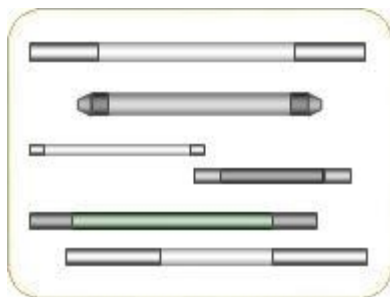


## Электронагревательные элементы



### Карбид кремниевые (SiC) электронагреватели

*(способ изготовления - вибротромбование)*

## **Карбид кремниевые (SiC) электронагреватели** (способ изготовления - вибротромбование)

### **Характеристика карбид кремниевых электронагревателей**

КЭНБ это карбид кремниевый электронагреватель износостойкого типа. Нагреватели КЭНБ имеют форму цилиндра и состоят из центральной нагревательной части, так называемой горячей зоны, и двух выводов.

При характеристике определенной марки нагревателя типа КЭНБ указывается диаметр стержня, длина активной (нагревательной) части и длина вывода. Например, марка 12/190/45 - означает, что диаметр нагревателя составляет 12 мм, 190 мм — длина нагревательной части, 45 мм — длина вывода.

Для производства электронагревателей используется карбид кремний черный и зеленый с содержанием SiC не менее 97% с размером фракций от 0,045 до 2,8 мм. Содержание примесей не более 3%.

Нагреватели изготавливаются из полусухих 3-х фракционных масс методом вибротромбования с последующим обжигом — прямого пропускания тока через заготовку.

Нагреватели сплошные с выводами, пропитанными кремниевым сплавом, используются в печах сопротивления при температуре на рабочей поверхности до 1450 °С в воздушной сфере и 1250 °С в восстановительной среде (атмосфере). Применяются при производстве изделий из металла, керамики, стекла, для проведения операций обжига, спекания, отжига, закалки, цементации, азотирования, плавки металла, стекол и эмалей.

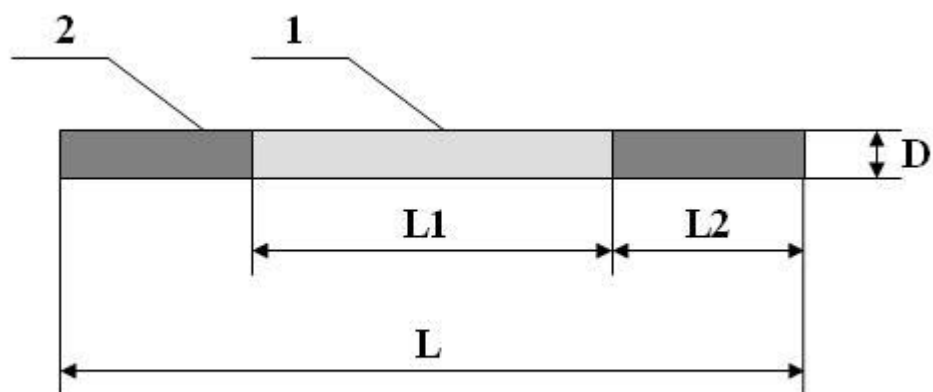
Область применения:

- В периодических и непрерывно-действующих электрических печах сопротивления в воздушных и нейтральных средах при температурах до 1450 °С на активной поверхности нагревателя.
- Для обжига электрической, фарфоровой и специальной керамики - ферритов, титанов, стеатитов.
- Для обжига сопротивлений, огнеупоров, шлифовальных кругов.
- При производстве медно-бронзовых турбинных лопаток. Электронных ламп, диодов, полупроводников для транзисторов, источников флуоресценции.
- Для отжига стальной проволоки, ленты.
- Для снятия напряжений после холодного прессования.
- Для закалки,ковки, плавки стекол и т.д.

Эксплуатируются на объединениях: "Позитрон", "Кулон", "Светлана"(С.-Петербург).

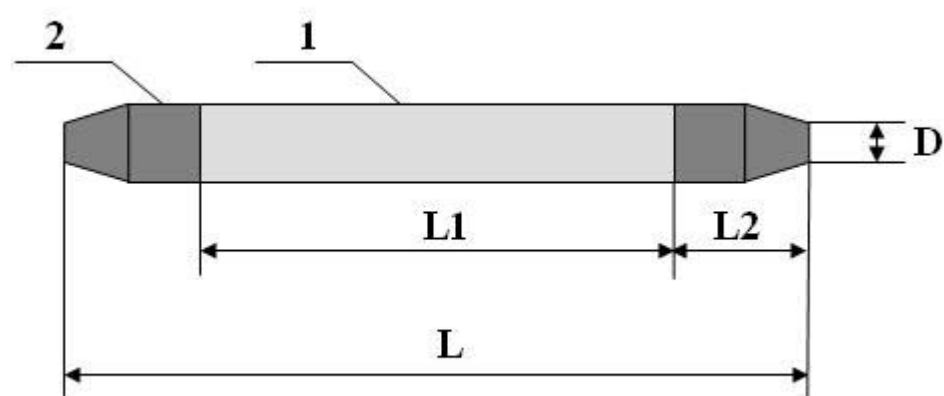
## Типы карбид кремниевых электронагревателей

Карбид кремниевые электронагреватели типа Б представляют собой сплошной цилиндр с выводами, пропитанными кремниевым сплавом.



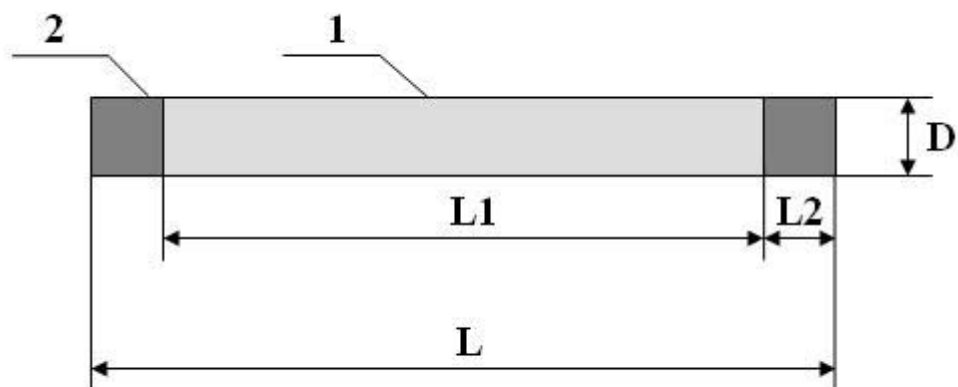
- 1. Рабочая часть.
- 2. Вывода пропитанные керамическим кремнием.
- D - диаметр нагревателя от 20 до 25 мм
- L - Общая длина КЭН от 960 до 1300 мм

### КЭНБ № 60



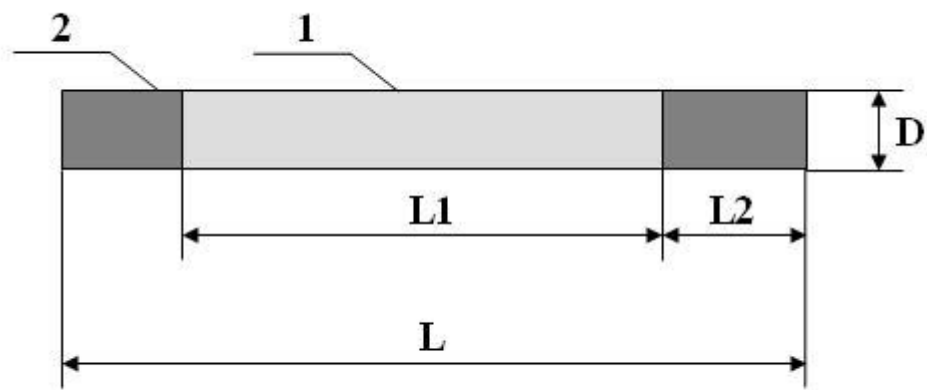
- 1. Рабочая часть L1-400 мм
- 2. Вывода пропитанные металлическим кремнием L2 - 70 мм
- L - общая длина - 540 мм
- D - 20-25 мм

**КЭНБ № 51-52**



- 1. Рабочая часть L1 - 190-230 мм
- 2. Вывода пропитанные металлическим кремнием L2 - 45 мм
- L - общая длина - 280-320 мм
- D - 12мм

**КЭНБ № 53, 54, 55, 56**



- L1 - рабочая часть - 230, 200, 250, 300 мм
- L2 - пропитанные металлическим кремнием вывода - 45, 250 мм
- L - общая длина - от 320 до 800 мм

Всего двадцать три типоразмера - линейные размеры могут меняться по заказу потребителя в выше установленных пределах.

## Технические требования

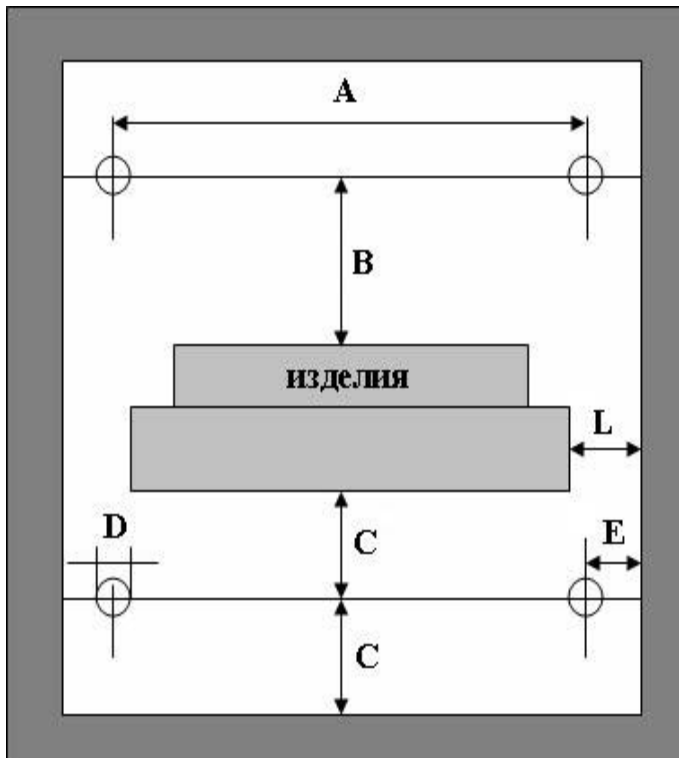
- массовая доля SiC в нагревателях КЭН не менее 96-97 %
- пористость открытая активной части 25-29 %
- овальность активной части не более 1,0 мм
- изогнутость не более 0,6-0,8 % от длины электрическое сопротивление должно составлять:
  - от 1,0 до 3,5 Ом - I группа
  - от 3,5 до 5,0 Ом - II группа
  - свыше 5,0 Ом — III группа.

Электронагреватели состоят из рабочей части, которая превращает электрическую энергию в тепловую для нагрева, и выводов пропитанных металлическим кремнием.

Удельное сопротивление металла рабочей части значительно выше, чем сопротивление материалов выводов, в результате чего при прохождении электрического тока через нагреватель основная часть тепла выделяется на рабочей части, а пропитанные выводы, которые проходят через футеровку печи, остаются холодными.

## Установка карбид кремниевых электронагревателей

Установка карбид кремниевых электронагревателей в печь -горизонтально и вертикально. При установке очень важно избегать жесткой фиксации нагревателей в одном положении. Необходимо обеспечить возможность перемещения в осевом и радиальном направлениях.



Диаметр и зависящее от него число нагревателей подбирается с учетом требований их правильного размещения.

Рабочий ресурс при нормальной эксплуатации составляет не менее 1000 часов. Удельная поверхностная мощность при температуре 1100 °С составляет не более 15 Вт/см<sup>2</sup>, а при 1400 не более 5 Вт/см<sup>2</sup>.

D - диаметр рабочей части нагревателя

A - не менее 2D

C - не менее 2D

E - не менее 1,5-2D

L - 25-75 мм

B=2D

При движущейся садке:

$A(\text{макс.}) = B\sqrt{3}$

При неподвижной садке:

$A(\text{макс.}) = B\sqrt{2}$

Указанные расстояния допустимы только при соблюдении норм удельной поверхностной мощности (ватной нагрузке). Диаметр отверстия в футеровке или для установки нагревателей с  $D$  до 25 мм должны превышать  $D$  выводов на 4-5 мм, а нагреватели с  $D$  выводов 25 мм устанавливают в отверстиях футеровки печи с диаметром на 8-10 мм больше  $D$  выводов.

Электрическое сопротивление нагревательных элементов вследствие окисления карбид кремния, а так же вследствие химических и физических процессов возрастает и, как правило, снижается электропроводность. Путем повышения напряжения с помощью регулировочных трансформаторов или добавочных сопротивлений поддерживаем мощность, а значит и температуру на постоянном уровне.

## **Включение и замена нагревательных стержней**

КЭН работают как при постоянном токе, так и при переменном. Включение стержней из карбид кремния можно осуществлять параллельным, последовательным, и последовательно-параллельным включением. Наиболее предпочтительной является параллельная схема включения.

Разброс электрического сопротивления электронагревателей в одном комплекте должен быть не более  $\pm 10 \%$ , потому, что тем самым лучше выравниваются сопротивления отдельных нагревателей в результате старения и нагреватели продолжают работать с одинаковой нагрузкой.

Недостаток последовательной схемы состоит в том, что нагреватель перегружается максимальным сопротивлением, и сильно подвергается старению, затем еще больше перегружается и перегорает.

Соединение звездой или «треугольником», когда параллельно соединяются группы из последовательно соединенных нагревателей, группы из параллельно соединенных нагревателей никогда не должны соединяться последовательно так, как отказ одного из нагревателей в группе приводит к перегрузке остальных в данной группе.

## **Воздействие химикатов и газов**

Материалы, как щелочь, окиси тяжелых металлов, а так же низкоплавких силикатов разрушают карбид кремний при температуре обжига. Воздух и двуокись углерода постепенно окисляют карбид кремний при температуре обжига. Это объясняется увеличением сопротивления. Водяной пар очень сильно действует на КЭН при службе. С помощью отводящих и отсасывающих устройств можно защитить нагревательные элементы от этого воздействия.

Водород и газовые смеси с сильным содержанием водорода разлагают карбид кремний при температурах обжига.

Если газы с содержанием водорода сжигают в рабочем пространстве печи с образованием водяного пара, то его следует вывести через отсасывающие устройства.

## **Правила и последовательность распаковки ящиков и футляров с нагревателями**

1. К месту распаковки осторожно доставляется ящик.
2. Не кантовать, на ящик не вставать!
3. Снимаются рейки, крышка из ДВП.
4. Извлекается из внутреннего ящика футляр с нагревателем.
5. Укладывается на ровную поверхность стола.
6. Разрезается острым ножом липкая лента в трех местах, с торцов убирается вата, раскручивается гофрокартон.
7. Осторожно снимается вата и раскручивается бумага.
8. Проверяется состояние нагревателя и его маркировка.
9. При переноске поддерживать обеими руками КЭН в двух местах средней части длины.

## Технические данные карбид кремниевых (SiC) электронагревателей (способ изготовления – вибротромбование)

456910 г. Сатка, Челябинской обл.	Технические данные
КЭНБ	ТУ 1598-020-72664728-2008



**Наименование:** карбид кремниевые электронагреватели.

### Физико-химические характеристики:

Наименование показателя					Норма для	
					Общей длиной до 500 мм	Общей длиной более 500 мм
Массовая доля SiC, %, не менее					97	96
Пористость открытая, активной части, %, не более					25	29
Наработка до отказа, час, не менее					1000	1000
Сопротивление, Ом, в пределах					1-5	1-5
Номер по ТУ	Марка	Вес шт. гр.	Диаметр мм	Длина мм	Токоподводящие выводы мм	Общая длина мм
51	12/190/45	100	12	190	45	280
52	12/230/45	100	12	230	45	320
53	16/230/45	180	16	230	45	320
54	16/200/250	400	16	200	250	700
55	16/250/250	480	16	250	250	750
56	16/300/250	500	16	300	250	800
57	16/600/350	1100	16	600	350	1300
58	20/600/350	1120	20	600	350	1300
59	25/600/350	1780	25	600	350	1300
60	25/400/70	700	25	400	70	540
61	25/400/400	1700	25	400	400	1200
62	20/250/350	960	20	250	350	950
64	20/400/70	600	20	400	70	540
65	25/500/350	1700	25	500	350	1200
66	25/300/400	1560	25	300	400	1100
67	25/500/400	1780	25	500	400	1300
68	16/180/150	285	16	180	150	480
69	16/150/150	260	16	150	150	450
70	12/270/50	210	12	270	50	370
71	16/250/200	320	16	250	200	750
-	12/160/60	100	12	160	60	280
72	25/400/250	880	25	400	250	900
73	25/700/300	1780	25	700	300	1300

**Назначение:** нагреватели сплошные с выводами, пропитанные кремниевым сплавом. Используются в печах сопротивления при температуре на рабочей поверхности 1450 °С в воздушной сфере и 1250 °С в восстановительной среде (атмосфере). Применяются при производстве изделий из металла, керамики, стекла, для проведения операций обжига, спекания, отжига, цементации, азотирования, плавки металла, стекол и эмалей.

**Упаковка:** КЭНБ упаковываются в амортизирующие футляры из гофрокартона, с последующей укладкой в деревянные ящики.

**Отгрузка:** почтовые отправления, багажные отправления, ж/д контейнером, самовывоз.  
ВОЗМОЖНО ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДРУГИХ ТИПОРАЗМЕРОВ ПО ЗАЯВКЕ ЗАКАЗЧИКА.



---

ООО «ТД «ЭлектроКерамика»  
456910 г. Сатка Челябинской области, ул. Молодёжная д.1, офис 1  
Тел./факс (35161) 3-35-59, (35161) 3-36-69

E-mail: [ElectroKeramika@rambler.ru](mailto:ElectroKeramika@rambler.ru) Интернет: <http://www.si-c.ru>

2010 г.