



Общество с ограниченной ответственностью

**«АУСТЕНИТ»**

# **КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ**

**2017**

## Содержание каталога

<b>Информация о предприятии ООО «Аустенит»</b> .....	<b>3</b>
О нас.....	3
Специализация.....	3
Потребительская ценность.....	4
Партнёрство и география интересов.....	4
<b>Перечень предлагаемой продукции</b> .....	<b>5</b>
<b>I. Кабельно-проводниковая продукция</b> .....	<b>6</b>
1. Проволока из термосплавов.....	6
1.1 Термопарная проволока.....	6
1.2 Термозлектродная проволока.....	8
2. Провода и кабели для термозлектрических преобразователей.....	10
2.1 Термопарный провод.....	10
2.2 Термозлектродный провод.....	13
<b>2.2.1 Удлинительные провода</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.2 Компенсационные провода</b> .....	<b>16</b>
2.3 Жаростойкие термопарные и термозлектродные провода (704-1204° С).....	20
2.4 Термопарный кабель в минеральной изоляции.....	24
<b>II. Защитная керамическая арматура для термопар</b> .....	<b>27</b>
1. Защитные керамические чехлы.....	28
Разновидности материала.....	28
1.1 Защитные керамические чехлы с повышенным содержанием оксида алюминия Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	29
1.2 Защитные керамические чехлы на основе карбида кремния SiC.....	32
1.3 Защитные керамические чехлы для расплавов металлов на основе нитрида кремния Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> .....	35
2. Защитные керамические изоляторы.....	40
<b>III. Жаропрочная и коррозионностойкая труба для термометрии</b> .....	<b>44</b>
<b>IV. Термопреобразователи для расплавов цветных металлов</b> .....	<b>46</b>

## Информация о предприятии ООО «Аустенит»

### О нас

Российское торгово-производственное предприятие ООО «Аустенит», основанное в 2003-ем году, с момента своего основания является активным участником рынка комплектующих компонентов, используемых при сборке термоэлектрических преобразователей в целом и термопар в частности. Начиная с 2009-го года, предприятие значительно расширило ассортимент предлагаемой продукции, включив в него изделия из керамики и кабельно-проводниковую продукцию, используемые при производстве и сборке термопреобразователей / термопар.

Мы, то есть коллектив предприятия, обладаем техническим пониманием специфики производства и использования термопреобразователей, отличаемся высоким уровнем межкультурной компетенции – что даёт нам ряд преимуществ при работе с иностранными поставщиками – и имеем богатый опыт работы, как с российскими, так и с иностранными компаниями.

### Специализация

ООО «Аустенит» специализируется на поставках как отдельно взятых комплектующих для термоэлектрических преобразователей, так и цельных термопреобразователей. При этом основное внимание мы уделяем приложениям, в которых к термоэлектрическим преобразователям или отдельным их компонентам предъявляются нижеследующие специальные требования:

- повышенная термостойкость, жаростойкость, жаропрочность и огнеупорность, а также высокая устойчивость к тепловым ударам;
- повышенная влагостойкость, а также повышенная абразивная, химическая и коррозионная стойкость;
- особо низкие значения допусков геометрического исполнения отдельно взятого компонента;
- особо низкие значения либо ассиметричное распределение допустимых отклонений сигнала термопары от НСХ.

## Потребительская ценность

Потребительская ценность, создаваемая ООО «Аустенит», выражается прежде всего в предоставляющейся нашим клиентам возможности экономии временного и финансового ресурсов, результирующей из отсутствия для наших клиентов необходимости

- заниматься поиском отвечающей их требованиям продукции;
- устанавливать контакты, вести переговоры и вступать в правовые отношения с иностранными поставщиками;
- организовывать транспортировку, складирование, страхование и таможенную очистку импортируемого товара;
- связывать оборотные средства в продукции без потери возможности регулярно получать продукцию в режиме точно в срок (just-in-time);
- ожидать производства и импорта требуемого наименования продукции в случае наличия артикула на складе ООО «Аустенит».

Кроме того, дополнительная потребительская ценность создаётся за счёт оказания консультационных услуг потребителям предлагаемой нами продукции относительно технических характеристик и эксплуатационных свойств этой продукции, а также её применимости в различных приложениях.

## Партнёрство и география интересов

В рамках нашей работы с поставщиками мы сотрудничаем исключительно с предприятиями-производителями или официальными торговыми представительствами производителей термоэлектрических преобразователей / термопар, а также соответствующих комплектующих компонентов и кабельно-проводниковой продукции, предназначенных для производства и сборки термопреобразователей.

География наших контактов и деловых интересов включает в себя среди прочего предприятия из таких стран как Германия, Великобритания, Франция, Нидерланды, Италия, США, Канада, Япония и Китай.

## Перечень предлагаемой продукции

### ▪ Кабельно-проводниковая продукция

- проволока из термосплавов
  - термопарная проволока
  - термоэлектродная проволока
- провода и кабели для термопреобразователей температуры
  - термопарные провода
  - термоэлектродные провода
    - удлинительные провода
    - компенсационные провода
  - жаростойкие (704-1204°C) термопарные и термоэлектродные провода
  - термопарный кабель с минеральной изоляцией

### ▪ Защитная керамическая арматура

- защитные керамические чехлы
  - из керамики с повышенным содержанием оксида алюминия  $Al_2O_3$
  - из керамики на основе карбида кремния  $SiC$
  - из керамики на основе нитрида кремния  $Si_3N_4$
- защитные керамические изоляторы из сортов керамики C610 и C799

### ▪ Жаропрочная и коррозионностойкая труба для термометрии

- Марки стали
  - Аустенитные
    - 12X18H10T
    - 08X18H10T
    - 10X23H18
  - Мартенситные
    - 10X17H13M2T
  - Ферритные
    - 15X25T
- Сплав на никелевой основе:
  - ХН78Т

### ▪ Термопреобразователи для измерения температуры в расплавах цветных металлов

## I. Кабельно-проводниковая продукция

### 1. Проволока из термосплавов

#### 1.1 Термопарная проволока

Под термопарной проволокой понимается проволока, используемая для производства непосредственно термопары или термопарного провода.

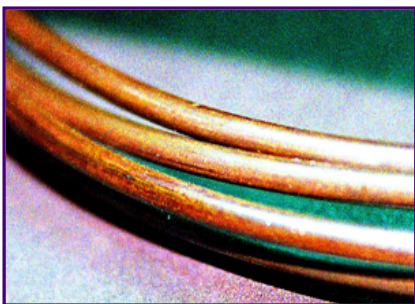
Для обеспечения дополнительной защиты поставляемая термопарная проволока в зависимости от сплава, из которого она изготовлена, может быть покрыта лаком, оксидирована или подвергнута процессу искусственного старения. Кроме того ООО "Аустенит" осуществляются поставки проволоки из хромеля и алюмеля со стабилизированной кристаллической решёткой.



Данный продукт может быть интересен, прежде всего, производителям термопар и термопарных проводов.

#### Сплавы

Поставляемая термопарная проволока производится из следующих сплавов:



- хромель,
- алюмель,
- железо,
- константан,
- медь,
- нихросил,
- нисил.

#### Диаметры

Термопарная проволока без покрытия в зависимости от сплава поставляется диаметром от 0,03 до 10 мм.

Термопарная проволока с лаковым покрытием в зависимости от сплава поставляется диаметром от 0,03 до 1,5 мм.

Предварительно окисленная термопарная проволока из сплавов хромель и алюмель в зависимости от сплава поставляется диаметром от 1 до 4 мм.

### Калибровка

Калибровка термопарной проволоки производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны измеряемых температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- ГОСТ Р.8.585-2001
- IEC 60584 (МЭК 60584)
- ASTM E230
- DIN EN 60584
- NF EN 60584
- BS EN 60584
- JIS 1602

**Внимание!** Помимо термопарной проволоки стандартной калибровки мы предлагаем проволоку со специальными допусками, в т. ч. с отклонениями от НСХ исключительно в положительном или отрицательном числовом диапазоне (например,  $0/+1^{\circ}\text{C}$  или  $0/-1^{\circ}\text{C}$  на заданном диапазоне измеряемых температур), а также с минимальными отклонениями от НСХ (например,  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  на заданном диапазоне измеряемых температур).

### Классы допуска:

По точности измерений термопарная проволока в стандартном исполнении поставляется 1-го, 2-го или 3-го класса допуска согласно выбранной норме калибровки. Ознакомьтесь с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами измеряемых температур для разных типов термопарной проволоки в зависимости от класса. Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

## 1.2 Термоэлектродная проволока



Под термоэлектродной проволокой понимается проволока, используемая для производства проводов и кабелей поэлектродной и/или суммарной компенсации термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) термопары. Подобные провода и кабели обозначаются в нормативных документах как «термоэлектродные». Кроме того их называют также удлинительные или компенсационные провода и кабели в зависимости от способа компенсации ТЭДС термопары. Подобные провода и кабели применяются в свою очередь для соединения свободных концов термопары с измерительной цепью.

### Сплавы

Поставляемая термоэлектродная проволока производится из следующих сплавов:

- хромель,
- алюмель
- железо,
- константан,
- медь,
- нихросил
- нисил

### Диаметры



Термоэлектродная проволока без покрытия в зависимости от сплава поставляется диаметром от 0,03 до 10 мм.

Термоэлектродная проволока с лаковым покрытием в зависимости от сплава поставляется диаметром от 0,03 до 1,5 мм.

Предварительно окисленная термоэлектродная проволока из сплава хромель поставляется диаметром от 1 до 4 мм.



## Калибровка

Калибровка термоэлектродной проволоки производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны рабочих температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- ГОСТ Р.8.585-2001
- IEC 60584 (МЭК 60584)
- ASTM E 230
- DIN 43722
- NFC 42324
- BS 4937 часть 20
- JIS 1610

**Внимание!** Помимо термоэлектродной проволоки стандартной калибровки мы предлагаем проволоку со специальными допусками.

## Классы допуска:

По точности измерений термоэлектродная проволока в стандартном исполнении поставляется 1-го и 2-го класса допуска согласно выбранной норме калибровки. Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами рабочих температур для разных типов термоэлектродной проволоки в зависимости от класса Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

## 2. Провода и кабели для термоэлектрических преобразователей

### 2.1 Термопарный провод



Под термопарным проводом понимается провод, применяемый для изготовления непосредственно термопары.

#### Типы токопроводящих жил

Термопарные провода поставляются с токопроводящими жилами из следующих сплавов, образующих следующие виды

термоэлектродных пар:

Тип термопары согл. ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.	Материал токопроводящих жил	Обозначение термопреобразователя согл. ГОСТ
K	NiCr-Ni - хромель-алюмелевые	ТХА
J	Fe-CuNi - железо-константановые	ТЖК
N	NiCrSi-NiSi - нихросил-нисилловые	ТНН
T	Cu-CuNi - медь-константановые	ТМКн
E	NiCr-CuNi - хромель-константановые	ТХКн
S	Pt10Rh-Pt - платинородий-платиновые	ТПП
R	Pt13Rh-Pt - платинородий-платиновые	ТПП
B	Pt30Rh-Pt6Rh – платинородий-платинородиевые	ТПР

### Изоляционные материалы

Изоляционные материалы (кроме особо термостойких и огнестойких) поставляемых термопарных проводов в гибкой изоляции и соответствующие диапазоны рабочих температур отображены в следующей таблице:

Изоляционный материал		Диапазон рабочих температур
Разновидность	Материал	
Термопласт	PVC (ПВХ)	-25 - 105° С
Фторопласт	PTFE	-190 - 260°С
	PFA	-190 - 260°С
	FEP	-100 - 205°С
	ETFE	-100 - 155°С
	ECTFE	-100 - 135°С
Термопластичный эластомер	TPV	-50 - 125°С



Изоляционный материал		Диапазон рабочих температур
Разновидность	Материал	
Эластомер	силиконовый каучук	-60 - 180°C
Стекловолокно	обычное	-60 - 350°C
	повышенной нагревостойкости	-60 – 650°C

## Размеры и строение токопроводящих жил

Термопарные провода поставляются как в многопроволочном, так и в однопроволочном исполнении токопроводящих жил / термоэлектродов. В однопроволочном исполнении диаметр токопроводящей жилы может составлять от 0,03 до 10,0 мм. Строение и размеры многопроволочных жил отображены в следующей таблице:

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы в мм	Строение: кол-во проволок x диаметр в мм
0,10	0,42	13x0,1
0,14	0,48	7x0,16
	0,49	18x0,1
0,18	0,54	10x0,15
0,22	0,60	7x0,2
0,25	0,66	15x0,15
	0,65	32x0,1
0,34	0,75	7,0,25
0,38	0,80	19x0,16
0,50	0,90	7x0,3
	0,95	16x0,2
	0,90	19x0,18
0,75	1,15	24x0,2
	1,15	19x,0,23
1,0	1,32	32x0,2
	1,30	19x0,26
1,5	1,63	48x0,2
	1,61	37x0,23
2,5	2,07	50x,025
	2,03	37x0,29
4,0	2,61	56x0,3
6,0	3,19	48x0,4
10,0	4,16	80x,0,4
16,0	5,76	126x0,4
25,0	7,48	196x0,4

Помимо указанных размеров термопарные провода поставляются согласно американскому сортаменту проводов и проволок (AWG) с размерами

токопроводящих жил от AWG 10 до AWG 30 включительно. Ознакомиться со строением многопроволочных токопроводящих жил в зависимости от размера жилы согласно AWG Вы можете, обратившись к документу [Строение многопроволочных жил разных диаметров согласно American Wire Gauge \(AWG\)](#). Узнать, какому диаметру в метрическом выражении соответствует тот или иной AWG, Вы можете, ознакомившись с документом [Сопоставление American Wire Gauge \(AWG\) с сечениями и диаметрами токопроводящих жил в метрическом выражении](#).

### Калибровка

Калибровка термопарных проводов производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны измеряемых температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- ГОСТ Р.8.585-2001
- IEC 60584-2 (МЭК 60584-2)
- DIN EN 60584
- ASTM E230
- NF EN 60584
- BS EN 60584
- JIS 1602

**Внимание!** Помимо стандартной калибровки мы предлагаем термопарные провода специальной калибровки в т. ч. с отклонениями от НСХ исключительно в положительном или отрицательном числовом диапазоне (например, 0/+1°C или 0/-1°C на всём диапазоне измеряемых температур), а также с минимальными отклонениями от НСХ (например,  $\leq \pm 0,5^\circ\text{C}$  на всём диапазоне измеряемых температур).

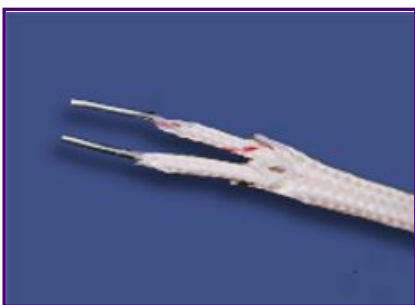
### Классы допуска

Поставляемые термопарные провода калибруются по 1-му 2-му и 3-му классу допуска. Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами измеряемых температур для разных типов термопарных проводов в зависимости от класса Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

## 2.2 Термоэлектродный провод

Под термоэлектродными проводами понимаются провода, служащие для соединения свободных концов термопары с измерительной цепью. Термоэлектродные можно разделить на удлинительные и компенсационные. Удлинительные провода обеспечивают поэлектродную, а компенсационные провода - суммарную компенсацию термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) термопары.

### 2.2.1 Удлинительные провода



Удлинительные провода используются для соединения термопары с измерительной цепью. Проводники удлинительных проводов состоят из тех же сплавов, что и термоэлектроды, к которым они подсоединяются. Отличие удлинительных проводов от термопарных проводов состоит в том, что для первых действует гораздо более узкий диапазон рабочих температур. Этим объясняется и более

низкая цена удлинительных проводов по сравнению с термопарными.

### Типы токопроводящих жил

Удлинительные провода поставляются с токопроводящими жилами со следующими сочетаниями материалов:

Тип термопары согл. ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.	Сплав токопроводящих жил	Тип удлинительных проводов согл. ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.*	Обозначение термопреобразователя согл. ГОСТ
К	хромель-алюмель	КХ	ТХА
N	нихросил-нисил	NX	ТНН
E	хромель-константан	ЕХ	ТХКн
J	железо-константан	JX	ТЖК
T	медь-константан	ТХ	ТМКн

\* - условное обозначение удлинительных проводов производится путём прибавления буквы «Х» к букве, обозначающей тип термопары, для которой они предназначены.

### Изоляционные материалы

Изоляционные материалы (кроме особо термостойких и огнестойких) поставляемых удлинительных проводов и соответствующие диапазоны



рабочих температур отображены в следующей таблице:

Изоляционный материал		Диапазон рабочих температур
Разновидность	Материал	
Термопласт	PVC (ПВХ)	-25 - 105° C
Фторопласт	PTFE	-190 - 260°C
	PFA	-190 - 260°C
	FEP	-100 - 205°C
	ETFE	-100 - 155°C
	ECTFE	-100 - 135°C
Термопластичный эластомер	TPV	-50 – 125°C
Эластомер	силиконовый каучук	-60 – 180°C
Стекловолокно	обычное	-60 – 350°C
	повышенной жаростойкости	-60 – 650°C

## Размеры и строение токопроводящих жил

Удлинительные провода поставляются как в многопроволочном, так и в однопроволочном исполнении токопроводящих жил / термоэлектродов. В однопроволочном исполнении диаметр токопроводящей жилы может составлять от 0,03 до 10,0 мм. Строение и размеры многопроволочных жил отображены в следующей таблице:

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы в мм	Строение кол-во проволок x диаметр в мм
0,10	0,42	13x0,1
0,14	0,48	7x0,16
	0,49	18x0,1
0,18	0,54	10x0,15
0,22	0,60	7x0,2
0,25	0,66	15x0,15
	0,65	32x0,1
0,34	0,75	7,0,25
0,38	0,80	19x0,16
0,50	0,90	7x0,3
	0,95	16x0,2
	0,90	19x0,18
0,75	1,15	24x0,2
	1,15	19x,0,23
1,0	1,32	32x0,2
	1,30	19x0,26
1,5	1,63	48x0,2
	1,61	37x0,23
2,5	2,07	50x,025
	2,03	37x0,29

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы в мм	Строение кол-во проволок x диаметр в мм
4,0	2,61	56x0,3
6,0	3,19	48x0,4
10,0	4,16	80x0,4
16,0	5,76	126x0,4
25,0	7,48	196x0,4

Помимо указанных размеров удлинительные провода поставляются согласно американскому сортаменту проводов и проволок (AWG) с размерами токопроводящих жил от AWG 10 до AWG 30 включительно. Ознакомиться со строением многопроволочных токопроводящих жил в зависимости от размера жилы согласно AWG Вы можете, обратившись к документу [Строение многопроволочных жил разных диаметров согласно American Wire Gauge \(AWG\)](#). Узнать, какому диаметру в метрическом выражении соответствует тот или иной AWG, Вы можете, ознакомившись с документом [Сопоставление American Wire Gauge \(AWG\) с сечениями и диаметрами токопроводящих жил в метрическом выражении](#).

### Калибровка

Калибровка удлинительных проводов производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны рабочих температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- IEC 60584-3 (МЭК 60584-3)
- DIN EN 43722
- ASTM E230
- ANSI MC 96.1
- NFC 42324
- BS 4937 часть 20
- JIS 1610

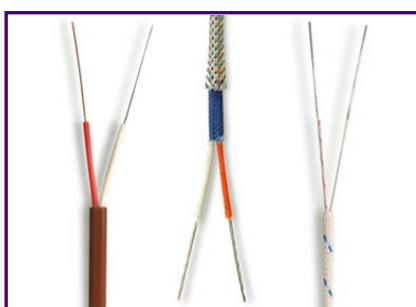
**Внимание!** Помимо стандартной калибровки мы предлагаем удлинительные провода специальной калибровки.

### Классы допуска

Поставляемые удлинительные провода калибруются по 1-му и 2-му классу допуска. Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами рабочих температур для разных типов удлинительных проводов

в зависимости от класса Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

### 2.2.2 Компенсационные провода



Компенсационные провода состоят из менее благородных металлов, чем сплавы термопары, для удлинения которой они предназначены. Эти провода выполняют ту же функцию, что и удлинительные провода, то есть компенсируют термоэлектродвижущую силу (ТЭДС) термопары с той лишь разницей, что в этом случае имеет место суммарная, а не поэлектродная компенсация ТЭДС. По сравнению

термопарными проводами компенсационные провода характеризуются более узким диапазоном измеряемых температур и более высокими значениями допустимых погрешностей.

#### Материал токопроводящих жил

Нами поставляются компенсационные провода 8-ми разновидностей согласно нормам DIN 43722 и МЭК 60584-3. Информация о типах поставляемых компенсационных проводов, а также о том, какие сплавы проводников в этих проводах применяются и для каких типов термопар они предназначены, представлена в следующей таблице:

Тип термопары согласно ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.	Сплав компенсационного провода	Обозначение компенсационного провода	Обозначение термопреобразователя согл. ГОСТ
K	железо-константан	KCA	ТХА
	медь-константан	KCB	
N	медь-константан	NC	ТНН
S	медь-константан	SCA	ТПП
	медь-константан	SCB	
R	медь-константан	RCA	ТПП
	медь-константан	RCB	
B	медный сплав-медь	BC	ТПР



## Изоляционные материалы

Изоляционные материалы (кроме особо термостойких и огнестойких) поставляемых компенсационных проводов и соответствующие диапазоны рабочих температур отображены в следующей таблице:

Изоляционный материал		Диапазон рабочих температур
Разновидность	Материал	
Термопласт	PVC (ПВХ)	-25 - 105° С
Фторопласт	PTFE	-190 - 260°С
	PFA	-190 - 260°С
	FEP	-100 - 205°С
	ETFE	-100 - 155°С
	ECTFE	-100 - 135°С
Термопластичный эластомер	TPV	-50 – 125°С
Эластомер	силиконовый каучук	-60 – 180°С
Стекловолокно	обычное	-60 – 350°С
	повышенной жаростойкости	-60 – 650°С

## Размеры и строение токопроводящих жил

Компенсационные провода поставляются как в многопроволочном, так и в однопроволочном исполнении токопроводящих жил / термоэлектродов. В однопроволочном исполнении диаметр токопроводящей жилы может составлять от 0,03 до 10,0 мм. Строение и размеры многопроволочных жил отображены в следующей таблице:

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы в мм	Строение кол-во проволок x диаметр в мм
0,10	0,42	13x0,1
0,14	0,48	7x0,16
	0,49	18x0,1
0,18	0,54	10x0,15
0,22	0,60	7x0,2
	0,66	15x0,15
0,25	0,65	32x0,1
	0,75	7,0,25
0,34	0,80	19x0,16
	0,90	7x0,3
0,38	0,95	16x0,2
	0,90	19x0,18
0,50	1,15	24x0,2
	1,15	19x,0,23
0,75	1,32	32x0,2
	1,30	19x0,26

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр жилы в мм	Строение кол-во проволок x диаметр в мм
1,5	1,63	48x0,2
	1,61	37x0,23
2,5	2,07	50x0,25
	2,03	37x0,29
4,0	2,61	56x0,3
6,0	3,19	48x0,4
10,0	4,16	80x0,4
16,0	5,76	126x0,4
25,0	7,48	196x0,4

Помимо указанных размеров удлинительные провода поставляются согласно американскому сортаменту проводов и проволок (AWG) с размерами токопроводящих жил от AWG 10 до AWG 30 включительно. Ознакомиться со строением многопроволочных токопроводящих жил в зависимости от размера жилы согласно AWG Вы можете, обратившись к документу [Строение многопроволочных жил разных диаметров согласно American Wire Gauge \(AWG\)](#). Узнать, какому диаметру в метрическом выражении соответствует тот или иной AWG, Вы можете, ознакомившись с документом [Сопоставление American Wire Gauge \(AWG\) с сечениями и диаметрами токопроводящих жил в метрическом выражении](#).

### Калибровка

Калибровка компенсационных проводов производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны рабочих температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- IEC 60584-3 (МЭК 60584-3)
- DIN EN 43722
- ASTM E230
- ANSI MC 96.1
- NFC 42324
- BS 4937 часть 20
- JIS 1610

**Внимание!** Помимо стандартной калибровки мы предлагаем компенсационные провода специальной калибровки.

### Классы допуска

Поставляемые компенсационные провода калибруются по 2-му классу



**Аустенит**

454052, г. Челябинск  
Шоссе Metallургов 596  
Российская Федерация

Тел.: + 7 351 907 7671  
Факс: + 7 351 200 2064  
Эл. почта: [info@austenit.biz](mailto:info@austenit.biz)

допуска. Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами рабочих температур для разных типов компенсационных проводов в зависимости от класса Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта.](#)

### 2.3 Жаростойкие термопарные и термоэлектродные провода (704-1204° С)



Используемые для производства жаростойких термопарных и термоэлектродных проводов жаростойкие и огнеупорные изоляционные материалы обеспечивают повышенную жаростойкость термопары и за счёт этого снижение износа термоэлектродов даже на максимумах рабочих температур. Результатом является высокая эксплуатационная надёжность термопары, а также снижение издержек по замене, техническому обслуживанию и текущему ремонту термопреобразователей в целом.

Из жаростойкого термопарного провода в термо- и огнестойкой изоляции могут быть изготовлены термопары, которые могут использоваться в качестве полноценной замены как зачехлённым (в керамику или нержавеющую сталь) термопарам, так и термопарам, изготовленным из термопарного кабеля в минеральной изоляции.

Жаростойкий термоэлектродный провод может, в зависимости от типа, применяться в качестве удлинительного или компенсационного провода, т.е. для соединения свободных концов термопары с измерительной цепью в рабочих средах с температурами от 651°С и выше.

Данные продукты могут быть особенно интересны для сталелитейных производств, энергогенерирующих компаний, предприятий военно-промышленного комплекса и непосредственно производителей термопреобразователей.

#### Способы и области применения

##### Как

- в качестве контрольных термопар при контроле промышленных печей различного типа на предмет равномерности распределения в них тепла и/или гомогенности нагрева (имеется специально разработанный для этих целей провод);
- в качестве закладных термопар для измерения температуры обрабатываемых деталей или материалов.

## Где

- в коксовых батареях,
- в нагревательных печах и колодцах при закалке и ковке металла,
- в процессе литья титана и стали;
- в энергетических блоках электростанций, например, в измерительных каналах тепловыводящих сборок.

## Материал токопроводящих жил

Жаростойкие термопарные и термоэлектродные провода в термостойкой и огнестойкой изоляции поставляются с токопроводящими жилами из следующих материалов, образующих следующие виды термопар:

Тип термопары согл. ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.	Материал жил термопарных проводов	Материал жил термоэлектродных проводов	Обозначение термопреобразователя согл. ГОСТ
K	хромель-алюмель	хромель-алюмель	ТХА
N	нихросил-нисил	нихросил-нисил	ТНН
E	хромель-константан	хромель-константан	ТХКн
J	железо-константан	железо-константан	ТЖК
T	медь-константан	медь-константан	ТМКн
S	-	медь-константан	ТПП
R	-	медь-константан	ТПП
B	-	сплав меди-медь	ТПР

## Размеры и строение токопроводящих жил

Жаростойкие термопарные и термоэлектродные провода поставляются с токопроводящими жилами диаметром от 0,5 до 3,5 мм либо от AWG 14 до AWG 24. По строению токопроводящие жилы могут быть как многопроволочными и однопроволочными. Ознакомиться со строением многопроволочных токопроводящих жил в зависимости от размера жилы согласно AWG Вы можете, обратившись к документу [Строение многопроволочных жил разных диаметров согласно American Wire Gauge \(AWG\)](#). Узнать, какому диаметру в метрическом выражении соответствует тот или иной AWG, Вы можете, ознакомившись с документом [Сопоставление American Wire Gauge \(AWG\) с сечениями и диаметрами токопроводящих жил в метрическом выражении](#).

## Изоляция

**Тип изоляции:** одинарная, т.е. каждой жилы в отдельности и двойная, т.е. каждой жилы в отдельности плюс внешний кожух.

**Изоляционные материалы и их характеристики:** Используемые в данном виде проводов термостойкие и огнеупорные изоляционные материалы, их основные характеристики, а также возможные в зависимости от изоляционного материала диаметры токопроводящих жил приведены в нижеследующей таблице:

Изоляционный материал	t °C макс.*	Износостойкость	Хим. стойкость	Влагостойкость	Огнестойкость	Диаметр жил в мм
керамическое волокно I	1204	удовл.	хорошая	удовл.	негорюч	0,51-1,62
керамическое волокно II	1204	удовл.	хорошая	удовл.	негорюч	0,51-2,05
кварцевое стекло I	1000	хорошая	хорошая	отличная	негорюч	0,5-3,5
кварцевое стекло II	982	низкая	хорошая	низкая	негорюч	0,51-2,05
кварцевое стекло III	871	низкая	н/д	удовл.	негорюч	0,81-1,29
кремнезёмное стекловолокно	760	хорошая	н/д	хорошая	негорюч	0,81-1,62
стекловолокно	704	удовл.	хорошая	хорошая	негорюч	0,51-2,05

\*- максимальные рабочие температуры действительные при длительном использовании; максимальные рабочие температуры допустимые при кратковременном использовании превышают указанные значения на ≈120-150°C

Дополнительно к изоляции провод может быть снабжён различного рода защитными металлическими оболочками, повышающими его абразивную износостойкость.

**Толщина изоляции:** Толщина как внешнего (кожух) так и внутреннего (изоляция жилы) изоляционного слоя имеет ключевое значение для продолжительности срока службы провода и может варьироваться в зависимости от приложения, в котором планируется использование провода. Как правило, приложения с наиболее неблагоприятными условиями эксплуатации, которые могут выражаться в высоких рабочих температурах, нестабильности температурных режимов эксплуатации, большой продолжительности непрерывного использования, агрессивной среде, необходимости многократного использования и пр. – требуют более толстого изоляционного слоя, чем приложения с относительно благоприятными условиями эксплуатации. Тем ни менее, с целью максимизации срока эксплуатации провода в момент принятия решения о требуемой толщине изоляционного слоя должен учитываться весь список факторов будущей эксплуатации провода.

Жаростойкие термопарные и термоэлектродные провода в термо- и огнестойкой изоляции предлагаются в зависимости от типа изоляционного материала в 1-4 модификациях относительно толщины изоляционного слоя.

### **Калибровка**

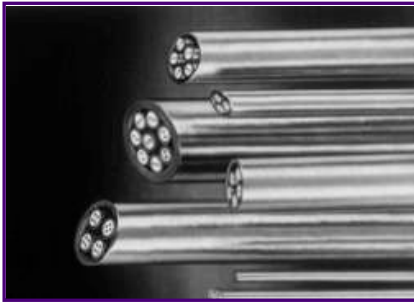
Калибровка жаростойких термопарных и термоэлектродных проводов производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны измеряемых / рабочих температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- IEC 60584 (МЭК 60584)
- DIN EN 60584
- DIN EN 43722
- ANSI MC 96.1
- ASTM E 230
- AMS 2750
- SAE AS5419

### **Классы допуска**

Поставляемые жаростойкие термопарные и термоэлектродные провода в термо- и огнестойкой изоляции калибруются как провода 1-го и 2-го класса допуска. Дополнительно существует возможность калибровки согласно особым требованиям. Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами измеряемых / рабочих температур для разных типов жаростойких проводов в зависимости от класса Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

## 2.4 Термопарный кабель в минеральной изоляции



Термопарный кабель в минеральной изоляции поставляется в защитной оболочке из нержавеющей стали и является видом термопарного кабеля используемым для производства и сборки термопар. В виде минерального изолятора используются неорганические материалы в виде оксида магния MgO или оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в зависимости от будущих условий эксплуатации.

В виде твёрдой внешней оболочки изначально используется труба из нержавеющей стали, которая в процессе производства кабеля вытягивается в оболочку нужного диаметра. В качестве токопроводящих жил используются проводники из термосплавов.

За счёт применения минерально-изолированного кабеля в твёрдом кожухе может быть устранена проблема прокладки кабельных проходок, включая инсталляцию труб, коробов, лотков и прочих закладных деталей.

### Отличительные особенности

Этот вид кабеля обладает особо хорошей устойчивостью к тепловым ударам и, в силу использования жаропрочных материалов для изготовления оболочек, характеризуется широким диапазоном рабочих температур: от -200 до 1100°C при использовании стандартных материалов кожуха. Кроме того, кабель является водонепроницаемым, стойким к радиации и сильным вибрациям и способен выдерживать высокое давление (до 3500 кг/см<sup>2</sup> при 650°C) без ухудшения эксплуатационных качеств. Также данный вид кабеля допускает множественные изгибы, радиус которых может составлять до 2-х диаметров внешнего кожуха. Опасность механических повреждений и изменения термоэлектрических характеристик кабеля при подобных изгибах не наступает.

### Материал токопроводящих жил

Термопарный кабель в минеральной изоляции поставляется с токопроводящими жилами из следующих сочетаний сплавов, образующих следующие типы термопар:



Тип термопары согл. ГОСТ, МЭК, DIN, ANSI и пр.	Материал токопроводящих жил	Обозначение термопреобразователя согл. ГОСТ
K	NiCr-Ni - хромель-алюмелевые	ТХА
J	Fe-CuNi - железо-константановые	ТЖК
N	NiCrSi-NiSi - нихросил-нисилловые	ТНН
T	Cu-CuNi - медь-константановые	ТМКн
E	NiCr-CuNi - хромель-константановые	ТХКн
S	Pt10Rh-Pt - платинородий-платиновые	ТПП
R	Pt13Rh-Pt - платинородий-платиновые	ТПП
B	Pt30Rh-Pt6Rh – платинородий-платинородиевые	ТПР

### Изоляционные материалы

В качестве изоляционных материалов для термопарного кабеля в минеральной изоляции и защитной арматуре их нержавеющей стали используются оксид магния MgO или оксид алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Оба материала имеют максимальную рабочую температуру равную 1370°C.

### Материал оболочки

В нижеприведенной таблице перечислены материалы, из которых может быть изготовлена оболочка / кожух минерально-изолированного термопарного кабеля.

Обозначение согл. DIN	Краткое обозначение согл. AISI	
1.4301	X5CrNi 18-9	304
1.4306	X5CrNi 19-11	304L
1.4401	X5CrNiMo 18-10	316
1.4404	X2CrNiMo 18-10	316L
1.4541	X6CrNiTi 18-10	321
1.4550	X6CrNiNb 18-10	-
1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2	316Ti
1.4845	X12CrNi 25-21	310S
2.4816	Inconel 600	600
2.4851	Inconel 601	601
1.4876	Incoloy 800	800
2.4858	Incoloy 825	825
2.4951	Nimonic 75	-

### Модификации по размеру и количеству токопроводящих жил

Возможны множественные модификации термопарного кабеля в минеральной изоляции по следующим признакам:

- по внешнему диаметру: 0,25-12,7 мм;
- по диаметру проводников: 0,5-3,5 мм;
- по длине: от 1 м до 400 м
- по количеству пар термоэлектродов: от 1-ой (2 токопроводящих жилы) до 3-ти (6 токопроводящих жил).

### Калибровка

Калибровка термопарного кабеля в минеральной изоляции производится в соответствии со следующими международными и национальными стандартами, определяющими диапазоны измеряемых температур, НСХ и предельно допустимые отклонения от них:

- IEC 60584 (МЭК 60584)
- DIN 60584
- ASTM E230
- JIS C1605

### Классы допуска

Минерально-изолированный термопарный кабель в твёрдом кожухе поставляется 1, 2 и 3 класса допуска согласно вышеуказанным нормам. Дополнительно существует возможность калибровки кабеля согласно особым требованиям заказчика.

Ознакомиться с предусмотренными различными нормами предельно допустимыми отклонениями от НСХ и соответствующими диапазонами измеряемых температур для термопарных кабелей различной градуировки Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термопарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).

## II. Защитная керамическая арматура для термопар

Керамическая арматура для защиты термопар включает в себя **защитные чехлы** и **защитные изоляторы** в виде трубок.

**Защитные чехлы** для термопреобразователей / термопар представляют собой одноканальную и, как правило, круглую трубку, закрытую с одной стороны. Защитные чехлы служат для защиты термопары от воздействий факторов внешней среды. Термопара помещается при этом в защитный чехол горячим спаем / рабочим концом к закрытой стороне чехла.



**Защитные изоляторы** для термопреобразователей / термопар представляют собой открытые с обеих сторон трубки с одним или несколькими каналами. Данный вид изделий в зависимости от длины может обозначается как «соломка» (цельный изолятор бóльшей длины) или «бусы» (изоляторы меньшей длины, используемые в сборе) и используется для непосредственной изоляции термоэлектродов.



## 1. Защитные керамические чехлы

### Разновидности материала

Поставляемые защитные чехлы произведены из следующих видов керамики:

- керамика с повышенным содержанием оксида алюминия  $Al_2O_3$ :
  - кордиеритовая керамика: C530
  - алюмосиликат: C610
  - оксид алюминия: C799
- керамика на основе карбида кремния (SiC)
  - инфильтрированного
  - рекристаллизованного
  - рекристаллизованного с присадкой
  - с глиняной связкой
- керамика на основе нитрида кремния  $Si_3N_4$  (чехлы стойкие к расплавам цветных металлов и используемые при измерении температуры во время плавки и литья)
  - повышенной прочности
  - повышенной жаропрочности
  - универсального назначения

### 1.1 Защитные керамические чехлы с повышенным содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



Керамика с повышенным содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, из которой изготавливаются защитные чехлы для термодпар, поставляется трёх классов и сортов:

- кордиеритовая керамика: **C530**;
- алюмосиликат: **C610**;
- оксид алюминия: **C799**.

Все из названных сортов керамики нормированы стандартами DIN 60 672 и DIN VDE 0335.

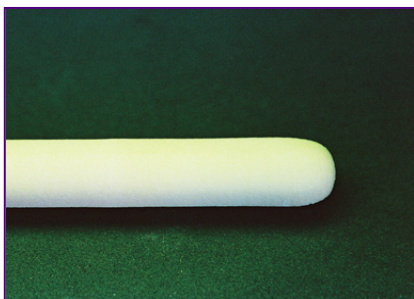
#### Отличительные особенности

Отличительными особенностями названных сортов керамики являются

- высокая прочность и твёрдость материала;
- термостабильность;
- высокая износостойкость даже на высоких температурах;
- высокая коррозионностойкость даже на высоких температурах.

#### Модификации по геометрическим параметрам и допуски

Возможны следующие модификации защитных чехлов из вышеназванных разновидностей керамики по геометрическим параметрам изделий:



- внешний диаметр: 0,8-30 мм;
- внутренний диаметр: 0,3-23 мм;
- длина: 100-3500 мм;
- с фиксирующим пазом и без него;
- с фланцем и без него.

Подробная информация относительно типоразмеров чехлов из керамики с повышенным содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> отображена в нижеследующей таблице:

Сорт керамики			
Типоразмеры <sup>1</sup> (внешний диаметр x внутренний диаметр в мм) <sup>2</sup>	С 799 с содержанием Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 99,7%	С 610 с содержанием Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60%	С 530 с содержанием Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 72-74%
		1,3 x 0,7	0,8 x 0,3
	1,6 x 1,0	1,3 x 0,7	20 x 15
	1,8 x 1,2	1,6 x 1,0	22 x 17
	2,0 x 1,0	1,8 x 1,2	24 x 19
	2,7 x 1,7	2,0 x 1,0	26 x 18
	3,0 x 2,0	2,7 x 1,7	28 x 22
	4,0 x 2,0	3,0 x 2,0	30 x 23
	5,0 x 3,0	4,0 x 2,0	
	6,0 x 4,0	5,0 x 3,0	
	8,0 x 5,0	6,0 x 4,0	
	9,0 x 6,0	8,0 x 5,0	
	9,6 x 6,4	9,0 x 6,0	
	10,0 x 6,0	10,0 x 6,0	
	10,0 x 7,0	10,0 x 7,0	
	12,0 x 8,0	12,0 x 8,0	
	12,7 x 8,9	14,0 x 10,0	
	14,0 x 10,0	15,0 x 10,0	
	15,0 x 10,0	15,0 x 11,0	
	17,0 x 12,0	16,0 x 12,0	
	17,0 x 13,0	17,0 x 12,0	
	17,5 x 11,1	17,0 x 13,0	
	20,0 x 15,0	17,5 x 11,1	
	24,0 x 18,0	20,0 x 15,0	
	25,4 x 19,1	24,0 x 19,0	
	26,0 x 20,0	25,4 x 19,1	
	28,0 x 22,0	26,0 x 18,0	
	30,0 x 23,0	26,0 x 20,0	
		28,0 x 22,0	
		30,0 x 23,0	
Максимальная длина	3500 мм	3500 мм	3500 мм

**1** - все типоразмеры могут быть изготовлены как с фланцем, так и без него; **2** - по запросу могут быть поставлены чехлы других типоразмеров; **3** - карбид кремния

Независимо от размера чехлы имеют минимальные допуски по прямизне, диаметрам и толщине стенки согласно DIN 40680. В случае наличия специальных требований со стороны заказчика эти допуски могут быть ниже предусмотренных названной нормой.

## Рабочие температуры

Максимальными рабочими температурами сортов керамики с повышенным содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> являются:

Сорт керамики согл. DIN 60 672	Макс. рабочая температура в °С*
C799	1700
C620	1600
C610	1400
C530	1350

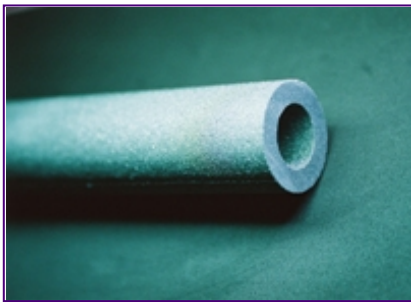
\* - температуры указаны, исходя из наиболее неблагоприятных условий эксплуатации, как например, высокая механическая нагрузка на изделие и агрессивная внешняя среда в комплексе

## Физико-химические характеристики

Получить информацию о механических, химических, термических и электрических свойствах керамики с повышенным содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Вы можете обратившись к документу [Физико-химические характеристики керамики с повышенным \(≥60%\) содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>](#).

## 1.2 Защитные керамические чехлы на основе карбида кремния SiC

Керамика на основе карбида кремния SiC, из которой предлагаются защитные чехлы для термопар, поставляется четырёх разновидностей, а именно на основе



- **инфильтрированного** карбида кремния;
- **рекристаллизованного** карбида кремния;
- карбида кремния с **глиняной связкой**;
- **рекристаллизованного** карбида кремния с **присадками**

Первые 2 из этих 4-х сортов керамики нормированы стандартом DIN EN 12 212.

### Отличительные особенности

Отличительными особенностями этого вида керамики являются

- отличная коррозионная и эрозийная стойкость даже при взаимодействии с сильными кислотами и щелочами
- отличная стойкость к окислению
- отличная стойкость к тепловым ударам
- очень высокая механическая прочность
- превосходная теплопроводность
- очень высокая механическая прочность
- высокая жаропрочность материала (см. ниже рабочие температуры)

Непосредственным местом использования чехлов из керамики данного класса могут быть печи, котлы, камеры сгорания, дымоотводы, установки по удалению серы из дымовых газов и пр.

**Внимание!** Данные чехлы могут использоваться также в расплавах таких металлов как олово свинец и цинк. В расплавах алюминия данные керамические чехлы могут использоваться исключительно, если они имеют специальное дополнительное плазменное покрытие.



## Модификации по геометрическим параметрам и допуски

Возможны следующие модификации защитных чехлов из керамики на основе карбида кремния SiC по геометрическим параметрам:

- внешний диаметр: 17-60 мм;
- внутренний диаметр: 10-46 мм;
- длина: 20-2100 мм;
- по форме: с фланцем на открытом конце и без него;

Подробная информация о возможных типоразмерах отображена в следующей таблице:

Сорт керамики			
Типоразмеры <sup>1</sup> (внешний диаметр x внутренний диаметр в мм) <sup>2</sup>	SiC <sup>3</sup> с глиняной связкой	Рекристаллизованный SiC <sup>3</sup> / Рекристаллизованный SiC <sup>3</sup> с присадками	Инфильтрированный карбид кремния SiC <sup>3</sup>
	17 x 12	20 x 10	20 x 13
	20 x 12	22 x 12	22 x 15
	20 x 15	25 x 15	25 x 18
	22 x 17	30 x 15	27 x 20
	24 x 19	30 x 20	30 x 20
	26 x 18	32 x 22	34x24
	26 x 20	34 x 24	40x30
	30 x 23	35 x 25	45 x 35
	33 x 28	38 x 25	55x42
	35 x 27	40 x 30	60x46
	40 x 32	45 x 35	
	45 x 25	50 x 38	
	45 x 35	55x41	
	50 x 25	60x46	
Максимальная длина	2000 мм	2100 мм	2100 мм

<sup>1</sup> - все типоразмеры могут быть изготовлены как с фланцем, так и без него; <sup>2</sup> - по запросу могут быть изготовлены чехлы других типоразмеров; <sup>3</sup> - карбид кремния

Независимо от размера чехлы имеют минимальные допуски по прямизне, диаметрам и толщине стенки согласно DIN 40680. В случае наличия специальных требований со стороны заказчика эти допуски могут быть ниже предусмотренных названной нормой.

## Рабочие температуры

Максимальными рабочими температурами сортов керамики на основе карбида кремния SiC являются:

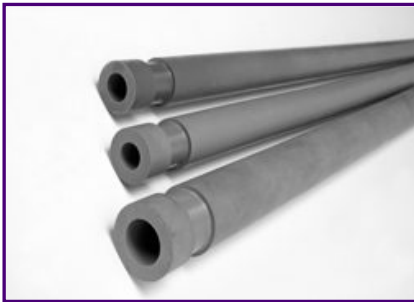
Сорт керамики согл. DIN 12 212	Макс. рабочая температура в °С <sup>1</sup>
инфильтрированный карбид кремния	1350
рекристаллизованный карбида кремния	1600 <sup>2</sup> /2000 <sup>3</sup>
остеклованный карбид кремния	1600 <sup>2</sup>
рекристаллизованный карбида кремния с присадками <sup>4</sup>	1650 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> - температуры указаны, исходя из наиболее неблагоприятных условий эксплуатации, например, механическая нагрузка на изделие и агрессивная внешняя среда в комплексе; <sup>2</sup> - в окислительной среде; <sup>3</sup> - в инертной среде; <sup>4</sup> - запатентованный состав, нормой DIN 12 212 не предусмотрен.

## Физико-химические характеристики

Получить информацию о механических, химических, термических и электрических свойствах керамики на основе карбида кремния SiC Вы можете, обратившись к документу [Физико-химические характеристики керамики на основе карбида кремния SiC](#).

### 1.3 Защитные керамические чехлы для расплавов металлов на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>



Керамика на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> имеет нулевую пористость и изготавливается в рамках процесса т.н. шликерного литья, который не позволяет добиться минимальных допусков по геометрии изделий, но позволяет получить абсолютно плотный материал.

Керамика данного класса поставляется трёх разновидностей:

- **повышенной износостойкости;**
- **повышенной жаропрочности;**
- **универсального назначения.**

Преимущества, результирующие из нулевой пористости и высокой плотности материала, позволяют использовать его в прямом контакте с расплавами цветных металлов. Поэтому чехлы произведённые из этой керамики пригодны для использования в качестве защитных чехлов термопары при измерении температуры в расплавах цветных металлов.

Кроме использования с расплавами металлов чехлы из сорта керамики на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, отличающегося повышенной прочностью материала могут использоваться также в приложениях предполагающих сильное механическое воздействие на них (чехлы) частиц сажи на высоких температурах вплоть до 1400°C.

Интересными чехлы из данного класса керамики могут быть, прежде всего, для литейных и плавильных цехов и заводов. Из-за возможности применения чехлов из керамики повышенной прочности в рамках термических процессов с большой механической нагрузкой оказываемой непосредственно на чехлы, последние могут быть интересным решением для предприятий, специализирующихся на сжигании (промышленных) отходов и предприятий химической отрасли промышленности. Непосредственным местом использования чехлов из керамики повышенной прочности могут быть среди прочего печи, котлы, камеры сгорания, дымоотводы и установки по удалению серы из дымовых газов.

## Отличительные особенности

Отличительными особенностями керамики на основе нитрида кремния Si3N4 являются

- превосходная прочность материала даже при высоких температурах;
- отличная стойкость к тепловым ударам;
- исключительная устойчивость к смачиванию и коррозии при погружении в расплавы цветных металлов.

## Модификации по геометрическим параметрам



Возможны следующие модификации защитных чехлов из керамики на основе нитрида кремния Si3N4 по геометрическим параметрам:

- внешний диаметр: 12,5-28 мм;
- внутренний диаметр: 6,5-16 мм;
- длина: 150-2000 мм;
- с фиксирующим пазом<sup>1</sup> и без него.

Подробная информация о типоразмерах чехлов для расплавов цветных металлов отображена в следующей таблице:

	Диаметр: внешний x внутренний в мм			
	28x16	22x12	16x9	12,5x6,5
Длина в мм	2000	2000	2000	1000
	1500	1500	1500	900
	1200	1200	1200	800
	1100	1100	1100	750
	1000	1000	1000	600
	900	900	900	450
	800	800	800	300
	750	750	750	150
	600	600	600	
	450	450	450	
	300	300	300	
	150	150	150	

<sup>1</sup> - Фиксирующий паз предназначен для крепления универсального газоплотного адаптера из нержавеющей стали. Такой адаптер может быть как съёмным, т.е. использоваться с разными чехлами, так и стационарным, т.е. использоваться только с конкретно взятым чехлом. Адаптер предлагается с целью обеспечения удобства крепления чехлов при сборке термопары, но не является обязательным компонентом.

## Рабочие температуры

Максимальными рабочими температурами класса керамики на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> являются:

Разновидность керамики	Макс. рабочая температура в °С
керамика повышенной прочности	1400
керамика повышенной жаропрочности	1450 <sup>1</sup> /1650 <sup>2</sup>
керамика универсального назначения	1200 <sup>1</sup> /1300 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> - в окислительной среде; <sup>2</sup> - при кратковременном использовании; <sup>3</sup> – в инертной среде.

## Химическая стойкость

Предлагаемые чехлы из керамики на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> показывают отличную химическую стойкость по отношению к различного рода химическим веществам. Для подробного ознакомления со списком веществ, к которым устойчива керамика универсального назначения данного класса керамики обратитесь, пожалуйста, к документу [Химическая стойкость керамики на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>](#).

15-летний опыт работы с чехлами из данного класса керамики показал, что алюминий не оказывает сколько-нибудь существенного воздействия на материал чехла на протяжении всего срока эксплуатации чехлов. Причиной выхода из строя чехлов при их применении в расплавах алюминия является практически всегда оказываемое на них недолжное механическое воздействие, а не коррозия или эрозия материала связанная с химическим воздействием на них. Практика показывает, что при соответствующем обращении с чехлами и уходе за ними их срок эксплуатации в расплавах алюминия может составлять более 10-ти лет.

Чехлы на основе нитрида кремния Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> относительно инертны по отношению к расплавам меди. Проблематичной при использовании с этими расплавами является реагирование материала чехлов с окисленным шлаком на поверхности расплава, т.к. именно реакция с окисленным шлаком меди вызывает химическое разрушение чехла. Поэтому срок службы чехлов на основе нитрида кремния в расплавах меди может быть продолжительным только в том случае, если чехол не вступает в контакт с окисленным шлаком. Как бы то ни было даже при взаимодействии чехла со окисленным шлаком, срок эксплуатации чехла в расплавах меди составляет как правило не менее 3-х месяцев.

Достаточно непроблематичным является использование данных чехлов и в расплавах латуни. Инертность материала по отношению к данному сплаву позволяет использовать чехлы на протяжении более чем 6-ти месяцев, при условии соблюдения правил эксплуатации чехлов.

Что касается всех прочих, кроме латуни, расплавов сплавов на основе меди, то целесообразным является предварительное тестирование керамики на предмет реагирования с конкретным расплавом. В зависимости от конкретного состава сплава на основе меди известны как проблематичные (короткий срок службы), так и относительно непроблематичные (продолжительный срок службы) случаи использования чехлов в таких расплавах.

Для того чтобы осведомиться о том, как реагирует данный класс керамики с расплавам [Стойкость керамики на основе нитрида кремния Si3N4 к расплавам цветных металлов](#).

### **Физико-химические характеристики**

Получить информацию о механических, химических, термических и электрических свойствах керамики на основе нитрида кремния Si3N4 Вы можете, обратившись к документу [Физико-химические характеристики керамики на основе нитрида кремния Si3N4](#).

### **Обращение и уход**

Как уже было указано, чехлы требуют особо бережного обращения и ухода и только при соблюдении условий эксплуатации их срок службы может составлять 10 лет и более. Для того чтобы ознакомиться с условиями эксплуатации ознакомьтесь, пожалуйста, с документом [Чехлы для расплавов цветных металлов из керамики на основе нитрида кремния Si3N4 - обращение и уход](#).

### **Гарантия**

На данные виды чехлов мы предоставляем гарантию равную 12 месяцам. Гарантия распространяется на риск возникновения химической коррозии и эрозии материала при использовании чехлов в расплавах алюминия. Гарантия предполагает проведение любых действий и манипуляций с чехлами и в особенности их чистки и прогрева исключительно в соответствии с инструкцией по эксплуатации.



**Аустенит**

454052, г. Челябинск  
Шоссе Metallургов 596  
Российская Федерация

Тел.: + 7 351 907 7671  
Факс: + 7 351 200 2064  
Эл. почта: [info@austenit.biz](mailto:info@austenit.biz)

При использовании чехлов из данного класса керамики с расплавами меди гарантия составит 3 месяца при условии обращения с чехлами согласно предписаниям.

## 2. Защитные керамические изоляторы

Трубчатые керамические изоляторы служат для изоляции термоэлектродов от воздействия окружающей среды и друг от друга.

### Сорта керамики

Керамические изоляторы поставляются из керамики с высоким содержанием оксида алюминия **C799** и **C610**, нормированных стандартами DIN 60672 и DIN VDE 0335.

### Отличительные особенности

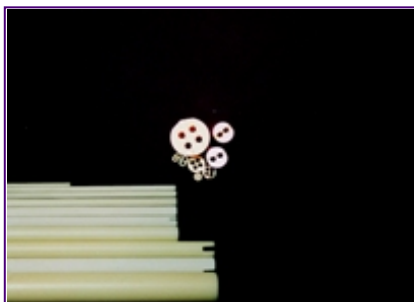
Отличительными особенностями названных сортов керамики являются



- высокая прочность и твёрдость материала;
- термостабильность;
- высокая износостойкость даже на высоких температурах;
- высокая коррозионная стойкость даже на высоких температурах.

### Модификации по геометрическим параметрам и допуски

Возможны следующие модификации трубчатых изоляторов по геометрическим параметрам. Минимально и максимально возможные длины и диаметры, а также допустимые количества каналов выглядят следующим образом:



- внешний диаметр: 1,2-18,3 мм;
- внутренний диаметр отверстий каналов: 0,2-4,9 мм;
- длина: 10-2030 мм;
- количество каналов: 1-13;
- с центральным каналом и без него;
- по форме: круглые, овальные, прямоугольные;
- со шлицем и без него на торцах трубки.











В нижеследующих таблицах подробно отображены типоразмеры изделий в зависимости от материала:





Геометрия изделия		С 799						
5 каналов		внешний диаметр x диаметр каналов (x диаметр центрального канала) <sup>1</sup>	2,7x0,35	4,5x0,5	9,4x1,0			
5 каналов			3,0x0,9x0,3	4,0x1,5x0,75	5,0x2,4x0,75	8,5x4,0x0,8	9,0x3,2x1,15	
6 каналов			1,5x0,25	4,0x0,75	4,4x1,0	5,0x1,1	6,0x1,2	8,0x1,2
6 каналов			2,1x0,4	4,9x0,55	5,4x1,1			
7 каналов			2,0x0,25	3,2x0,3	17,0x4,0			
7 каналов			3,7x1,8x0,45	4,0x0,18x0,45	5,0x1,8x0,75	11,0x4,3x2,1	13,3x4,4x2,4	
8 каналов			4,2x0,75	4,8x0,8	6,0x0,55	6,4x1,0	7,5x0,8	12,7x2,1
10 каналов			5,3x0,4	5,5x0,8	5,7x0,65	6,0x0,75	7,0x1,10	8,0x0,7
13 каналов			8,6x4,4x0,3	9,6x2,1x1,1	9,6x2,1x1,2			
2 канала, овальная форма			длина x ширина x диаметр каналов	3,0/2,0x0,7	4,5/3,0x1,5	7,5/5,0x2,2	11,5/7,2x3,9	12,0/8,0x4,0

<sup>1</sup> – только для изоляторов с диаметром центрального канала отличным от диаметра периферийных каналов

Геометрия изделия		С 610						
5 каналов		внешний диаметр каналов (x диаметр центрального канала) <sup>1</sup>	2,6x0,35x0,35	4,3x0,5x0,5	8,7x1,0x1,0			
5 каналов			2,8x0,9x0,5	4,2x1,2x0,75	7,7x2,9x1,2	8,0x3,7x0,8	9,2x4,0x1,1	
6 каналов			1,5x0,25	4,0x1,1	4,5x1,1	5,1x1,2	6,0x1,1	7,5x1,2
6 каналов			2,0x0,4	4,6x0,55	5,0x1,1			
7 каналов			1,9x0,25	3,0x0,3	16,0x3,7			
7 каналов			3,5x1,7x0,45	4,0x1,7x0,75	5,0x1,8x1,7	10,4x4,0x2,0	12,5x4,1x2,3	
8 каналов			4,0x0,75	4,5x0,8	5,0x0,6	6,0x1,0	7,0x0,8	12,0x2,0
10 каналов			5,0x0,4	5,2x0,8	5,4x0,65	5,6x0,75	6,5x1,10	7,5x0,7
13 каналов			7,7x4,1x0,3	9,0x1,9x1,2	9,0x2,0x1,1			
2 канала, овальная форма			длина x ширина x диаметр каналов	2,3/1,4x0,7	3,0/2,0x1,0	4,0/2,7x1,0	4,6/3,3x1,5	11,5/6,3x4,2

<sup>1</sup> – только для изоляторов с диаметром центрального канала отличным от диаметра периферийных каналов

Независимо от размера керамические изоляторы имеют минимальные допуски по прямизне, диаметрам и толщине стенки согласно DIN 40680. В случае наличия специальных требований со стороны заказчика эти допуски могут быть ниже предусмотренных названной нормой.

### Рабочие температуры

Максимальными рабочими температурами перечисленных сортов керамики являются:

Сорт керамики	Макс. рабочая температура в °С*
C799	1700
C610	1400

\* - температуры указаны, исходя из наиболее неблагоприятных условий эксплуатации, например, механическая нагрузка на изделие и агрессивная внешняя среда в комплексе

### Физико-химические характеристики

Получить информацию о механических, химических, термических и электрических свойствах керамики с высоким содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Вы можете, обратившись к документу [Физико-химические характеристики керамики с повышенным \(≥60%\) содержанием оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>](#).

### III. Жаропрочная и коррозионностойкая труба для термометрии

Нами осуществляются поставки трубы малых диаметров, служащей исходным изделием для изготовления защитной металлической арматуры для термопреобразователей / термометров. Труба нормирована по ГОСТу 14162-79 / ТУ 14-225-92, а также по ГОСТу 9941-81.

Предлагаются трубы из следующих материалов:

Материал	Класс	Обозначение
Нержавеющая сталь	Аустенитная	12X18H10T
		08X18H10T
		10X23H18
	Мартенситная	10X17H13M2T
Ферритная	15X25T	
Сплав	-	ХН78Т

Марки стали и сплав из которых предлагаются трубы отличаются высокой жаростойкостью, жаропрочностью и коррозионностойкостью.

Предлагаемые трубы являются продуктом российского производства.

#### Модификации по геометрическим параметрам

Предлагаемые трубы имеют следующие вариации по геометрии изделий:

- внешний диаметр: 1-25 мм;
- толщина стенки: 0,15-2,5;
- длина: до 6 м.

Возможны следующие сочетания внешнего диаметра и толщины стенки:

- внешний диаметр 1-6 мм -> толщина стенки 0,15-2 мм;
- внешний диаметр 6-12 мм -> толщина стенки 0,4-2 мм;
- внешний диаметр 12-16 мм -> толщина стенки 0,8-2 мм;
- внешний диаметр 16-25 мм -> толщина стенки 1,5-2,5 мм.

В стандартном исполнении труба является немерной и имеет длину от 2 до 5,5 метров. В случае необходимости поставки трубы чётко заданной длины, может осуществляться нарезка трубы на отрезки заданной длины.

## Поставки

Возможны как поставки трубы со склада в Челябинске, так и изготовление трубы под заказ. При изготовлении под заказ сроки изготовления в зависимости от количества и характеристик трубы составляют 10-45 календарных дней.

Минимальная норма заказа составляет 1 м.

Для того чтобы получить более подробную справочную информацию о свойствах марок стали и сплава, из которых изготавливаются предлагаемые трубы обратитесь, пожалуйста, к документу [Общая информация о материалах поставляемых жаропрочных и коррозионностойких труб](#).

#### IV. Термопреобразователи для расплавов цветных металлов



Термопреобразователи для цветной металлургии используются для замеров температуры в расплавах алюминия, меди, сплавах на их основе (латунь, бронза и пр.), а также в расплавах других цветных металлов. При этом замеры могут производиться как в течение нескольких секунд, так и длительное время непосредственно во время процесса плавки и литья.

Предлагаемые термопреобразователи могут быть использованы как в качестве переносных, так и в качестве стационарных термопар. Замеры могут производиться в литейных желобах, плавильных (тигельных) печах, а также в ином плавильном и литейном оборудовании. Данный вид изделий может быть интересен, прежде всего, для литейных и плавильных цехов и заводов, занятых в отрасли цветной металлургии, а также для их прямых поставщиков термометрического оборудования.

Одной из важных потребительских характеристик данных термопреобразователей является высокая экономичность в использовании, выражающаяся в средней себестоимости замера. Стабильная конструкция



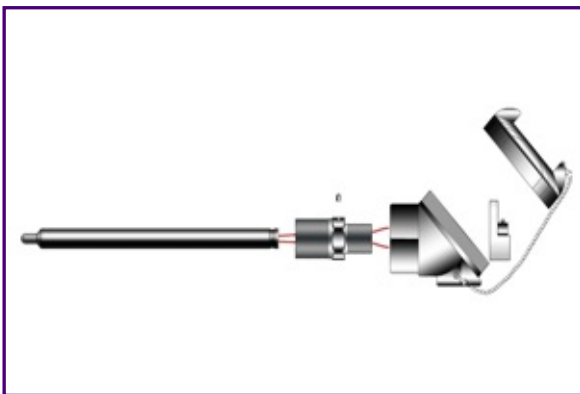
термопары обеспечивает продолжительный период эксплуатации. Кроме того, утончение на конце защитного чехла и сцепление рабочего конца термопары с чехлом позволяют добиться крайне короткого времени отклика термопары. За счёт комбинации, короткого времени отклика, большой продолжительности службы и относительно низкой стоимости эти

термопары зарекомендовали себя в течение 2-х последних десятилетий как лидер данной ниши рынка.

Термопреобразователи для расплавов цветных металлов являются готовыми к эксплуатации изделиями, не требующими предварительного нагрева перед их использованием с расплавами металлов.

### Комплектация термопреобразователя

Трмоэлектрические преобразователи для расплавов цветных металлов в стандартном исполнении состоят из термопарного провода типа ХА (тип термопары К) и защищены снаружи арматурой в виде чехла из оксидированной жаропрочной хромистой стали типа SS 446 или аналогично Х18СrN28 (номер материала 1.4749) согласно DIN 10027-2. Защитный чехол имеет дополнительное покрытие из графитовой пропитки. На свободных концах термопара по желанию снабжается кабельными наконечниками или термопарными разъёмами, которые позволяют легко и быстро подключать её к измерительной сети. Горячий спай вварен в измерительный наконечник защитного чехла, заужающийся к концу (grounded neckdown junction), а толщина стенки чехла в месте размещения горячего спая термопары составляет 3 мм. Термопреобразователь снабжён легкой металлической штангой с рукояткой на конце, на которой дополнительно может быть закреплён измерительный прибор, за счёт чего этот термопреобразователь превращается в удобный переносной датчик температуры для расплавленных металлов. В стандартном исполнении изделия калибруются согласно МЭК 60584 как термопары 1-го класса точности.



Помимо стандартной конфигурации термопреобразователи данного типа поставляются с термопарой типа N, т.е. состоящей из сплавов нихросил-нисил (в случае если речь идёт об измерении температур свыше 1300°C), с уплощённым измерительным наконечником, с соединительной головкой и прочими элементами не входящими в стандартную комплектацию.

Относительно комплектации термопреобразователей возможен учёт индивидуальных условий и запросов.

Также к данному виду термопар мы поставляем принадлежности в виде металлических штанг (прямые, загнутые на 45°C или 90°C.), рукояток (из пластика и алюминия) и измерительных приборов.



## Рабочие температуры

Максимальные рабочие температуры составляют при непрерывном считывании до 850°C, а при кратковременных замерах – до 1300-1350°C.

## Обзор преимуществ

- крайне низкая себестоимость замера;
- возможность быстрого замера за счёт крайне короткого времени отклика термодпары;
- сотни замеров с погружением в расплавы алюминия
- превосходная коррозионная стойкость по отношению к алюминию, меди и сплавам на их основе (бронза, латунь и пр.)
- малый вес;
- удобная форма.