



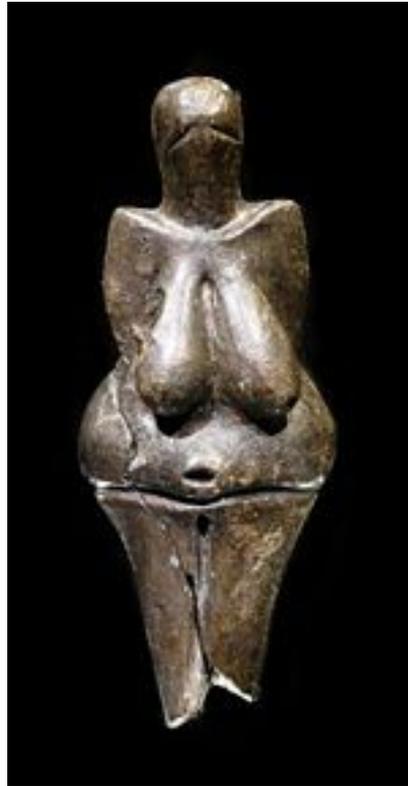
ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Керамика



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Немного истории



28-20 тыс. до н.э.

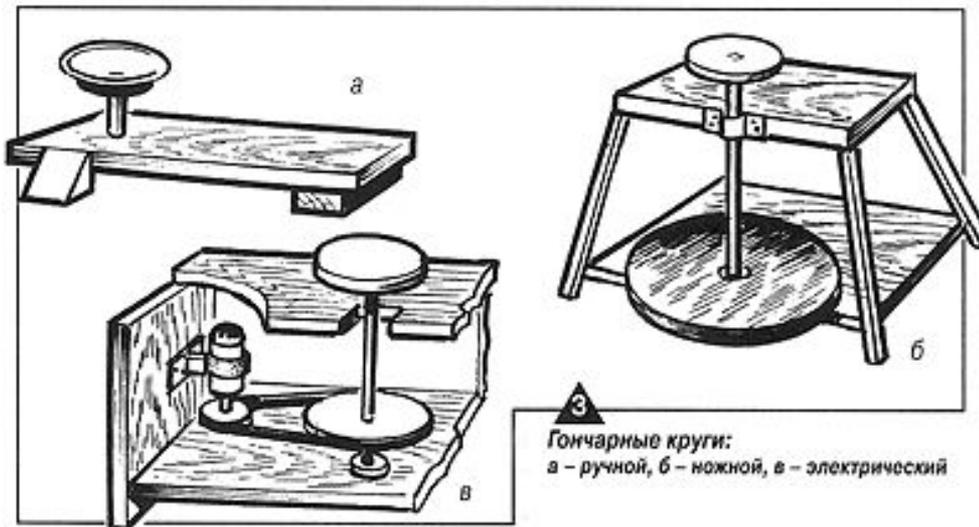
Венера из Дольни-Вестонице



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Гончарный круг

3 тыс. до н.э.





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Основные свойства керамики

Достоинства:

- прочность,
- термостойкость,
- малой теплопроводность
- высокой жаропрочность,
- превосходная коррозионная стойкость,
- химическая безопасность,
- экологическая безопасность,
- эстетический потенциал



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Основные свойства керамики

Недостатки:

- хрупкость,
- сложность обработки,
- не выдерживают резкие перепады температуры,
- плохо работают в условиях при механических или термических ударах,
- при циклических условиях нагружения,
- высокая чувствительность к надрезам



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Основные понятия

Керамика (др.-греч. κέραμος — глина) — это изделия из поликристаллических неорганических материалов (глины или глинистых веществ, оксидов, соединений неметаллов III–VI групп периодической системы с металлами или друг с другом) с минеральными добавками или без них, полученные путем формования и последующего обжига



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Основные понятия

В узком смысле слово керамика обозначает глину, прошедшую обжиг.

Два основных отличительных признака керамики:
химический состав и технология производства



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сырье для керамики

Материалы, используемые в производстве керамики,
принято подразделять на:

- пластичные материалы
- непластичные материалы



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сырье для керамики

Пластичные материалы

1. Вещества природного происхождения:

- **глины** (полиминеральные горные породы, состоящие из каолинитов, соды, окислов кремния, полевого шпата, железа и др.);
- **каолин** (мономинеральная порода, состоящая из каолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$);

2. Вещества искусственного происхождения:

- чистые оксиды, карбиды, нитриды и др.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сырье для керамики

Непластичные материалы

- **отощающие материалы** — снижают усадку при сушке и обжиге (кварцевый песок, глинозем, бой фарфора и фаянса, шамот);
- **плавни** — снижают температуру спекания и создают стекловидную фазу (полевой шпат и пегматит);
- **материалы для глазури**



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Структура керамики

Основные фазы керамики:

- кристаллическая (одна или несколько);
- стекловидная;
- газовая



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Структура керамики

Кристаллическая фаза определяет характерные свойства керамического материала и представляет собой химические соединения или твердые растворы этих соединений.

Основные физические свойства керамики — электрические, пьезоэлектрические, магнитные, температурный коэффициент линейного расширения, механическая прочность — во многом зависят от особенностей кристаллической фазы.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Структура керамики

Стекловидная фаза находится в керамическом материале в виде прослоек, связывающих кристаллическую фазу.

Количество стекловидной фазы и ее состав определяют технологические свойства керамики — температуру спекания, степень пластичности керамической массы при формовании.

От содержания стекловидной фазы зависят плотность, степень пористости и гигроскопичность материала.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Структура керамики

Газовая фаза (газы находятся в закрытых порах) обусловлена способом обработки массы и приводит к снижению механической и электрической прочности керамических изделий, а также вызывает диэлектрические потери при повышенных напряженностях поля вследствие ионизации газовых включений. Поры ухудшают свойства керамики, особенно при повышенной влажности.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая схема производства керамических изделий

I. Приготовление шликера

- 1) Помол полевого шпата и песка.
- 2) Добавление глины.
- 3) Добавление каолина. Готовый шликер сливается в ёмкости и выдерживается.
- 4) Смешивание с водой до получения упругой массы



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая схема производства керамических изделий

II. Формовка изделия. Различают три группы методов формования.

- 1) Прессование под действием сжимающего давления (для шликера с влажностью до 12%).
- 2) Пластичное формование выдавливанием прутков и труб, раскатка, допрессовка, формование на гончарном круге (для шликера с влажностью 15-25%).
- 3) Шликерное литье (для шликера с влажностью 25-45%).



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая схема производства керамических изделий

III. Приготовление глазури и глазуровка (эмалировка).

IV. Нанесение глазури.

V. Сушка.

VI. Обжиг.

Температуры обжига колеблются от 900 °С для строительной керамики до 2000 °С для огнеупорной керамики.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая схема производства керамических изделий

Методы обработки керамики:

- Термообработка производится с целью кристаллизации межзеренной стеклофазы. При этом на 20-30 % повышаются твердость и вязкость разрушения материала.
- Размерная обработка поверхности.
- Декорирование поверхности.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая схема производства керамических изделий

При изготовлении **теплоизоляционной керамики с высокой пористостью** используют **выгорающие добавки**, на месте которых образуются поры, или **керамические волокна** из алюмосиликатов, из которых по технологии асбестовых изделий и бумаги изготавливают пористые войлоки, шнуры, вату, ленты и т.п.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

1. Классификация по строению керамики

Тонкую керамику (черепок на изломе стекловидный или мелкозернистый): фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика, пьезо- и сегнетокерамику, ферриты, керметы, некоторые огнеупоры и др.

Грубую керамику (черепок на изломе крупнозернистый): гончарная керамика.



Классификация керамики

2. Классификация керамики по химическому составу

1) Оксидная керамика. Состоит из:

- чистых оксидов Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , MgO , CaO , BeO , ThO_2 , TiO_2 , UO_2 , оксидов редкоземельных металлов,
- 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 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2$ и др.)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

- а) Алюмосиликатная керамика** на основе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$
или каждого из ЭТИХ оксидов в отдельности:
- кремнеземистая керамика содержит более 80% SiO_2
 - корундовая керамика, содержащая >90% Al_2O_3



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

b) Керамика на основе SiO_2 и других оксидов:

- SiO_2 - Al_2O_3 - MgO (кордиеритовая),
- ZrSiO_4 (цирконовая),
- SiO_2 - Al_2O_3 - Li_2O (сподуменовая),
- SiO_2 - Al_2O_3 - BaO (цельзиановая керамика).

Применяют в производстве радиотехнических деталей, теплообменников, огнеупоров, изоляторов азто- и авиасвечей и др.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

- с) **Керамика на основе TiO_2 , титанатов и цирконатов** Ba, Sr, Pb, а также керамика на **основе ниобатов и танталатов** Pb, Ba, K и Na.
- высоким электрическим сопротивлением,
 - высокой диэлектрической проницаемостью
- применяется в электронике и радиотехнике.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

d) Керамика на основе MgO . Получают из магнезита, доломита, известняка, хромомagneзита, синтетического MgO .



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

е) Шпинельная керамика на основе ферритов

главным образом Ni, Co, Mn, Ca, Mg, Zn.

Обладает ферромагнитными свойствами – изготовления магнитопроводов, сердечников катушек и др. деталей в устройствах памяти и т. п.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Оксидная керамика

f) Керамика на основе оксидов BeO , ZrO_2 , HfO_2 , Y_2O_3 , UO_2 .

Химически стойка и термостойка, обладает наибольшей теплопроводностью, способна рассеивать нейтроны.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2. Классификация керамики по химическому составу

2) Безоксидная керамика на основе

карбидов, нитридов, боридов, силицидов, фосфидов,
арсенидов и халькогенидов (кроме оксидов)

переходных металлов и неметаллов III–VI групп
периодической системы.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Безоксидная керамика

А) Карбидная керамика: карборундовая керамика SiC, а также материалы на основе карбидов Ti, Nb, W.

Обладает высокой электро- и теплопроводностью, огнеупорностью, устойчивостью в бескислородной среде.

Используют в качестве конструкционных материалов, огнеупоров, для изготовления высокотемпературных нагревателей электрических печей и инструментов в металлообрабатывающей промышленности



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Безоксидная керамика

Б) Нитридная керамика:

- на основе BN , AlN , Si_3N_4 , $(\text{U}, \text{Pu})\text{N}$;
- керамика, получаемую спеканием соединений, содержащих Si , Al , O , N (по начальным буквам элементов, входящих в керамику, ее называют "сиалон").

Применяют для изготовления инструментов в металлообрабатывающей промышленности, тиглей для плавки некоторых полупроводниковых материалов, СВЧ изоляторов



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Безоксидная керамика

В) Силицидная керамика:

наиболее распространена керамика из дисилицида Мо.
Характеризуется малым электрическим сопротивлением,
стойкостью в окислительных средах (до 1650°C),
расплавах металлов и солей.

Применяют для изготовления электронагревателей,
работающих в окислительных средах.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Безоксидная керамика

Г) Из чистых фторидов, сульфидов, фосфидов, арсенидов некоторых металлов изготавливают оптическую керамику, применяемую в ИК технике



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

3. Классификация керамики по назначению

1) Художественно-декоративная и хозяйственная керамика





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

3. Классификация керамики по назначению

1) Художественно-декоративная и хозяйственная керамика





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

1) Художественно-декоративная и хозяйственная керамика





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

3. Классификация керамики по назначению

2) Строительная керамика

- Стеновые материалы (глиняный кирпич и силикатный кирпич);
- Кровельные материалы (керамическая черепица);
- Облицовочные материалы (облицовочные плитки стеновые, половые, фасадные, майолика, терракота);
- Санитарно-технические изделия (умывальники, унитазы, писсуары, биде, смывные бачки, урны и т. п.);
- Трубы (дренажные, канализационные).
- Керамзит.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

а) Стеновые материалы – кирпич.

Красный или керамический кирпич. Более 5000 лет.

- рядовой (для устройства внутренних частей несущих и ограждающих конструкций, перегородок, и т. д.);
- лицевой кирпич (для облицовки);
- специальный (огнеупорный для дымохода или печи)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Красный или керамический кирпич





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Преимущества керамического рядового кирпича.

- Прочен и износостоек.
- Хорошая звукоизоляция.
- Низкое влагопоглощение, быстро высыхает.
- Экологичность.
- Устойчивость почти ко всем климатическим условиям.
- Высокая прочность.
- Высокая плотность.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Недостатки керамического кирпича.

- Высокая цена.
- Возможность появления высолов.
- Необходимость приобретать весь требуемый облицовочный кирпич из одной партии.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Силикатный кирпич





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Преимущества силикатного кирпича.

- Экологичность.
- Звукоизоляция.
- По сравнению с керамическим, силикатный кирпич обладает большей плотностью.
- Высокая морозостойкость и прочность.
- Надёжность и широкий ассортимент.
- Фактурный, цветной силикатный кирпич.
- неприхотливость.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Недостатки силикатного кирпича.

Пониженная водостойкость и жаростойкость, поэтому его нельзя использовать в конструкциях, подвергающихся воздействию воды (фундаменты, канализационные колодцы и др.) и высоких температур (печи, дымовые трубы и др.).

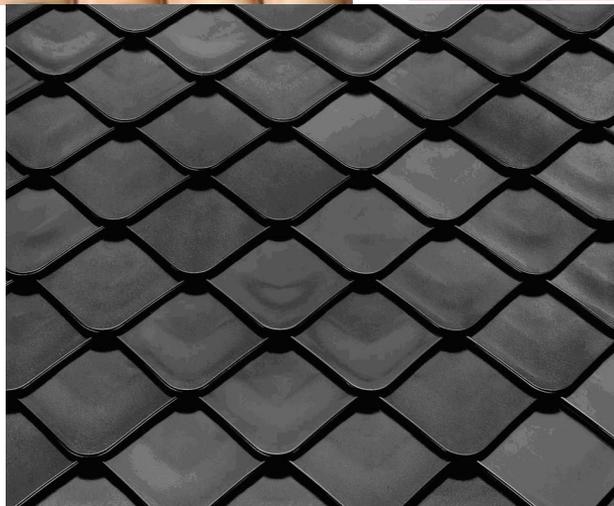


ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Кровельные материалы (керамическая черепица)





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Кровельные материалы (керамическая черепица)





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Облицовочные материалы

облицовочные плитки стеновые, половые, фасадные

изготавливаются в основном из тугоплавких глин (с преобладанием каолинита) и некоторых легкоплавких

глин



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Санитарно-технические изделия





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Санитарно-технические изделия





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Трубы (дренажные, канализационные ГОСТ 286-82)





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

2) Строительная керамика

Керамзит (керамические заполнители)





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

3. Классификация керамики по назначению

3) Техническая керамика

Применяется в разнообразных отраслях техники: электротехническая керамика, радиотехническая, химически- и радиационностойкая, огнеупорная и др.; полупроводниковой индустрии, в электронном оборудовании, в фотографии (линз керамических, фотосенсоров), в лазерной технике, в медицине (стоматологии, ортопедии) и др. областях.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация керамики

Свойства технической керамики

- **диэлектрические** - керамические изоляторы;
- **сверхпроводниковые** - изделия способны проводить электрический ток;
- **высокая теплопроводность** - керамика используется в мощных СВЧ-приборах, теплоотводах, в ядерной энергетике;
- **теплоизоляционные свойства** - незаменимы при производстве костных имплантатов;
- **огнеупорность**;
- **механическая прочность** - используются для производства абразивных материалов, резцов для металла, износостойких инструментов;
- **высокая твердость**.