0,06 Mn 1,65 Si 0,35 Ni 0,80 P max 0,020 S max 0,015	$\sigma_t \geq 500$ МПа $\sigma_b$ 610 МПа $\delta \geq 22\%$ KCV: 188 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 125 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C

Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа			
-------------------------------------	--	--	--

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<b>Pipeweld 9010 Plus</b> <b>Тип покрытия – целлюлозное</b> Электроды разработаны для сварки в основном в положении «вертикаль на спуск» корневых, заполняющих и облицовочных проходов высокопрочных трубопроводов класса прочности API 5L X70-X80. Применение данных электродов позволяет значительно повысить производительность и снизить удельное тепловложение, что особенно важно для высокопрочных трубопроводов, в сравнении с электродами, предназначенными для сварки в положении «вертикаль на подъем». Дуга при сварке легко контролируется, обладает глубоким проплавлением, сварочная ванна быстро кристаллизуется, шлак легко отделяется. Дает хорошие результаты даже при плохо подогнанных кромках. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Режимы прокалики: прокалика нежелательна	EN ISO 2560-A: E 50 2 1NiMo C 2 1  AWS A5.5: E9010-P1  ГОСТ 9467: Э60 (условно)	C 0,10 Mn 1,00 Si 0,20 Ni 0,80 Mo 0,40 P max 0,030 S max 0,030	$\sigma_T$ 620 МПа $\sigma_B$ 700 МПа $\delta$ 22% KCV: 75 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 44 Дж/см <sup>2</sup> при -30°C
<b>Pipeweld 90DH</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод с основной обмазкой, обеспечивающий в наплавленном слое не более 1%Ni, обладающей повышенной влажостойкостью и разработанный специально для сварки корневых, заполняющих и облицовочных проходов кольцевых стыков магистральных высокопрочных трубопроводов класса прочности API 5L X70-X80 в положении «вертикаль на спуск». Благодаря предельно низкому содержанию водорода наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью, пластичностью и низкой чувствительностью к образованию трещин. Электрод отличают великолепные сварочно-технологические свойства и гарантированное отсутствие стартовой пористости. Применение данных электродов позволяет значительно повысить производительность и снизить удельное тепловложение, что особенно важно для высокопрочных трубопроводов, в сравнении с электродами, предназначенными для сварки в положении «вертикаль на подъем». Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 5 Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 55 6 Mn1Ni B 4 5 H5  AWS A5.5: E9045-P2 H4R  ГОСТ 9467: Э60 (условно)	C 0,06 Mn 1,55 Si 0,40 Ni 0,80 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_T$ 610 МПа $\sigma_B$ 695 МПа $\delta$ 24% KCV: 100 Дж/см <sup>2</sup> при -30°C ≥59 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>OK 74.78</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды с основной обмазкой, обладающей повышенной влажостойкостью, предназначенный для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности высокопрочных сталей с пределом текучести до 550 МПа. В наплавленном металле гарантируются высокие показатели ударной вязкости при температурах до -40°C. Данные электроды особенно актуальны, когда прокалика электродов перед сваркой является весьма затруднительной операцией. Их можно также применять для стыковой сварки с заформовкой ж/д рельсов класса R220-R260 с пределом прочности 800-900 МПа и наплавки их рабочей поверхности, когда требуется твердость наплавленного слоя ~250 HV. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 55 4 MnMo B 3 2 H5  AWS A5.5: E9018-D1  ГОСТ 9467: Э60 (условно)  ABS: 3YH5 BV: 3YH5 DNV: III YH5 LR: 3YH5	C 0,06 Mn 1,60 Si 0,35 Mo 0,40 P max 0,020 S max 0,020	$\sigma_T$ 600 МПа $\sigma_B$ 650 МПа $\delta$ 24% KCV: 113 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>FILARC 98S</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды с основной обмазкой предназначенный для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе любой полярности особо ответственных толстостенных конструкций из высокопрочных сталей с пределом текучести до 550 МПа и расчетной температурой эксплуатации до -60°C, для которых требуется послесварочная термическая обработка сварного соединения. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 55 6 Mn1NiMo B T 3 2 H5  AWS A5.5: E9018-G  ГОСТ 9467: Э60 (условно)  ABS: E9018-G	C 0,05 Mn 1,80 Si 0,35 Ni 0,80 Mo 0,45 P max 0,020 S max 0,020	После термообработки 560-600°C, 1 час $\sigma_T$ ≥550 МПа $\sigma_B$ ≥620 МПа $\delta$ ≥18% KCV: ≥59 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C

Марка, тип покрытия, описание	Классификация и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<b>48XH-5</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены для сварки стыковых и тавровых соединений ответственных конструкций из среднелигированных хладостойких высокопрочных сталей с гарантированным пределом текучести 590-785 МПа, в т.ч. сталей типа АК и QT. Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокалики: 460-480°C, 3 часа	ГОСТ 9467: Э70	C 0,05 Mn 1,00 Si 0,25 Ni 2,60 Mo 0,25 P max 0,015 S max 0,012	$\sigma_T$ 600 МПа $\sigma_B$ $\geq$ 700 МПа $\delta$ $\geq$ 18% KCV: $\geq$ 51 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C
<b>Pipeweld 10018</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены преимущественно для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков высокопрочных трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности до K65 (до API 5L X80), а также других ответственных конструкций с нормативным пределом текучести до 620 МПа включительно. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 62 4 Mn1NiMo B 3 2 H5  AWS A5.5: E10018-G  ГОСТ 9467: Э70 (условно)	C 0,07 Mn 1,85 Si 0,50 Ni 0,75 Mo 0,40 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_T$ $\geq$ 620 МПа $\sigma_B$ $\geq$ 690 МПа $\delta$ $\geq$ 18% KCV: $\geq$ 59 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C
<b>OK 74.86 Tensitrode</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены преимущественно для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности особо ответственных конструкций из высокопрочных сталей с нормативным пределом текучести до 620 МПа включительно, сварные швы которых могут подвергаться послесварочной термообработке. Данные электроды могут также применяться для выполнения заполняющих и облицовочного слоёв неповоротных стыков высокопрочных трубопроводов в положении вертикаль на подъем класса прочности до K65 (до API 5L X80). Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 62 4 Z B T 3 2 H5  AWS A5.5: E10018-D2  ГОСТ 9467: Э70 (условно)  НАКС: Ø 3.2; 4.0 мм  ВНИИГаз	C 0,07 Mn 1,80 Si 0,50 Ni 0,70 Mo 0,35 P max 0,025 S max 0,020	После термообработки 560-600°C, 1 час $\sigma_T$ $\geq$ 620 МПа $\sigma_B$ $\geq$ 690 МПа $\delta$ $\geq$ 18% KCV: $\geq$ 59 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C $\geq$ 34 Дж/см <sup>2</sup> при -50°C
<b>Pipeweld 100DH</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод с основной обмазкой, обладающей повышенной влажостойкостью и разработанный специально для сварки корневых, заполняющих и облицовочных проходов кольцевых стыков магистральных высокопрочных трубопроводов класса прочности API 5L X80 в положении «вертикаль на спуск». Благодаря предельно низкому содержанию водорода наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью, пластичностью и низкой чувствительностью к образованию трещин. Электрод отличают великолепные сварочно-технологические свойства и гарантированное отсутствие стартовой пористости. Применение данных электродов позволяет значительно повысить производительность и снизить удельное тепловложение, что особенно важно для высокопрочных трубопроводов, в сравнении с электродами, предназначенными для сварки в положении «вертикаль на подъем». Ток: = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 5 Режимы прокалики: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 62 5 Z B 4 5 H5  AWS A5.5: E10018-G H4R  ГОСТ 9467: Э70 (условно)	C 0,06 Mn 1,85 Si 0,40 Ni 1,75 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_T$ 690 МПа $\sigma_B$ 760 МПа $\delta$ 22% KCV: 138 Дж/см <sup>2</sup> при -30°C $\geq$ 59 Дж/см <sup>2</sup> при -50°C
<b>OK 75.75</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены для сварки ответственных конструкций из высокопрочных сталей с нормативным пределом текучести до 700 МПа, таких как WELDOX 700. Ток: = (+)	EN ISO 18275-A: E 69 4 Mn2NiCrMo B 4 2 H5  AWS A5.5: E11018-G  ГОСТ 9467: Э70	C 0,06 Mn 1,80 Si 0,30 Ni 2,30 Cr 0,45 Mo 0,45 P max 0,020	$\sigma_T$ 755 МПа $\sigma_B$ 820 МПа $\delta$ $\geq$ 18% KCV: 144 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 70 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C 56 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C



Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа	(условно)	S max 0,020	
	ABS: E11018-G		

Марка, тип покрытия, описание	Классификации и одобрения	Типичные характеристики наплавленного металла	
		Химический состав, %	Механические свойства
<b>FILARC 118</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод схожий по своим характеристикам с ОК 75.75, но обладающий несколько более высокими пластическими свойствами и позволяющий выполнять сварку как на постоянном, так и на переменном токе. Корневой проход предпочтительнее выполнять на постоянном токе прямой полярности. Сварку рекомендуется выполнять на предельно короткой дуге, при этом допускаются медленные поперечные колебания. Ток: ~ / = (+ / -) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 65В Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 69 5 Mn2NiMo B 3 2 H5  AWS A5.5: E11018M  ГОСТ 9467: Э70 (условно)	C 0,06 Mn 1,60 Si 0,35 Ni 2,20 Mo 0,40 P max 0,020 S max 0,020	$\sigma_T \geq 690$ МПа $\sigma_B \geq 760$ МПа $\delta \geq 20\%$ KCV: $\geq 59$ Дж/см <sup>2</sup> при -51°C
	ABS: E11018-M BV: 4Y62H5 DNV: IV Y62H5 LR: 4Y62H5		
<b>ОК 75.78</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электроды предназначены для сварки ответственных конструкций с расчетной температурой эксплуатации до -60°C из высокопрочных сталей, таких как WELDOX 900, WELDOX 960. Ток: ~ / = (+) Пространственные положения при сварке: 1, 2, 3, 4, 6 Напряжение холостого хода: 70В Режимы прокали: 330-370°C, 2 часа	EN ISO 18275-A: E 89 6 Z B 4 2 H5  ГОСТ 9467: Э85 (условно)	C 0,045 Mn 2,15 Si 0,35 Ni 3,00 Cr 0,50 Mo 0,60 P max 0,015 S max 0,015	$\sigma_T 920$ МПа $\sigma_B 965$ МПа $\delta 17\%$ KCV: 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
	НАКС: Ø 3.2 мм		

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

### Классификации проволоки и наплавленного металла в соответствии со стандартом:

- **ISO 14341:2011, а также идентичных ему EN ISO 14341 и ГОСТ Р ИСО 14341 (для проволок с пределом текучести до 500 МПа включительно)**

Классификацию см. в разделе 1.2. «Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом углеродистых и низколегированных сталей» на стр. XX

- **ISO 16834:2012, а также идентичный ему EN ISO 16834:2012 (для проволок с пределом текучести более 500 МПа)**

<b>ISO 16834-A</b>	:	<b>G</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>T</b>
							факультативно

ISO 16834-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 16834

#### Прочностные и пластические характеристики наплавленного металла

Индекс	Минимальное значение предела текучести, МПа	Диапазон значений предела прочности, МПа	Минимальные значения относительного удлинения, %
<b>55</b>	550	610...780	18
<b>62</b>	620	690...890	18
<b>69</b>	690	760...960	17