



Общество с ограниченной ответственностью

«АУСТЕНИТ»

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

**ЧАСТЬ I: Кабельно-проводниковая продукция
для термоэлектрических преобразователей**

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.

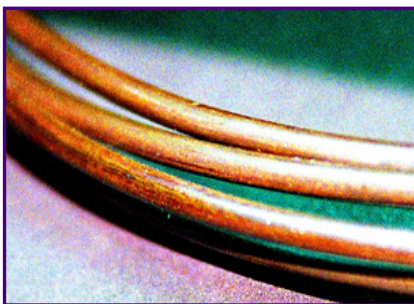


Для обеспечения дополнительной защиты поставляемая термопарная проволока в зависимости от сплава, из которого она изготовлена, может быть покрыта лаком, оксидирована или подвергнута процессу искусственного старения. Кроме того ООО "Аустенит" осуществляются поставки проволоки из хромеля и алюмеля со стабилизированной 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°C или 0/-1°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 ²	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).

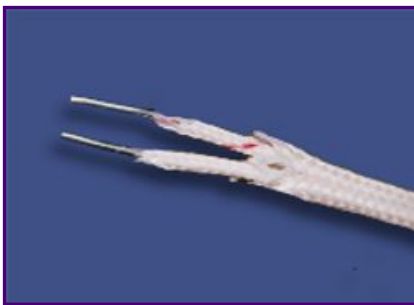
Классы допуска

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
K	хромель-алюмель	KX	ТХА
N	нихросил-нисил	NX	ТНН
E	хромель-константан	EX	ТХКн
J	железо-константан	JX	ТЖК
T	медь-константан	TX	ТМКн

* - условное обозначение удлинительных проводов производится путём прибавления буквы «X» 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°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

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 ²	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 ²	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

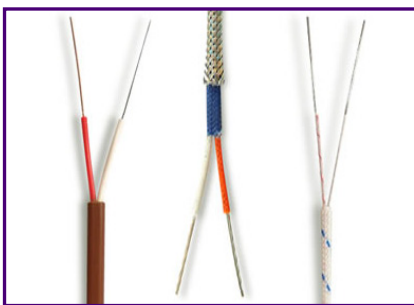
Внимание! Помимо стандартной калибровки мы предлагаем удлинительные провода специальной калибровки.

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 ²	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
0,50	0,95	16x0,2
	0,90	19x0,18
	1,15	24x0,2
0,75	1,15	19x,0,23
	1,32	32x0,2
1,0	1,30	19x0,26

Сечение жилы в мм ²	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: + 7 351 735 0013
Эл. почта: 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 Al₂O₃ 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/см² 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 Al₂O₃. Оба материала имеют максимальную рабочую температуру равную 1370°C.

Материал оболочки

В нижеприведённой 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 термopарного 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 термopарного 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 термopарный 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 термopарных кабелей различной градуировки Вы можете, обратившись к документу [Классы допуска для термopарных и термоэлектродных проводов и проволоки в зависимости от стандарта](#).