

<b>ЭА-395/9</b> <b>Тип покрытия – основное</b> Электрод 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. 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 проковки: 200-250°C, 2 часа	ГОСТ 10052-75: Э-11Х15Н25М6АГ2	C max 0,12 Mn 2,10 Si 0,55	$\sigma_r \geq 392$ МПа $\sigma_b \geq 608$ МПа $\delta \geq 30\%$ КСЧ: $\geq 120$ Дж/см <sup>2</sup> при +20°C
	НАКС: Ø 3.0; 4.0; 5.0 мм  ГосАтомНадзор	Cr 15,0 Ni 25,0 Mo 6,0 P max 0,030 S max 0,018	

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

### Классификации проволок в соответствии со стандартом:

- ISO 14343:2009, а также идентичный ему EN ISO 14343:2009

**ISO 14343-A** : **1** **2**

**ISO 14343-A** – стандарт, согласно которому производится классификация

**1** – индекс, определяющий процесс сварки, для которого предназначен данный сварочный материал

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

**W** – прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом

**P** – проволока сплошного сечения для плазменной сварки

**S** – проволока сплошного сечения для дуговой сварки под флюсом

**B** – лента для дуговой и электрошлаковой наплавки под флюсом

**2** – индекс, определяющий химический состав проволоки в соответствии с таблицей 1. Типичные механические свойства наплавленного металла, а также режимы послесварочной термообработки указаны в таблице А.1 приложения А стандарта ISO 14343 для конкретного индекса проволоки.

- SFA/AWS A5.9/A5.9M:2006

**AWS A5.9** : **ER** **1**

**AWS A5.9** – стандарт, согласно которому производится классификация

**ER** – плавящаяся присадочная проволока или присадочный прутки

**1** – индекс, определяющий химический состав проволоки в соответствии с таблицей 1 стандарта AWS A5.9.

### 4.2.1. Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом высоколегированных коррозионноустойчивых сталей.

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<b>OK Autrod 430LNb</b> Нержавеющая ферритная проволока с низким содержанием углерода, предназначенная для сварки однотипных по структуре сталей с содержанием Cr от 13 до 18% когда требуется высокая сопротивляемость термической усталости, а также для наплавки ферритных коррозионноустойчивых слоев на нелегированные и низколегированные стали. Для получения максимальной твердости наплавленного металла, наплавку рекомендуется выполнять в два слоя в сварочной смеси M21 (80%Ar + 20%CO <sub>2</sub> ) без последующей термической	EN ISO 14343-A: G 18 L Nb	C max 0,025 Mn 0,20-0,80 Si 0,30-0,50 Cr 17,8-18,8 Nb 0,05-0,50 P max 0,025 S max 0,015	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_r$ 275 МПа $\sigma_b$ 420 МПа $\delta$ 26%

<p>обработки. Проволока изначально разрабатывалась специально для нужд автомобильной промышленности для сварки катализаторов, резонаторов, глушителей и прочих элементов систем выхлопа. Наплавленный металл стоек к общей и межкристаллитной коррозии, а также обладает великолепной сопротивляемостью коррозии при контакте с агрессивными сернистыми средами.</p> <p>Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм</p>				
<p><b>OK Autrod 410NiMo</b> Нержавеющая проволока, предназначенная для сварки и наплавки изделий из ферритных и феррито-мартенситных сталей типа 12% Cr-4,5% Ni-0,5% Mo. Характерным примером ее применения является изготовление оборудования для гидроэнергетики, подверженного кавитационной эрозии.</p> <p>Выпускаемые диаметры: 0,8; 0,9; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 13 4</p>	<p>C max 0,05 Mn 0,50-0,90 Si 0,20-0,50 Cr 11,5-13,0 Ni 4,00-5,00 Mo 0,40-1,00 P max 0,025 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p>После термообработки 590-610°C, 8 час σ<sub>т</sub> 600 МПа σ<sub>в</sub> 840 МПа δ 17% KCV: 100 Дж/см<sup>2</sup> при -10°C</p>
<p><b>OK Autrod 308H</b> Нержавеющая сварочная проволока с повышенным содержанием углерода, предназначенная для сварки коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 08X18H10, 12X18H9, AISI 304, 304H и им подобных, когда к металлу шва не предъявляют жесткие требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Применяется в химической и нефтехимической промышленности для сварки труб, циклонов и котлов, эксплуатирующихся при температурах до 700°C без контакта с агрессивными средами и при температурах до 300°C при контакте с паром. Сварку рекомендуется выполнять без поперечных колебаний горелки, ограничивая удельное тепловложение на уровне не более 1,5 кДж/мм. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~3% (FN ~5).</p> <p>Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 19 9 H</p> <p>AWS A5.9: ER308H</p>	<p>C 0,04-0,08 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-21,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p>σ<sub>т</sub> ≥350 МПа σ<sub>в</sub> ≥550 МПа δ ≥30%</p>
<p><b>OK Autrod 308LSi</b> Наиболее часто применяемая нержавеющая сварочная проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки изделий, эксплуатирующихся при температурах от -196 до 350°C из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 03X18H10, 08X18H10T, AISI 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок, без проведения послесварочной термической обработки. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8).</p> <p>Выпускаемые диаметры: от 0,6 до 1,6 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 19 9 LSi</p> <p>AWS A5.9: ER308LSi</p> <p>НАКС: Ø 1.0 и 1.2 мм</p> <p>DNV: 308L (до -196 °C)</p>	<p>C max 0,03 Mn 1,40-2,10 Si 0,65-1,00 Cr 19,5-21,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p>σ<sub>т</sub> 370 МПа σ<sub>в</sub> 620 МПа δ 36% KCV: 138 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 113 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C 75 Дж/см<sup>2</sup> при -196°C</p>

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<p><b>OK Autrod 308L</b> Проволока по своим свойствам и назначению близка к ОК Autrod 308LSi, но рекомендуется к применению, когда повышенное содержание кремния является нежелательным. Например, когда при сварке или наплавке конструкции существует повышенная опасность образования горячих трещин. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8).</p> <p>Выпускаемые диаметры: 0,8; 0,9; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 19 9 L</p> <p>AWS A5.9: ER308L</p>	<p>C max 0,03 Mn 1,50-2,00 Si 0,30-0,65 Cr 19,5-21,0 Ni 9,0-11,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p>σ<sub>т</sub> 450 МПа σ<sub>в</sub> 620 МПа δ 36% KCV: 138 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 113 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C 75 Дж/см<sup>2</sup> при -196°C</p>

<b>OK Autrod 347Si</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 12X18H9T, 12X18H10T, 12X18H12T, AISI 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Легирование сплава ниобием позволяет повысить температуру эксплуатации изделий, в сравнении с проволоками типа ER308L, до 400°C, гарантируя высокие антикоррозионные свойства наплавленного металла, а изделия, которые прошли аустенизирующий отжиг, можно эксплуатировать при температурах до -196°C. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм	EN ISO 14343-A: G 19 9 NbSi	C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 19,0-21,0 Ni 9,0-11,0 Nb 10x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 440 МПа $\sigma_B$ 640 МПа $\delta$ 37% KCV: 138 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 100 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C  После аустенизирующего отжига 1050°C, 30 мин $\sigma_T$ 330 МПа $\sigma_B$ 600 МПа $\delta$ 45% KCV: 131 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 100 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 69 Дж/см <sup>2</sup> при -196°C
	AWS A5.9: ER347Si	НАКС: Ø 1.0 и 1.2 мм		
<b>OK Autrod 316LSi</b> Нержавеющая сварочная проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки изделий, эксплуатирующихся при температурах от -196 до 350°C из кислотостойких коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02X17H11M2, 08X17H13M2T, 10X17H13M3T, AISI 316L, 318 и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03X18H10, 08X18H10T, AISI 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Высокие пластические характеристики наплавленного металла, как правило, позволяют выполнять последующие технологические операции, связанные с пластическим деформированием сваренных заготовок, без проведения послесварочной термической обработки. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: от 0,6 до 1,6 мм	EN ISO 14343-A: G 19 12 3 LSi	C max 0,03 Mn 1,50-2,30 Si 0,65-1,00 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-13,0 Mo 2,50-3,00 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 440 МПа $\sigma_B$ 620 МПа $\delta$ 37% KCV: 150 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 119 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 69 Дж/см <sup>2</sup> при -196°C
	AWS A5.9: ER316LSi	НАКС: Ø 1.2 мм  DNV: 316L (до -196 °C)		
<b>OK Autrod 316L</b> Проволока по своим свойствам и назначению близка к ОК Autrod 316LSi, но рекомендуется к применению, когда повышенное содержание кремния является нежелательным. Например, когда при сварке или наплавке конструкции существует повышенная опасность образования горячих трещин. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: 0,8; 0,9; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 19 12 3 L	C max 0,03 Mn 1,30-2,00 Si 0,30-0,65 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-13,0 Mo 2,50-3,00 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 440 МПа $\sigma_B$ 620 МПа $\delta$ 37% KCV: 150 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 119 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 69 Дж/см <sup>2</sup> при -196°C
	AWS A5.9: ER316L			

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<b>OK Autrod 16.38</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из коррозионностойких хромоникелевых и хромоникельмолибденовых сталей марок 03X18H10, 08X18H10T, 02X17H11M2, 08X17H13M2T, AISI 304L, 316L, 321 и им подобных, когда требуется, чтобы в сварном шве отсутствовала ферритная структура (шов не должен обладать ферромагнитными свойствами), а также для изделий эксплуатирующихся при критически низких температурах (до -196°C). Наплавленный металл обладает великолепной коррозионной стойкостью в морской воде, а также при	EN ISO 14343-A: G 20 16 3 MnL	C max 0,03 Mn 6,00-8,00 Si 0,30-0,65 Cr 19,0-22,0 Ni 16,0-18,0 Mo 2,70-3,20 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 400 МПа $\sigma_B$ 600 МПа $\delta$ 40% KCV: 113 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 88 Дж/см <sup>2</sup> при -110°C 50 Дж/см <sup>2</sup> при -196°C

<p>контакте с сильными кислотами, такими как азотная. Несмотря на практически полную аустенитную структуру, благодаря высокому содержанию марганца, наплавленный металл слабо чувствителен к образованию горячих трещин. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~0% (FN &lt;0,5). Выпускаемые диаметры: 1,0 и 1,2 мм</p>				
<p><b>OK Autrod 318Si</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки изделий из кислотостойких коррозионностойких хромоникельмолибденовых сталей марок 02X17H11M2, 08X17H13M2T, 10X17H13M3T, AISI 316L, 318 и им аналогичных, а также хромоникелевых сталей марок 03X18H10, 08X18H10T, AISI 304L, 321, 347 и им подобных, когда к металлу шва предъявляются жесткие требования по стойкости к межкристаллитной коррозии. Легирование сплава ниобием позволяет повысить температуру эксплуатации изделий, в сравнении с проволоками типа ER316L, до 400°C, гарантируя высокие антикоррозионные свойства наплавленного металла, а изделия, которые прошли аустенизирующий отжиг, можно эксплуатировать при температурах до -196°C. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4% (FN ~7). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 19 12 3 NbSi</p> <p>НАКС: Ø 1.2 мм</p>	<p>C max 0,08 Mn 1,00-2,50 Si 0,65-1,00 Cr 18,0-20,0 Ni 11,0-14,0 Mo 2,50-3,00 Nb 10x%C-1,00 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98%Ar + 2%CO<sub>2</sub>) или M13 (98%Ar + 2%O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 460 МПа <math>\sigma_B</math> 615 МПа <math>\delta</math> 35% KCV: 125 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 88 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C</p> <p>После аустенизирующего отжига 1050°C, 30 мин <math>\sigma_T</math> 435 МПа <math>\sigma_B</math> 615 МПа <math>\delta</math> 35% KCV: 88 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 75 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C 44 Дж/см<sup>2</sup> при -196°C</p>
<p><b>OK Autrod 317L</b> Нержавеющая сварочная проволока с пониженным содержанием углерода, предназначенная для сварки изделий из сталей типа 19%Cr-13%Ni-3,5%Mo (317L). Она предназначена для сварки коррозионностойких сталей с идентичным химическим составом, эксплуатирующихся при температурах до 300°C, когда к наплавленному металлу предъявляются более высокие требования по стойкости к общей и питтинговой коррозии, чем это можно обеспечить проволоками типа ER316L и ER318, что обеспечивается за счет более высокого содержания молибдена. Основными отраслями применения данной проволоки являются строительство оффшорных платформ, морские танкеры для перевозки агрессивных жидкостей, целлюлозно-бумажная, химическая и нефтехимическая отрасли. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 18 15 3 L</p> <p>AWS A5.9: ER317L</p>	<p>C max 0,03 Mn 1,40-2,30 Si 0,30-0,65 Cr 18,5-20,0 Ni 13,0-15,0 Mo 3,00-4,00 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98%Ar + 2%CO<sub>2</sub>) или M13 (98%Ar + 2%O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 390 МПа <math>\sigma_B</math> 600 МПа <math>\delta</math> 45% KCV: 169 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 69 Дж/см<sup>2</sup> при -196°C</p>

Марка, описание	Классификация и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<p><b>OK Autrod 385</b> Нержавеющая сварочная проволока обеспечивает в наплавке хром-никель-молибденовую высоколегированную сталь с предельно низким содержанием углерода дополнительно легированную медью, характеризующуюся полностью аустенитной структурой и высокой устойчивостью к межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозии, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением, которые невозможно обеспечить применением присадочных проволок типа ER317. Данная проволока применяется при изготовлении технологического оборудования для производства сульфатных или фосфатных удобрений, целлюлозно-бумажной, нефтехимической и фармацевтической промышленности. Наплавленный металл стоек к воздействию серной, ортофосфорной, уксусной, муравьиной кислот и морской воды. Сварку рекомендуется выполнять без поперечных колебаний с удельным</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 20 25 5 CuL</p> <p>AWS A5.9: ER385</p>	<p>C max 0,025 Mn 1,40-2,20 Si max 0,50 Cr 19,5-21,5 Ni 24,0-26,0 Mo 4,20-5,20 Cu 1,20-2,00 P max 0,020 S max 0,020</p>	<p>I3 (Ar + 5...95%He) или M11 (98%Ar + 2%CO<sub>2</sub> + 2%H<sub>2</sub>) В качестве защитного газа допускается также использовать M12 (98%Ar + 2%CO<sub>2</sub>) или M13 (98%Ar + 2%O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 340 МПа <math>\sigma_B</math> 540 МПа <math>\delta</math> 37% KCV: 150 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C</p>

тепловложением не более 1,5 кДж/мм, на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 0% (FN 0). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм				
<b>OK Autrod 2307</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки аустенитно-ферритных (дуплексных) сталей пониженного легирования типа 08X22H6T, S32001 (W.Nr 1.4482), S82011, S32101 (W.Nr 1.4162), S32202 (W.Nr 1.4062), S32304 (W.Nr 1.4362) и им аналогичных. Ее можно также применять для сварки стали S32003, если допускается небольшое различие в коррозионной стойкости основного и наплавленного металлов и W.No 1.4655, кроме случаев, когда требуется легирование Cu. Наплавленный металл характеризуется достаточно высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с удовлетворительной коррозионной стойкостью. Основными областями из применения являются производство опреснительных установок, трубопроводов, контейнеров и хранилищ для агрессивных сред, затворов и задвижек. Для большинства марок «бюджетных» дуплексных сталей удельное тепловложение не должно превышать 2,5 кДж/мм, а межпроходная температура 150°C, однако лучше проконсультироваться у производителя конкретной марки стали. Желательно, чтобы оборудовании, поддерживало режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 25...50% (FN 35-65). Выпускаемые диаметры: 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 23 7 N L	C max 0,020 Mn 1,20-2,00 Si 0,30-0,65 Cr 22,5-24,5 Ni 6,50-8,50 N 0,10-0,20 P max 0,025 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	σ <sub>T</sub> 560 МПа σ <sub>B</sub> 730 МПа δ 32% KCV: 200 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C
<b>OK Autrod 2209</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки аустенитно-ферритных (стандартных дуплексных) сталей типа 22%Cr-5%Ni-3%Mo-N, таких как 08X21H6M2T, 02X22H5AM3, S31803, S32205, W.Nr 1.4462 и им аналогичных. Ее можно также применять для сварки «бюджетных» дуплексных сталей, кроме случаев, когда легирование Mo может отрицательно сказаться на коррозионной стойкости. Наплавленный металл характеризуется высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с хорошей коррозионной стойкостью. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла (Critical Pitting Temperature) CTP=25-30°C, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии (Pitting Resistibility Equivalent) PRE = %Cr + 3,3%Mo + 16%N примерно равен 35. Основными областями из применения являются производство технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и морских платформ для обработки и транспортировки нефти и газа. Для стандартных дуплексных сталей удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,5-2,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 200°C. Желательно, чтобы оборудовании, поддерживало режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~30% (FN ~45). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 22 9 3 N L  AWS A5.9: ER2209  НАКС: Ø 1.2 мм  DNV: для дуплексных нержавеющей сталей GL: 4462S	C max 0,025 Mn 1,20-1,80 Si 0,30-0,65 Cr 21,5-23,5 Ni 7,50-9,50 Mo 3,00-3,50 N 0,10-0,20 P max 0,025 S max 0,020	M11 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> + 2%H <sub>2</sub> ) или M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> )	σ <sub>T</sub> 600 МПа σ <sub>B</sub> 765 МПа δ 28% KCV: 125 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 106 Дж/см <sup>2</sup> при -20°C 75 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<b>OK Autrod 2509</b> Нержавеющая сварочная проволока, предназначенная для сварки в чистом аргоне или аргон-гелиевой смеси высокопрочных аустенитно-ферритных (супердуплексных) сталей типа 25%Cr-7%Ni-4%Mo-N, таких как SAF 2507 (S32750, W.Nr 1.4410), Zeron 100 (S32760, W.Nr 1.4501), S32550 (W.Nr 1.4507), DP3W (S39274) и им аналогичных. Ее можно также применять для сварки стандартных дуплексных сталей. Наплавленный металл характеризуется очень высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с очень высокой коррозионной стойкостью. Критическая температура питтинговой коррозии у наплавленного металла составляет CTP=50-60°C, а эквивалент сопротивляемости питтинговой коррозии PRE примерно равен 42. Основными областями ее применения являются производство тяжело нагруженного	EN ISO 14343-A: G 25 9 4 N L  AWS A5.9: ER2594	C max 0,020 Mn 0,30-0,70 Si 0,20-0,50 Cr 24,0-26,0 Ni 9,0-10,5 Mo 3,50-4,50 N 0,20-0,30 P max 0,025 S max 0,020	I1 (Ar 100%) или I3 (Ar + 5...95%He)	σ <sub>T</sub> 650 МПа σ <sub>B</sub> 832 МПа δ 30% KCV: 200 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 160 Дж/см <sup>2</sup> при -40°C

<p>технологического оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и ледовая защита морских нефтяных и газовых платформ. Удельное тепловложение следует выдерживать в диапазоне 0,2-1,5 кДж/мм, а межпроходную температуру не выше 100°C. Сварку можно выполнять только на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~20...35% (FN ~30...50FN). Выпускаемые диаметры: 1,0 и 1,2 мм</p>				
--	--	--	--	--

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

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<p><b>OK Autrod 309LSi</b> Нержавеющая сварочная проволока двойного назначения, первое назначение которой является сварка литья и проката из хромо-никелевых окалиностойких сталей типа 20X23H13, 20X23H18 и им аналогичных, эксплуатирующихся при температурах до 1000°C. Однако, следует помнить, что металл, наплавленный данной проволокой склонен к охрупчиванию при температурах эксплуатации более 650°C. Поэтому, если к изделию предъявляются требования не только по окалиностойкости, но и по жаропрочности, данная проволока применяется только для сварки корневого прохода. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к общей коррозии, а повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 23 12 LSi  AWS A5.9: ER309LSi  НАКС: Ø 1.0 мм</p>	<p>C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,65-1,00 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 440 МПа <math>\sigma_B</math> 600 МПа <math>\delta</math> 41% KCV: 200 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 163 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C 113 Дж/см<sup>2</sup> при -110°C</p>
<p><b>OK Autrod 309L</b> Нержавеющая сварочная проволока двойного назначения, первое назначение которой является сварка литья и проката из хромо-никелевых окалиностойких сталей типа 20X23H13, 20X23H18 и им аналогичных, эксплуатирующихся при температурах до 1000°C. По своим свойствам и назначению она близка к OK Autrod 309LSi, но рекомендуется к применению, когда повышенное содержание кремния является нежелательным. Например, когда при сварке существует повышенная опасность образования горячих трещин. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~5% (FN ~9). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 23 12 L  AWS A5.9: ER309L  НАКС: Ø 1.2 мм</p>	<p>C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 440 МПа <math>\sigma_B</math> 600 МПа <math>\delta</math> 41% KCV: 200 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 163 Дж/см<sup>2</sup> при -60°C 113 Дж/см<sup>2</sup> при -110°C</p>

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<p><b>OK Autrod 310</b> Высоколегированная сварочная проволока, предназначенная для сварки тяжело нагруженных изделий из жаропрочных окалиностойких сталей типа 25%Cr-20%Ni, таких как 20X23H18, AISI 310 и им аналогичных, работающих в окислительных и науглероживающих средах. Полностью аустенитная структура металла шва гарантирует отсутствие эффекта охрупчивания при длительной эксплуатации при температурах в интервале температур от 650 до 900°C. Однако, при сварке надо учитывать склонность наплавленного металла к образованию горячих трещин. Благодаря высокому содержанию хрома, наплавленный металл стоек к образованию окалины при температурах до 1150°C. Удельное тепловложение не должно превышать 1,5 кДж/мм, а межпроходная температура 100°C. Благодаря своей высокой жаропрочности, данная проволока широко</p>	<p>EN ISO 14343-A: G 25 20  AWS A5.9: ER310</p>	<p>C 0,08-0,15 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 25,0-27,0 Ni 20,0-22,0 P max 0,030 S max 0,020</p>	<p>M12 (98% Ar + 2% CO<sub>2</sub>) или M13 (98% Ar + 2% O<sub>2</sub>)</p>	<p><math>\sigma_T</math> 390 МПа <math>\sigma_B</math> 590 МПа <math>\delta</math> 43% KCV: 220 Дж/см<sup>2</sup> при +20°C 75 Дж/см<sup>2</sup> при -196°C</p>

применяется при производстве различных термических печей. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет 0% (FN 0). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм				
--	--	--	--	--

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

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<b>OK Autrod 16.95</b> Высоколегированная сварочная проволока двойного назначения. Первое – сварка аустенитных 13% марганцовистых сталей (типа сталей Гадфильда) и их сварки с другими сталями. Данная проволока также можно применять для сварки аустенитных Cr-Ni сталей, когда к изделию не предъявляются требования по стойкости к МКК, наплавки механически упрочняемых коррозионностойких слоев и сварки сталей с ограниченной свариваемостью. Незначительное количество равномерно распределенного феррита позволяет эксплуатировать изделия, сваренные данной проволокой, в неокислительных средах при повышенных температурах без опасения охрупчивания сварных швов, а высокое содержание Mn делает наплавленный металл нечувствительным к образованию горячих трещин. Повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Межпроходная температура не должна превышать 150°C. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~0% (FN ~0). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 18 8 Mn	C max 0,20 Mn 5,50-7,50 Si 0,60-1,20 Cr 17,0-20,0 Ni 7,0-10,0 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 450 МПа $\sigma_B$ 640 МПа $\delta$ 41% KCV: 163 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C
<b>OK Autrod 309LSi</b> Нержавеющая сварочная проволока двойного назначения, второе назначение которой является сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструктивных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса, а также для наплавки переходных слоев при сварке изделий из двухслойных сталей плакированных высоколегированным слоем типа 03X18H9, 12X18H10T, AISI 304L, 321 и им аналогичных. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к общей коррозии, а повышенное содержание кремния улучшает сварочно-технологические характеристики, такие как смачиваемость свариваемых кромок. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: от 0,8 до 1,6 мм	EN ISO 14343-A: G 23 12 LSi  AWS A5.9: ER309LSi  НАКС: Ø 1.0 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,65-1,00 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 440 МПа $\sigma_B$ 600 МПа $\delta$ 41% KCV: 200 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 163 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 113 Дж/см <sup>2</sup> при -110°C

Марка, описание	Классификации и одобрения	Химический состав проволоки, %	Защитный газ	Типичные механические свойства наплавленного металла
<b>OK Autrod 309L</b> Нержавеющая сварочная проволока двойного назначения, второе назначение которой является сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструктивных сталей перлитного класса с высоколегированными сталями аустенитного класса, а также для наплавки переходных слоев при сварке изделий из двухслойных сталей плакированных высоколегированным слоем типа 03X18H9, 12X18H10T, AISI 304L, 321 и им аналогичных. По своим свойствам и назначению она близка к OK Autrod 309LSi, но рекомендуется к применению, когда повышенное содержание кремния является нежелательным. Например, когда при сварке существует повышенная опасность образования горячих	EN ISO 14343-A: G 23 12 L  AWS A5.9: ER309L  НАКС: Ø 1.2 мм	C max 0,03 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 23,0-25,0 Ni 12,0-14,0 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 440 МПа $\sigma_B$ 600 МПа $\delta$ 41% KCV: 200 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C 163 Дж/см <sup>2</sup> при -60°C 113 Дж/см <sup>2</sup> при -110°C

трещин. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~5% (FN ~9). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм				
<b>OK Autrod 309MoL</b> Высоколегированная сварочная проволока, предназначенная для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса с высоколегированными кислотостойкими сталями аустенитного класса легированными молибденом типа AISI 316L, а также для наплавки переходных слоев при сварке изделий из двухслойных сталей, плакированных высоколегированным слоем типа 18%Cr-12%Ni-2,8%Mo. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~4,5% (FN ~8). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 23 12 2 L	C max 0,02 Mn 1,20-2,00 Si 0,25-0,65 Cr 21,0-23,0 Ni 14,0-15,5 Mo 2,40-3,10 P max 0,025 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 400 МПа $\sigma_B$ 600 МПа $\delta$ 31% KCV: 138 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C
<b>OK Autrod 312</b> Высоколегированная сварочная проволока двойного назначения. Первое – сварка марганцовистых аустенитных сталей, сталей с ограниченной свариваемостью, таких как закаливающиеся, броневые, пружинные, инструментальные и другие стали с высоким углерод-эквивалентом, а также сталей с неизвестным химическим составом и их сварки с аустенитными сталями, особенно если последние имеют полностью аустенитную структуру. Изделие после сварки не требует последующей термической обработки, а для небольших толщин (~ до 8 мм) и предварительного подогрева. Она также применяется для наплавки буферных слоев под последующую упрочняющую наплавку износостойкого слоя и восстановительную наплавку на стали с ограниченной свариваемостью. Сварные швы характеризуются высокой стойкостью к образованию трещин. Наплавленный металл имеет аустенитно-ферритную структуру, обладает очень высокими прочностными свойствами, хорошей стойкостью к коррозионному растрескиванию, а благодаря высокому содержанию хрома, стойкостью к образованию окалины при нагреве до 1150°C. Однако стоит помнить, что данный наплавленный металл склонен к охрупчиванию при нагревании выше 300°C. Межпроходная температура не должна превышать 150°C. Сварку предпочтительнее выполнять на оборудовании, поддерживающем режим MIG-puls. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле в исходном после сварки состоянии составляет ~25% (FN ~40). Выпускаемые диаметры: 0,8; 1,0 и 1,2 мм	EN ISO 14343-A: G 29 9  AWS A5.9: ER312	C max 0,15 Mn 1,40-2,20 Si 0,30-0,65 Cr 29,5-31,5 Ni 8,5-10,5 P max 0,030 S max 0,020	M12 (98%Ar + 2%CO <sub>2</sub> ) или M13 (98%Ar + 2%O <sub>2</sub> )	$\sigma_T$ 610 МПа $\sigma_B$ 770 МПа $\delta$ 20% KCV: 63 Дж/см <sup>2</sup> при +20°C

#### 4.3. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся электродом на основе высоколегированных сталей.

##### **Классификации проволок в соответствии со стандартом:**

- **ISO 14343:2009, а также идентичный ему EN ISO 14343:2009**

Классификацию см. в разделе 4.2. «Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе высоколегированных сталей» на стр. XX

- **SFA/AWS A5.9/A5.9M:2006**

Классификацию см. в разделе 4.2. «Проволоки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом на основе высоколегированных сталей» на стр. XX

##### 4.3.1. Прутки сплошного сечения для дуговой сварки в защитных газах неплавящимся