

УДК 666.3

## ОБЗОР КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Тезиков Н.Н.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых (600000, Владимир, ул. Горького, 87), e-mail: nikolai-tezikov@mail.ru

Керамика является одним из древнейших материалов, используемых для изготовления посуды и других изделий. Керамика — это изделия из глины (или глинистых веществ) с минеральными добавками или без них, полученные путем формования и последующего обжига. Для улучшения потребительских эстетических свойств керамику покрывают глазурью. В зависимости от строения различают тонкую керамику (черепок стекловидный или мелкозернистый) и грубую (черепок крупнозернистый). Основными видами тонкой керамики являются: фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика, а грубой — гончарная керамика. Основными способами формования керамических изделий являются: метод пластического формования; литье, полусухое прессование. Керамика обладает рядом положительных свойств: прочностью, термостойкостью, экологической и химической безопасностью, изделия из нее обладают высоким эстетическим потенциалом, это и определяет ее широкое использование. В данной статье описаны материалы, используемые в производстве керамики, процесс производства керамических изделий. А также рассмотрены их физические и химические свойства. Указаны области применения керамических изделий.

**Ключевые слова:** каолин, плавни, фарфор, фаянс, майолика, огнеупорность, термостойкость.

## REVIEW OF CERAMIC MATERIALS

Tezikov N.N.

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs (600000, Vladimir, Gorky St., 87), e-mail: nikolai-tezikov@mail.ru

Ceramics is one of the oldest materials used for the manufacture of dishes and other products. Ceramics but - these are but products from but clay (or clay materials), but with or without mineral additives, but obtained through molding and subsequent calcination. but To improve consumer aesthetic but ceramics but glaze. But depending on the structure, they are distinguished but thin ceramics but (glassy but shallow or fine-grained) but coarse but (coarse-grained). but the main types of fine ceramics but are: porcelain, but porcelain, faience, but majolica, but coarse - but pottery ceramics. The main but methods of molding but ceramic products are: but the method of plastic molding; but casting, semi-dry but pressing. Ceramics has a number of positive properties: durability, heat resistance, environmental and chemical safety, products from it have a high aesthetic potential, this determines its wide use. This article describes the materials used in the production of ceramics, the process of production of ceramic products. And also considered their physical and chemical properties. Indicated areas of application of ceramic products.

**Keywords:** kaolin, flux, porcelain, faience, majolica, refractoriness, heat resistance.

Керамика представляет собой неорганическое, неметаллическое, твердое вещество из либометаллических или неметаллических соединений, которые были сформированы, а затем отвержденными при нагревании до высоких температур. В целом они твердые, устойчивые к коррозии и ломкие.

В настоящее время термин «керамика» имеет более широкое значение и включает в себя такие материалы, как стекло, современная керамика и некоторые цементные системы.



Рис.1 Глиняная посуда

Керамическую глину обжигают при высокой температуре (около 1200 °С) до тех пор, пока она не станет стеклянной (остеклованной). Поскольку керамогранит не пористый, глазурь применяется только для отделки. Это прочный, устойчивый к сколам и долговечный материал, пригодный для использования на кухне для приготовления пищи, выпечки, хранения жидкостей и для подачи блюд.



Рис.2 Фарфоровая посуда

Для изготовления фарфора небольшое количество минералов из стекла, гранита и полевого шпата измельчают с помощью тонкой белой каолиновой глины. Затем к полученному тонкому белому порошку добавляют воду, чтобы его можно было замешивать и придавать форму. Это происходит в печи с температурой 1200–1450 ° С. Затем наносятся декоративные глазури с последующим обжигом.

В упрощенном виде производства керамических товаров можно рассмотреть поэтапно: подготовка сырья; получение керамической массы; формирование продукта; сушка и правка; обжиг; глазурование; декорирование.

Глина подвергается обжигу при относительно низких температурах (1000–1 150°С), в результате чего получается слегка пористый, грубый продукт. Чтобы преодолеть его пористость, обожженный объект покрывают тонко измельченным стеклянным порошком, взвешенным в воде (глазурь), а затем обжигают второй раз. Фаянс, Делфт и майолика являются примерами глиняной посуды (рис. 1).

Фарфор это очень твердая, полупрозрачная белая керамика. Самые ранние формы фарфора возникли в Китае около 1600 г. до н.э., а к 600 г. н.э. китайский фарфор стал ценным товаром для арабских торговцев. Поскольку фарфор ассоциировался с Китаем и часто использовался для изготовления тарелок, чашек, ваз и других произведений изобразительного искусства, его часто называют «прекрасный фарфор» (рис.2).

Основными способами производства керамических изделий являются: метод пластического формования, литье, полусухое прессование.

При формовании изделий пластическим способом используют керамическую массу влажностью 22-24%, формование производится на станках-автоматах или полуавтоматах. При этом способе керамическую массу помещают на дно формы и раскатывают шаблоном, в зазоре между формой и шаблоном образуется изделие. Используют данный способ при получении изделий из твердого фарфора, фаянса, гончарной керамики.

Способ литья предполагает применение керамической массы (шликера) влажностью 32-36% (сметанообразная консистенция), которая заливается в пористые гипсовые или поливинилхлоридные формы.

Для плоских изделий несложной формы используют способ полусухого прессования. Керамическая масса при этом имеет остаточную влажность 2-3%, прессование проводят в металлических формах.

Окончательно керамика образуется в процессе обжига. Существует два вида обжига: уфельный и политой. Уфельный обжиг предшествует глазурованию, при этом формируется черепок, устойчивый к размоканию. Политой обжиг делают после глазурования [19].

Кислотоупорная керамика изготавливается из природной или обогащенной глины путем обжига в смеси с песком и полевым шпатом. Из нее формируют кислотостойкие изделия и детали аппаратов. Особенности кислотоупорной керамики являются газонепроницаемость и стойкость к сильным кислотам при высоких температурах. В средах едких щелочей кислотоупорная керамика нестойка [5].

Основным сырьевым компонентом керамических строительных материалов является глина – осадочная горная порода, состоящая из природных водных алюмосиликатов с различными примесями.

Глина, замешанная с определенным количеством воды, образует глиняное тесто, обладающее связностью и пластичностью, способное в процессе обжига образовывать прочный искусственный камень [8, 20, 23].

Керамические изделия подразделяют на типы, виды и разновидности.

Тип керамики определяется: составом и соотношением отдельных фаз, их обработкой, особенно тонкостью помола, составом глазури, температурой и длительностью обжига.

В состав масс всех типов керамики входят пластичные глинистые вещества (глина, каолин), отощающие материалы (кварц, кварцевый песок), плавни (полевошпат, пегматит, перлит, костяная зола и др.) При обжиге отформованных изделий в результате сложных физико-химических превращений и взаимодействий компонентов масс и глазури, формируется их структура [8, 15].

По строению керамику подразделяют на грубую и тонкую.

Грубая керамика имеет пористый крупнозернистый черепок неоднородной структуры, окрашенный естественными примесями в желтовато-коричневые цвета.

Тонкая керамика отличается тонкозернистым белым или светлоокрашенным, спекшимся или мелкопористым черепком однородной структуры.

По степени спекания (плотности) различают:

- плотные, спекшиеся с водопоглощением менее 5%;
- пористые с водопоглощением более 5%.

Неизменность структуры и свойств обеспечивают прочные химические связи.

Благодаря уникальности своих свойств керамика получила заслуженное признание в различных отраслях техники.

Керамика характеризуется высокой твердостью, жесткостью, относительно высоким пределом прочности на сжатие и недостатком пластичности.

Механическая прочность — одно из важнейших свойств, от которого зависит долговечность изделия. Обладает достаточно высокой прочностью. Прочность сильно зависит от пористости керамики.

Хорошо выдерживает напряжения сжатия, хуже изгиба и совсем плохо напряжения растяжения (35-350 МПа, обычный кирпич 5 МПа, стальная проволока рояльная 3100 МПа, кожа 40 МПа, человеческий волос 190 МПа).

Огнеупорность — устойчивость к действию высоких температур. Огнеупорная керамика востребована в печах и агрегатах для выплавки металлов. При температурах более 1000°C она прочнее любых сплавов. Огнеупорность зависит от состава, т.е. от температуры плавления основных ее компонентов.

Термостойкость характеризует способность изделия выдерживать резкие смены температур. Для глазурованных плиток термостойкость составляет 125-150 °C, что

означает возможность резкого перепада от этой температуры до 20 °С без образования трещин.

Термостойкие материалы должны иметь низкий температурный коэффициент линейного расширения, высокую теплопроводность и мех прочность.

Наиболее термостойкой является кварцевая керамика, керамика на основе кордиерита, сподумена [21]. К другим термостойким керамическим материалам относятся содержащие в своем составе тугоплавкие соединения и соединения, снижающие термический коэффициент линейного расширения [25].

Термические свойства характеризуют способность материала противостоять воздействию высоких температур. Для керамик важными термическими свойствами являются огнеупорность, термостойкость и термическое старение.

Огнеупорность керамических материалов определяется их температурами расплавления. Следует отметить различие в понятиях терминов «температура расплавления» и «температура плавления». Температура плавления является физической характеристикой перехода кристаллического состояния вещества в жидкое и имеет строго определенное значение. Однако во многих керамических материалах наряду с кристаллической фазой присутствует и аморфная, вследствие чего при нагреве переход к менее вязкому состоянию – расплавление – происходит постепенно. Достижению определенной вязкости материала и соответствует температура расплавления.

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:

$$\Delta T = \lambda(1-\nu)\sigma_n / \alpha \rho c E, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;

$\nu$  – коэффициент Пуассона;

$\sigma_n$  – предел;

$\alpha$  – коэффициент термического расширения;

$c$  – удельная теплоемкость;

$\rho$  – плотность;

$E$  – модуль Юнга.

Для огнеупоров применяется непосредственный метод определения термостойкости: нагрев торца кирпича до 850 и 1300°С с последующим охлаждением в проточной воде. Термостойкость оценивается числом теплосмен до потери изделием 20% веса за счет разрушения.

Термическим старением керамики называется увеличение размера зерна материала, обусловленное процессом рекристаллизации при высокотемпературной эксплуатации изделий. Размер зерна может достигать сотен микрон, в результате чего прочностные характеристики керамики резко снижаются. Рост размера зерна определяется по формуле

$$D = D_0 \exp(-Q/RT) \tau^n, \quad (2)$$

где  $D_0$  – исходный размер зерна;

$Q$  – энергия активации рекристаллизации;

$n = \text{const}$  (для оксидов  $n=1/3$ );

$\tau$  - время выдержки при температуре  $T$ , ч.

Техническую керамику можно разделить на четыре основные группы керамических материалов: силикатная керамика, оксидная керамика, неоксидная керамика и пьезокерамика. Силикатная керамика – это самая старая разновидность керамических материалов для технических нужд, изготавливаемая в основном из природного сырья в сочетании с глиноземом (оксид алюминия, силикат алюминия). Оксидная керамика – это материалы, который состоит в основном из оксидов металлов: оксида алюминия, оксида циркония, титаната алюминия или дисперсной керамики. Неоксидная керамика – это материалы, в основе которых лежат соединения углерода, азота и кремния, такие как карбид кремния, нитрид кремния и нитрид алюминия. В группу пьезокерамики, также известной под названием «функциональная керамика», входят материалы, используемые для преобразования механических параметров в электрические или, наоборот, для преобразования электрических сигналов в механическое движение или вибрацию.

Керамические материалы, используемые в технике в качестве технической керамики или высококачественной керамики, должны удовлетворять самым высоким требованиям к свойствам материалов. К таким свойствам относятся износостойчивость, жаростойкость, устойчивость к высокой температуре и коррозии, а также биологическая совместимость и совместимость с пищевыми продуктами [24].

#### Список литературы

1. Августинник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1957. – 591 с.
2. Балкевич В.Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
3. Боженков П.И., Глибина И.В., Григорьев Н.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности. – М.: Стройиздат, 1986. – 255 с.
4. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. – М.: Высшая школа – 1972. – 424 с.

5. Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Использование отходов, содержащих тяжелые металлы, для получения кислотоупорной керамики с эффектом самоглазурирования // Экология промышленного производства. 2018. № 2. С. 2-6.
6. Волкова Ф.Н. Общая технология керамических изделий. – М.: Стройиздат– 1989. – 324с.
7. Волочко А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А. Т. Волочко, К. Б. Подболотова, Е. М. Дятлова. – Минск :Беларус. навука, 2013. – 385с.
8. Воробьева А.А., Шахова В.Н., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Сысоев Э.П., Чухланов В.Ю. Получение облицовочной керамики с эффектом остекловывания на основе малопластичной глины и техногенного отхода Владимирской области // Стекло и керамика. 2018. №2. С. 13-17.
9. Горчаков Г. И. Строительные материалы: учебное пособие для высших учебных заведений/ Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов; под общ. ред. Г. И. Горчакова .– Владимир: Союзполиграфпром, 1986. – 686 с.
10. Золотарский А.З., Шейнман А.Ш. Производство керамического кирпича. – М.: Высшая школа-1989 г. – 358с.
11. Канаев В.К. Новая технология строительной керамики. М.: Стройиздат– 1990. – 264с.
12. Керамические материалы / Под ред. Г.Н. Масленниковой. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
13. Комар, А. Г. Строительные материалы и изделия: учебник для студентов специальности «Экономика и управление в строительстве». – Ярославль, 1988. – 528 с.
14. Кошляк Л.Л., Калиновский В.В. Производство изделий строительной керамики. – М.: Высшая школа, 1985. – 535с.
15. Маркова А.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Подолец А.А. Комплексная утилизация отходов Владимирской области в производстве высокопрочной строительной керамики из местной малопластичной глины // Экология промышленного производства. 2016. № 3 (95). С. 14-17.
16. Масленникова Г.Н., Мамаладзе Р.А., Мидзуба С.О. Керамические материалы. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
17. Матренин С.В, Слосман А.И. // Техническая керамика: Учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2004.
18. Мороз И.И. Технология строительной керамики: Учебное пособие /. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 384с.
19. Общие сведения о керамике: [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [https://znaytovar.ru/s/Obshhie\\_svedeniya\\_o\\_keramike.html](https://znaytovar.ru/s/Obshhie_svedeniya_o_keramike.html) (дата обращения 30.10.2018)

20. Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Сухарникова М.А. Применение региональных техногенных отходов в производстве стеновых керамических изделий // Экология и промышленность России. – 2017. – № 6. – С. 24-29.
21. Свойства керамики: [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://studopedia.su/9\\_73137\\_svoystva-keramiki.html](https://studopedia.su/9_73137_svoystva-keramiki.html), свободный - Загл. с экрана.
22. Семченко Г.Д. Конструкционная керамика и огнеупоры. – Харьков: Штрих, 2000, – 304 с.
23. Сухарникова М.А., Пикалов Е.С. Исследование возможности производства керамического кирпича на основе малопластичной глины с добавлением гальванического шлама // Успехи современного естествознания. 2015. № 10. С. 44-47.
24. Техническая керамика: [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.ceramtec.ru/ceramic-materials/>, свободный - Загл. с экрана.
25. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка состава шихты для получения термостойкой керамики // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 126-130 - URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37207> (дата обращения: 13.11.2018).
26. Химическая технология керамики / Н.Т. Андрианов и др.; под ред. И.Я. Гузмана. – М.: Стройматериалы, 2012. – 493 с.