

# Техническая керамика: ее особенности в сырье и технологии

Приготовила: ст. группы МР-211р. Елемес С

Проверила: Тореханова Н

# Керамика

- **Керамика** – это поликристаллические материалы и изделия из них, состоящие из соединений неметаллов III–VI групп периодической системы с металлами или друг с другом и получаемые путем формования и обжига соответствующего исходного сырья. Исходным сырьем могут служить как вещества природного происхождения (силикаты, глины, кварц и др.), так и получаемые искусственно (чистые оксиды, карбиды, нитриды и др.).

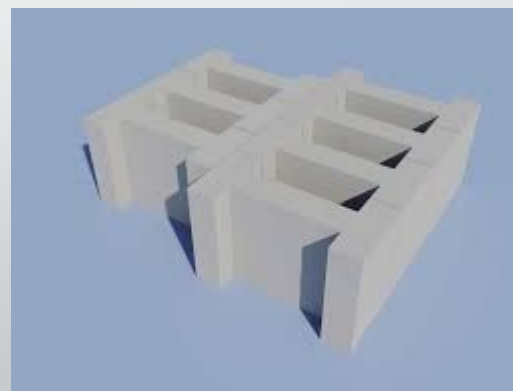


# Классификация керамики по химическому составу:

- **1. Оксидная керамика.** Данные материалы состоят из чистых оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{UO}_2$ , оксидов редкоземельных металлов, их механических смесей ( $\text{ZrO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  и др.), твердых растворов ( $\text{ZrO}_2$ - $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ - $\text{MgO}$  и др.), химических соединений (муллит  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  и др.)
- **2. Безоксидная керамика.** Этот класс составляют материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, силицидов, фосфидов, арсенидов и халькогенидов (кроме оксидов) переходных металлов и неметаллов III–VI групп периодической системы.

# Классификация керамики по назначению:

- 1. Строительная керамика.
- 2. Тонкая керамика.
- 3. Химически стойкая керамика.
- 4. Огнеупорная керамика.
- 5. Техническая керамика.



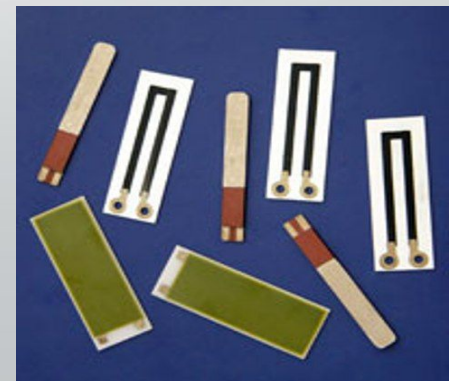
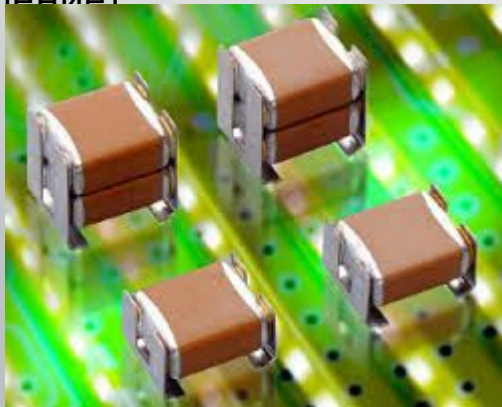
# Техническая керамика



- **Техническая керамика** – сравнительно новый вид материалов, и поэтому масштабы ее производства как по объему, так и по стоимости продукции существенно уступают производству традиционных металлических и полимерных материалов. Вместе с тем темпы роста ее выпуска (от 15 до 25% ежегодно) намного превышают соответствующие показатели для стали, алюминия и других металлов. В настоящее время основными производителями керамики являются США и Япония (38 и 48% соответственно). США доминируют в области конструкционной керамики, предназначенной в первую очередь для металлообрабатывающих целей. В Японии наряду с производством конструкционной керамики, динамично развивается сфера функциональной керамики (основного компонента электронных устройств). Такая ситуация, судя по прогнозам, сохранится и в ближайшем будущем.

# ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ

- Керамика для электротехники, металлокерамика:
  - проходные изоляторы и изоляционные трубы для вакуумных установок;
  - полупроводниковое и фотоэлектрическое исследовательское оборудование;
  - оборудование для исследования и разработки (технологии ускорения частиц);
  - высококачественная электроника;
  - техника для зондирования;
  - корпуса сенсоров
  - технологии добычи нефти на земле и нефтедобывающих платформах (высокое давление)



## Высокотемпературная керамика:



- трубки, чехлы и стержни для защиты и термоизоляции термопар, для забора и подвода газа;
- трубки с внешней резьбой и специальные нагревательные трубы для производства печей электрического нагрева;
- диффузионные трубки для полупроводниковой промышленности;
- лабораторный инструмент - тигли, лодочки, лотки для отжига и пластины для нагревания и плавки при высоких температурах.

# Свойства керамических материалов

- Спеченный керамический материал обычно состоит из двух фаз: кристаллической и аморфной (стекловидной). Кристаллическая фаза представляет собой определенные химические соединения, твердые растворы, фазы внедрения. Аморфная фаза всегда присутствует во всех традиционных керамиках, а также в некоторых видах технической керамики, поскольку в состав данных материалов входит стеклообразующий оксид  $\text{SiO}_2$ . Количество стеклофазы может достигать 60% об. В керамике конструкционного и инструментального назначения наличие стеклофазы недопустимо, т.к. это приводит к деградации прочностных характеристик материала.



## Пористость и плотность керамик принято характеризовать следующими показателями:

- 1. Истинная (теоретическая) плотность  $\rho_i$ , г/см<sup>3</sup> – плотность беспористого материала. 2. Кажущаяся плотность  $\rho_k$ , г/см<sup>3</sup> – плотность материала, содержащего поры. 3. Относительная плотность  $\rho_k/\rho_i$ . 4. Истинная пористость  $P_i$ , – суммарный объем всех пор, выраженный в процентах или долях к общему объему материала. 5. Кажущаяся (открытая) пористость – объем открытых пор, заполняемых водой при кипячении, выраженный в процентах к общему объему материала.

# Механические свойства

- При комнатной температуре под действием механических напряжений для керамик характерно хрупкое разрушение, наступающее после незначительной упругой деформации. Этим керамика резко отличается от металлов, для которых характерна значительная величина пластической деформации. Для оценки прочностных свойств керамики используются величины предела прочности при сжатии  $\sigma_{сж}$  и изгибе  $\sigma_{изг}$ , причем прочность конструкционной и инструментальной керамики чаще оценивается пределом прочности при изгибе. Механическая прочность керамики существенно зависит от объема испытываемого изделия. У изделий большего объема выше вероятность наличия опасных дефектов, их средняя прочность меньше. По теории Вейбулла соотношение значений прочности при растяжении двух образцов, имеющих объемы  $V_1$  и  $V_2$ , будет следующим:  $\sigma_1/\sigma_2 = (V_2/V_1)^{1/m}$ , где  $m$  – константа, характеризующая однородность материала.



- Значительное влияние на прочность керамики оказывает микроструктура: количественное соотношение кристаллических фаз, содержание и состав стеклофазы, размер зерна, пористость. Увеличение содержания кристаллических фаз и уменьшение размера зерна ведет к росту прочности. Наличие стеклофазы в керамике в большинстве случаев приводит к снижению прочности. Поры не только уменьшают площадь поперечного сечения, но и действуют как концентраторы напряжений. Зависимость прочности керамики от пористости описывается формулой Рышкевича:  $\sigma = \sigma_{\text{ехр}}(-nП)$ ,

# Термомеханические свойства

- Температуру деформации керамики определяют при нагрузке  $2\text{ кг/см}^2$  и скорости нагрева  $5\text{ град/мин}$ . Регистрируются следующие температуры: температура начала размягчения  $t_{nr}$ , соответствующего сжатию испытываемого образца высотой  $50\text{ мм}$  на  $0,3\text{ мм}$ , и температуры, соответствующие  $4$  и  $40\%$  деформации сжатия. Считают, что предельная температура эксплуатации керамики лежит между  $t_{nr}$  и  $t_{4\% \text{ деф}}$ . Ползучестью называется необратимая пластическая деформация материала при одновременном воздействии на него высокой температуры и механического напряжения. Установлено несколько механизмов ползучести: дислокационный, диффузионный, вязкое течение. Для керамических материалов характерен механизм ползучести, связанный с вязким течением материала по границам зерен. Различают три стадии ползучести керамики в зависимости от времени при постоянной температуре и напряжении



# Теплофизические свойства



- Теплофизическими свойствами являются теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и термическое расширение. Названные свойства имеют очень важное значение, т.к. они определяют термостойкость керамики. Теплоемкость характеризует количество тепла, затрачиваемого при нагреве 1 кг вещества на 1 градус (удельная теплоемкость  $c$ ). Это тепло идет на усиление колебаний атомов вещества и возбуждение электронов. Теплопроводность определяется как скорость распространения тепла через материал:  $dQ/dt = -\lambda dT/dx$ ,

# Термические свойства

- Огнеупорность определяют на коническом образце высотой 30 мм при постоянном нагреве. По мере расплавления вершина конуса склоняется к основанию. Температура, соответствующая моменту падения конуса, и определяет огнеупорность керамики. Термостойкостью называется способность керамики выдерживать колебания температуры, не разрушаясь, в процессе ее эксплуатации. Термостойкость керамики при условии относительно медленного нагрева и охлаждения оценивают критической разностью температур, которая определяется по формуле:  $\Delta T = \lambda(1-\nu)\sigma_b / \alpha \rho c E$ , (10) где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $\sigma_b$  – предел прочности,  $\alpha$  – коэффициент термического расширения,  $c$  – удельная теплоемкость,  $\rho$  – плотность,  $E$  – модуль Юнга.

# Электрофизические свойства



- Электрофизические свойства керамики определяются составом и структурой кристаллических фаз, образующих данный вид керамики. Кристаллические фазы керамических материалов в большинстве случаев представляют собой кристаллы с ионными или ковалентными связями. Свободные электроны в керамических материалах почти полностью отсутствуют. К электрорадиотехнической керамике предъявляются повышенные электрофизические свойства. Эти свойства получают, применяя исходные материалы соответствующей чистоты, тщательно подготавливая и перерабатывая массы и обжигая в строго регламентированных условиях. Относительную диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  определяют как отношение зарядов на обкладках конденсатора при замене пластин из данного диэлектрика на вакуум:  $\epsilon = C/C_{\text{в}}$ .



**Спасибо за внимание!**