



ВАКУУМ-ПЛОТНАЯ КОРУНДОВАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

О.Амелина, С.Нестеров
sbnesterov@niivt.ru

НИИВТ им. С.А.Векшинского изготавливает керамические изделия электроизоляционно-го и конструкционного назначения (марки ВК94-1 (22 ХС) и ВК100-2 (ПОЛИКОР)) из вакуум-плотной корундовой керамики, а также металлокерамические узлы на ее основе [1].

Основные направления использования вакуум-плотной корундовой керамики (рис.1-4)

- авиационно-космическая и ракетная техника (вводы датчиков, находящихся вне корпуса корабля, приборы и аппараты автоматического управления космическими термоэмиссионными преобразователями солнечной энергии);
- выходные устройства мощных СВЧ-приборов (диэлектрические окна для вывода в волноводный тракт генерируемой внутри прибора элек-

тромагнитной энергии);

- монолитные интегральные схемы усилителей большой мощности;
- системы охлаждения термоэлектрических преобразователей на основе элементов Пельтье;
- теплопроводящие изоляторы нагревателей активных термостатов;
- сборки линеек лазерных диодов.

Эти материалы непроницаемы для газов, пропускают с малым поглощением электромагнитные колебания высоких и сверхвысоких частот, обладают большой механической прочностью, могут работать в условиях высокого вакуума в широком интервале температур. Их важная особенность – способность образовывать вакуум-плотные высокотемпературные соединения с металлами. Такую керамику с использованием сравнительно простых конструктивных решений можно надежно паять медью и никелем, молибденом и вольфрамом, сплавами на основе железа.

Для получения формоустойчивых металлокерамических узлов возможно использование металлических элементов с большой толщиной стенки.

Многообразие методов формования и механической обработки, применяемых в технологии вакуум-



Рис.3. Металлокерамические ножки для ЭВП



Рис.4. Различные керамические и металлокерамические изделия



Рис.1. Керамические изоляторы размером не более 30 мм



Рис.2. Проходные высоковольтные изоляторы различных типов и размеров

плотной керамики, позволяет изготавливать изделия сложной конфигурации и различных габаритов от долей до нескольких сотен миллиметров.

Важное преимущество вакуумплотной керамики состоит в том, что газовыделение при ее нагреве не выше, чем у металлов, применяемых в производстве электронных вакуумных приборов. До 1000°C эти материалы имеют незначительную газопроницаемость, которая на несколько порядков ниже, чем у металлов и носит диффузионный характер.

Корунд отличается высокой химической стойкостью по отношению к кислотным и щелочным реагентам. При нормальной температуре на него практичес-



ки не действует даже плавиковая кислота. Корунд устойчив и к действию большинства металлов, в том числе щелочных, при температуре их плавления.

Стабильность свойств и геометрических размеров промышленно выпускаемых керамических деталей позволяет проводить не только их кратковременную высокотемпе-

ратурную обработку при изготовлении приборов, но и обеспечивает длительную работоспособность при 1400–1700⁰С.

В частности, испаряемость Al₂O₃ даже при предельно высоких температурах (1900–2000⁰С) невелика и составляет около 1–1,5 · 10⁻⁷ г/см², что позволяет длительно эксплуатировать корундовые керамические изде-

лия даже в условиях вакуума.

Корундовая керамика марок ВК94-1 и ВК100-2 обладает высокими электрофизическими свойствами, благодаря чему успешно применяется в радиотехнике и электронике. Среднее значение ее удельного объемного сопротивления при нормальной температуре лежит в пределах 10¹⁴–10¹⁶ Ом · см, а диэлектрическая проницаемость (tgδ) при 100–200⁰С составляет 2 · 10⁻⁴; а при 300⁰С — 4 · 10⁻⁴.

Благодаря уникальному сочетанию свойств вакуумплотные керамические материалы перспективны для производства и конструирования электронных устройств, особенно вакуумных СВЧ-приборов.

Выпускаемые материалы соответствуют ТУ 11-78 «Керамика вакуум-плотная» Технические условия аЯ0.027.002 ТУ, а металлокерамические изделия на их основе – ОТО.487.000 ТУ «Изделия металлокерамические. Технические условия».

Основные свойства керамики рассматриваемых марок, а также металлокерамических узлов на их основе [2] приведены в таблице.

Литература

1. www.niivt.ru.
2. Каталог продукции и услуг ФГУП «НИИВТ им. С.А.Векшинского»./Под ред. Романько В.А., Нестерова С.Б., Андросова А.В. – М.:ОМР.ПРИНТ, 2010, с. 32.

Основные свойства керамики ВК94-1 (22ХС) и ВК100-2 (КМ)

КЕРАМИКА		
Физико-механические и электрические свойства	ВК94-1 (22ХС)	ВК100-2 (КМ)
Объемная масса, г/см ³ , не менее	3,65	3,88
Водопоглощение, %, не более	0,02	0,02
Предел прочности при статическом изгибе, кг/см ² , не менее	3200	3200
Диэлектрическая проницаемость при 10 ⁶ Гц и 25 ⁰ С, не более	10,3	10,5
Тангенс угла диэлектрических потерь при 10 ⁶ Гц и 25 ⁰ С, не более	6 · 10 ⁻⁴	2 · 10 ⁻⁴
Диэлектрическая проницаемость при 10 ¹⁰ Гц и 25 ⁰ С, не более	10,3	10,1
Тангенс угла диэлектрических потерь при 10 ¹⁰ Гц и 25 ⁰ С, не более	15 · 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см, при 100 ⁰ С, не менее	10 ¹³	10 ¹⁴
МЕТАЛЛОКЕРАМИКА		
Свойства	На основе керамики ВК94-1	На основе керамики ВК100-2
Швы вакуумплотные	+	+
Сопротивление изоляции, не менее	10 ¹¹	5·10 ¹²
Сохранение герметичности	После 5 термоциклов: (25±10) ⁰ С — (600±20) ⁰ С — (25±10) ⁰ С	

ФГУП «НИИВТ им. С.А. Векшинского»

Россия, 117105, Москва, Нагорный проезд, д. 7,
тел. +7 499 789-97-37, тел./факс + 7-499-123-43-08, info@niivt.ru, www.niivt.ru