

УДК 544

ХИМИЧЕСКАЯ И РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ КЕРАМИКИ

Мягкова Е.С., Тлехусеж М.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: kate201325@bk.ru

Рассмотрены общие сведения о керамических изделиях и веществах, которые могут содержаться в керамике. Даны определения керамической плитки и керамики. Определены их полезные свойства, области применения в различных отраслях производства. Проанализировано деление керамики на две группы: конструкционную и функциональную. Кратко описывается процесс производства керамики, выделены основные этапы: карьерные работы, механическая обработка глиняной массы, формирование изделий, сушка, обжиг. Рассмотрены различные виды керамики на основе различных веществ: оксида алюминия (корундовая), оксида бериллия, диоксида циркония, оксида магния (периклазовая), диоксида тория, оксид кремния (кварцевая), силикатов и алюмосиликатов – и области их применения. Основное внимание уделяется химической и радиационной стойкости керамических изделий. Дано определение химической стойкости керамики, названы её разновидности. Описаны главные способы увеличения химической стойкости керамики. Рассмотрена радиационная стойкость веществ, содержащийся в керамике, а также их зависимость от состава, структуры, типа химической связи. Кроме химической и радиационной стойкости керамики уделено внимание термической стойкости, морозостойкости. На основе данной статьи можно сделать вывод, что керамика широко используется в современном строительстве и необходимо увеличивать её стойкость.

Ключевые слова: керамика, керамические изделия, этапы производства, химический состав, химическая и радиационная стойкость

REAGENT AND RADIATION RESISTANCE OF CERAMICS

Myagkova E.S., Tlekhusezh M.A.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: kate201325@bk.ru

Considered general information about pottery and substances that may be contained in ceramics. Given the definition of ceramic tiles and ceramics. Their useful properties, application areas in various branches of production are determined. The division of ceramics into two groups is analyzed: structural and functional. Briefly describes the process of production of ceramics, highlighted the main stages: quarrying, mechanical processing of clay mass, the formation of products, drying, firing. Various types of ceramics based on various substances are considered: aluminum oxide (corundum), beryllium oxide, zirconium dioxide, magnesium oxide (periclase), thorium dioxide, silicon oxide (quartz), silicates and aluminosilicates – and their areas of application. The focus is on the chemical and radiation resistance of ceramic products. The definition of chemical resistance of ceramics is given, its varieties are named. The main ways to increase the chemical resistance of ceramics are described. The radiation resistance of substances contained in ceramics, as well as their dependence on the composition, structure, type of chemical bond, is considered. In addition to chemical and radiation resistance of ceramics, attention is paid to thermal resistance and frost resistance. Based on this article, we can conclude that ceramics is widely used in modern construction and it is necessary to increase its durability.

Keywords: ceramics, stonewares, production phases, chemical composition, reagent and radiation resistance

В настоящее время ассортимент строительных материалов отличается разнообразием как за счет увеличения выпуска новых материалов и изделий, так и за счет повышения их качества. Однако, основной материальной базой строительства остаются традиционные материалы: керамика, бетоны и др. С совершенствованием технологических процессов производства появляется много видов керамики, отличающейся по химическому составу и способам получения.

Керамика – изделия и материалы, получаемые спеканием глин и их смесей с минеральными и органическими добавками с последующей сушкой и обжигом. В переводе с древнегреческого языка «керамос» означает гончарную глину и изделия из обожженной глины. Керамика является первым искусственным материалом, из-

вестным людям с древнейших времен. Знаменитая керамическая маска, которая хранится в музее Иерусалима, создана примерно 8600 лет тому назад. Раньше керамику использовали как посуду, черепицу, кирпич, игрушки. Но с XIX века она начала обретать специальное техническое назначение благодаря своей термостойкости, огнеупорности, электрических свойств. Она является многофазным материалом, состоящем из кристаллических и аморфных фаз. Значительная часть керамических изделий являются диэлектриками.

Керамическая плитка – это прочный и твердый материал, который не гнется и не деформируется при высоких нагрузках. Благодаря огнеупорности и огнестойкости её используют для облицовки печей и каминов. При нагревании она не выделяет газов, вредных для здоровья человека, бы-

стро нагревается и проводит тепло. Плитка не чувствительна к воздействию солнечных лучей, поэтому сохраняет свой первоначальный цвет. Она не способна накапливать статическое электричество и проводить электрический ток. На поверхности керамики не «гнездятся» бактерии и микробы.

В настоящее время керамика применяется как индустриальный материал в приборостроении, машиностроении, строительстве, авиационной промышленности, художественном деле, медицине и науке.

На поверхности керамики наблюдается хемосорбция различных газов, которая приводит к пропорциональному изменению электропроводности, что позволяет определить концентрацию компонентов в газовой смеси.

В настоящее время керамику делят на две группы: конструкционную, которую используют для создания механически стойких конструкций; и функциональную со специфическими магнитными, электрическими, оптическими и термическими функциями.

По строению различают тонкую керамику – это фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика, и грубую, например, гончарная керамика.

Существуют следующие способы формирования керамических материалов: метод пластического формирования, литьё, полусухое прессование.

Важнейшими компонентами современной конструкционной керамики являются оксиды алюминия, циркония, кремния бериллия, титана, магния, нитриды кремния, бора, алюминия, карбиды кремния и бора, их твердые растворы и разнообразные композиты [1, с. 53-54].

К основным видам строительной керамики относят кирпич и камень. В строительстве они используются почти во всех конструктивных элементах зданий и для архитектурной отделки фасадов, применяются для кладки и облицовки несущих и самонесущих стен. Широко применяются керамические облицовочные изделия, кровельные материалы, заполнители бетона, кислотоупорные изделия, огнеупоры, теплоизоляционные материалы, материалы для полов, для перекрытий, дренажные и канализационные трубы [2, с. 5-7].

При производстве керамических изделий выделяют следующие этапы: карьерные работы, механическая обработка глиняной массы, формирование изделий, сушка, обжиг. Добытая глина в замоченном состоянии вылеживается в карьере в течение 1-2 лет. Механическая обработка осуществляется с целью удаления крупных включений,

измельчения и перемешивания веществ до однородной массы. Изделия изготавливаются способом пластического формирования, смешиванием материала с водой до получения 18–22% влажности смеси. Сушка осуществляется для предотвращения растрескивания. Во время обжига формируется состав и структура, которые определяют прочность, плотность, водостойкость, морозостойкость. При спекании керамики не происходит плавления компонентов, а осуществляется «сваривание» зерен в местах контакта. Объем пор составляет от 2 до 25%.

Керамика на основе оксида алюминия называется корундовой. Сырьём для её производства служит глинозём, который при нормальной температуре имеет высокую химическую стойкость к действию щелочных металлов, газов. Корундовая керамика применяется в авиационной и космической технике, в аккумуляторах, являясь хорошим теплоизоляционным материалом.

В атомной технике и электронике нашла применение керамика из оксида бериллия (BeO), который защищает её от коррозии.

Керамика из диоксида циркония производится с использованием искусственного ZrO_2 , имеющего высокую чистоту. При её облучении происходит снижение теплопроводности, при увеличении дозы – разрыхление решетки, уменьшение плотности, понижение кристалличности.

Изделия из периклазовой керамики (MgO) противостоят различным щелочным средам и расплавам. Они применяются для плавления металлов с высокой степенью чистоты.

Керамика из диоксида титана выдерживает температуру до 2700 °С. В тиглях из неё плавят осмий, платину, родий.

Кварцевую керамику получают методами керамической технологии из кремнезёма, в качестве исходного сырья используют порошок кварцевого стекла. Оксид кремния устойчив к химическим реагентам. Такую керамику используют в качестве теплоизоляции тепловых элементов, труб для подачи расплавленного алюминия, ракетной и космической техники.

Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов используется и в радиотехнике, и как огнеупорный материал. К ней относят муллитовую, стеатитовую, форстеритовую, циркониевую керамику, различные виды фарфоров.

Химическая стойкость – важное свойство любой керамики. Это способность изделий противодействовать средам, которые стремятся их разрушить. В процессе коррозии осуществляется диффузия ионов

керамики и среды. В результате могут измениться свойства изделия так, что его нельзя будет использовать. Химическая стойкость подразделяется на кислотостойкость, стеклоустойчивость, щелочестойкость, металлоустойчивость и т.д. К веществам, разрушающим керамику, относятся растворы оснований, кислот, солей, расплавы стёкол, металлов и т.д. Керамика, состоящая из кислотных оксидов, может легко разрушиться веществами, содержащими основные оксиды или основания, и наоборот. Например, керамика на основе MgO способна реагировать с SO_2 , HCl и т.д.

Газообразные продукты, которые выделяются при взаимодействии керамики с агрессивными веществами, способствуют повышению её пористости и уменьшению химической стойкости. Выделение твердых продуктов приводит к изменению физических свойств керамики, образование жидких веществ способствует изменению её состава [3].

Вследствие разнообразного химического воздействия на керамику невозможно выбрать универсальный метод её испытаний на стойкость. Но однозначно, следует увеличить плотность керамики и чистоту исходного сырья при её производстве. Повышению плотности керамики способствует внесение специальных добавок, а для чистоты исходного материала требуются высокие температуры для обжига [4, с. 3].

Радиационная стойкость веществ, содержащихся в керамике, зависит от состава, структуры, типа химической связи. При облучении наблюдается расширение кристаллической решетки, газообразование. Если оно происходит при низких температурах, то наблюдается образование трещин. Высокие же температуры не вызывают опасности. Наиболее устойчивой является ионная связь, в отличие от ковалентной и межмолекулярной.

Керамические материалы обладают множеством фаз. При облучении каждая изменяется по-разному и может способствовать или препятствовать рассеиванию вещества [5, с. 762]. Доза радиации и свойства материалов характеризуют степень повреждения при облучении. При фазовых переходах из-за облучения образуются симметричные структуры. Это увеличивает способность кристалла рассеивать энергию из окружающей среды. Диэлектрические материалы чувствительны к воздействию радиации. Происходят процессы взаимодействия между первичными квантами и электронами, расположенными в облучаемом материале. В результате образуются

дополнительные электроны и положительные ионы. От ориентации кристаллов керамики, наличия примесей, стеклофазы зависит способность к аккумулярованию потока энергии излучения. В результате в керамике возникают неравномерные внутренние механические напряжения [6, с. 42-44].

При небольшой энергии квантов в стеклофазе происходит создание упорядоченных диссипативных структур, сжатие фазы и возрастание её плотности. Кристаллическая фаза аккумулирует энергию в виде точечных дефектов, вакансий, которые приводят к уменьшению плотности материала и увеличению его объема.

Вид кристаллических и стеклообразных фаз, а также их содержание определяют величину локальных объемных изменений в материале. В керамике образуются локальные области растяжения и сжатия, которые могут привести к увеличению её прочности в целом.

Термическая стойкость керамики характеризуется способностью выдерживать резкие перепады температур, не разрушаясь. Изменение температуры создаёт неодинаковый нагрев слоёв изделия, что открывает путь к неравномерным объёмным изменениям и к появлению внутренних напряжений, приводящих к растрескиванию.

Морозостойкость определяет способность керамики выдерживать многократное замораживание и оттаивание без разрушения изделия, противостоять снижению прочности и потере массы.

В заключение отметим, что современное строительство невозможно представить без использования керамических изделий. Поэтому следует создавать новые керамические материалы, отличающиеся высокой прочностью и стойкостью.

Список литературы

1. Третьяков Ю.Д. Керамика в прошлом, настоящем и будущем // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 6. С. 59.
2. Ефимов Б.А., Сканин Н.А., Камсков В.П. Керамические изделия // Строительные материалы. М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2012. 30 с.
3. Химическая стойкость керамики. [Электронный ресурс]. URL: <http://mirznani.com/a/10822/khimicheskaya-i-radiatsionnaya-stoykost-keramiki> (дата обращения: 22.12.18).
4. Халиков Р.М., Шаяхметов У.Ш. Современные технологии покрытий // Металлургический бюллетень; [под ред. Н. Кислицина]. 2003. № 7. 10 с.
5. Еловиков С.С., Зыкова Е.Ю., Постников С.А. Радиационная стойкость к низкоэнергетическому электронному облучению нитрида бора и керамик // Известия РАН. Серия Физическая. 2007. Т. 71. № 5. С. 761–764.
6. Павлова Е.А., Михайлова Л.И., Денисов Д.Е. Фазовые преобразования и свойства материалов $CaO-AL_2O_3-SiO_2$ при температурном и химическом воздействии // Огнеупоры и техническая керамика. 2009. № 1–2. 60 с.