**Содержание:**

1. История керамики
2. Классификация керамических материалов

2.1 Изоляторный фарфор

2.2 Радиофарфор

2.3 Ультрафарфор

2.4 Алюминоксид

2.5 Поликор

2.6 Брокерит

2.7 Цельзиановая керамика

2.8 Стеатитовая керамика

2.9 Форстеритовая керамика

3) Вывод

1. **История керамики**.

Керамика (др.-греч. κέραμος — глина) — изделия из неорганических, неметаллических материалов (например, глины) и их смесей с минеральными добавками, изготовляемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

В узком смысле слово керамика обозначает глину, прошедшую обжиг. Однако современное использование этого термина расширяет его значение до включения всех [источник не указан 211 дней] неорганических неметаллических материалов. Керамические материалы могут иметь прозрачную или частично прозрачную структуру, могут происходить из стекла. Самая ранняя керамика использовалась как посуда из глины или из смесей её с другими материалами. В настоящее время керамика применяется как индустриальный материал (машиностроение, приборостроение, авиационная промышленность и др.), как строительный материал, художественный, как материал, широко используемый в медицине, науке. В XX столетии новые керамические материалы были созданы для использования в полупроводниковой индустрии и др. областях.

Керамика известна с глубокой древности и является, возможно, первым созданным человеком материалом. Время появления керамики относят к эпохе мезолита и неолита.

Отдельные виды керамики формировались постепенно по мере совершенствования производственных процессов, в зависимости от свойств сырья и получаемых условий обработки.

Исторически керамические изделия были твёрдыми, пористыми и хрупкими.

Древнейший вид керамики — это обыкновенный горшечный товар с землистым, окрашенным и пористым черепком. Эта бытовая керамика разными способами облагораживалась — наносился рельеф штампованием и гравировкой, глянцевитым слоем (греческая керамика и римские Terra sigillata[3]), цветной глазурью («Гафнеркерамика» Ренессанса).

Первоначально керамика формовалась вручную. Изобретение гончарного круга в третьем тысячелетии до нашей эры позволило изготовлять посуду с более тонкими стенками.

К концу XVI века в Европе появилась майолика (в зависимости от происхождения, также часто называется фаянсом). Обладая пористым черепком из содержащей железо и известь, но при этом белой фаянсовой массы, она была покрыта двумя глазурями: непрозрачной, с высоким содержанием олова, и прозрачной блестящей свинцовой глазурью.

Декор писали на майолике по сырой глазури, прежде чем обжечь изделие при температуре порядка 1000 °C. Краски для росписи брались того же химического состава, что и глазурь, однако их существенной частью были окислы металлов, которые выдерживали большую температуру (так называемые огнеупорные краски — синяя, зеленая, жёлтая и фиолетовая). Начиная с XVIII века стали применять так называемые муфельные краски, которые наносились на уже обожжённую глазурь. Они используются и для росписи фарфора.

В XVI веке в Германии распространилось производство каменной керамической посуды. Белый (например, в Зигбурге) или окрашенный (например, в Ререне), весьма плотный черепок состоял из глины, смешанной с полевым шпатом и другими веществами. После обжига при температуре 1200—1280 °C каменная керамика становилась твердой и практически не пористой. В Голландии производили красную каменную керамику по образцу Китайской керамики, и ту же особенность обнаруживает керамика Бёттгера.

Каменная керамика также изготовлялась Веджвудом в Англии. Тонкий фаянс как особый сорт керамики с белым пористым черепком, покрытым белой же глазурью, появился в Англии в первой половине XVIII века. Фаянс в зависимости от крепости черепка делится на мягкий тонкий фаянс с высоким содержанием извести, средний — с более низким ее содержанием и твердый — совсем без извести. Этот последний по составу и крепости черепка часто напоминает каменную керамику или фарфор.

В строительстве широко применяется цемент — один из видов керамики, сырьем для которого служат глина и известняк, смешанный с водой.

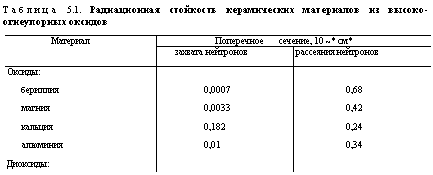
1. **Классификация керамических материалов.**

Керамические материалы, относящиеся к диэлектрикам, по техническому назначению можно подразделить на установочные и конденсаторные.

**Конденсаторные керамические материалы** обладают повышенными значениями диэлектрической проницаемости (е= 16^250). В электрических установках широко применяются керамические конденсаторы как низкого, так и высокого напряжения.

Ряд керамических материалов применяют в атомной энергетике. По радиационной стойкости они занимают второе место после металлов. Непосредственно в реакторах керамика может встречаться в виде тепловыделяющих элементов, отражателей и замедлителей нейтронов, а также высокотемпературных покрытий для защиты сплавов от коррозии. Керамические материалы используют также в качестве электрической изоляции в системах управления и контроля. Из них изготавливают различные детали электровакуумных устройств, работающих в полях радиации.

Керамические материалы, применяемые в ядерной технике, должны иметь низкое значение поперечного сечения захвата нейтронов и высокое значение поперечного сечения рассеивания (табл. 5.1). Поперечное сечение представляет собой вероятность, с которой может произойти определенная ядерная реакция при бомбардировке материала теми или иными частицами. Поперечное сечение имеет размерность площади.



Ухудшение свойств керамических материалов под влиянием излучения может быть значительно уменьшено путем обжига керамики. В результате возрастающего при этом теплового колебания структурных элементов кристаллическая решетка материалов приобретает первоначальное состояние.

В атомной энергетике применяют керамику из оксидов бериллия, тория, урана.

В качестве конструкционных материалов для ядерной техники эффективны керметы—материалы, сочетающие свойства высокоогнеупорных оксидов или карбидов, боридов, нитридов, силицидов со свойствами металлов. Керметы получают спеканием смеси некерамического и металлического порошков. Для них характерны благоприятные электрофизические свойства, высокие термостойкость, сопротивление тепловому удару, механические свойства. Керметы применяют для изготовления тепловыделяющих элементов, защитной арматуры регулирующих и аварийных стержней реакторов.

**Установочную керамику** применяют для изготовления разного рода изоляторов и конструкционных деталей: опорных, проходных, подвесных, антенных изоляторов радиоустройств, подложек интегральных микросхем, ламповых панелей, внутриламповых изоляторов, корпусов резисторов, каркасов индуктивных катушек, оснований электрических печей и др. Кроме того, из керамики изготавливают свыше 50% всех конденсаторов.

Установочная керамика в большинстве случаев изготовляется из следующих материалов: изоляторного фарфора, пирофилита радиофарфора, керамита, ультрафарфора, радиостеатита, алю-миноксида. Изоляторный фарфор очень распространен в технике сильных токов. Из него изготовляются высоковольтные изоляторы, штыревые, подвесные, опорные, телеграфные изоляторы, ролики, детали патронов, выключателей и предохранителей. Изоляторный фарфор изготовляется из глины, кварца и полевого шпата. В радиотехнических средствах изоляторный фарфор применяется для изготовления орешковых изоляторов антенных устройств. Большого применения он не находит вследствие возрастания диэлектрических потерь на высоких частотах, а также при повышении температуры. Радиофарфор разработан Н. П. Богородицадш и И. Д. Фридбергом. В отличие от изоляторного фарфора, в радиофарфор вместо полевого шпата, который ухудшает диэлектрические свойства, вводится углекислый барий. Основное применение радиофарфор находит при изготовле­нии изоляционных деталей, работающих в цепях высокой частоты. Наша промышленность применяет для изготовления деталей радиофарфоры РФ-34 (пробивное напряжение 15— 20 кв/мм) и РФ-42 (пробивное напряжение 15-20 кв/мм). Из этих сортов фарфора изготовляются каркасы катушек индуктивности, платы подстроечных конденсаторов, ламповые панели, платы переключателей, разделительные конденсаторы и т. п. Ультрафарфор — это керамический материал с малыми потерями. Он впервые получен Н. П. Богородицким и И. Д. Фридбергом. Ультрафарфор изготовляют из глины, глинозема и углекислого бария. Ультрафарфор применяется для изготовления ответственных установочных деталей: ламповых панелей, колпачков и шайб высокочастотных кабелей, специальных изоляторов, которые используются в радиотехнических средствах. Пирофилит — высокочастотная установочная керамика. Для изготовления пирофилита используют природный минерал пирофилит, в состав которого вводят глину и углекислый барий. Из пирофилита изготовляются каркасы катушек индуктивности, основания конденсаторов переменной емкости, планки, изоляторы и шайбы.

По электрическим свойствам установочную и конденсаторную керамику подразделяют на низкочастотную и высокочастотную.

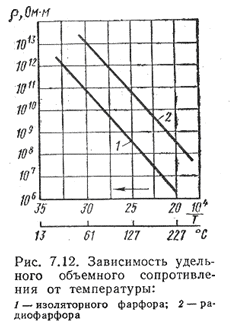
В своей работе я подробно разберу установочную керамику. Она подразделяется на следующие виды.

* 1. **Изоляторный фарфор.**

Изоляторный фарфор - керамический диэлектрик, в состав которого входят: каолин - белая глина, огнеупорная глина, кварц и полевой шпат.

Изоляторный фарфор обладает недостаточно высокими характеристиками и часто не удовлетворяет современным требованиям. Особо неблагоприятными свойствами изоляторного фарфора являются большой tg о и резкое возрастание его с повышением температуры, невысокая механическая прочность.

Изоляторный фарфор предназначен для изготовления высоковольтных изоляторов, телеграфных и телефонных изоляторов воздушных линий связи и изоляторов установок низкого напряжения. В технике высокой частоты изоляторный фарфор применяют для изготовления изоляторов, в которых по условиям их работы диэлектрические потери в материале не играют существенной роли, например антенные устройства для приема радиоволн и, в меньшей мере, антенны длинных и средних волн.

В эту группу входит обычный изоляторный фарфор и ряд специальных керамических материалов с повышенными механическими и электрическими свойствами.

Зависимость удельного объемного электросопротивления фарфора ( А и радиофарфора ( В от температуры. На рис. 7.12 показаны значения удельных объемных электросопротивлений изоляторного фарфора и радиофарфора, содержащего окись бария, в зависимости от температуры.

Температурная зависимость tg 8 стеатитовой ( а и титансодержащей ( б керамики при разных частотах. Таковыми являются: муллит, входящий в состав изоляторного фарфора, кордиерит - компонент керамики с малы.

По своим свойствам радиофарфор и пирофиллит занимают промежуточное положение между обычным изоляторным фарфором и новыми видами плотной установочной керамики.

Зависимость tg б от температуры для высушенной бумаги при различных t. Температурная зависимость tg б титаносодержащей керамики при частоте 50 Гц. К этим веществам относятся: муллит, входящий в состав изоляторного фарфора, кордиерит - компонент керамики с малым температурным коэффициентом расширения, р-глинозем, получающийся при обжиге глиноземистых изделий, у-глинозем, циркон, входящий в состав огнеупорной керамики, и др. ( подробнее см. стр.

Значения р для некоторых стекол. Зависимость удельного объемного сопротивления фарфора ( 1 и радиофарфора ( 2 от температуры. На рис. 2 - 7 показаны значения удельных объемных сопротивлений изоляторного фарфора и радиофарфора, содержащего окись бария, в зависимости от температуры.

Зависимость tg б от температуры для высушенной бумаги при различных t. Температурная зависимость tg б титаносодержащей керамики при частоте 50 Гц.

К этим веществам относятся: муллит, входящий в состав изоляторного фарфора, кордиерит - компонент керамики с малым температурным коэффициентом расширения, ( 3-глиночем, получающийся при обжиге глиноземистых изделий, у-глинозем, циркон, входящий в состав огнеупорной керамики, и др

По своим свойствам радиофарфор и пирофиллит занимают промежуточное положение между обычным изоляторным фарфором и новыми видами плотной установочной керамики.

К материалам с заметно выраженными ионно-релаксационной и электронно-релаксационной поляризациями, относятся, например, изоляторный фарфор, щелочные стекла, а также стеатит и титаносодержащая керамика. С повышением частоты и уменьшением влияния релаксационной поляризации а - этих веществ заметно понижается.

Основные свойства электротехнической керамики. Пробивная напряженность электротехнической керамики при 50 гц 150 - 250 кв / см. Исключением является изоляторный фарфор, пробивная напряженность которого 100 - 150 кв / см. Это свойство керамики играет второстепенную роль в антенной технике, поскольку в редких случаях изоляторы выбирают, исходя из электрической прочности самого материала. Чаще всего электрическая прочность изолирующего устройства определяется разрядным напряжением сухого, а для открытых установок - мокрого ( под дождем) изоляторов. Исключением являются керамические конденсаторы.

Наряду с созданием новых видов специальной керамики, удовлетворяющей разнообразные требования развивающейся техники, необходимо продолжать работы по усовершенствованию наиболее распространенного вида керамики - изоляторного фарфора. Нередко введение в состав керамической массы небольших добавок существенно улучшает физико-механические и электрические характеристики фарфора.

Горизонтальная мешалка для приготовления. На основе практики заводов можно считать, что для фарфоровых масс оптимальной является тонкость помола, характеризуемая остатком на сите 10000 отв / см2, равным 1 5 - 2Q % для хозяйственного товара и 3 5 % - для изоляторного фарфора.

Керамические материалы находят широкое применение в качестве изоляторов. Изоляторный фарфор относится к керамическим низкочастотным материалам. Его получают путем обжига специальной глины, кварцевого песка и щелочного полевого шпата.

Изоляторный фарфор обладает недостаточно высокими характеристиками и часто не удовлетворяет современным требованиям. Особо неблагоприятными свойствами изоляторного фарфора являются большой tg о и резкое возрастание его с повышением температуры, невысокая механическая прочность.

Изоляторный фарфор - керамический диэлектрик, в состав которого входят каолин ( белая глина), огнеупорная глина, полевой шпат и кварц, - предназначен для изготовления высоковольтных изоляторов, телеграфных и телефонных изоляторов воздушных линий связи и изоляторов установок низкого напряжения. В технике высокой частоты изоляторный фарфор применяют для изготовления изоляторов, в которых по условиям их работы диэлектрические потери в материале не играют существенной роли, например антенные устройства для приема радиоволн и, в меньшей мере, антенны длинных и средних волн.

При выборе их состава исходили из возможности улучшения электрических свойств обычного изоляторного фарфора, состоящего из каолина, кварца и полевого шпата, путем введения в его состав окиси бария, резко снижающей диэлектрические потери и электропроводность стекловидной фазы.

Фарфор широко применяется для изготовления разнообразных изоляторов для осветительных и силовых сетей, для изоляции нагревательной и электросварочной аппаратуры. Слаботочная низкочастотная техника ( телефония, телеграфия), наряду с другими электроизолирующими материалами, нуждается и в изоляторном фарфоре, главным образом для изоляторов воздушных линий связи. Изоляторный фарфор используют в широком масштабе в технике высоких напряжений для изготовления изоляторов линий передач энергии, для электрических трансформаторов и другой высоковольтной аппаратуры.

Он является одним из высококачественных неорганических диэлектриков. Он обладает высокой нагревостойкостью, большой механической прочностью, в особенности на ударный изгиб, стойкостью к дуговым разрядам, малым tg б ( в 4 - 5 раз меньшим, чем у изоляторного фарфора), допускает механическую обработку. Однако технологический процесс изготовления микалекса весьма трудоемок, требует использования мощных электрических печей, гидравлических прессов, прессформ из нержавеющей стали.

Электрические и физико-механические свойства микалекса. Микалекс является одним из высококачественных неорганических диэлектриков. Он обладает высокой нагревостой-костью, большой механической прочностью, в особенности на ударный изгиб, стойкостью к дуговым разрядам, малым углом диэлектрических потерь ( в 4 - 5 раз меньшим, чем у изоляторного фарфора), допускает механическую обработку. Однако технологический процесс изготовления микалекса весьма трудоемок, требует использования мощных электрических печей, гидравлических прессов, прессформ из нержавеющей стали; поэтому микалекс не имеет широкого применения. Микалекс используется в радиопромышленности для изготовления держателей мощных ламп, панелей воздушных конденсаторов, гребенок катушек индуктивности, плат переключателей и других деталей, а также в вакуумной сильноточной аппаратуре, где используется возможность запрессовывать в микалекс металлические части.

Фарфор широко применяется для изготовления разнообразных изоляторов для осветительных и силовых сетей, для изоляции нагревательной и электросварочной аппаратуры. Слаботочная низкочастотная техника ( телефония, телеграфия), наряду с другими электроизолирующими материалами, нуждается и в изоляторном фарфоре, главным образом для изоляторов воздушных линий связи. Изоляторный фарфор используют в широком масштабе в технике высоких напряжений для изготовления изоляторов линий передач энергии, для электрических трансформаторов и другой высоковольтной аппаратуры.

Электроизолирующие материалы, удовлетворяющие этим требованиям, находятся в группе электротехнической керамики, изготавливаемой обжигом в печах из глины и других неорганических материалов. Распространение керамики вызвано доступностью сырья и сравнительно простой технологией производства, наряду с высокими электромеханическими свойствами. В антенных устройствах применяют керамические изоляторы из изоляторного фарфора, радиотехнического фарфора - радиофарфора, ультрафарфора и стеатита.

* 1. **Радиофарфор**

Промежуточное положение между высокочастотными и низкочастотными диэлектриками занимает радиофарфор. Улучшение его электрических свойств по сравнению с изоляторным фарфором достигается путем введения в состав исходной шихты окиси бария, резко снижающей диэлектрические потери и проводимость стекловидной фазы. На рисунке 7.12 показаны зависимости удельного объемного сопротивления от температуры, из которых видно, что удельное сопротивление радиофарфора 2 выше на два порядка удельного сопротивления изоляторного фарфора 1.

В связи с высоким содержанием глины (до 40%) радиофарфор отличается большой пластичностью массы, что позволяет изготавливать из него как мелкие, так и крупногабаритные изделия.

* 1. **Ультрафарфор**

Ультрафарфор по составу исходной массы отличается от электротехнического фарфора тем, что природный минерал — полевой шпат заменен углекислым барием (ВаСО3). Так же как и полевой шпат, окись бария, образующаяся при термическом разложении бария (ВаСО3 == ВаО+ СО2), является стеклообразующим компонентом, создающим в фарфоре стекловидное аморфное вещество (стекло-фазу). Введение углекислого бария (более чистого вещества по сравнению с полевым шпатом) позволило уменьшить электропроводность и диэлектрические потери в ультрафарфоре. Кроме того, в исходную массу ультрафарфора вводят 45—50% по массе чистого глинозема (Аl2O3) за счет резкого уменьшения количества природных глин. В остальном состав исходной ультрафарфоровой массы не отличается от исходной массы электротехнического фарфора.

Микроскопическое исследование готового ультрафарфора (после обжига) показывает, что полученный материал (по массе) состоит из кристаллов корунда (20—25%), муллита (45%) и стекла (30—35%). Равномерная и мелкозернистая (2—5 мкм) структура ультрафарфора обеспечивает этому материалу высокую механическую прочность.

Глинозем, используемый в производстве радиокерамики, содержит обе модификации, по этому позволяет предварительную его обработку. Эта обработка сводится к обжигу его при температуре 1380-1420оС, когда гамма-модификация переходит в альфа-модификацию с объемным сжатием до 14%. Предварительный обжиг глинозема значительно снижает усадочные коэффициенты изделия. Применение при обжиге глинозема специальных добавок, например, борной кислоты, заметно повышает содержание альфа-глинозема.

Ультрафарфор является высокочастотным диэлектриком, в котором сочетаются низкие диэлектрические потери с высокой механической прочностью и удовлетворительными для промышленного производства технологическими параметрами.

Такое содержание свойств во многом объясняется наличием в нем бариевого стекла, которое, с одной стороны, способствует улучшению электрических свойств материала, а с другой – ускоряет спекание, образуя жидкую фазу в процессе обжига. В результате удается получить плотную керамику при относительно невысоких температурах спекания (1360-1370оС).

В качестве установочного материала большое распространение получил ультрафарфор УФ-46, отличающийся простотой технологии и высокой пластичностью массы.

Материал УФ-53 при достаточно хорошей пластичности обладает более высокими по сравнению с УФ-46 электрическими свойствами (рис. 7.13) и механической прочностью и предназначается для установочных деталей и конденсаторов, к которым предъявляются повышенные требования. Последующие разработки керамики типа ультрафарфора обладают ещё более благоприятным комплексом электрических м физико-механических свойств.

* 1. **Алюминоксид**

Алюминоксид — керамика, изготовляемая из чистой окиси алюминия при высокой температуре отжига. Эта керамика имеет высокие изоляционные свойства и большую механическую прочность. Из алюминоксида изготовляются установочные детали и внутриламповые изоляторы различной формы. Нагревостойкая керамика марки Т бывает только глиноземистая. Она имеет высокую термостойкость. Используется для трубок сопротивлений и для деталей к нагревательным устройствам различной конфигурации. Электроизоляционные лаки представляют собой растворы смол или масляные составы, которые после покрытия ими деталей высыхают и образуют пленку, обладающую электроизолирующими свойствами. Лаки делятся на пропиточные, покровные и клеящие.

Алюминоксид производится путем прессовки порошка Al2O3 с последующим обжигом при температуре 17500С. Обладает высокой нагревостойкостью (до 16000С). Предел прочности при сжатии от 10000 до 20000, при растяжении от 1000 до 1500 кг/см2, r = 1016 Ом×см, e » 10, tgd мало зависит от температуры, в диапазоне до 2000С он не превышает 0,0005.

Керамика из алюминоксида используется в качестве вакуумплотных изоляторов в корпусах полупроводниковых приборов и подложек интегральных микросхем. Из нее изготавливают также внутриламповые изоляторы с пористой структурой. Пористая керамика выгодна тем, что при концентрации металлического геттера, используемого для получения высокого вакуума, а также при осаждении паров бария и тория, возникающих при работе катода электронных ламп, на поверхности керамических внутриламповых изоляторов не образуется сплошной токопроводящей пленки. Кроме того, пористая керамика легко выдерживает значительные перепады температур, которые неизбежны при изготовлении электовакуумного прибора.

* 1. **Поликор**

Поликор - разновидность алюминоксида, отличающаяся особо плотной структурой (его плотность близка к плотности Al2O3). Поликор прозрачен и допускает получение высокой чистоты обработки поверхности. А так же из поликора изготовляют колбы некоторых специальных источников света. Благодаря высокой плотности поликора можно обеспечить высокую чистоту обработки поверхности. Поэтому поликор является ценным материалом для осаждения пассивных элементов гибридных интегральных микросхем.

Существенным преимуществом керамических подложек по сравнению со стеклянными и ситаловыми является их высокая теплопроводность. Скорость отвода теплоты от тонкопленочных элементов во много определяет допустимые значения рассеиваемой в них электрической мощности.

* 1. **Брокерит**

Керамика на основе окиси бериллия (95-99% BeO) получила название бокерита. Ее теплопроводность в 200-500 раз превышает теплопроводность стекол и стеклокристаллических материалов. К тому же она имеет высокие электрические параметры: р=1016 Ом\*м, tg<=3\*10-4(на частоте 1 МГц). Металлизация изделий из брокерита обеспечивает получение вакуумных спаев керамики с медью и коваром.

Помимо подложек для интегральных микросхем брокеритовую керамику применяют в особо мощных приборах СВЧ. Недостатком этого материала является токсичность порошкообразной BeO, что требует соблюдения строгих мер техники безопасности на всех этапах технологического цикла изготовления керамических изделий.

* 1. **Цельзиановая керамика**

Цельзиановая керамика (класс VI) представляет собой синтезированное соединение BaO\*Al2О3\*2SiO2, называемое цельзианом. Исходными материалами являются углекислый барий (BaCO3) до 36о С и каолин (Al2O3\*2SiO2\*2H2O). При обжиге керамических изделий при температуре 1380-1400о С образуется кристаллическая фаза цельзиан и высокобариевое алюмосиликатное стекло. Характерными особенностями цельзиановой керамики являются низкий термический коэффициент линейного расширения и высокая электрическая прочность при высоких диэлектрических и механических параметрах. Цельзиановую керамику применяют для изготовления каркасов высокостабильных катушек индуктивности и высокочастотных конденсаторов большой реактивной мощности.

Технология изготовления цельзиановой керамики двухстадийная. Первая стадия представляет собой синтез цельзиана из тщательно смешанных мокрым способом каолина, глины и ВаСО3 при 1250 - 1300 С.

В состав цельзиановой керамики входят предварительно синтезированное соединение, называемое цельзи аном ( ВаО - А12О3 - 28Ю2), а также углекислый барий, каолин, глина, которые при обжиге изделий образуют дополнительно кристаллическую фазу цельзиана и высокобариевое алюмосиликатное стекло.

Характерными особенностями цельзиановой керамики являются очень низкий температурный коэффициент линейного расширения, незначительный температурный коэффициент диэлектрической проницаемости и весьма небольшие диэлектрические потери, вплоть до температур 300 - 400 С.

Технологические характеристики цельзиановой керамики достаточно благоприятны, масса пластична, температура ее спекания невысока. Существенным недостатком цельзиановой керамики является сравнительно небольшая механическая прочность. Температурная зависимость расширения и сжатия гексагонального цель-зана при нагреве и охлаждении.| Температурная зависимость tg б некоторых кристаллических соединений.

Для получения цельзиановой керамики используют каолин, глину, углекислый барий в соответствии со стехиометрическим соотношением; в качгстве флюса в цельзиановую массу вводят ашарит.

Для получения цельзиановой керамики применяют каолин, глину, углекислый барий в соответствии с заданным соотношением; в качестве флюса в цельзиановую массу вводят ашарит.

Высокие электрические характеристики цельзиановой керамики при высокой температуре объясняются тем, что у нее преобладает электронная проводимость до температуры порядка 600 С. Ионная проводимость начинает проявляться лишь при температуре свыше 400 С. Цельзиановая керамика применяется и для конденсаторов малой емкости.

В связи с указанным, цельзиановая керамика рекомендуется для изготовления катушек индуктивности высокой стабильности, изоляторов и высокочастотных конденсаторов большой реактивной мощности или же предназначаемых для высоких рабочих температур.

В связи с указанным, цельзиановая керамика рекомендуется для изготовления катушек индуктивности высокой стабильности, изоляторов и высокочастотных конденсаторов большой реактивной мощности или же предназначаемых для высоких рабочих температур. Выше отмечалось, что характер электропроводности цельзиановой керамики - электронный; ионная составляющая электропроводности становится значительной лишь при температурах свыше 600 С.

Из других видов высокочастотной керамики следует отметить цельзиановую керамику. Цельзиановая керамика рекомендуется для изготовления катушек индуктивности высокой стабильности, изоляторов и высокочастотных конденсаторов большой реактивной мощности.

Из других видов высокочастотной керамики следует отметить цельзиановую керамику. Цельзиановая керамика рекомендуется для изготовления катушек индуктивности высокой стабильности, изоляторов и высокочастотных конденсаторов большой реактивной мощности.

Для изготовления высокостабильных изоляторов и высокочастотных конденсаторов используют цельзиановую керамику, которая обладает повышенной электрической прочностью ( до 45 МВ / м), низким температурным коэффициентом линейного расширения.

* 1. **Стеатитовая керамика**

Вид керамики на основе природного материала талька 3Mg×4SiO2×H2O. Стеатит керамика получается прессовкой порошка талька с необходимыми добавками с последующим обжигом. Характерна малая усадка при обжиге. В диапазоне радиочастот tgd»0,002.

Стеатитовая керамика, изделия и материалы, применяемые как изоляторы в высоковольтной и высокочастотной технике; изготовляется на основе минерала стеатита (разновидность талька). Стеатитовая керамика характеризуется значительной прочностью при статическом изгибе — до 190 Мн/м2 (1900 кгс/см2), диэлектрическая проницаемость колеблется в пределах 5,5—7, диэлектрические потери (при частоте 1 Мгц и температуре 20°С)(3— 25) 10-4 Изделия из Стеатитовая керамика формуют методами керамической технологии (прессование, литьё под давлением и др.) и обжигают при температуре 1200—1300° С. производство изделий из Стеатитовая керамика, особенно крупных размеров, сопряжено с трудностями, обусловленными узким интервалом спекания (10—40 °С). Недостаток Стеатитовая керамика — склонность к «старению» при длительной эксплуатации.

Промышленные массы стеатитовой керамики имеют буквенные обозначения и цифровые индексы (ТК-21, СГЖ и др). Фазовый состав стеатитовой керамики характеризуется содержанием 60— 65 % кристаллов клиноэнстатита. Наличие в стекловидной фазе стеатитовой керамики оксидов щелочно-земельных металлов, особенно ВаО, приводит к снижению диэлектрических потерь в стекле и в целом в керамике.

Стеатитовая керамика — хороший электроизоляционный материал.

Кроме того, благодаря высокой пробивной напряженности стеатитовая керамика используется как отличный диэлектрик для высоковольтной техники.

* 1. **Форстеритовая керамика**

Форстеритовую керамику получают из масс, содержащих обожженный тальк, окись магния или магнезит MgCO3. В обожженном тальке содержится кварц и метасиликат магния, получающийся при термическом разложении в процессе обжига. Введенная в шихту форстеритовой массы окись магния связывает кварц в метасиликат с образованием форстерита.

Для снижения температуры спекания форстерита в массу вводят плавни в виде BaCO3, боросодержащих материалов (ашарит), а также глину и бентонит, образующие в процессе обжига при 1320—1380° С около 10%) стеклофазы.

Изделия приготовляют прессованием или методом горячего литья под давлением. При работе по второму методу необходим предварительный синтез форстерита; форстеритовая шихта предварительно спекается, дробится и размалывается в порошок.

В форстеритовой керамике основной кристаллической фазой является ортосиликат магния 2MgO-SiO2 — форстерит (MgO— 57,2%, SiO2— 42,8%).

Синтез форстерита и производство форстеритовой керамики основаны на использовании в основном природных видов сырья. Техническую керамику подобным путем не изготовляют. Такая керамика обладает вакуумной плотностью. Температура обжига форстеритовой керамики обычно составляет 1320—1380°С.

В электровакуумной технике для вакуумно-плотных согласованных спаев с медью и ее сплавами применяют специальные виды так называемой форстеритопериклазовой керамики, обладающей еще более высоким коэффициентом линейного расширения, чем форстерит.

Свойства форстеритовой керамики (средине значения)

8 8—10 \ а форстеритопериклазовой керамики—(12,6—>13)10-6Х Х°С~Ч Такой высокий коэффициент форстеритопериклазовой керамики — следствие одновременной кристаллизации и присутствия двух фаз — периклаза и форстерита.

Керамику этого типа изготовляют на основе талька и MgO по двухстадийной спековой технологии. Отличительными особенностями форстеритовой керамики с плотной спекшейся структурой являются высокие значения электрофизических свойств и повышенный по сравнению с клиноэнстатитовой керамикой коэффициент линейного расширения. Благодаря высокому его значению, форстеритовую керамику применяют в электровакуумной технике как изолятор на контакте с металлами, обладающими соответствующим коэффициентом линейного расширения, главным образом с титаном. Форстеритовую керамику также используют для изготовления оснований непроволочных сопротивлений.

1. **Вывод**

Изучая установочную керамику, я подробно рассмотрел её свойства, характеристики, методы получения и области применения, а также узнал на какие группы делят установочную керамику, и разобрал каждый из материалов.

**Список литературы:**

* Термостойкие диэлектрики и их спаи с металлом в новой технике [] / М. А. Рубашев, Г. И. Бердов, В. Н. Гаврилов ; под ред.: Н. Д. Девяткова, М. Л. Любимова. - М. : Атомиздат, 1980. - 246. : ил. ; 21см. - 2.90
* Технология материалов в приборостроении. Под ред. А.Н. Малова, М, Машиностроение, 1969, 440 с.
* К. Окадзаки Технология керамических диэлектриков. 1976, 336 с.
* Белинская Г.В., Выдрик Г.А. Технология электровакуумной и радио- технической керамики. Энергия, М., 1977, 335 с