



Общество с ограниченной ответственностью

**«АУСТЕНИТ»**

# **КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ**

**ЧАСТЬ II: Защитная керамическая арматура  
для термоэлектрических преобразователей**

## 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.

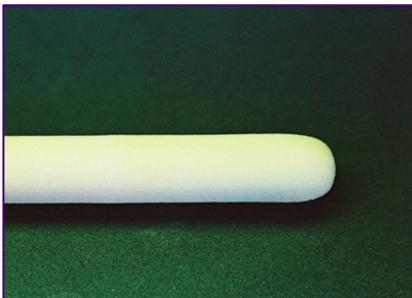
#### Отличительные особенности

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

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

Независимо от размера чехлы имеют минимальные допуски по прямым, 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  $Al_2O_3$  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  $Al_2O_3$  Вы можете обратившись к документу [Физико-химические характеристики керамики с повышенным \( \$\geq 60\%\$ \) содержанием оксида алюминия  \$Al\_2O\_3\$](#) .

## 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 прогревания исключительно в соответствии с инструкцией по эксплуатации.



**Аустенит**

454052, г. Челябинск  
Шоссе Metallургов 596  
Российская Федерация

Тел.: + 7 351 907 7671  
Факс: + 7 351 735 0013  
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 x 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>](#).