



Дисциплина  
**«Материаловедение и  
электрорадиоматериал  
ы»**, лекция 3.1

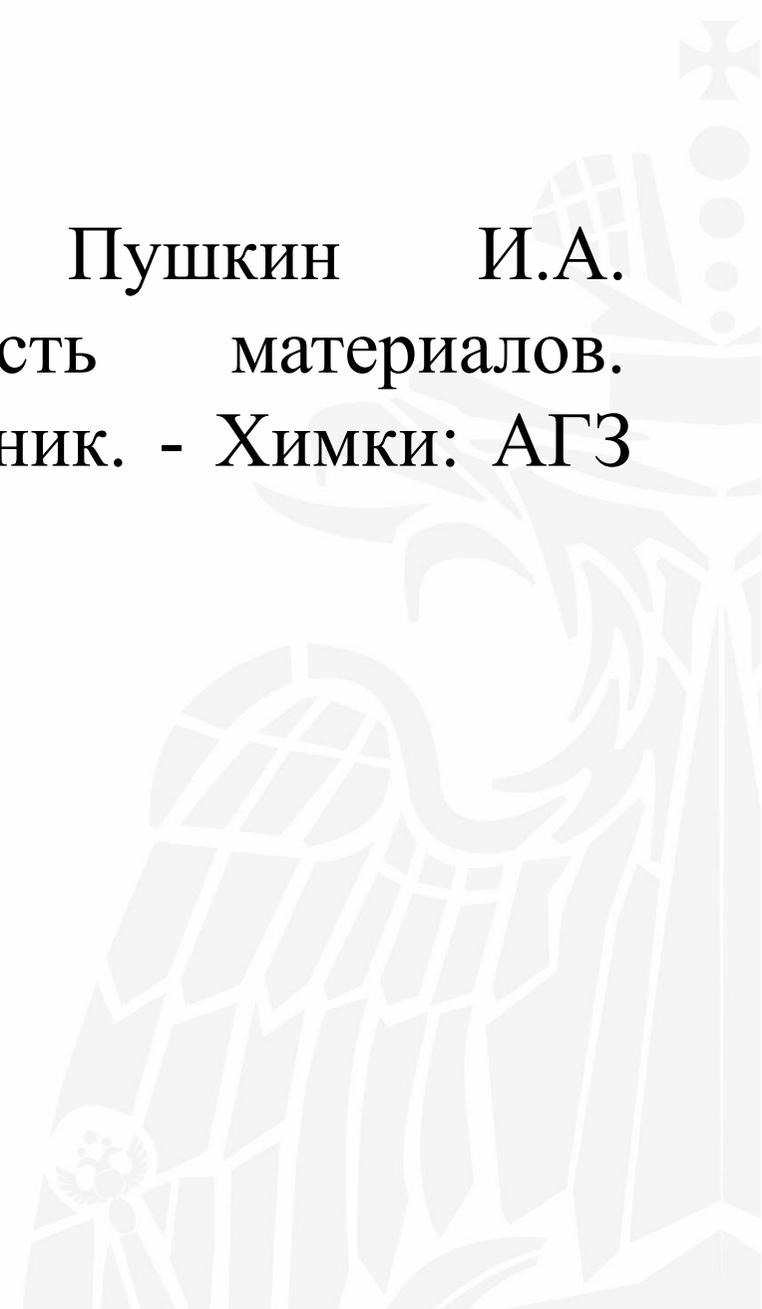
**Силикатные  
материалы**

# УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- **1. Силикатные материалы. Классификация силикатных материалов.**
- **2. Бетоны на основе силикатных вяжущих: структуры и свойства.**
- **3. Плавленые силикаты: структура, свойства, области применения.**
- **4. Керамические материалы. Кислородная (оксидная) и бескислородная керамика: структура, свойства, области применения. Глиняные кирпичи**



# Литература

- Валуев Н.П., Муров В.А., Пушкин И.А.  
Материаловедение и безопасность материалов.  
Неметаллические материалы. – Учебник. - Химки: АГЗ  
МЧС России, 2013 г., 202 с., с. 7 - 65.
- 

# 1. Силикатные материалы.

- **Силикаты** — это соединения различных элементов с кремнеземом (оксидом кремния), в которых он играет роль кислоты. Структурным элементом силикатов является тетраэдрическая ортогруппа  $[\text{SiO}_4]^{-4}$  с атомом кремния  $\text{Si}^{+4}$  в центре и атомами кислорода  $\text{O}^{-2}$  в вершинах тетраэдра. Тетраэдры в силикатах соединены **через общие кислородные вершины** в кремнекислородные комплексы различной сложности в виде замкнутых колец, цепочек, сеток и слоев. В алюмосиликатах, помимо силикатных тетраэдров, содержатся тетраэдры состава  $[\text{AlO}_4]^{-5}$  с атомами алюминия  $\text{Al}^{+3}$ , образующие с силикатными тетраэдрами алюминий-кремнийкислородные комплексы.
- **Силикатными материалами** называются материалы из **смесей** или **сплавов** силикатов, полисиликатов и алюмосиликатов. Это твердые кристаллические или аморфные материалы, и к силикатам иногда относятся материалы, не содержащие в своем составе оксидов кремния

# Классификация силикатных материалов



## Классификация силикатов(2)

**Стекло** - материал содержащий максимальное количество диоксида кремния, образующего ячеистую структуру в которую включаются катионы различных металлов, определяющие цвет стекла. Обычное стекло – результат сплавления смеси кварцевого песка ( $\text{SiO}_2$ ), соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). В результате получается соединение состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

**Керамика** - (др.-греч. κέραμος - глина) - изделия из неорганических материалов (например, глины) и их смесей с минеральными добавками, изготавливаемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

**Цемент и др. вяжущие материалы** - (лат. *caementum* — «щебень, битый камень») — искусственное неорганическое гидравлическое вяжущее вещество. Один из основных строительных материалов. При взаимодействии с водой, водными растворами солей и другими жидкостями образует пластичную массу, которая затем затвердевает и превращается в камневидное тело. Имеет наименьшее содержание диоксида кремния.

## 2. Бетоны на основе силикатных вяжущих: структуры и свойства.

- При взаимодействии с водой, водными растворами солей и другими жидкостями цемент образует пластичную массу, которая затем затвердевает и превращается в камневидное тело. В основном используется для изготовления бетона и строительных растворов. Цемент является гидравлическим вяжущим и обладает способностью набирать прочность во влажных условиях, чем принципиально отличается от некоторых других минеральных вяжущих — (гипса, воздушной извести), которые твердеют только на воздухе.
- **Марка цемента** — условная величина, которая обозначает, что прочность при сжатии будет не ниже обозначенной марки (200, 300, 400, 500, 600)
- Цемент для строительных растворов изготавливают совместным помолом портландцементного клинкера, активных минеральных добавок и наполнителей. Клинкер – промежуточный продукт при производстве цемента. Примерный состав 67% CaO, 22% SiO<sub>2</sub>, 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3% других компонентов.

# 3. Плавленные силикаты: структура, свойства, области применения.

**Плавленными силикатами** называют силикатные материалы, образующиеся при расплавлении и застывании стеклообразной массы. Это **глазури, эмали, ангобы**

**Глазурь** (нем. Glasur, фр. glaçure) — стекловидное покрытие на поверхности керамического изделия. Кроме того, глазурью также называют исходный материал или смесь материалов, которые после нанесения на керамическое изделие и обжига дают соответствующее покрытие. В древней Руси глазурь также называли поливой.

**Эмаль** - тонкое стекловидное покрытие на поверхности металла, получаемое высокотемпературной обработкой.

В переносном смысле эмалями нередко называют практически все стекловидные покрытия по металлам, используемые в бытовых целях (эмалированная посуда, ванна и т. д.).

**Ангоб** (фр. engobe) — покрытие из жидкой глины, которое наносят на поверхность изделия до его обжига в виде сплошного или частичного покрытия для получения более гладкой поверхности, маскировки нежелательной окраски изделий..

# 4. Керамические материалы. Кислородная (оксидная) и бескислородная керамика: структура, свойства, области применения.

## Глиняные кирпичи.

- **Образуется в результате обжига и удаления связанной воды.**
- Кислородная керамика получается на основе чистых окислов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  $\text{UO}_2$  и т.д. Структура однофазная, пористая, стекловидная, прочная на сжатие, хрупкая на удар и растяжение, не подвержена окислению.
- Керамика на основе корунда ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) обладает высокой прочностью до  $1200^\circ\text{C}$ , химически стойка, отличный диэлектрик, хороший инструментальный материал с красностойкостью до  $1200^\circ\text{C}$ , твердостью 92-93 HRC. Из корундового материала (микролита ЦМ-232) изготавливают резцовые пластинки, фильеры, насадки, сопла, матрицы, подшипники, свечи зажигания, тигли для плавки металла и т.д.
- Из циркониевой керамики ( $\text{ZrO}_2$ ) изготавливают тигли, покрытия для металлов, футеровку печей.
- Керамика из  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  хорошо стоит в печах при основных шлаках и используется для изготовления тиглей, футеровки печей.
- Бериллиевая керамика отличается высокой теплопроводностью, очень термостойкая, рассеивает ионизирующее излучение высоких энергий, замедляет тепловые нейтроны, используется в полупроводниках.
- Керамика на основе урана, тория имеет высокую температуру плавления, плотность, удельный вес, радиоактивность. Делают тигли для плавки радия, платины, иридия.

# Бескислородная керамика (1)

- представляет собой соединения металлов с углеродом - карбиды, с бором - бориды, с азотом - нитриды, с кремнием - силициды и с серой - сульфиды. Эти соединения отличаются **высокой огнеупорностью, твердостью и износостойкостью, но достаточно хрупки.**
- **Карбиды** обладают высокой твердостью, устойчивостью к кислотам и неустойчивостью к щелочам, высокой жаростойкостью.
- Наибольшее применение получила керамика из карбида кремния SiC (карборунд).
- В качестве инструментального материала карборунд применяется для изготовления абразивных инструментов (шлифовальных кругов, брусков и др.). Теплостойкость карбидов кремния составляет 1300—1400 °С.
- **Бориды** обладают высокой твердостью, износостойкостью, стойкостью к окислению и высокой электропроводностью. Керамику из боридов  $TiB_2$ ,  $ZrB_2$  используют в качестве покрытий, повышающих твердость, химическую стойкость и

# Бескислородная керамика(2)

- **Нитриды** имеют низкую электропроводность и более низкую твердость и прочность, чем карбиды и бориды.
- **Нитрид бора а-BN с гексагональной графитоподобной структурой («белый графит»)** является хорошим диэлектриком при 1800 °С в бескислородной среде.
- **Нитрид бора Р-BN с кубической структурой (эльбор), по твердости близкий к алмазу,** широко применяется в качестве инструментального материала. На основе кубического нитрида бора получают композиционные сверхтвердые материалы.
- **Нитрид кремния  $\text{Si}_3\text{N}_4$**  по удельной прочности при высоких температурах превосходит все конструкционные материалы; как износостойкий и жаропрочный материал, стойкий против коррозии и эрозии, применяется в двигателях внутреннего сгорания (головки блока цилиндров, поршни камеры предварительного сгорания для дизеля и др.).
- **Силициды** отличаются окислостойкостью и стойкостью к действию кислот и щелочей. Из керамики на основе дисилицида молибдена ( $\text{MoSi}_2$ ) изготавливают лопатки газовых турбин



Благодарю за внимание!

**tvernick@ mail.ru**





