

## Карбидокремниевые нагревательные элементы Starbar®

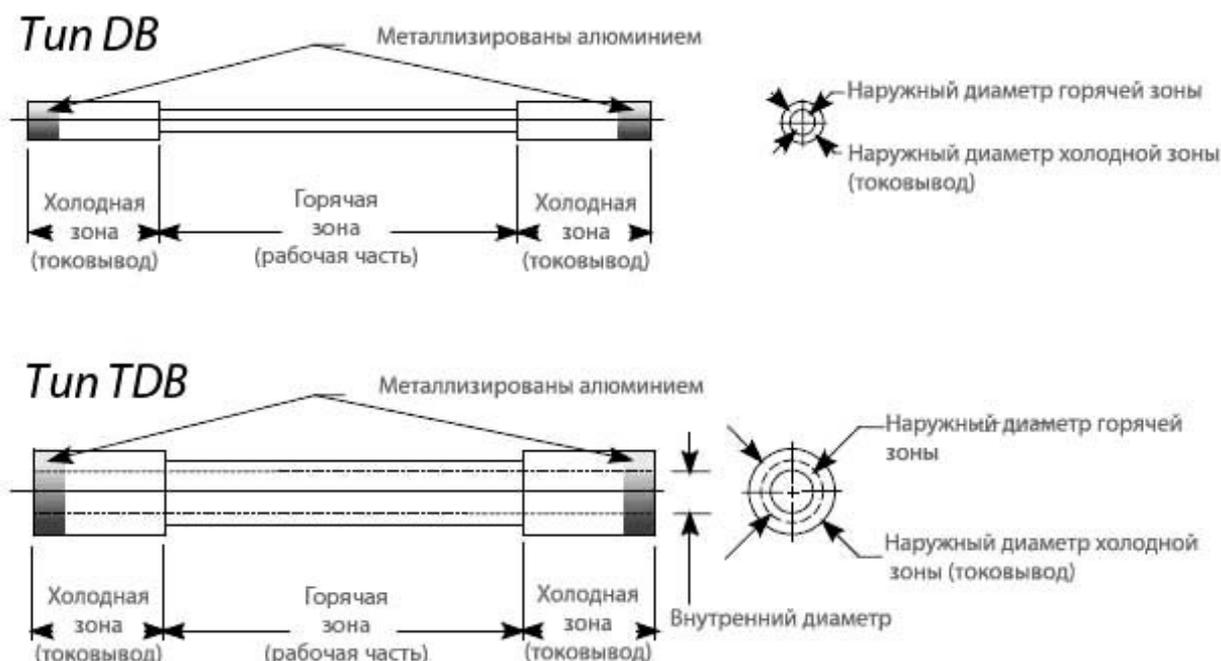
### Тип DB Гантелеобразный и TDB Трубчатый Гантелеобразный

#### Общее описание

Этот элемент был сконструирован одним из первых. Утолщенные токовыводы гантелеобразного элемента были первоначально сделаны толще, в целях увеличить зону токовыводов для понижения сопротивления и понижения температуры токовыводов. Современный гантелеобразный Starbar®, напротив, используя современные технологии, поддерживает выводы холодными в силу более низкого сопротивления материала токовыводов. Таким образом, более нет необходимости увеличивать размеры токовыводов. RR Starbar® могут заменены DB Starbar®. Соотношение сопротивлений токовыводов и активной части нового образца элемента DB было значительно улучшено по сравнению с первоначальным образцом элемента DB. Соотношение сопротивлений нагревателей старого образца составляло 1:3, в то время как соотношение сопротивлений новых RR и DB нагревателей составляет 1:15.

Токовыводы на несколько сантиметров с каждого конца металлизированы алюминием для снижения сопротивления поверхностного контакта.

Электрические контакты сделаны с использованием плоских плетеных алюминиевых ремешков, прижатых по окружности зажимами из нержавеющей стали.



Элементы DB Starbar определяются значениями общей длины, длины активной части и наружным диаметром рабочей зоны и токовыводов. Пример: DB 560 x 380 x 8/14 является нагревательным элементом гантелеобразного типа с общей длиной 560 мм, длиной рабочей зоны 380мм, наружным диаметром рабочей части 8 мм и наружным диаметром токовыводов 14 мм . Для определения поставляемых размеров обратитесь к Таблице В

Элементы с большими диаметрами, более тонкими стенками и более точным диаметром используются как трубчатые нагреватели. Электрически изолированные загружаемые трубы, обычно сделанные из муллита, могут использоваться для изоляции продукта (садки) от элемента TDB. Поверхность элементов Starbar находится под напряжением. Для определения внутренних диаметров элементов и рекомендуемых диаметров загружаемых труб воспользуйтесь таблицей В.

### **Качество исполнения**

Плотность 2,4 г/см<sup>3</sup> помогает предотвратить окисление кристаллической решетки, что дает медленные характеристики старения.

### **Взаимозаменяемость**

Элементы Starbar взаимозаменяемы с другими карбидокремниевыми нагревательными элементами, производимыми в США и нагревательными элементами с высоким сопротивлением, производимыми на Азиатских и Европейских рынках. Важно иметь номинальное электрическое сопротивление при заказе элементов Starbar.

**Таблица В**
**Размеры элементов DB Starbar**

Наружный диаметр Активной части	Наружный диаметр Токовыводов	*Максимальная Длина активной части	*Максимальная Общая длина	Максимальный рекомендуемый наружный диаметр загружаемой трубы	Внутренний диаметр элемента Starbar
мм	мм	мм	мм	мм	мм
8	+14	305	559	-	-
12	18	610	787	-	-
14	22	610	1295	-	-
18	28	813	1498	-	-
25	38	914	1803	-	-
30	++45	1219	2286	-	-

**Размеры элементов TDB Starbar**

30	38	610	1016	**12	22
40	50	610	1016	**12	30
50	60	610	1016	**12	40

\* Рекомендуемая максимальная длина = 70% от максимальной длины

\*\* Максимальный диаметр загружаемой трубы базируется на общей длине DB Starbar. Для общей длины больше указанной максимальной длины в таблице, используйте следующую формулу: Внутренний диаметр-(0,0254хобщая длина

элемента), но не больше чем внутренний диаметр- 3мм)

+14 мм соответствует диаметру элементов, поставляемых другими производителями. Используйте 13мм для определения правильных аксессуаров для этого размера Starbar.

++45 соответствует диаметру элементов, поставляемых другими производителями. Используйте 44мм для определения правильных аксессуаров для этого размера Starbar

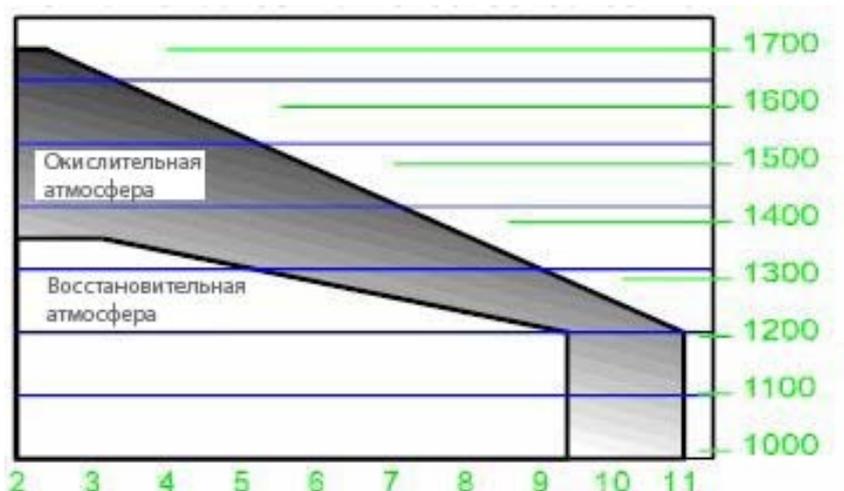
### Рабочая температура

DB Starbar могут эксплуатироваться при температуре печи до 1500°C. Если температура печи 1425°C и выше, конец токовывода следует хорошо защитить от контакта с футеровкой печи. Материал активной части ранжирруется в диапазоне температуры печи до 1700°C. Максимальную рабочую температуру следует уменьшить для безвоздушных сред за исключением сред аргона и гелия, которые не требуют снижения рабочей температуры. Восстановительные среды, такие как водород и аммиак, особенно с низкой точкой росы, могут удалить защитную пленку оксида кремния, которая формируется на карбиде кремния. В таких средах требуется уменьшение рабочей температуры как показано на Рисунке 1.

### Рекомендуемая Нагрузка в Вт (рисунок 1)

Ось Y: - Температуры камеры °C.

Ось X - Поверхностная мощность Вт/см<sup>2</sup>



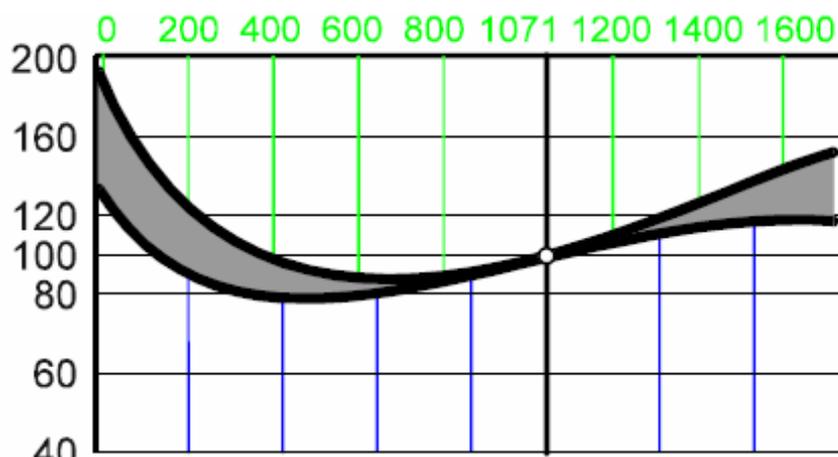
Максимальная температура в среде азота 1370°C при поверхностной мощности от 3,1 Вт/см<sup>2</sup> до 4,6 Вт/см<sup>2</sup> максимальная поверхностная мощность. Слишком высокая температура поверхности приведет к образованию нитрида кремния, который будет формироваться в виде термоизолирующего слоя, что вызовет повреждения от перегрева.

### Электрические характеристики

Карбидокремниевые линейные элементы Starbar являются элементами резисторного типа, которые превращают электрическую энергию в тепловую – по закону Джоуля  $W=I^2R$ , ( $W$ -энергия в Вт,  $I$ -текущий ток в амперах,  $R$ -сопротивление в Вт).

DB Starbar имеет отрицательные характеристики по параметрам сопротивление-температура от комнатной температуры до температуры приблизительно 1200°C. При этой температуре они становятся положительными и остаются положительными на всем диапазоне температур. График зависимости сопротивления от температуры показан на рис 2.

**Зависимость сопротивления от температуры (рис 2)**



*X: Температура поверхности элемента Starbar, °C*

*Y: Процент номинального сопротивления*

Номинальное сопротивление Starbar измеряется при определенной температуре 1071°C.

Значения номинальных сопротивлений в Омах для разных размеров элементов приведены в Таблице А

Таблица А

## Электрическое сопротивление элементов DB

Наружный диаметр активной части	Наружный диаметр токовыводов	*Сопротивление активной части	*Сопротивление токовыводов
мм	мм	Ом/мм	Ом/мм
8	+14	0,02157	0,00038
12	18	0,01372	0,00016
14	22	0,00773	0,00012
18	28	0,00340	0,00008
25	38	0,00197	0,00004
30	++45	0,00134	0,00003

## Электрическое сопротивление элементов TDB

30	38	0,00452	0,00003
40	50	0,00271	0,00002
50	60	0,00208	0,00001

\*Все значения сопротивлений +/- 20%

+14 мм соответствует диаметру элементов, поставляемых другими производителями. Используйте 13мм для определения правильных аксессуаров для этого размера Starbar

++45 соответствует диаметру элементов, поставляемых другими производителями. Используйте 44мм для определения правильных аксессуаров для этого размера Starbar

## Электроподключение

Элементы Starbar не определяются размерами к существующей мощности как металлические нагревательные элементы. Количество энергии, которую Starbar способен преобразовать из электрической в тепловую, зависит от атмосферы и температуры печи, в которой установлен элемент. Для определения суммарной мощности Starbar элемента используются значения удельной поверхностной мощности, то есть мощность в Вт на единицу излучающей поверхности. На рисунке 1 показана рекомендуемая нагрузка в Вт на см<sup>2</sup> в зависимости от температуры печи.

Для определения рекомендуемой суммарной мощности сначала обратитесь к рисунку 1, зная температуру печи и атмосферы, в которой будет работать элемент. Следуйте вдоль температурной линии до пересечения с жирной черной линией (выбирая эту линию в зависимости от атмосферы в которой Starbar будет работать). Определите значения мощности в Вт на см<sup>2</sup>, которая может быть получена на элементе. Для нахождения суммарной мощности Starbar элемента, получаемой при этих условиях, умножьте это значение на площадь излучаемой поверхности. Площадь излучаемой поверхности умножением размера диаметра рабочей зоны на длину и на число π (3,14).

Пример вычисления излучающей поверхности:

DB 559 x 15 x 8 имеет длину активной части 381мм и диаметр 8мм. Площадь излучающей поверхности =  $381 \times 8 \times 3,14 = 9571\text{мм}^2 = 96 \text{ см}^2$

## Легкость замены

Элементы DB Starbar могут быть заменены во время работы печи. Следует отключить электропитание печи, освободить зажимы и алюминиевые ремешки и вынуть старый элемент Starbar.

## Срок службы

По мере использования сопротивление элементов Starbar возрастает. Это увеличение называется старением элементов. Старение определяется следующими параметрами:

1. Рабочая температура
2. Электрическая нагрузка (обычно выражается в Вт/см<sup>2</sup> излучающей поверхности элемента)
3. Рабочей средой
4. Режим работы (прерывистый или постоянный)

(5) Технологическими и ремонтными характеристиками

## **Монтаж**

Элементы DB Starbar могут устанавливаться в любое положение. Отверстия в футеровке и втулок, если они используются, должны быть достаточно большими, чтобы не препятствовать перемещению элемента Starbar. Центрирование отверстия для вывода в футеровке также не должно препятствовать перемещению элемента. Если используется керамическое волокно вокруг Starbar для уменьшения тепловых потерь, то оно должно быть набито аккуратно вокруг диаметра токовыводов на расстоянии 12 мм. Никогда не следует набивать керамическое волокно так, чтобы оно ограничивало пространство, предназначенное для термического расширения элемента между ним и элементами печи. Алюминиевые плетеные ремешки следует прикреплять к нагревательному элементу без натяга.

## **Поставка**

Элементы Starbar могут быть поставлены со склада в течение двух или трех недель после размещения заказа.

## **Стандарты и допуски**

Элементы Starbar имеют допуски производителя плюс-минус 20% от номинального сопротивления. Все элементы калибруются, по крайней мере, дважды перед отправкой клиенту для уверенности в соответствии их спецификации. Измеренная сила тока каждого элемента маркируется на картоне и правом конце каждого элемента Starbar. При монтаже устанавливайте элементы по возможности со значениями силы тока близкими друг к другу. Более длительный срок службы может быть получен в случае, когда элементы Starbar подобраны друг к другу по сопротивлению.

## **Камера нагрева**

Размер камеры, вдоль которого расположен элемент Starbar, можно взять таким же, как и размер самого элемента (как показано на элементе, расположенным под садкой на рисунке 3). Рекомендуемые значения диаметров отверстий для концов токовыводов показаны в таблице С.

Таблица С					
Рекомендуемые минимальные размеры отверстия в футеровке					
	Минимальный диаметр отверстия в зависимости от толщины футеровки				
Наружный диаметр токовыводов	100	150	200	300	400
мм	мм	мм	мм	мм	мм
14	20	20	21	23	
18	25	25	26	28	
22	28	29	30	32	34
28	34	35	36	38	40
38	45	45	46	48	50
45	51	52	53	55	57
50	58	59	60	62	64
60	68	69	70	72	74

Элементы Starbar не следует размещать ближе, чем на два диаметра элемента друг к другу или на полтора диаметра элемента к стене или к другому отражающему элементу. Если элемент Starbar не имеет возможности излучать тепло равномерно во всех направлениях, это может вызвать местный перегрев и возможное разрушение.

Формула для расчета рекомендованного пространства под установку элемента Starbar для обеспечения равномерного прогрева садки показана на рис 3.

### Рекомендуемые размеры под установку элементов Starbar

$X = 2 \times$  диаметр элемента Starbar составляет минимум,  $1,5 \times$  диаметр элемента Starbar составляет абсолютный минимум и требует уменьшения поверхностной мощности элемента Starbar.

$Z = S \div 1,73$  Минимальное при нестационарной нагрузке

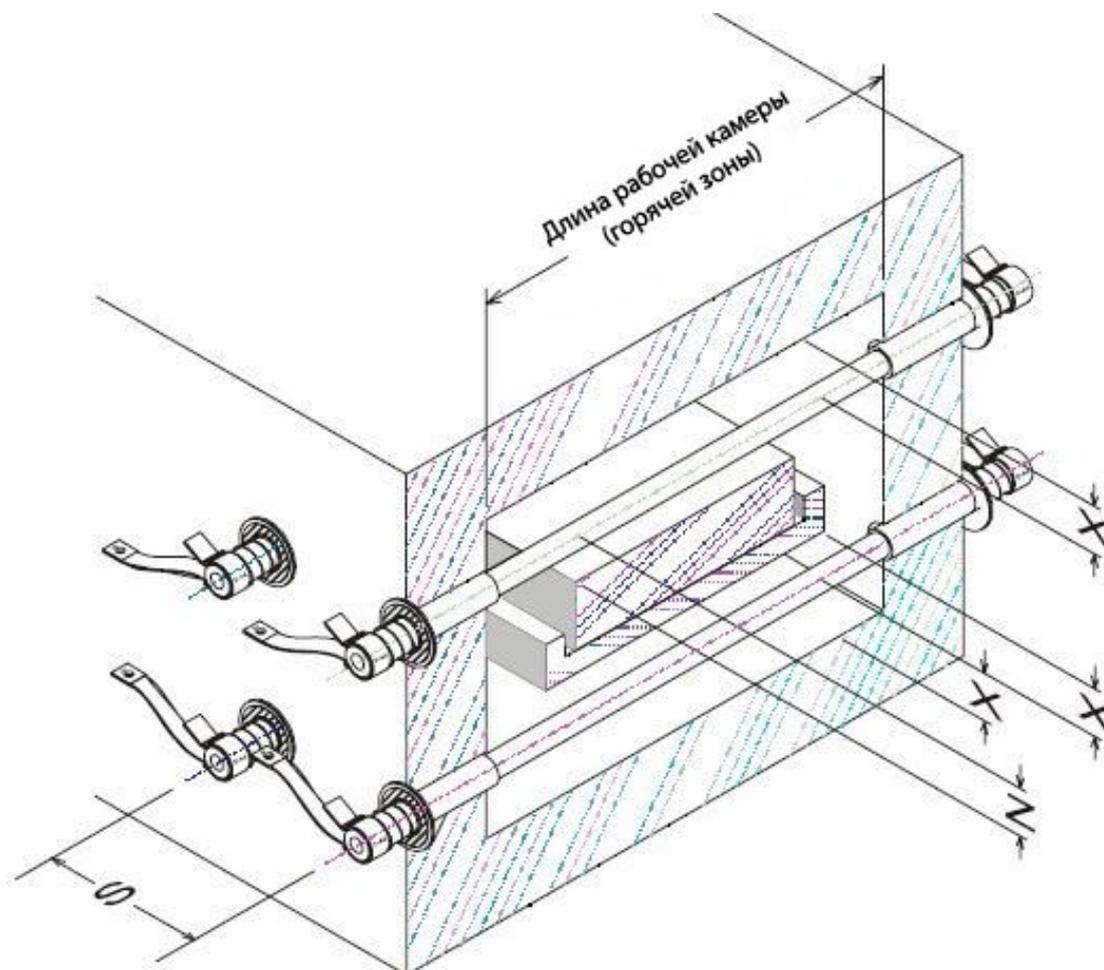
$S = 2 \times$  диаметр элемента Starbar составляет минимум

$X$  – расстояние между осью элемента Starbar до других отражающих поверхностей, таких как огнеупорная стена или садка.

$Z$  – расстояние от центральной оси элемента Starbar до движущейся или неподвижной садки.

$S$  – расстояние от центральной оси элемента Starbar до соседнего элемента.

Формула для расчета рекомендованного пространства под установку элемента Starbar для обеспечения равномерного прогрева садки показана на рис 3.



### **Электрические контакты**

Закрепляемые зажимами, плетеные алюминиевые ремешки на 25, 50, 100 и 200 ампер в двух основных исполнениях: однопетельный (для соединения элемента к клемме) и двухпетельный (для соединения элемента к элементу) Поставляются также ремешки для соединения клемма-клемма. Дополнительное описание можно найти в описании аксессуаров.

### **Зажимы для концов**

Существует два вида зажима: тип М, получивший свое название из-за схожести по форме с буквой М, и тип Т, используемый с инструментом. Пожалуйста, обратитесь к описанию аксессуаров для подробностей.