

Электронагревательные элементы



- Карбид-кремниевые (SiC) электронагреватели (*пластичное формование*)
- Кремне-молибденовые (MoSi_2) электронагреватели (*дисилицид молибденовые*)
- Молибденовые порошки, электронагреватели, пробойники, стержни и пластины из молибдена и вольфрама

Карбид кремниевые (SiC) электронагреватели

(способ изготовления – пластичное формование)



Карбид кремниевый электронагревательный элемент – это разновидность неметаллического высоко - температурного электрического нагревательного элемента.

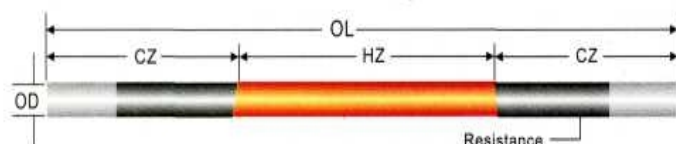
Отборный, высокого качества карбид кремний зеленый, является основным элементом для производства нагревателей. Способ изготовления нагревателей - пластичное формование, в результате которого нагреватели получают сплошными, с целью получения холодных выводов, нагревательные элементы пропитываются кремниевым сплавом. В отличие от металлических нагревательных элементов, карбид кремниевые электронагреватели могут применяться при высоких температурах (до 1450 - 1600 °С на поверхности нагревателей), в процессе работы не окисляются, мало подвергаются деформации, не подвергаются коррозии, легко устанавливаются в печь, могут быть легко заменены без длительной остановки печи, имеют более длительный срок эксплуатации. Поэтому карбид кремниевый электронагреватель широко используется в различных высокотемпературных электрических печах и других электронагревательных приборах при производстве магнита, керамики, стекла, в порошковой металлургии, в металлургии, машиностроении и т.д.

Благодаря новому процессу производства холодных выводов, удельное сопротивление рабочей части значительно выше, чем сопротивление материалов холодных 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, что приводит к увеличению срока службы, экономии энергии, минимальным тепловым потерям и минимальным нарушениям футеровки печи.

К основным факторам, определяющим срок службы электронагревателя, относятся: температурно-временной режим работы электропечи, значение удельной поверхностной мощности, схема соединения нагревателей, способ регулирования температуры печи, состав печной атмосферы.

Виды и типы элемента

ED (стержневой)



Тип: ED

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

Пример: Тип ED

OD=54 мм, HZ=1575 мм,

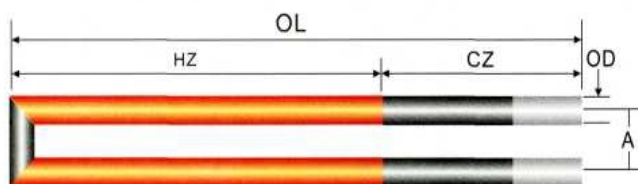
CZ=419 мм OL=2413 мм,

сопротивление 0.90 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний ED, 54/1575/2413/0.90 Ω

U



Тип: U

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

A размер между стержнями в мм

Пример: Тип U

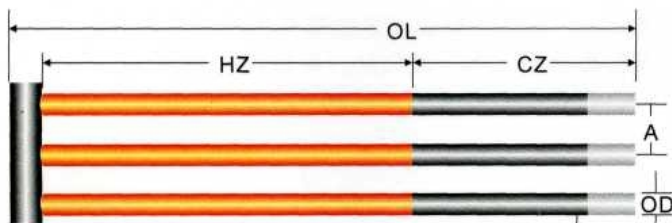
OD=20 мм, HZ=300 мм, CZ=400 мм

OL=700 мм, A=60 мм, сопротивление 2.24 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний U, 20/300/700/60/2.24 Ω

W



Тип: W

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

A размер между стержнями в мм

Пример: Тип W

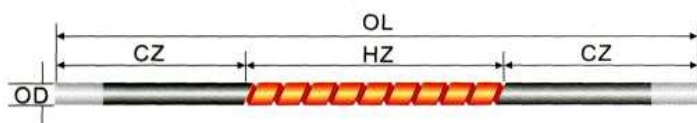
OD=20 мм, HZ=250 мм, CZ=350 мм,

OL=625 мм, A=52 мм, сопротивление 0.90 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний W, 20/250/625/52/0.90 Ω

SC (односпиральный)



Тип: SC

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

Пример: Тип SC

OD=25 мм, HZ=300 мм, CZ=200 мм,

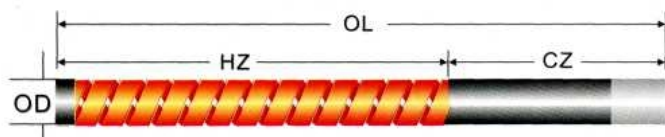
OL=700 мм, сопротивление

1.59 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний SC, 25/300/700/1.59 Ω

SCR (двухспиральный)



Тип: SCR

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

Пример: Тип SCR

OD=31.7 мм, HZ=305 мм, CZ=241 мм,

OL=546 мм, сопротивление

4.46 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний SCR, 31.7/305/546/4.46 Ω

UX (пазовый)



Тип: UX

OD внешний диаметр в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

Пример: Тип UX

OD=30 мм, HZ=400 мм, CZ=300 мм,

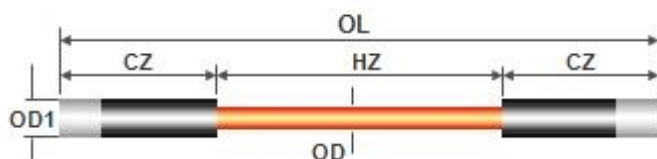
OL=700 мм, сопротивление

2.76 Ом Ω

Спецификация элемента:

Кремний UX, 30/400/700/2.76 Ω

GC (гантелевидный)



Тип: GC

OD диаметр зоны нагрева в мм

OD1 диаметр холодного вывода в мм

HZ длина зоны нагрева в мм

CZ длина холодного вывода в мм

OL общая длина в мм

Пример: Тип GC

OD=18 мм, HZ=500 мм, CZ=350 мм,

OL=1200 мм, OD1=28 мм,

сопротивление 1.6 Ом Ω

Спецификация элемента:

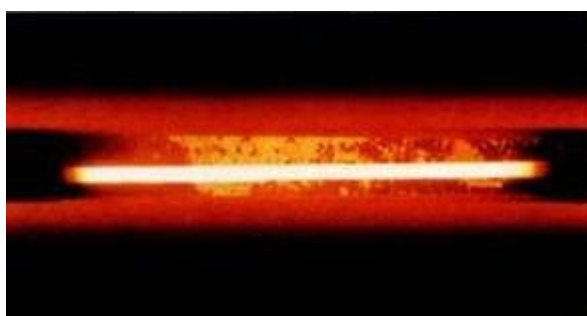
Кремний GC, 18/500/1200/1.6 Ω

Физические свойства элемента

Удельный вес	2.6~2.8 г/см ³	Предел прочности на изгиб	> 3000 кг
Твердость по Моосу	> 9	Предел прочности на растяжение	> 150 кг/см ³
Пористость	< 30%	Излучательная способность	0.85

Коэффициент линейного расширения, теплопроводность и удельная теплоемкость элемента будут изменяться с изменением температуры. Относительные данные приведены в таблице:

Температура	Коэффициент линейного расширения	Теплопроводность	Удельная теплоемкость
°C	10 ⁻⁶ м/°C	Ккал/(м °C)	кал/(г °C)
0	/	/	0.148
300	3.8	/	/
400	/	/	0.255
600	4.3	14-18	/
800	/	/	0.294
900	4.5	/	/
1100	/	12-16	/
1200	4.8	/	0.325
1300	/	10-14	/
1500	5.2	/	/



Химические свойства элемента

1. Антиоксидантные свойства элемента

Нагревательный элемент начинает подвергаться окислению на воздухе при температуре выше 800 °С и на поверхности горячей зоны начинает образовываться защитная пленка из SiO_2 , когда температура достигает 1000-1300 °С, защитная пленка выкристаллизовывается при 1300 °С и достигает определенной толщины, когда температура достигнет 1500 °С, что делает процесс дальнейшего окисления очень медленным. Если продолжить нагревание выше 1627 °С, защитная пленка будет повреждена и скорость окисления будет быстрее, следовательно и элемент разрушится быстрее.

Несмотря на то, что элемент будет окисляться очень медленно в процессе использования, это также приведет к увеличению сопротивления при дальнейшем длительном применении, такой процесс называется «старением».

Чтобы сократить скорость старения, используется специальная технология распространения защитной пленки на поверхности горячей зоны в процессе производства, которая увеличивает антиоксидантные свойства элемента и увеличивает срок его службы.

2. Влияние щелочей и оксидов щелочных металлов на элемент.

Щелочи и оксиды щелочных металлов будут вступать в реакцию с SiC при температурах 1300 °С и выделять вещество, которое вызывает щелочно-химическую коррозию и может влиять на раскаленность элемента.

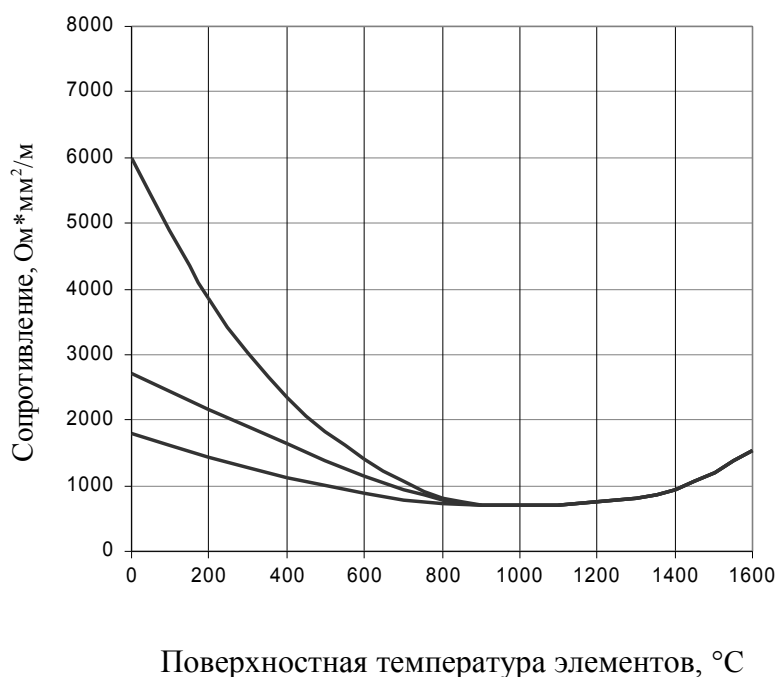
3. Влияние расплавленного металла на элемент.

Некоторые металлы, такие как кобальт, никель, хром и т.д. могут повреждать элемент при температуре плавления и сокращать срок службы элемента.

Электрические свойства элемента

Нагревательные элементы имеют довольно большое удельное сопротивление.

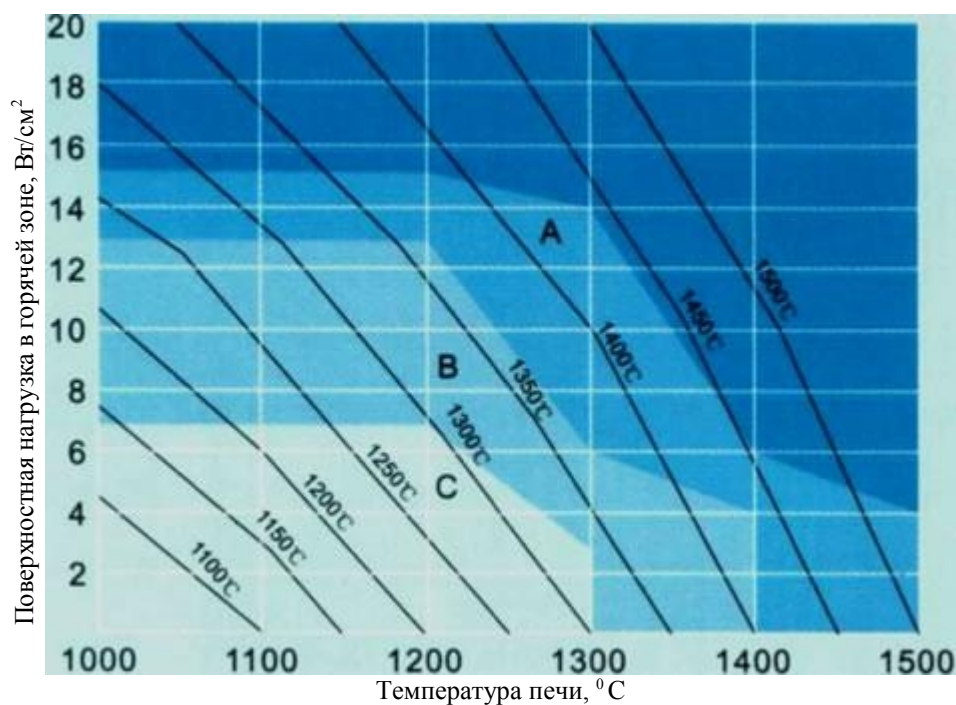
При нагреве в воздухе, поверхностная температура горячей зоны достигает 1050 °С. Норма сопротивления при этом 600-1400 Ом*мм²/м. Величина сопротивления изменяется с повышением температуры. Это показывает кривая, характеризующая изменения сопротивления в зависимости от температуры: снижение значений сопротивления происходит при температурах до 800 °С и повышение значений сопротивления при температурах более чем 800 °С.



Управление прикладываемыми температурными и поверхностными нагрузками на нагревательные элементы в различных средах.

Среда	Температура в печи, °C	Поверхностная нагрузка, Вт/см ²	Действие на элемент	Решение
Аммиак	1290	3.8	Уменьшает защитную оболочку	Активация в точке росы
CO ₂	1450	3.1	Разрушает (разъедает)	Защита кварцевой трубой
18% CO	1500	4.0	Не действует	
20% CO	1370	3.8	С зерно действует на защитную оболочку	
Галоген	704	3.8	Разрушает, уменьшает защитную оболочку	Защита кварцевой трубой
Углеводород	1310	3.1	Уменьшает защитную оболочку	Заполнение достаточным количеством воздуха
Водород	1290	3.1	С зерно при температуре загрязняет	Активация в точке росы
Метан	1370	3.1	Уменьшает защитную оболочку	
N	1370	3.1	Формирует SiN изолирующий слой	
Na	1310	3.8	Разрушает (разъедает)	Защита кварцевой трубой
SO ₂	1310	3.8	Разрушает (разъедает)	Защита кварцевой трубой
Вакуум	1204	3.8		
Кислород	1310	3.8	Окисляет	
Вода (различное содержание)	1090~1370	3.1~3.6	Формирует гидрат Si	

Стойкость нагревателей при эксплуатации в атмосфере углекислого газа такая же, как при эксплуатации в воздушной среде. Кислород несколько снижает срок службы нагревателей по сравнению с воздушной атмосферой. В водороде и в смеси водорода и азота (диссоциированный аммиак) нагреватели могут работать при температуре не выше 1300°C на их активной поверхности. При применении в атмосфере с содержанием водорода до 20% необходимо снижать значение допустимой поверхностной мощности электронагревателей на 40%, с содержанием водорода свыше 20% - на 60%. В вакууме карбид кремниевые нагреватели показывают низкий срок службы. Водяной пар при температуре выше 750 °C способствует быстрому окислению нагревателей и резкому снижению их стойкости (в 2-3 раза). Поэтому сушку печей необходимо проводить при открытой дверце до температур 300 - 400 °C. Углеводороды - метан, аргон, бутан, природный газ, расщепляясь при высокой температуре, приводят к науглероживанию нагревателей. Содержание углеродсодержащего газа в составе атмосферы не должно превышать 2%. Фтор, хлор, бром разрушают нагреватели при температуре выше 700 °C.

Поверхностная нагрузка элемента

A — воздух влажный и неподвижный

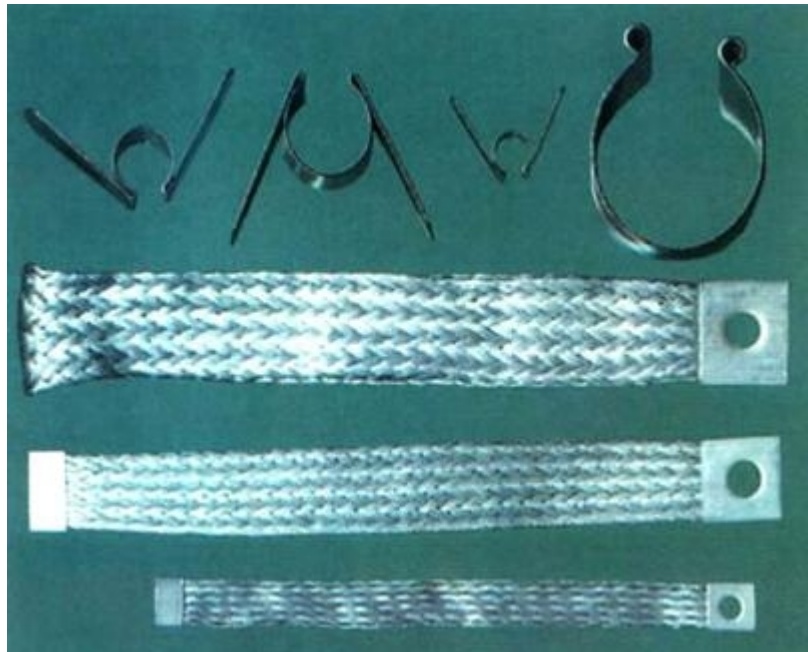
B — общее количество $H_2 < 20\%$ C — общее количество $H_2 > 20\%$

Ключевой фактор для оптимальной службы элемента — это правильный выбор поверхностной нагрузки элемента в соответствии с конструкцией печи, средой и температурой. Значение удельной поверхностной мощности определяет температурное поле по сечению нагревателя от его центра к поверхности. Превышение оптимальных значений удельной поверхностной мощности приводит к преждевременному выходу нагревателей из строя в основном из-за растрескивания и перегорания, а также возможен разогрев выводов нагревателя. Ниже представлены цифры, показывающие отношения между температурой печи, температурой элемента и поверхностной нагрузкой элемента при условии, когда излучение элемента не заграждается.

Рекомендуемая поверхностная нагрузка:

Температура печи °C	1100	1200	1300	1350	1400	1450
Поверхностная нагрузка в рабочей части Вт/см ²	< 17	< 13	< 9	< 7	< 5	< 4

Добавочные предметы элемента



Установка и работа элемента

1. Чтобы сохранить температуру печи и устройства для установки каждого элемента, перед установкой необходимо подобрать определенное сопротивление. Отклонение величины сопротивления электронагревателей в комплекте не должно быть более $\pm 10\%$.

2. Так как элемент очень хрупкий, будьте осторожны при установке и эксплуатации, чтобы избежать повреждения.

3. При запуске печи поднимайте напряжение медленно и постепенно, никогда не давайте полную нагрузку сразу иначе нагревательный элемент будет поврежден.

4. Карбид кремниевый электронагреватель работает как при переменном токе, так и при постоянном, чтобы использовать элемент необходимо приготовить регулировочный трансформатор или кремниевый контрольный трансформатор, вольтметр, амперметр, автоконтрольный термометр и т.д. Во время работы напряжение должно увеличиваться, чтобы поддерживать нормальную температуру печи, потому что величина сопротивления будет постепенно расти из-за окисления элемента. Когда напряжение дойдет до крайней точки трансформатора, а температура будет все еще низкой, чем требуется, то печь следует остановить, изменить способ соединения нагревателей (параллельно, последовательно или последовательно - параллельно), а затем продолжить работу.

5. Во время долгой работы печи, если какой-то отдельный элемент поврежден по каким-либо причинам, он должен быть обязательно заменен, на нагреватель у которого величина сопротивления соответствует старому, никогда не используйте новый нагревательный элемент наугад. Если нагревательный элемент сильно поврежден или его величина сопротивления увеличивается очень сильно и не может достичь температуры печи, то лучше заменить все нагревательные элементы новыми. Измерьте и отметьте величину сопротивления старых элементов (которые заменены) и поместите их в районе более низких температур.

6. Прежде чем использовать новую печь, или печь, которая долго не использовалась – перед началом работы необходимо ее высушить. Для сушки можно использовать старые элементы или другие источники тепла.

7. При розжиге аппарата (печи) или материала, если есть выделение воды, печь должна иметь отверстия для выхода водяного пара или других ненужных газов, для защиты и увеличения срока службы нагревательных элементов.

Несколько способов вычисления мощности для соединения проводов в общем использовании

Способ соединения	Символ	Элемент кол-во	Фазовое напряжение В (V)	Фазовое сопротивление Ом (Ω)	Фазовый ток А (A)	Общая мощность КВт (KW)
Последовательное соединение	+	n	$U_x = U$	$R_x = nr$	$I_x = \frac{U}{nr}$	$N_x = \frac{U^2}{10^3 nr}$
Параллельное соединение	=	n	$U_x = U$	$R_x = \frac{r}{N}$	$I_x = \frac{nU}{r}$	$N_x = \frac{nU^2}{10^3 r}$
Соединение треугольником	Δ	n	$U_x = U$	$R_x = r$	$I_x = \frac{U}{R}$	$N_x = \frac{3U^2}{10^3 r}$
Соединение звездой	Y	n	$U_x = \frac{U}{\sqrt{3}}$	$R_x = r$	$I_x = \frac{U_x}{R_x}$	$N_x = \frac{U^2}{10^3 r}$

U – линейное напряжение,
r – сопротивление элемента.

Схема соединения нагревателей определяет стабильность их электрических характеристик. При параллельном включении нагревателей в процессе работы различия в значениях сопротивлений уменьшаются, т. к. нагреватели с меньшим сопротивлением обтекаются большим током. Эти нагреватели стареют быстрее, и их сопротивление при этом увеличивается. Поэтому параллельное включение элементов является более предпочтительным, чем последовательное, при котором различие в значениях сопротивлений увеличивается за счет интенсивного старения нагревателей с большим сопротивлением. При параллельном включении разброс сопротивлений электронагревателей в комплекте не должен превышать $\pm 10\%$ от среднего значения сопротивления комплекта; при последовательном соединении эта разница не должна быть больше $\pm 5\%$.

При конструировании и эксплуатации электропечей с карбид кремниевыми электронагревателями следует учитывать влияние способа регулирования температуры на срок службы нагревателей. Непрерывное регулирование температуры по сравнению с позиционным при одинаковой температуре в электропечи приводит к увеличению срока службы нагревателей, и поэтому непрерывный способ регулирования температуры электропечи предпочтителен.

Технические данные карбид кремниевых (SiC) электронагревателей*(способ изготовления – пластичное формование)*

Диаметр мм	Длина рабочей части мм	Длина холодного вывода мм	Общая длина мм	Поверхностная площадь зоны нагрева см ²	Номинальная нагрузка (1050°С)		
					Напряжение В (V)	Сила тока, мощность Вт (W)	Сопротив- ление Ом (Ω)
12	150	150	450	56	41	896	1.85
	200	200	600	75	50	1200	2.10
	250	200	650	94	63	1504	2.62
	300	200	700	113	75	1808	3.15
14	200	200	600	88	41	1408	1.22
	250	250	750	110	51	1760	1.50
	300	250	800	132	62	2112	1.80
	350	200	750	154	73	2464	2.14
16(5/8")	400	250	900	176	82	2816	2.40
	300	250	800	150	62	2400	1.60
	350	350	1050	176	70	2816	1.75
	400	350	1100	200	80	3200	2.00
20 (3/4")	450	250	950	225	90	3600	2.25
	500	250	1000	250	100	4000	2.50
	600	250	1100	300	120	4800	3.00
	300	400	1100	188	59	3008	1.14
25	400	350	1100	251	76	4016	1.45
	500	400	1300	314	97	5056	1.85
	600	400	1400	376	114	6016	2.15
	700	400	1500	439	138	7024	2.70
30	800	300	1400	502	148	7530	2.90
	900	300	1500	565	162	8475	3.10
	300	300	900	236	53	3776	0.75
	400	450	1300	314	71	5024	1.00
31.7 (1.25")	500	400	1300	392	90	6272	1.30
	600	400	1400	470	108	7520	1.55
	700	400	1500	550	120	8250	1.75
	800	400	1600	627	134	9405	1.90
30	900	300	1500	705	151	10575	2.16
	1000	300	1600	785	168	11775	2.40
	400	300	1000	380	63	5700	0.70
	500	300	1100	470	80	7050	0.90
30	600	400	1400	570	92	8550	1.00
	700	450	1600	660	109	9900	1.20
	800	500	1800	750	125	11250	1.40
	900	400	1700	850	140	12750	1.53
30	1000	300	1600	940	153	14100	1.65
	1100	300	1700	1035	168	15525	1.82
31.7 (1.25")	356	280	916	355	52	5315	0.50
	406	280	965	405	59	6060	0.57
	457	280	1016	456	66	6820	0.64
	508	280	1067	507	73	7585	0.71
	559	280	1118	557	80	8345	0.78
	610	280	1168	608	88	9110	0.85
	660	280	1219	659	95	9855	0.92
	711	280	1270	709	103	10615	0.99
	762	280	1321	760	110	11380	1.06
	813	394	1600	811	117	12140	1.13
	864	394	1651	861	124	12900	1.20
	914	394	1702	912	131	13650	1.27
	1016	394	1803	1013	145	15170	1.40
	1067	394	1854	1063	153	15930	1.47
	1118	394	1905	1115	160	16690	1.54
	1448	406	2260	1442	217	21620	2.17
	1499	381	2260	1493	224	22380	2.25

ООО «Торговый дом «ЭлектроКерамика»

Диаметр мм	Длина рабочей части мм	Длина холодного вывода мм	Общая длина мм	Поверхностная площадь зоны нагрева см ²	Номинальная нагрузка (1050°С)		
					Напряжение В (V)	Сила тока, мощность Вт (W)	Сопротив- ление Ом (Ω)
35	400	400	1200	440	67	6600	0.68
	500	400	1300	550	84	8250	0.85
	600	400	1400	660	100	9900	1.02
	700	400	1500	770	117	11550	1.19
	800	400	1600	880	134	13200	1.36
	900	400	1700	990	151	14850	1.53
	1000	400	1800	1100	167	16500	1.69
	1100	400	1900	1210	184	18150	1.87
	1200	400	2000	1320	201	19800	2.04
	1300	400	2100	1430	218	21450	2.21
	1400	400	2200	1540	234	23100	2.38
	1500	400	2300	1650	251	24750	2.55
	1600	300	2200	1760	263	25520	2.72
	1700	300	2300	1870	280	27115	2.89
38.1 (1.5")	406	280	965	487	54	7285	0.40
	457	280	1016	547	61	8200	0.45
	508	280	1067	608	67	9115	0.49
	559	280	1118	669	74	10030	0.54
	610	280	1168	730	80	10950	0.59
	660	280	1219	791	86	11840	0.63
	711	280	1270	851	93	12760	0.68
	762	280	1321	912	100	13675	0.73
	813	394	1600	973	106	14590	0.78
	864	394	1651	1034	113	15505	0.83
	914	394	1702	1095	119	16400	0.87
	965	280	1524	1155	126	17320	0.92
	1016	394	1803	1216	132	18230	0.97
	1118	394	1905	1338	146	20060	1.07
	1219	394	2007	1459	159	21875	1.16
	1312	394	2108	1581	172	23705	1.26
	1422	394	2210	1702	186	25520	1.36
40	500	400	1300	628	75	94720	0.60
	600	400	1400	753	90	11295	0.72
	700	400	1500	880	105	13200	0.84
	800	400	1600	1005	118	14573	0.96
	900	400	1700	1130	133	16385	1.08
	1000	400	1800	1255	148	18198	1.20
	1100	400	1900	1381	163	20025	1.32
	1200	400	2000	1506	177	21837	1.44
	1300	400	2100	1630	192	23635	1.56
	1400	400	2200	1760	207	25520	1.68
	1500	400	2300	1880	222	27260	1.80
	1600	300	2200	2010	236	29145	1.91
	1700	300	2300	2140	250	31030	2.02
44.4 (1.75")	508	280	1067	708	61	10625	0.36
	559	394	1346	780	68	11690	0.40
	610	305	1219	851	74	12760	0.43
	660	293	1245	921	81	13805	0.47
	711	394	1499	992	87	14970	0.51
	762	394	1549	1063	93	15935	0.55
	813	394	1600	1134	99	17000	0.59
	864	394	1651	1205	104	18070	0.61
	914	394	1702	1275	112	19115	0.65
	965	394	1753	1346	118	20180	0.70
	991	419	1829	1382	120	20725	0.69
	1016	394	1803	1417	122	21250	0.70
	1118	419	1956	1560	136	23380	0.80
	1219	432	2083	1700	148	25490	0.87
	1270	394	2057	1772	155	26560	0.92
	1295	381	2057	1806	155	27082	0.89
	1321	394	2108	1843	161	27625	0.95
	1372	394	2159	1914	168	28690	1.00
	1422	394	2210	1984	173	29740	1.03
	1473	394	2261	2055	180	30805	1.07
	1524	394	2311	2126	186	31870	1.10
	1575	419	2413	2197	192	32940	1.15
	1626	394	2413	2268	197	34005	1.17

Диаметр мм	Длина рабочей части мм	Длина холодного вывода мм	Общая длина мм	Поверхностная площадь зоны нагрева см ²	Номинальная нагрузка (1050°С)		
					Напряжение В (V)	Сила тока, мощность Вт (W)	Сопротив- ление Ом (Ω)
50	1000	400	1800	1570	127	21980	0.73
	1500	400	2300	2360	191	33040	1.10
	1700	400	2500	2670	216	37520	1.24
	2000	400	2800	3140	253	43960	1.46
54 (2.125")	508	305	1118	862	62	12920	0.30
	533	229	991	904	66	13555	0.32
	559	305	1168	948	69	14220	0.33
	610	305	1219	1035	75	15515	0.36
	660	305	1270	1120	80	16785	0.38
	686	280	1245	1164	84	17450	0.40
	711	305	1321	1206	88	18085	0.42
	762	305	1372	1293	93	19380	0.44
	813	419	1651	1379	99	20675	0.49
	864	419	1702	1466	105	21975	0.51
	914	420	1753	1551	112	23250	0.54
	965	419	1803	1637	226	24545	0.57
	1016	419	1854	1724	123	25840	0.60
	1067	419	1905	1810	129	27140	0.63
	1118	419	1956	1897	135	28435	0.66
	1143	394	1930	1939	139	29070	0.67
	1168	420	2007	1982	142	29710	0.69
	1219	458	2134	2068	147	31005	0.71
	1270	419	2108	2155	153	32300	0.74
	1321	419	2159	2241	159	33600	0.77
	1372	419	2210	2328	166	34895	0.80
	1422	420	2261	2412	171	36170	0.82
	1473	419	2311	2499	179	37465	0.85
	1499	229	1956	2543	175	38125	0.80
	1524	394	2311	2585	184	38760	0.89
	1575	419	2413	2671	189	40060	0.90
	1626	419	2464	2758	196	41355	0.94
	1651	367	2184	2801	198	41990	0.93
	1676	420	2515	2843	202	42630	0.97
	1727	419	2565	2930	207	43925	0.99
	1778	419	2616	3016	213	45220	1.01
	1881	305	2489	3189	225	47815	1.06
	1981	254	2489	3361	138	50385	1.12
	2032	242	2515	3447	244	51680	1.15
	2083	330	2743	3534	250	52980	1.18
	2108	267	2642	3576	253	53615	1.19
	2134	241	2616	3620	255	54275	1.20
	2159	445	3048	3663	260	54910	1.23
	2286	343	2972	3878	274	58140	1.29
	2311	420	3150	3921	279	58780	1.32
	2413	267	2946	4094	290	61370	1.37
	2438	420	3277	4136	295	62010	1.40

1. Допуск сопротивления: соответственно +/- 5%, предел для нагрузки +/- 10%; допустимое расхождение по нагрузке +/- 20%
2. Продукция со специальной (особой формой) производится по требованию заказчика.

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

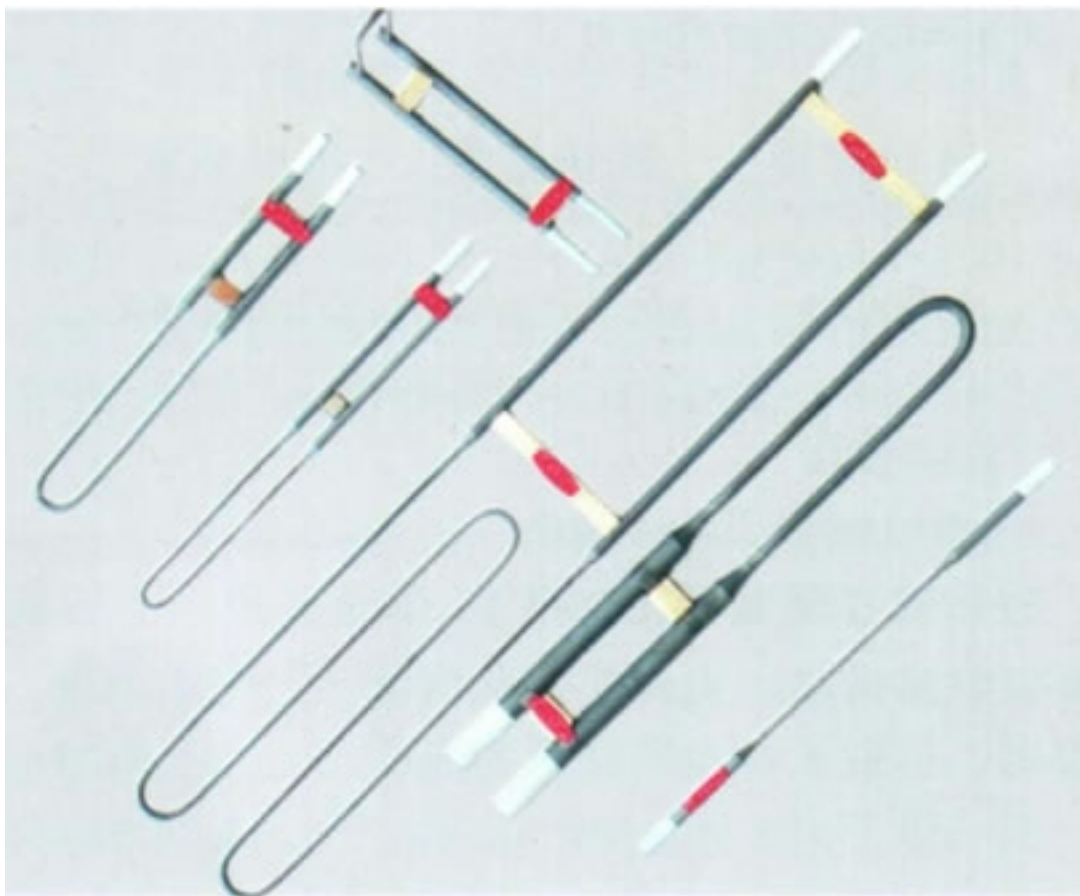
Отгрузка: почтовые отправления, багажные отправления, ж/д контейнером, самовывоз.

**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 электронагреватель в двух местах средней части длины.

Кремне-молибденовые (MoSi_2) электронагреватели

(дисилицид молибденовые, силицид молибденовые)



Кремне-молибденовый (дисилицид молибденовый, силицид молибденовый) электронагревательный элемент это устойчивый теплообразующий элемент, изготовленный в основном из высокочистого дисилицида молибдена. Он используется при высоких температурах в окислительных средах и, вследствие высокотемпературного окисления, на поверхности нагревательного элемента образуется тонкая защитная пленка из стеклообразного диоксида кремния, которая позволяет защитить элемент от дальнейшего окисления. Таким образом этот вид элемента при высоких температурах уникально устойчив к окислению и используется в высокотемпературных электропечах сопротивления с различными атмосферами при температуре от 1300°C до 1700°C. Электронагреватели надежно работают в следующих средах: в воздухе, окислительных и инертных газах - до 1700°C, а также в восстановительных средах - до 1500 °C.

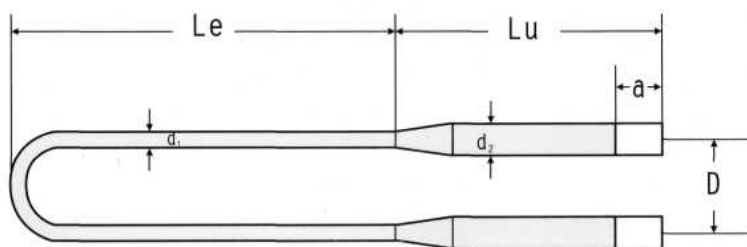
Дисилицид молибденовые электронагреватели широко применяются при спекании и обжиге специальной керамики и металлокерамики, термообработке ферритов, выращивании кристаллов, варке специального стекла, то есть в металлургической, стекольной, керамической, огнеупорной промышленности, а также в производстве кристаллов для электронных приборов, производстве печей и т. д. Это идеальный теплообразующий элемент, в производствах, где продукция агломерируется при высоких температурах.

В соответствии с Вашими требованиями наша компания может производить нагревательные элементы в форме U, W, I, U-прямоугольной формы и другие.

По сравнению с карбид кремневыми, нагреватели на основе дисилицида молибдена обладают рядом преимуществ: более высокой рабочей температурой на активной части нагревателей (1650-1700 °С) за счет образования защитной оксидной пленки из стеклообразного SiO₂ и оксидов молибдена; способностью к быстрому разогреву за счет роста электрического сопротивления с повышением температуры; стабильностью электрического сопротивления в течение всего срока службы нагревателей, что позволяет соединять их последовательно и заменять вышедшие из строя нагреватели без учета их начального электрического сопротивления. Отличительной особенностью нагревателей на основе дисилицида молибдена является способность выдерживать большую энергетическую нагрузку при высоких температурах, что позволяет концентрировать большое количество энергии в малом объеме печи. К недостаткам нагревателей из дисилицида молибдена относятся: низкая механическая прочность; низкая термостойкость; низкое начальное электрическое сопротивление, обуславливающее необходимость использовать мощное силовое оборудование; высокая начальная пластичность в интервале температур 1400-1650°С.

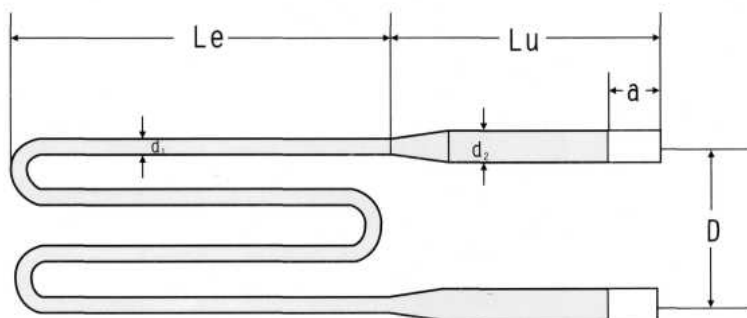
Структура и маркировка кремне-молибденового (дисилицид молибденового) электронагревательного элемента

Тип U



- Le Длина нагреваемой части
- Lu Длина холодного вывода
- d1 Диаметр нагреваемой части
- d2 Диаметр холодного вывода
- D Расстояние между выводами
- A Расстояние между выводами
- B = Lu - 6 см
- a Алюминиевое покрытие

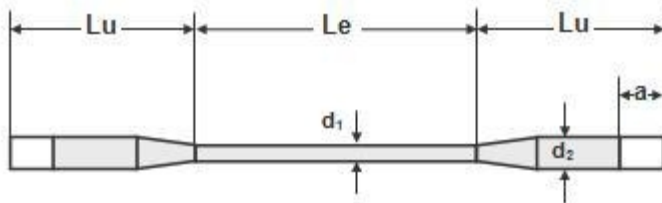
Тип W



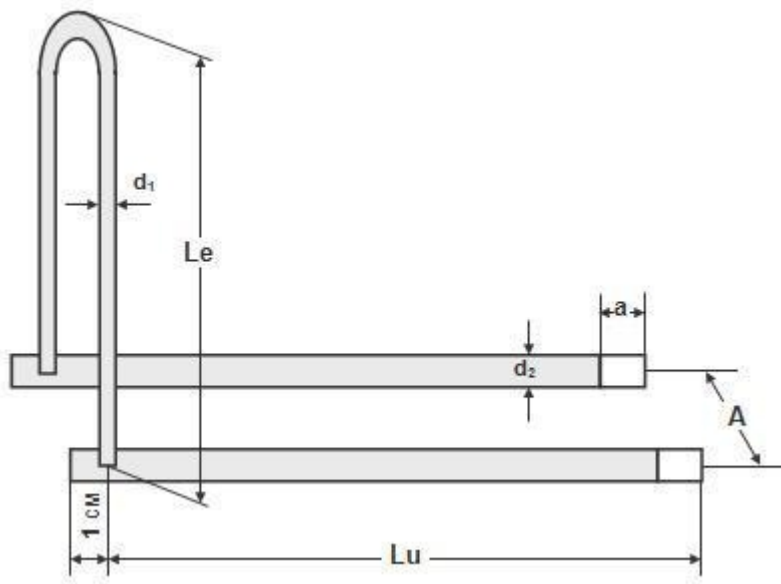
Производственная марка:

$d_1 \times Le \times Lu \times D$ (мм)

Тип ROD



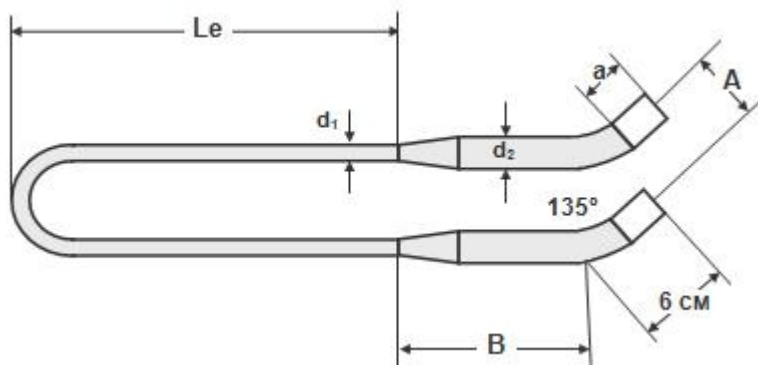
Тип L



L_e Длина нагреваемой части
 L_u Длина холодного вывода
 d_1 Диаметр нагреваемой части
 d_2 Диаметр холодного вывода
 D Расстояние между выводами
 A Расстояние между выводами
 $B = L_u - 6 \text{ см}$
 a Алюминиевое покрытие

Производственная марка:
 $d_1 \times L_e \times L_u \times D \text{ (мм)}$

Тип ARC



Физические и химические характеристики кремне – молибденового (дисилицид молибденового) электронагревательного элемента

1. Физические характеристики.

Объемная плотность	Изогнутость	Твердость	Коэффициент газопроницаемости	Коэффициент влагопоглощения	Коэффициент теплового расширения
5.5 г/см ³	15~25 кг/см ³	(HV)570 кг/мм ²	7.4 %	1.2 %	4 %

2. Химические характеристики.

Кремне-молибденовые нагревательные элементы используются при высоких температурах в кислородосодержащей среде.

Защитная оксидная пленка из SiO₂, образующаяся на поверхности рабочей части нагревателя при его нагреве выше 1000 °С, особенно при температуре выше 1400°С, за счет высокой плотности предохраняет нагреватель от дальнейшего окисления. Пленка сохраняется до температуры 1650 °С, а при более высокой температуре, свыше 1700°С, начинает плавиться, собираясь в капли, что приводит к ускоренному окислению и выходу из строя нагревателя. Плотная и прочная оксидная пленка, полученная в результате предварительного окисления стержней рабочей части при изготовлении нагревателей, сохраняется на нагревателях. Она предохраняет нагреватель от интенсивного окисления при его разогреве от комнатной до рабочей температуры. В случае отсутствия защитной пленки при разогреве такого нагревателя происходит интенсивное его окисление и разрушение через несколько часов выдержки, особенно в интервале температур 400-700 °С. Поэтому при разогреве нагревателей интервал температур до 1000 °С рекомендуется проходить по возможности, быстро, а при охлаждении после длительной выдержки в условиях высокой температуры, ввиду возможности отслаивания образовавшейся толстой оксидной пленки, нагреватели не рекомендуется охлаждать, ниже 1000°С, поскольку при охлаждении до комнатной температуры они обнаруживают низкую термостойкость. Если электронагревательный элемент используется в первый раз, он должен быть нагрет быстро до температуры 1000-1400 °С в воздушной среде, после чего (в течение примерно получаса) на поверхности нагревателя образуется защитный слой и он сможет работать при любой низкой температуре, пока этот слой существует. При использовании элемента в нейтральной или восстановительной среде, элемент следует подвергать такому нагреву в воздушной среде периодически для поддержания и восстановления защитного слоя.

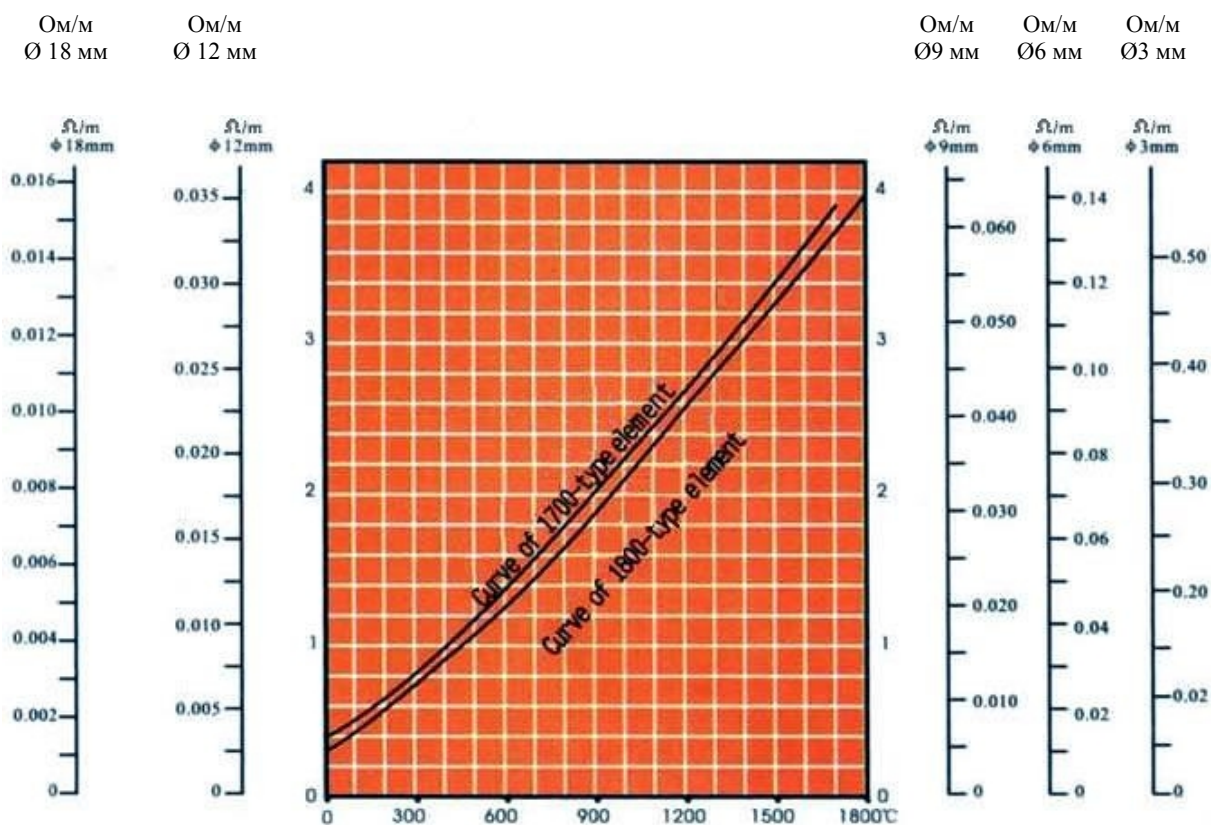
3. Возможности использования нагревательного элемента в различных температурных средах.

Среда	Самая высокая температура использования	
	(1700)	(1800)
NO ₂ , CO ₂ , O ₂ , (воздух)	1700°C	1800°C
He, Ar, Ne	1650°C	1750°C
SO ₂	1600°C	1700°C
CO, N ₂	1500°C	1600°C
(жидкий) H ₂	1400°C	1500°C
(газообразный) H ₂	1350°C	1450°C

Наиболее благоприятной средой для MoSi₂-нагревателей являются: воздух, CO₂, Ar, N₂, CO, He, углеводороды. Следует избегать контакта MoSi₂ с Cl, SO₃, серой, а также работы при высоком вакууме.

Электрические характеристики кремне-молибденового (дисилицид молибденового) электронагревательного элемента

1. Характеристики сопротивляемости.



Кривая температурного сопротивления

Электрическое сопротивление нагревателей, низкое при комнатной температуре, с повышением температуры резко возрастает (см. график выше) и далее в процессе эксплуатации при постоянной температуре практически не меняется. При низком начальном сопротивлении нагревателей требуется плавное или ступенчатое повышение питающего напряжения до рабочего значения. При этом ток, протекающий через каждый нагреватель, не должен превышать допустимого для данного нагревателя, так как иначе возможно механическое разрушение нагревателя за счет электромагнитных сил. Высокая горячая пластичность материала нагревателей, проявляющаяся при их первоначальном нагреве, может привести к деформации рабочей части нагревателей за счет электромагнитных сил, возникающих при протекании тока по нагревателям. Поэтому электрическое соединение двух соседних нагревателей должно обеспечить взаимно противоположное направление протекающего по ним тока, а расстояние между нагревателями рекомендуется выбирать не менее расстояния между ветвями U-образного нагревателя выбранного типоразмера. Поэтому старые и новые нагревательные элементы могут быть использованы вместе.

Нагреватели на основе дисилицида молибдена имеют более длительный срок службы при их эксплуатации в установившемся непрерывном режиме. При циклических режимах работы электропечей на срок службы нагревателей влияют все параметры цикла: время разогрева, рабочая температура, время выдержки, время охлаждения и температура, до которой, производится охлаждение. По сравнению со сроком службы нагревателей, работающих в непрерывном режиме при температуре 1650 °С, срок службы нагревателей, работающих в циклическом режиме, при охлаждении до 1000°С снижается в 3 раза.

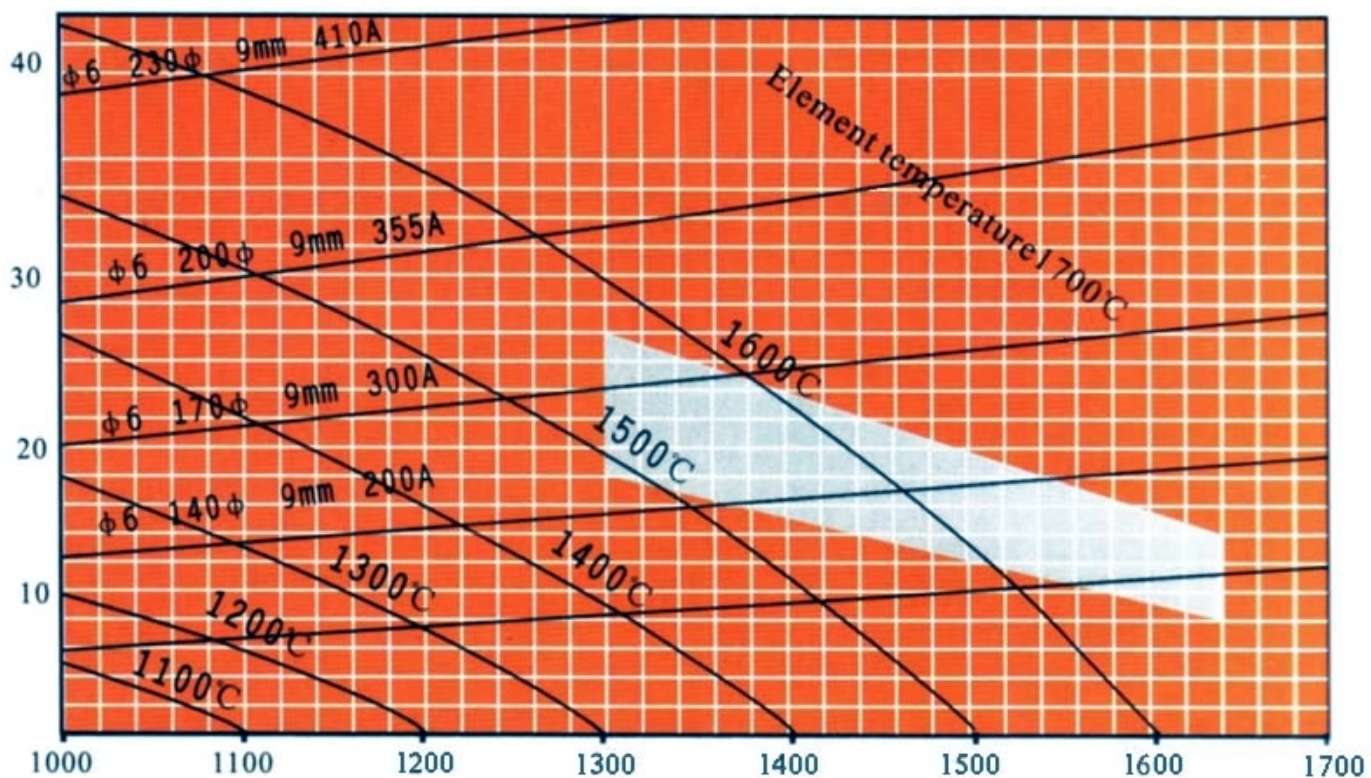
К основным факторам, определяющим срок службы нагревателей, относятся: температурно-временной режим работы электропечи, значение удельной поверхностной мощности нагревателей, способ регулирования температуры печи, тип атмосферы. При длительной работе нагревателей в установившемся режиме все отказы нагревателей являются внезапными в результате перегорания или механического разрушения, так как сопротивление нагревателей практически не увеличивается.

Интегральная нормальная излучательная способность дисилицида молибдена при температуре применения 1650 °С близка к 0,7.

2. Поверхностная нагрузка

Ключевым фактором оптимальной службы электронагревательного элемента является правильный выбор поверхностной нагрузки элемента в соответствии со структурой печи, средой и температурой печи. Схема ниже представляет соотношения между температурой печи, температурой элементов и поверхностной нагрузкой, когда электронагревательные элементы не загораются. Теневая часть это поверхностная нагрузка при использовании обычных температурных ограничений.

Значение удельной поверхностной мощности определяет не только температурное поле по сечению нагревателя, но и значения термических напряжений и динамических нагрузок от электромагнитного поля, возникающего от тока, протекающего по нагревателям. Превышение максимально допустимых значений удельной мощности приводит к преждевременному выходу нагревателей из строя в результате механического и термического разрушения.



Соотношения между температурами печи и элементов (°C) и
поверхностной нагрузкой элементов (Вт/см²)

Рекомендуемая поверхностная нагрузка

Температура печи °C	1400	1500	1600	1650	1700
Поверхностная нагрузка в рабочей части Вт/см²	< 18	< 15	< 12	< 10	< 8

Установка кремне-молибденовых (дисилицид молибденовых) электронагревательных элементов

При нормальной (комнатной) температуре кремне-молибденовые (дисилицид молибденовые) электронагревательные элементы очень хрупкие, а при высоких температурах они становятся пластичными. Поэтому U-образный элемент лучше устанавливать вертикально. Если необходимо установить его горизонтально нужно выбрать подставку из высокотемпературного изолирующего материала. Коническая часть элемента должна быть внутри печи. Сначала фиксирующая часть не должна быть туго закреплена. Когда элемент нагреется до высокой температуры – закрепить крепче и тогда элемент не разрушится (для лучшей работы элементов используйте фиксаторы и провода предлагаемые нашей компанией). Верх печи должен иметь хорошую теплозащиту, температура верха печи не должна превышать 300°C. Напряжение должно быть ниже 0,1 В между фиксирующим проводом и элементом. Чтобы избежать потери тепла перенесите фиксирующий верх. Расстояние не менее 50 мм между нижним концом фиксатора и верхней поверхностью кирпича. Элемент диаметром 6/12 мм не может быть использован при токе свыше 170А длительно. Элемент диаметром 9/18 мм не может быть использован при токе свыше 300А.



Операции с печью

1. Сушка (подготовка) печи

Новая печь, или печь, которая долгое время не использовалась, должна быть высушена перед использованием. Температура сушки вызывает низкотемпературное окисление. Для печи маленького размера, которая сохнет долго, необходимо открыть ворота для проветривания. Ворота можно закрыть наполовину с повышением температуры сушки и закрыть полностью при температуре более 1000 °C.

2. Старт печи

Если печь была высушена, или не нуждается в сушке, можно начать подъем температуры. Чтобы избежать перегрузки по току и электрического удара, необходимо выполнить следующие шаги.

Маленькая печь (мощность < 100 кВт)		Большая печь (мощность 100 - 500 кВт)	
Температура печи, °С	Напряжение	Температура печи, °С	Напряжение
20 - 150	1/3 рабочего	20 - 300	1/3 рабочего
150 - 500	2/3 рабочего	300 - 700	2/3 рабочего
500 - Рабочая температура	полное рабочее	700 - Рабочая температура	полное рабочее

3. Замена элементов

Если один из нагревательных элементов поврежден при работе, то необходимо определить поврежденный нагреватель, и подготовить замену. При извлечении поврежденного нагревателя необходимо ослабить зажим и отсоединить провод от элемента до шины, убрать керамическую вату и извлечь нагреватель через кирпич. Позже, необходимо вставить новый элемент с верха печи, закрепить провод, заполнить промежутки керамической ватой и начать поднимать температуру.

Технические данные кремне-молибденовых (MoSi₂) электронагревателей (дисилицид молибденовых, силицид молибденовых)

1. Ø6/12 мм 1700 кремне-молибденовые электронагревательные элементы

Горячая рабочая часть	150	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
Холодные выводы												
150	868 0.044 6.2	994 0.051 7.1	1092 0.056 7.8	1330 0.068 9.5	1568 0.080 11.2	1806 0.092 12.9	Вт (W) – мощность Ом (Ω) – термическое сопротивление В (V) – рабочее напряжение					
200	882 0.045 6.3	1022 0.052 7.3	1120 0.057 8.0	1358 0.069 9.7	1582 0.081 11.3	1820 0.093 13.0	2058 0.105 14.7					
250	924 0.047 6.6	1064 0.054 7.6	1162 0.059 8.3	1386 0.071 9.9	1624 0.083 11.6	1862 0.095 13.3	2100 0.107 15.0	2338 0.119 16.7	2562 0.131 18.3			
270	924 0.047 6.6	1078 0.055 7.7	1162 0.059 8.3	1386 0.071 9.9	1624 0.083 11.6	1862 0.095 13.3	2100 0.107 15.0	2338 0.119 16.7	2562 0.131 18.3			
300	938 0.048 6.7	1092 0.056 7.8	1176 0.060 8.4	1414 0.072 10.1	1666 0.085 11.9	1876 0.096 13.4	2114 0.108 15.1	2352 0.120 16.8	2576 0.132 18.4	2828 0.144 20.2	3052 0.156 21.8	
350	980 0.050 7.0	1120 0.057 8.0	1218 0.062 8.7	1456 0.074 10.4	1680 0.086 12.0	1919 0.098 13.7	2156 0.110 15.4	2394 0.122 17.1	2632 0.134 18.8	2856 0.146 20.4	3094 0.158 22.1	
400	1022 0.052 7.3	1162 0.059 8.3	1260 0.064 9.0	1480 0.076 10.6	1722 0.088 12.3	1960 0.100 14.0	2198 0.112 15.7	2436 0.124 17.4	2660 0.136 19.0	2898 0.148 20.7	3136 0.160 22.4	
450		1176 0.060 8.4	1274 0.065 9.1	1512 0.077 10.8	1750 0.089 12.5	1974 0.101 14.1	2212 0.113 15.8	2450 0.125 17.5	2688 0.137 19.2	2926 0.149 20.9	3150 0.161 22.5	
500	Условия: Температура Электрический ток Поверхностная нагрузка			1554 0.079 11.1	1778 0.091 12.7	2016 0.103 14.4	2254 0.115 16.1	2492 0.127 17.8	2730 0.139 19.5	2954 0.151 21.1	3192 0.163 22.8	
550					1820 0.093 13.0	2058 0.105 14.7	2296 0.117 16.4	2534 0.129 18.1	2744 0.140 19.6	2982 0.152 21.3	3220 0.164 23.0	
600					1848 0.094 13.2	2072 0.106 14.8	2310 0.118 16.5	2548 0.130 18.2	2786 0.142 19.9	3024 0.154 21.6	3248 0.166 23.2	
650								2352 0.120 16.8	2590 0.132 18.5	2828 0.144 20.2	3052 0.156 21.8	3290 0.168 23.5
700										2604 0.133 18.6	2842 0.145 20.3	3108 0.159 22.2

2. Ø9/18мм 1700 кремне-молибденовые электронагревательные элементы.

Рабочая горячая часть	150	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Холодные выводы															
250	1350 0.0216 5.4	1550 0.0248 6.2	1675 0.0268 6.7	2025 0.0324 8.1	2375 0.0379 9.5	2725 0.0436 10.9	3050 0.0488 12.2	3400 0.0544 13.6	3750 0.06 15.0	4100 0.0656 16.4	4425 0.0708 17.7	4775 0.0764 19.1	5125 0.0819 20.5	5475 0.0876 21.9	5800 0.0928 23.2
300	1375 0.022 5.5	1600 0.0256 6.4	1725 0.0276 6.9	2075 0.0332 8.3	2425 0.0388 9.7	2750 0.044 11.0	3100 0.0496 12.4	3450 0.0552 13.8	3800 0.0608 15.2	4125 0.066 16.5	4475 0.0716 17.9	4825 0.0772 19.3	5175 0.0828 20.7	5500 0.088 22.0	5850 0.0936 23.4
350	1425 0.0228 5.7	1625 0.026 6.5	1775 0.0284 7.1	2125 0.034 8.5	2450 0.0392 9.8	2800 0.0448 11.2	3150 0.0504 12.6	3500 0.056 14.0	3825 0.0612 15.3	4175 0.0668 16.7	4525 0.0724 18.1	4875 0.078 19.5	5200 0.0832 20.8	5550 0.0888 22.2	5900 0.0944 23.6
400	1475 0.0236 5.9	1675 0.0268 6.7	1825 0.0292 7.3	2150 0.0344 8.6	2500 0.0400 10.0	2850 0.0456 11.4	3200 0.0512 12.8	3525 0.0564 14.1	3875 0.0620 15.5	4225 0.0676 16.9	4575 0.0732 18.3	4900 0.0784 19.6	5250 0.0840 21.0	5600 0.0896 22.4	5950 0.0952 23.8
450		1725 0.0276 6.9	1850 0.0296 7.4	2200 0.0352 8.8	2550 0.0408 10.2	2900 0.0464 11.6	3225 0.0516 12.9	3575 0.0572 14.3	3925 0.0628 15.7	4275 0.0684 17.1	4600 0.0736 18.4	4950 0.0792 19.8	5300 0.0848 21.2	5650 0.0904 22.6	5957 0.0956 23.9
500			1900 0.0304 7.6	2250 0.036 9.0	2600 0.0416 10.4	2925 0.0468 11.7	3275 0.0524 13.1	3625 0.058 14.5	3975 0.0636 15.9	4300 0.0688 17.2	4650 0.0744 18.6	5000 0.0808 20.0	5350 0.0856 21.4	5675 0.0908 22.7	6025 0.0964 24.1
550				2300 0.0368 9.2	2625 0.042 10.5	2975 0.0476 11.9	3325 0.0532 13.3	3675 0.0588 14.7	4000 0.064 16.0	4350 0.0696 17.4	4700 0.0752 18.8	5050 0.0808 20.2	5375 0.086 21.5	5725 0.0916 22.9	6075 0.0972 24.3
600				2325 0.0372 9.3	2675 0.0428 10.7	3025 0.0484 12.1	3375 0.054 13.5	3700 0.0592 14.8	4050 0.0648 16.2	4400 0.0704 17.6	4750 0.076 19.0	5075 0.0812 20.3	5425 0.0868 21.7	5775 0.0924 23.1	6125 0.098 24.5
650					2725 0.0436 10.9	3075 0.0492 12.3	3400 0.0544 13.6	3750 0.0600 15.0	4100 0.0656 16.4	4450 0.0712 17.8	4775 0.0764 19.1	5125 0.0820 20.5	5475 0.0876 21.9	5825 0.0932 23.3	6150 0.0984 24.6
700					2775 0.0444 11.1	3100 0.0496 12.4	3450 0.0552 13.8	3800 0.0608 15.2	4150 0.0664 16.6	4475 0.0716 17.9	4825 0.0772 19.3	5175 0.0828 20.7	5525 0.0884 22.1	5850 0.0936 23.4	6200 0.0992 24.8
750	Вт (W) – мощность Ом (Ω) – сопротивление В (V) – рабочее напряжение Условия: Температура элемента 1500 °С Электрический ток 140 А Поверхностная нагрузка 12,5Вт/см ²					3150 0.0504 12.6	3500 0.056 14.0	3850 0.0616 15.4	4175 0.0668 16.7	4525 0.0724 18.1	4875 0.078 19.5	5225 0.0836 20.9	5550 0.0888 22.2	5900 0.0944 23.6	0.1 0.1 25.0
800						3200 0.0512 12.8	3550 0.0568 14.2	3875 0.062 15.5	4225 0.0676 16.9	4575 0.0732 18.3	4925 0.0788 19.7	5250 0.084 21.0	5600 0.0896 22.4	5950 0.0952 23.8	6300 0.1008 25.2

3. Ø6/12 мм 1800 Кремне-молибденовые электронагревательные элементы.

Рабочая горячая часть Холодные выводы	150	200	250	300
200	0.054 Ом (Ω) 5.4 В (V) 538 Вт (W)	0.069 6.9 686	0.083 8.3 827	0.098 9.8 975
250	0.056 5.6 562	0.071 7.1 710	0.085 8.5 850	0.100 10.0 998
300	0.059 5.9 585	0.073 7.3 733	0.087 8.7 874	0.102 10.2 1022
350	0.060 6.0 601	0.075 7.5 749	0.089 8.9 889	0.104 10.4 1037
400	0.062 6.2 616	0.078 7.8 780	0.092 9.2 920	0.105 10.5 1053

4. Ø9/18 мм 1800 Кремне-молибденовые электронагревательные элементы.

Рабочая горячая часть Холодные Выводы	150	200	250	300
200	0.0244 Ом (Ω) 4.5 В (V) 827 Вт (W)	0.0311 5.7 1053	0.0375 6.9 1271	0.0440 8.1 1400
250	0.0251 4.6 850	0.0318 5.9 1076	0.0382 7.0 1295	0.0447 8.2 1513
300	0.0258 4.7 874	0.0323 5.9 1092	0.0389 7.2 1318	0.0453 8.4 1537
350		0.0329 6.1 1115	0.0396 7.3 1342	0.0461 8.5 1506
400		0.0336 6.2 1139	0.0405 7.5 1373	0.0468 8.6 1583

Молибденовый порошок

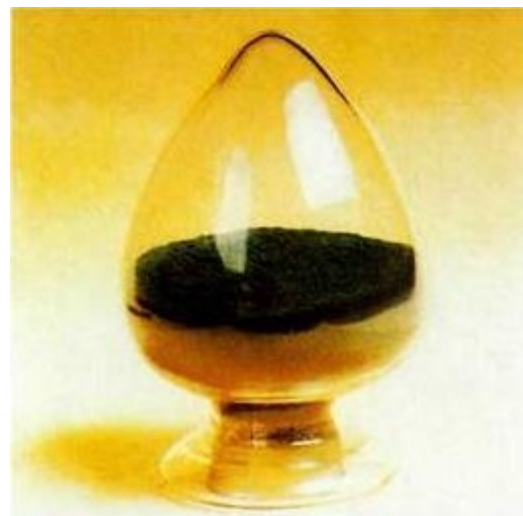
Удельный объем, г/см ³	0.85~1.15	0.95~1.40	1.40~1.60
Частичный размер, мкм	< 2.0	2.0~3.5	3.5~5.0

Серый порошок. Фракция ≤ 160 ячеек.

Используется для производства молибденового провода, пластин, электронных компонентов, чистого молибдена, металллокерамических изделий на основе молибденовых сплавов, высококачественных сплавов для добавок.

Упаковка:

- 1) Пластиковые бутылки в деревянных коробках.
- 2) Стальные емкости весом 25 кг, каждая с пластиковым мешочком внутри.



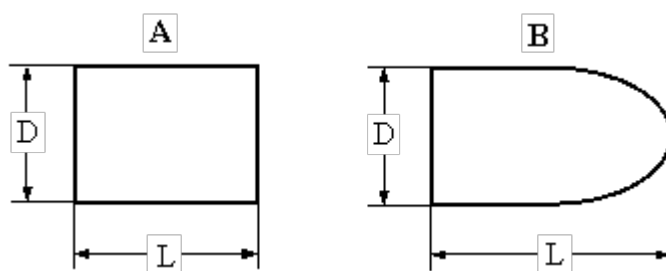
Молибденовый острый сердечник (пробойник)

Тип	Диаметр мм	Допуск диаметра	Длина мм	Допуск длины	Полуфаб- рикат
DM20	20	+3 0	60~80	+6 0	А
DM25	25				
DM30	30				
DM35	35				
DM40	40				
DM45	45	+3 0	80~110	+6 0	А
DM50	50				
DM55	55				
DM60	60	+4 0	160~20 0	+8 0	В
DM62	62				
DM64	64				
DM66	66				
DM68	68				
DM70	70				
DM72	72				
DM74	74				
DM76	76				
DM78	78				
DM80	80				
DM85	85	+6 0	180~26 0	+8 0	В
DM90	90				
DM95	95				
DM100	100				
DM110	110	+8 0	200~30 0	+10 0	В
DM120	120				
DM130	130				
DM140	140				
DM150	150				



Плотность >9.7 г/см³
(молибденовый сплав I: плотность >9.2 г/см³)

Используется для бесшовных труб из нержавеющей стали и высоко-температурных сплавов.



D – диаметр;
L – длина.

Молибденовые электронагреватели

Элемент		Состав, %
Mo	≥	99.95
Al	≤	0.001
Ca		0.003
Cr		0.005
Cu		0.001
Fe		0.005
Pb		0.002
Mg		0.001
Mn		0.001
Ni		0.001
Si		0.003
Sn		0.003
Ti		0.002



Это высококачественный конечный продукт с серым металлическим блеском. Плотность > 9.8 г/см³.

Используется в стекольной промышленности. Он может долго служить в растворе стекла при температуре 1300 °С.

Также используется в промышленности редкоземельных металлов.

D, мм	Отклонение диаметра	L, мм	Отклонение длины
16~20	+1.0	300~1500	+2
20~30	+1.5	250~1500	+2
30~45	+1.5	200~1500	+2
45~60	+2.0	250~1300	+3
60~100	+3.0	250~800	+3

Молибденовые стержни и пластины

Размеры:

Молибденовый стержень (14~20) x (14~20) x 600мм

Молибденовые пластины (14~25) x (40~60) x (150~180)мм

Большой молибденовый стержень Ø (15~30) x (<400)=мм

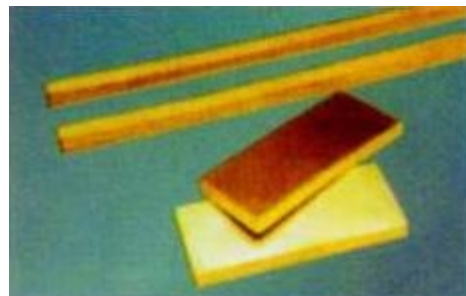
Плотность > 9.4 г/см³

Шлаковая пластина и стержень > 9.6 г/см³

Содержание примесей (% ,max)

Si 0.003, Al 0.002, Fe 0.006, Mg 0.002, P 0.001

Ca 0.002, Ni 0.003, C 0.005, O 0.003, N 0.003



Молибденовые стержни и пластины

Вольфрамовые стержни и пластины

WO₃ Состав (% , min): 99.9

Содержание примеси (% , max): Si 0.001, Al 0.001, Fe 0.001, Cu 0.0005, Mg 0.0007, Ni 0.0005, Mn 0.0005, P 0.0007, K 0.001, Na 0.001, Ca 0.001, Pb 0.0001, Sn 0.0001, Bi 0.0001, Sb 0.0005, As 0.001, S 0.0007, Cr 0.001, Co 0.001, Mo 0.003, Ti 0.001, V 0.001

Размеры:

Вольфрамовые стержни (10~12) x (10~10) x 400мм

Вольфрамовые электронагреватели (10~14) x (200~1000)мм

Плотность: W₁, W₂ ≥ 18 г/см³, W_{al} ≥ 17 г/см³

Содержание примесей (% , max): Pb 0.0001, Bi 0.0001,

Sn 0.0003, Sb 0.0005, As 0.002, Si 0.003, Al 0.002, Fe 0.005,

Mg 0.002, P 0.001, Ca 0.003, Ni 0.003, C 0.005, O 0.003, N 0.003



Вольфрамовые стержни и пластины



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 Интернет: <http://www.si-c.ru>

2010 г.