

Направление подготовки бакалавров  
«Химическая технология»

# Материаловедение и технология конструкционных материалов



Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,  
доцент



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Керамические материалы

Керамические материалы один из самых древних конструкционных материалов, использовавшихся в

пр

ук



1. Посуды,

2. В строительстве



**Посуда и украшения:**

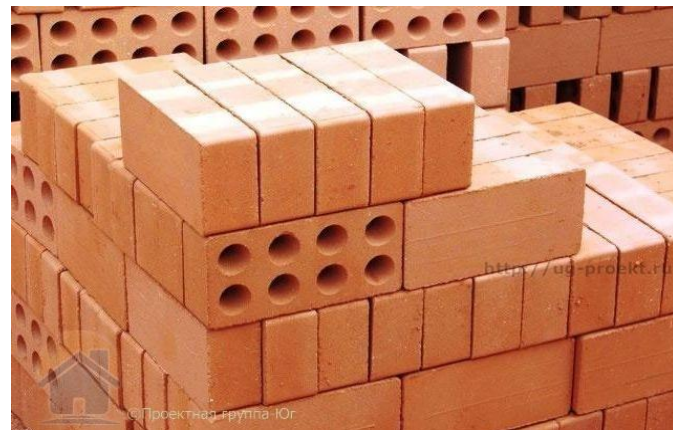
- Гончарная керамика,
- стекло, фарфор, фаянс.



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Керамические материалы в строительстве

**1. Кирпич:  
Обычный,  
Шамотный (огнеупорный)  
Дорожный**



**2. Плитка:  
Для стен  
(внутри и  
снаружи),  
Для пола,  
Дорожная.**





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Керамические материалы в строительстве

## 3. Черепица



**Достоинства керамики в  
строительстве:**

- **износостойкость**
- **значительная долговечность,**
- **декоративность многих видов керамики,**
- **распространенность в природе сырьевых материалов.**





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Керамические материалы

- Керамические материалы достаточно сложны как по химическому составу, так и по структуре.
- По химическому составу – это оксиды, карбиды, нитриды, бориды, сульфиды или их смесь.
- По структуре в их составе всегда есть:
  1. кристаллическая составляющая;
  2. аморфная (стекло-фаза);
  3. газовая составляющая (поры в керамике,



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Керамические материалы.

## Керамика в современном мире

**В настоящее время керамика относится к основным композиционным материалам, оказывающим определяющее влияние на уровень и конкурентоспособность промышленной продукции**

**Она дополнительно революционно вошла в технику и технологию многих областей техники в 60 годах прошлого века и стала третьим промышленным материалом после металла и полимеров.**

**При постоянном развитии традиционных областей ее применения.**



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

*Керамические материалы имеют два основных недостатка: хрупкость и сложность изготовления деталей и их обработки.*

*В то же время им присущи свойства, которые зачастую отсутствуют у металлов:*

- Жаропрочность;
- Отличная коррозионная стойкость;
- Малая теплопроводность;
- Хорошие оптические свойства.

*Жаропрочность керамики такова, что при температурах порядка  $1000^{\circ}\text{C}$  она прочнее любых сплавов и даже суперсплавов.*



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Технология изготовления изделий из композиционных материалов

Керамическая технология предусматривает следующие основные этапы:

1. Получение исходных порошков;
  2. Консолидацию порошков (изготовление компактных материалов);
  3. Обработка полученных изделий;
  4. Контроль изделий.
- При производстве высококачественной керамики с высокой однородностью используют порошки исходных материалов с размером частиц до 1 мм. (Наиболее трудоемкий процесс)





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Технология консолидации

Консолидация состоит из процессов:

1. Формования
2. Спекания

### Формование

1. Прессование под действием давления;
2. Пластическое формование ( выдавливание через мундштук формовочных масс с пластификаторами;
3. Литье с использованием жидких суспензий порошков.



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Спекание

- При спекании происходит уменьшение пористости и усадка, в результате получается монолит.
- Спекание производится при атмосферном и повышенном давлении до 1500кН. Температура спекания 2000 – 2200 °С
- Часто применяют совмещенные методы консолидации: формование со спеканием, синтез образующегося соединения с одновременным формованием и спеканием.



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Обработка и контроль керамики

**Обработка** керамики сложный процесс, т.к. она с трудом поддается механической обработке. Поэтому задача получить при консолидации практически готовое изделие.

Доводка производится алмазными кругами, электрофизической, ультразвуковой и лазерной обработкой.

При **контроле** изделий используют рентгеновскую и ультразвуковую дефектоскопию



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

*Керамика стала первым конкурентоспособным по сравнению с металлами классом материалов для использования при высоких температурах.*

*Известны следующие виды керамических материалов:*

- Электрокерамика;
- Магнитокерамика;
- Оптокерамика;
- Хемокерамика;
- Биокерамика;
- Термокерамика;
- Механокерамика;
- Ядерная керамика;
- Сверхпроводящая керамика.



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Свойства и применение керамических материалов

## Характеристика основных видов керамики

Функциональный тип керамики	Используемые свойства	Применение	Используемые соединения
Электрокерамика	Электропроводность, электроизоляционные, диэлектрические и пьезоэлектрические свойства	Интегральные схемы, конденсаторы, вибраторы, зажигатели, нагреватели, термисторы, транзисторы, фильтры, солнечные батареи, твердые электролиты	BeO, MgO, Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZnO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> , SiC, B <sub>4</sub> C, TiC, CdS, титанаты, Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
Магнетокерамика	Магнитные свойства	Головки магнитной записи, магнитные носители, магниты	Магнитно-мягкие и магнитно-твердые ферриты



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Виды керамических материалов

### Оптокерамика

Прозрачность, поляризация, флуоресценция

Лампы высокого давления, ИК-прозрачные окна, лазерные материалы, световоды, элементы оптической памяти, экраны дисплеев, модуляторы

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  
 $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  
 $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  
 $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  
 $\text{ZnS}$ ,  $\text{CdS}$

### Хемокерамика

Абсорбционная и адсорбционная способность, каталитическая активность, коррозионная стойкость

Сорбенты, катализаторы и их носители, электроды (например, топливных элементов), датчики влажности газов, элементы химических реакторов

$\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{SnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  
 $\text{BaS}$ ,  $\text{CeS}$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  
 $\text{ZrB}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{SiC}$ , титаниды



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Виды керамических материалов

Биокерамика	Биологическая совместимость, стойкость к биокоррозии	Протезы зубов, суставов	Системы оксидов
Термокерамика	Жаропрочность, жаростойкость, огнеупорность, теплопроводность, коэффициент термического расширения (КТР), теплоемкость	Огнеупоры, тепловые трубы, футеровка высокотемпературных реакторов, электроды для металлургии, теплообменники, теплозащита	$\text{SiC}$ , $\text{TiC}$ , $\text{B}_4\text{C}$ , $\text{TiB}_2$ , $\text{ZrB}_2$ , $\text{Si}_3\text{N}_4$ , $\text{BeS}$ , $\text{CeS}$ , $\text{BeO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{ZrO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{TiO}_2$ , композиты
Механокерамика	Твердость, прочность, модуль упругости, вязкость разрушения, износостойкость, триботехнические свойства, КТР, термостойкость	Керамика для тепловых двигателей, уплотнительная, антифрикционная и фрикционная керамики, режущий инструмент, пресс-инструмент, направляющие и другие износостойкие детали	$\text{Si}_3\text{N}_4$ , $\text{ZrO}_2$ , $\text{SiC}$ , $\text{TiB}_2$ , $\text{ZnB}_2$ , $\text{TiC}$ , $\text{TiN}$ , $\text{WC}$ , $\text{B}_4\text{C}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{BN}$ , композиты



ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Виды керамических материалов

Ядерная керамика	Радиационная стойкость, жаропрочность, жаростойкость, сечение захвата нейтронов, огнеупорность, радиоактивность	Ядерное горючее, футеровка реакторов, экранирующие материалы, поглотители излучения, поглотители нейтронов	$UO_2$ , $UO_2-PuO_2$ , UC, US, ThS, SiC, $B_4C$ , $Al_2O_3$ , BeO
Сверхпроводящая керамика	Электропроводность	Линии электропередач, МГД-генераторы, накопители энергии, интегральные схемы, железнодорожный транспорт на магнитной подвеске, электромобили	Оксидные системы: La-Ba-Cu-O La-Sr-Cu-O Y-Ba-Cu-O





ВЯТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

*В настоящее время в основном керамика применяется в следующих областях:*

- Изготовление режущего инструмента;
- Детали двигателей (керамические двигатели);
- Специальное назначение:
  - Хранение радиоактивных отходов;
  - Тепловая защита головных частей ракет;
  - Изготовление броневой защиты военной техники и бронежилетов.
  - В связи и компьютерной технике.
  - В строительстве: кирпич, плитки, черепица