

## МИКРОВОЛНОВАЯ КЕРАМИКА

### Термостабильная и высокочастотная керамика



**НИИ  
«Феррит-Домен»**



Специалистами предприятия разработана передовая технология получения микроволновых поликристаллических диэлектриков. В ней используются: двух - трехкратные мокрые помолы, одноосное, холодное и горячее изостатическое прессование, спекание в окислительной атмосфере, синтез многокомпонентных кристаллообразующих соединений.

В настоящее время выпускаются два основных класса керамических материалов:

- термостабильная керамика, которая используется в производстве широкого класса СВЧ приборов, где требуются повышенные требования к термостабильности диэлектрической проницаемости;
- высокочастотные керамические материалы с диэлектрической проницаемостью от 4 до 140 в качестве согласующей среды и конструктивных элементов различных СВЧ приборов (вентилей, циркуляторов, переключателей и фазовращателей), а также в качестве подложек для гибридных интегральных микросхем, фильтров, линий задержки и т.д.

Изделия производятся различной формы и размеров, например, в виде пластин, дисков, цилиндров, стержней, колец и многоотверстных призм.

#### Принятые обозначения параметров

$\epsilon'$	Диэлектрическая проницаемость
$\operatorname{tg} \delta_{\epsilon}$	Тангенс угла диэлектрических потерь
$\operatorname{TK}_{\epsilon}$	Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости
$\tau_f$	Температурный коэффициент резонансной частоты
$\rho$	Удельная плотность
$w$	Влагопоглощение

## Термостабильная керамика

Материал	$\epsilon'$	$\text{tg}\delta_\epsilon (\times 10^{-4})$	$\tau_f$ в интервале (20-60) °С	$\rho$ г/см <sup>3</sup>	W %
		не более	ppm/°С		
КТ-10	9...11	3	0 ± 15	3.4 ± 0.2	0.05
КТ-24	22...26	2	0 ± 9	7.4 ± 0.2	0.05
КТ-28	26...30	2	0 ± 9	7.4 ± 0.2	0.05
КТ-37	34...40	3	0 ± 6	4.8 ± 0.3	0.05
КТ-40	38...42	4	0 ± 15	4.8 ± 0.3	0.05
КТ-75	70...80	8	0 ± 9	5.5 ± 0.3	0.05
КТ-90	80...90	10	0 ± 15	5.0 ± 0.3	0.05

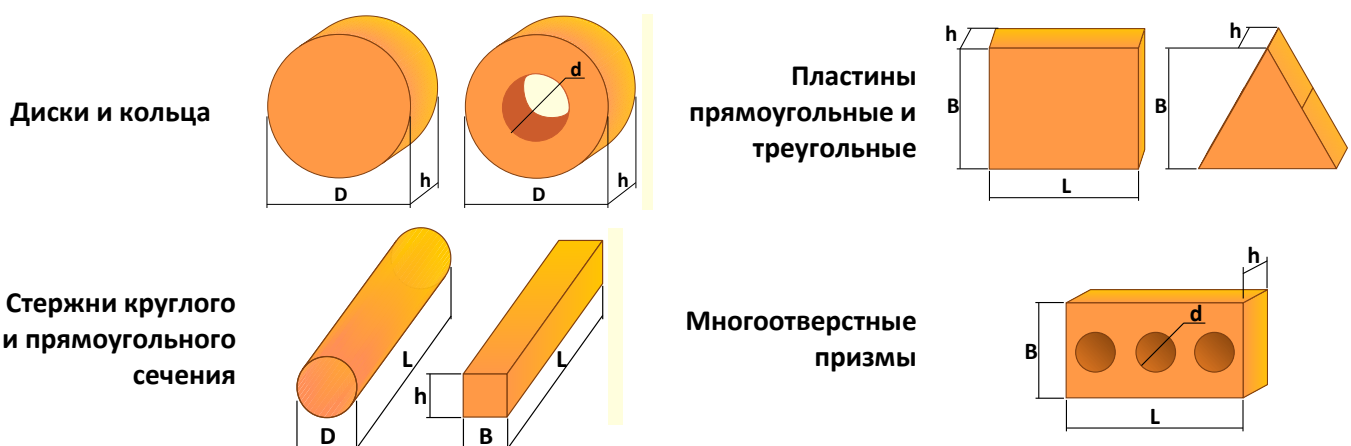
Примечание. Частота измерений  $\epsilon'$  и  $\text{tg}\delta_\epsilon$  - 4.5 ГГц. Предельное отклонение  $\epsilon' \pm 2\%$ .

## Высокодобротная керамика

Материал	$\epsilon'$	$\text{tg}\delta_\epsilon (\times 10^{-4})$	$\rho$	ТК $\epsilon$	W %	Состав
		не более	г/см <sup>3</sup>	ppm/°С	не более	
4.3 Ф*	4.3 ± 0.2	6	2.4	+55	0.1	Mg-Al-Si-O
5 К*	4.7 ± 0.3	3	2.4	+55	0.1	Mg-Al-Si-O
6.3 Ф*	6.3 ± 0.3	3	2.8	+107	0.1	Mg-Si-O
7.4 МТК*	7.4 ± 0.2	2	3.0	+100	0.05	Mg-Si-Ti-O
8 МЛ*	8.2 ± 0.3	2	3.3	+100	0.05	Mg-Al-O
9.5 МТК*	9.5 ± 0.3	2	3.2	+100	0.05	Mg-Si-Ti-O
10.3 МТК*	10.3 ± 0.3	2	3.3	+100	0.05	Mg-Si-Ti-O
12 МТК*	12 ± 0.4	2	3.3	+100	0.05	Mg-Si-Ti-O
13 МТ*	13 ± 0.3	2	3.4	+100	0.05	Mg-Ti-O
15 МТ*	15 ± 0.3	2	3.5	+100	0.05	Mg-Ti-O
16 МТ*	16 ± 0.3	2	3.6	+100	0.05	Mg-Ti-O
18 МСТ*	18 ± 0.5	2	3.5	-70	0.1	Mg-Ca-Ti-O
20 МСТ*	20 ± 1.0	2	3.5	-130	0.1	Mg-Ca-Ti-O
30 МСТ**	30 ± 1.5	3	3.6	-370	0.1	Mg-Ca-Ti-O
40 МСТ**	40 ± 2.0	4	3.65	-580	0.1	Mg-Ca-Ti-O
50 МСТ**	50 ± 2.5	4	3.68	-730	0.1	Mg-Ca-Ti-O
70 МСТ**	70 ± 3.5	8	3.70	-960	0.1	Mg-Ca-Ti-O
80 МСТ**	80 ± 4.0	8	3.70	-1050	0.1	Mg-Ca-Ti-O
100 МСТ**	100 ± 5.0	8	3.75	-1120	0.1	Mg-Ca-Ti-O
120 МСТ**	120 ± 6.0	8	3.80	-1170	0.1	Mg-Ca-Ti-O
140 МСТ**	145 ± 7.0	8	3.85	-1200	0.1	Ca-Ti-O

Примечание. \* - частота измерений  $\epsilon'$  и  $\text{tg}\delta_\epsilon$  - 9.8 ГГц. \*\* - частота измерений  $\epsilon'$  и  $\text{tg}\delta_\epsilon$  - 4.5 ГГц.

Стандартные формы изделий из термостабильной и высокодобротной керамики



Максимальные размеры изделий из керамики, мм

	D	L	B	h	H	d
Диски	100			10		
Кольца	70			10		50
Пластины		100	60	10		
Треугольники				10	90	
Стержни круглые	40	100				
Стержни прямоугольные		100	30		10	
Многоотверстные призмы		14	6.5	14		1...1.5

Стандартная точность обработки изделий:  $\pm 0.02$  мм  
 Стандартная шероховатость:  $Ra \leq 0.6$  мкм  
 Возможно изготовление изделий по техническим требованиям заказчика

## Керамические порошки с низкой температурой обжига



Низкотемпературные керамические порошки с относительно низкими потерями предназначены для отливки «сырых» лент (LTCC-технологии) и изготовления других керамических подложек, используемых при производстве многослойных гибридных СВЧ схем.

### Типовые свойства порошков

Средний размер частиц (d50): 0.5 – 5 мкм  
 Удельная поверхность: 1.0 – 2.0 м<sup>2</sup>/г  
 Срок годности: 12 месяцев со дня отгрузки при хранении в сухом и темном месте в плотно закрытом контейнере при температуре от плюс 5 до 25 °С

### Параметры обжига

Скорость обжига: 1,2-3.0 °С/мин  
 Максимальная температура обжига: 870-980 С  
 продолжительностью 20-60 мин  
 Скорость охлаждения: 2 – 3 °С/мин  
 Огнеупорная подложка: 96% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

### Принятые обозначения параметров

$\epsilon'$	Диэлектрическая проницаемость
$\text{tg}\delta_\epsilon$	Тангенс угла диэлектрических потерь
$\text{TK}_\epsilon$	Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости
$\rho$	Удельная плотность

### Параметры порошков после обжига

Материал	$\epsilon'$	$\text{tg}\delta_\epsilon (\times 10^{-3})$	$\rho$	Состав
		не более	г/см <sup>3</sup>	
НП7МТ	7 ± 0.3	1.5	3.1	Mg-Ti-Ca-Zn-Zr-Fe-Ni
НП7МТ1	7 ± 0.3	2.0	2.9	Mg-Ti-Zn-B-Si
НП13МТ	13 ± 0.5	1.5	3.5	Mg-Ti-Ca-Zn-Zr-Fe-Ni
НП13МТ1	13 ± 0.5	2.0	3.3	Mg-Ti-Ca-Zn-B-Si
НП20МТ	20 ± 1.0	1.5	3.6	Mg-Ti-Ca-Zn-Zr-Fe-Ni
НП20МТ1	20 ± 1.0	2.0	3.4	Mg-Ti-Ca-Zn-B-Si

**Примечание.** Измерения  $\epsilon'$  и  $\text{tg}\delta_\epsilon$  проводятся на стержнях размером 1.12x1.12x18 мм, частота измерений 10 ГГц.

