

# **Экологические проблемы производства строительных материалов**

**«Главная цель передовой  
технологии – отыскание способа  
производства полезного из бросового,  
бесполезного»  
Д.И. Менделеев**

**Промышленность строительных материалов – крупнейший  
потребитель природных ресурсов. Эта отрасль ежегодно  
добывает и перерабатывает около 3 млрд. т сырья: песка,  
глин, гипса, известняков, гранитов, базальтов и многих  
других осадочных и изверженных пород и таким образом  
наносит серьезный ущерб окружающей среде,  
выражающийся, прежде всего в загрязнении атмосферы и  
поверхности земли.**

**По загрязнению атмосферы пылью  
промышленность строительных  
материалов занимает  
первое место (34,7%) среди всех  
отраслей промышленности;  
второе место – тепловая энергетика  
(29,5%);  
третье – автотранспорт (15,8%).**

**Промышленность строительных материалов в больших масштабах и с большим эффектом использует отходы других отраслей.**

**Так, уже сейчас в отрасли используется в год более 300 млн. т различных отходов других отраслей промышленности.**

**Однако возможности значительно большего и высокоэффективного использования отходов вторичных и вскрышных пород гораздо шире.**

**Так, только золошлаковых отходов ТЭЦ в нашей стране ежегодно образуется около 100 млн. т, а используется всего около 10%.**

**На основе зол и шлаков ТЭЦ можно выпускать более 15 видов строительных материалов. По данным ЕЭК ООН общее использование золошлаковых отходов ТЭЦ составляет:**

**ФРГ - 80 %,  
Франция – 65%,  
Великобритании – 53,  
Бельгии – 44,  
России – 10.**

# Классификация строительных материалов

К основным строительным материалам относятся:

- ✓ природные каменные материалы и изделия, получаемые из горных пород путем механической обработки;
- ✓ искусственные обожженные каменные материалы из глины: кирпич, керамические блоки, черепица, облицовочные плитки, канализационные трубы, керамзит и аглопорит, санитарно-технические изделия и т.д.;
- ✓ минеральные вяжущие вещества: цементы, известь, гипсовые вяжущие, магнезиальные вяжущие, служащие для изготовления растворов и бетонов;
- ✓ искусственные каменные необожженные материалы и изделия: силикатный кирпич, асбестоцементные изделия, бетонные изделия, грунтоблоки;
- ✓ тепло- и звукоизоляционные материалы: минеральная вата, пеностекло, пеногазобетон, пенокерамика, некоторые органические теплоизоляционные материалы и т. д.;
- ✓ битумные вяжущие вещества, гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы (рубероид);
- ✓ стекло, шлакоситаллы и изделия из них;
- ✓ металлические изделия;
- ✓ лесоматериалы;
- ✓ краски, лаки и другие материалы.

# **Вяжущие материалы**

**Вяжущими материалами называются строительные материалы, способные в результате физико-химических процессов переходить из жидкого или тестообразного состояния в твёрдое камневидное, связывая при этом смешанные с ним куски и частицы инертных заполнителей (щебень, гравий, керамзит, песок) в одно монолитное целое (бетон) или соединять кирпич, камни и т.д.**

**Вяжущие материалы разделяются на неорганические минеральные вещества: цементы, известь, гипс и органические: битумные, дёгтевые, асфальт (применяются в дорожном строительстве, а также при гидроизоляции, кровельных и других работах).**

# Цемент

**Цементы составляют большую группу неорганических вяжущих, порошкообразных материалов, образующих при смешении с водой пластичную массу, затвердевающую в прочное каменное тело. Основными видами цементов являются: портландцементы, пуццолановые, шлаковые, глинозёмистые, расширяющиеся, романцементы, цементы с наполнителями.**

**Наиболее широко применяются портландцементы. По своим свойствам портландцементы делятся на быстротвердеющие, особо быстротвердеющие, высокопрочные, пластифицированные, гидрофобные, сульфатостойкие, белые и цветные, тампонажные, дорожные и для асбестоцементных изделий. Портландцемент получают тонким помолом клинкера, образующегося в результате обжига до спекания искусственной смеси, в составе которой преобладают силикаты кальция (70-80%).**

# **Химический состав портландцемента**

**CaO 62-76%, SiO<sub>2</sub> 20-24%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4-7%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2-5-%, MgO 1,5-4%  
и другие примеси.**

**Минералогический состав портландцемента следующий:  
3CaO•SiO<sub>2</sub> 40-60%, 2CaO•SiO<sub>2</sub> 15-35%, 3CaO•Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4-14%,  
4CaO•Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10-18%.**

**Вяжущими свойствами обладают силикаты кальция.**

**Марки цемента (300, 400, 600,700) устанавливаются по  
пределу прочности при сжатии кубиков из цементного  
раствора с песком состава 1:3 по массе после 28 дневного  
твердения (в кг/см<sup>2</sup>).**



Для удобства написания формул различных соединений, с которыми приходится иметь дело в химии и технологии вяжущих соединений, приняты особые сокращенные обозначения, в которых оксиды обозначаются первой буквой относящейся к ним формулы, а индексы около букв означают число эквивалентов данного оксида.

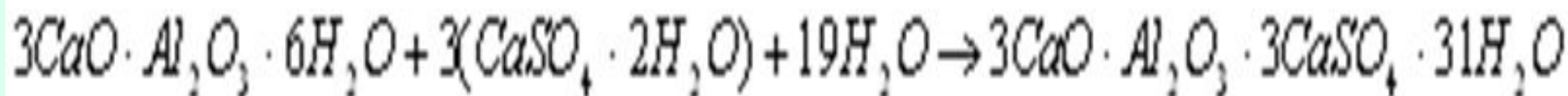
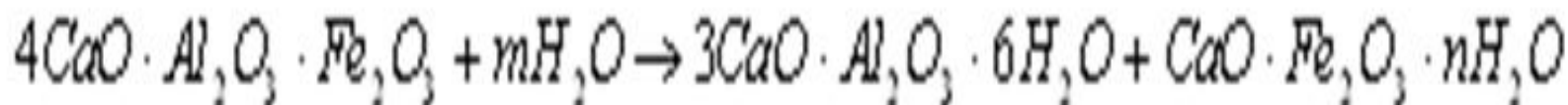
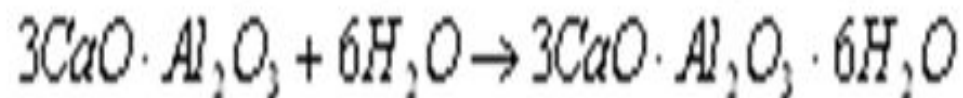
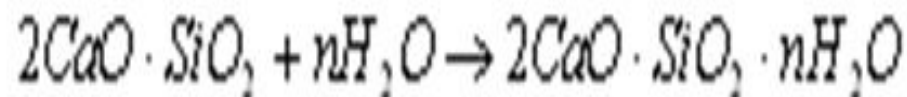
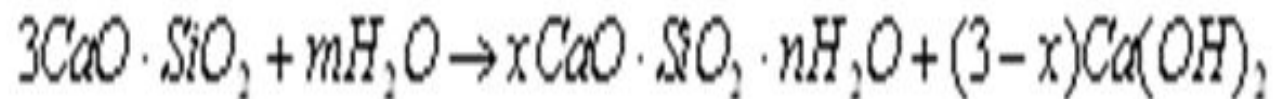
Например,  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  обозначаются как  $\text{C}_3\text{S}$ ,

$\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 - \text{CS}$ ,

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{C}_3\text{A}$

и  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{C}_4\text{AF}$ .

**Процесс твердения портландцемента в основном определяется гидратацией силикатов, алюминатов и алюмоферритов кальция. При взаимодействии порошка цемента с водой в основном протекают следующие реакции:**



# Шлакопортландцемент

Для получения шлаковых цементов, наиболее распространенным из которых является шлакопортландцемент, в сырьевую смесь вводят различные гранулированные шлаки, в основном доменные и электротермофосфорные (до 30-60%).

Шлакопортландцемент получают путём совместного помола портландцементного клинкера и доменного гранулированного шлака или тщательным смешением в сухом виде тех же отдельно измельчённых материалов.

Большим достижением науки в области химии цемента является разработка технологии и организация производства особо быстротвердеющего шлакопортландцемента. Этот цемент, обладающий особыми свойствами, может успешно применяться в гидротехническом, автодорожном и аэродромном строительстве вследствие высокой антикоррозионной стойкости и повышенной текучести, что уменьшает усадочные напряжения и склонность бетона к растрескиванию.

# Строительная керамика

**Строительной керамикой называются керамические материалы, применяемые для строительства зданий и различных сооружений .**

**По назначению изделия строительной керамики делятся на:**

- ✓ стеновые изделия (кирпич, керамические камни и панели из них);**
- ✓ фасадные или облицовочные (лицевой кирпич, плитки различного вида);**
- ✓ кровельные (черепица);**
- ✓ канализационные и дренажные трубы;**
- ✓ керамические заполнители для бетонов (керамзит, аглопорит);**
- ✓ санитарно-технические изделия (умывальные столы, ванны, унитазы).**

**По сложившейся традиции пористые изделия грубозернистого строения из глинистых масс называют грубой керамикой, а изделия плотные, тонкозернистого строения, со спёкшимся черепком, водонепроницаемые, типа фарфорных, называют тонкой строительной керамикой. Однако такая классификация является условной и не отражает химической и минералогической природы керамических материалов.**

# Кирпич

**Основным видом стеновой керамики является кирпич глиняный обыкновенный (красный), имеющий форму параллелепипеда размером 250-120-65мм. С целью снижения объемного веса кладки и улучшения теплоизоляционных свойств разработаны различные разновидности кирпича, в том числе дырчатый, пористо-дырчатый, полуторный, пустотелые камни, по размерам кратные обычному кирпичу.**

**Кирпич изготавливают из глины с отощающими добавками (например, песок, шлак, гидратированная глина) или без них посредством формовки, сушки и обжига. Общая технологическая схема производства кирпича по «мокрому» или «пластичному» способу и включает следующие этапы:**

- ✓ добычу глины в карьере и транспортировку её на кирпичный завод;
- ✓ подготовку глины путём предварительного разрыхления и перемешивания с водой, отошающими и выгорающими добавками и нагревания паром. Выгорающие добавки (древесные опилки, уголь, шлак с остатками топлива и др.) придают изделию повышенную пористость, улучшают теплозащитные свойства и морозостойкость;
- ✓ формовку сырца с помощью ленточного пресса, из мундштука которого глиняная масса с влажностью (17-35%) выходит в виде ленты и затем разрезается на автоматическом резальном аппарате;
- ✓ сушку сырца в камерных или туннельных сушках;
- ✓ обжиг при 900-1100°C преимущественно в туннельных печах.

Кроме «мокрого» способа для изготовления кирпича широко применяется метод прессования, при котором сырец формуется из глиняной массы с влажностью 8-10% на специальных прессах под давлением 100-150 кг/см<sup>2</sup>.

# Черепица

**Черепица является керамическим материалом для покрытия скатов и коньков крыш. Благодаря своим низким эксплуатационным расходам, красивому и нарядному виду во многих районах нашей страны и за рубежом черепица долгое время являлась основным кровельным материалом и в настоящее время, её используют в больших количествах, как в сельском, так и в городском жилищном и промышленном строительстве.**

**Черепицу изготавливают только способом формования.**

**Предварительно подготавливают так называемую валяшку. Массу тщательно перерабатывают, мелкие каменистые включения удаляют на камневыведительных вальцах, глину проминают на бегунах. Обжиг черепицы проводят в тех же печах, что и кирпич, при температуре 1100°C.**

**На Палемонасском керамическом заводе (г. Каунас, Литва) впервые в мировой практике освоено производство черепицы с добавкой шламов от очистки сточных вод гальванических производств, в основном состоящих из гидрооксидов железа и содержащих в небольших количествах хром, медь, цинк, олово и другие металлы. Черепица при этом получается более высокого качества (за счет железа). Однако самое главное – это то, что высокотоксичные шламы гальванических производств переводятся в безвредную форму (оксиды, силикаты, алюминаты, ферриты и т.д., практически не растворимые в воде), т.е. решается важнейшая экологическая задача защиты окружающей среды от тяжелых металлов.**



# КЕРАМЗИТ

**Керамзит условно относят к керамическим материалам, поскольку сырьевые материалы и способы их получения, в том числе термическая обработка, подобны тем, которые применяются в технологии производства строительной керамики из легкоплавких глин. В настоящее время керамзит получают в огромных количествах.**

**Керамзитом называют искусственный пористый материал  
ячеистого строения, получаемый путем обжига.**

**Размер керамзитовых гранул (зёрен) обычно не превышает 40  
мм.**

**Зерна с меньшим размером называют керамзитовым гравием  
или щебнем, а материал с зернами меньше 5 мм –  
керамзитовым песком.**

**Керамзит применяют в качестве заполнителя для  
теплоизоляционных и конструктивных бетонов, а также для  
теплоизоляционных засыпок.**

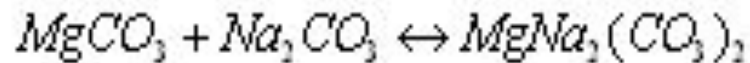
# Стекло

**Стекло – вещество, полученное при остывании расплава в виде изотропного, хрупкого, прозрачного или просвечивающегося тела.**

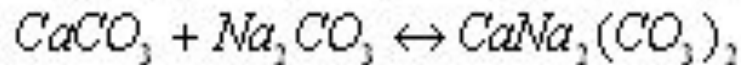
**В отличие от кристаллических плит, плавящихся при нагревании, стекло при повышении температуры постепенно размягчается вплоть до образования расплава, при этом постепенно изменяются свойства стекла. Переход стекла из жидкого состояния в твёрдое – обратимый процесс. Затвердевшее стекло, будучи переохлаждённой системой, находится в состоянии неустойчивого равновесия и при определённых температурных условиях может закристаллизоваться.**

**Процесс стеклообразования начинается при 1200-1240<sup>0</sup>С. Для шихт, содержащих кремнезём, углекислые кальций, магний и натрий, процессы, протекающие между компонентами шихты при нагревании, можно представить следующей схемой:**

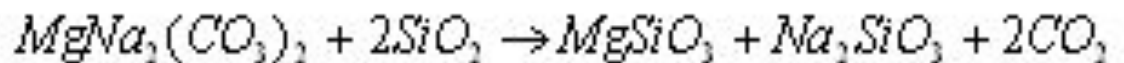
<300<sup>0</sup>С



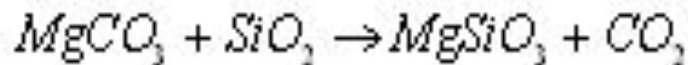
<400<sup>0</sup>С



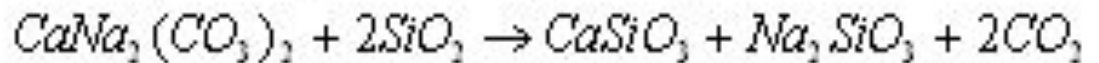
340-620<sup>0</sup>С



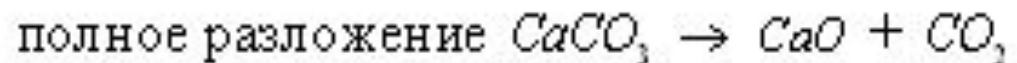
450-700<sup>0</sup>С



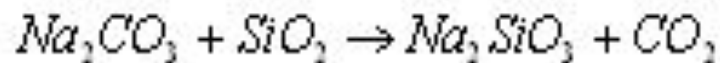
585-900<sup>0</sup>С



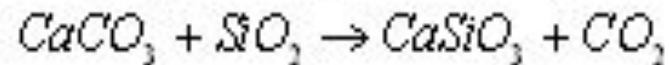
912<sup>0</sup>С



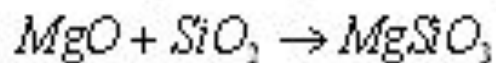
700-900<sup>0</sup>С



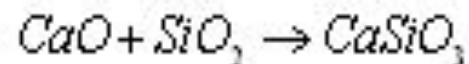
600-920<sup>0</sup>С



980-1150<sup>0</sup>С



1010-1150<sup>0</sup>С



1200-1240<sup>0</sup>С

стеклообразование.

# **Ситалл и шлакоситалл**

**Ситаллами называются кристаллические материалы, получаемые при введении в расплавленное стекло катализаторов, в результате чего в объёме материала возникают центры кристаллизации, на которых происходит рост кристаллов основной фазы. Термин «ситаллы» предложен профессором МХТИ им. Д.И. Менделеева И. И. Китайгородским и происходит от слов «стекло» и «кристалл».**

## **Экологические проблемы производства строительных материалов**

**Одна из основных экологических проблем производства строительных материалов связана с громадными объёмами производства, добычей и переработкой свыше 2 млрд. т природных материалов. Один из путей решения проблемы заключается в рекультивации нарушенных земель, устройстве прудов на месте карьеров и их использование для культурных целей, рыборазведения и т.д.**