

# Основные химические технологии

***Производство  
строительных  
материалов***

# Классификация по техническим признакам

1. Природные каменные материалы: рыхлые (песок, щебень, глина); штучные (мрамор, туф);
2. Неорганические вяжущие материалы (полученные на основе минерального сырья – портландцемент, известь, гипс).
3. Строительные растворы и бетоны на основе неорганических вяжущих: кладочные растворы, штукатурные растворы и т.д.
4. Керамические материалы и изделия, полученные из глин и обожженные (черепица, керамический кирпич, керамзит)
5. Материалы из минеральных растворов (минеральная вата)
6. Теплоизоляционные и акустические материалы и изделия как штучные, так и рыхлые (теплоизоляционный бетон, ячеистый - силакпор)
7. Битумные и дегтевые материалы и изделия на их основе для кровли и гидроизоляции (толь, рубероид)
8. Полимерные строительные материалы (лаки, краски, линолеум, плёнки)

# **Основные отрасли производства строительных материалов**

- **Горнодобывающая отрасль**  
промышленности строительных  
материалов:

около 8 тыс. разведанных месторождений  
с 34 видами полезных ископаемых,  
запасы которых являются сырьем для  
производства строительных материалов

# Основные отрасли производства строительных материалов

- **Производство теплоизоляционных материалов**

Классификация теплоизоляционных материалов:

- материалы на основе минеральных и стеклянных волокон;
- строительные пенопласты;
- теплоизоляционные бетоны;
- прочие материалы (на основе перлита, вермикулита и т. д.).

# Основные отрасли производства строительных материалов

- **Производство стеновых материалов**

Требования к стеновым материалам:

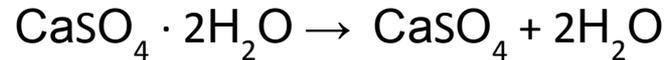
- высокий уровень теплозащиты у стеновых изделий;
- широкая цветовая гамма лицевых изделий;
- минимальные допуски по размерам у блоков и многопустотных камней.

# Основные отрасли производства строительных материалов

- **Неорганические вяжущие материалы**
  1. Воздушные (при затворении их водой образуют пластичное тесто, а со временем твердеют и набирают прочность только на воздухе).
  2. Гидравлические (при затворении их водой образуют пластичное тесто и со временем твердеют и набирают прочность, как на воздухе, так и в воде).

# Строительный гипс

- Гипсовые вяжущие вещества – это тонко измельченные продукты тепловой обработки двуводного сульфата кальция. Гипс получают в основном из горной породы, которая называется природный гипсовый камень ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- В результате тепловой обработки при 160 – 180 °С получается полуводный гипс:



- Строительный гипс используют как добавку в растворы, в бетоны, в качестве вяжущего материала, в гипсокартонных изделиях, при заливке полов, изготовлении сантехкабин.

- **Преимущества строительного гипса:**

- простота технологического процесса;
- быстрое схватывание и твердение, способствующее сокращению производственного цикла;
- низкая себестоимость продукции.

К недостаткам следует отнести низкую его водостойкость и невысокую прочность.

# Производство цемента

- Цементное производство России объединяет 50 действующих предприятий, из которых 46 имеют полный цикл производства, остальные 4— это помольные установки. Производство цемента постоянно растет и в 2015 г. составил 48 млн. т.
- Цемент не является природным материалом. Его изготовление - процесс дорогостоящий и энергоемкий. На выходе получают один из самых популярных строительных материалов, который используется как самостоятельно, так и в качестве составляющего компонента других строительных материалов.

**Цемент применяют** для производства бетонов, бетонных и железобетонных изделий, строительных растворов, асбестоцементных изделий.

# Цемент

- **Цемент** - это название группы гидравлических вяжущих веществ, главной составной частью которых являются силикаты и алюминаты кальция, образовавшиеся при высокотемпературной обработке сырьевых материалов, доведенных до частичного или полного плавления.
- **Портландцемент** — продукт тонкого измельчения портландцементного клинкера и гипса (от 1,5-5 % от массы клинкера). Гипс добавляют для регулирования сроков схватывания портландцемента.

# Цемент

В результате рационально подобранной и обожженной смеси образуются минералы портландцементного клинкера, придающие портландцементу вяжущие свойства:

- Алит ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ );
- Белит ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ );
- Трехкальциевый алюминат ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )
- Четырехкальциевый алюмоферрит ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )

При затворении водой эти минералы образуют нерастворимые соединения:

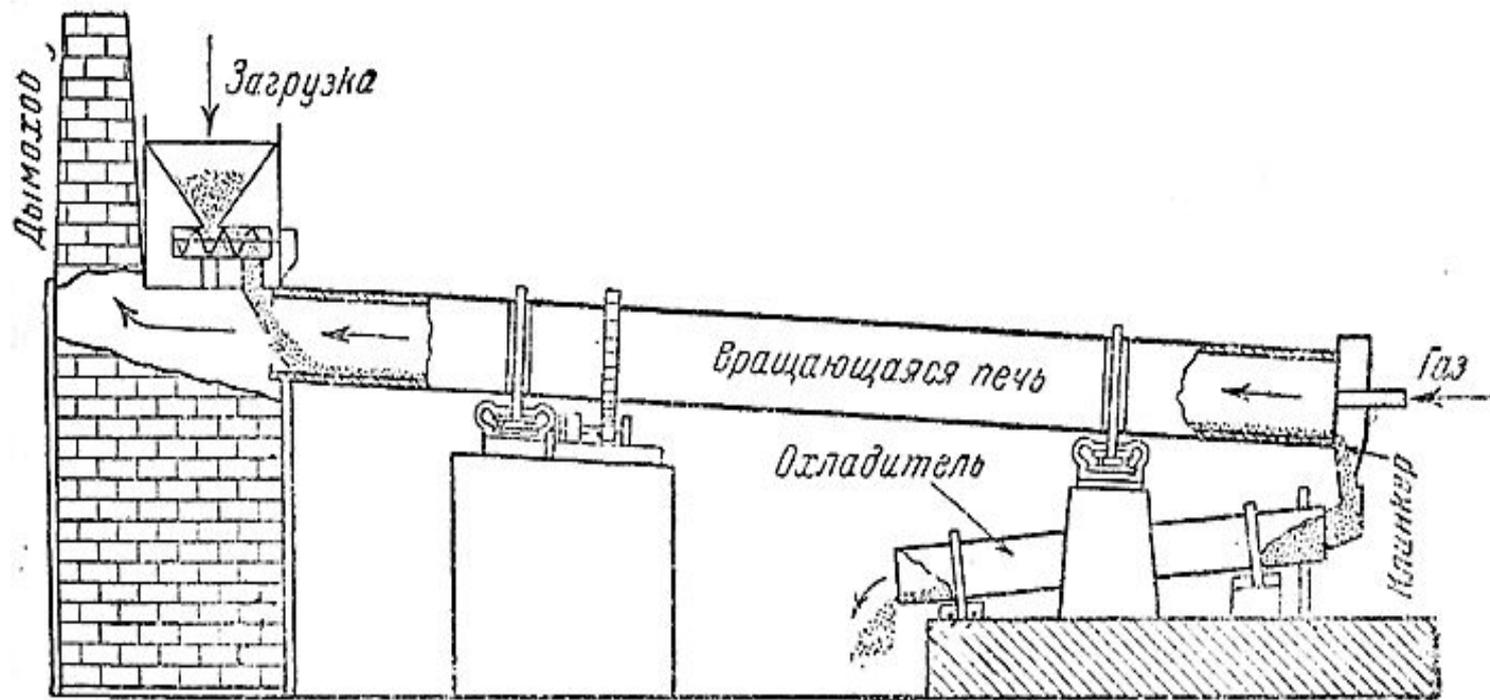
- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

# Цемент: способы производства

- Выбор способа зависит от вида сырьевых материалов и от общего технического уровня производства:
  1. Сухой (измельчение сырья без воды).
  2. Мокрый (измельчение сырья в присутствии воды).
  3. Комбинированный (смешанный) – измельчение сырьевых компонентов в присутствии воды и последующее ее отфильтровывание.

Самый важный и дорогой процесс при изготовлении  
портландцемента - обжиг

- Обжиг осуществляется во вращающихся печах



# Как обжигают?

- При производстве цемента смесь тонко измельченных известняка и богатой  $\text{SiO}_2$  глины обжигают до начала спекания (1400–1600 °С) во вращающихся печах (слегка наклонные, выложенные внутри огнеупорным кирпичом стальные трубы диаметром 2–3 м и длиной в несколько десятков метров).
- Печь лежит на роликах и приводится мотором в медленное вращение. В ее верхнюю часть непрерывно вводится исходная смесь, которая при постепенном продвижении вниз все более разогревается за счет тепла сгорающих в печи газов (или каменноугольной пыли).
- Обожженный продукт (цементный клинкер) после остывания тщательно перемалывается.

# Технологические свойства портландцемента

1. Тонкость помола (2800-3800 г/см<sup>3</sup>);
  2. Водопотребность (необходимое количество воды в процентах от массы цемента, для получения цементного теста нормальной густоты);
  3. Сроки схватывания (определяются с момента затворения портландцемента водой и до того момента, когда соответствующие приборы зафиксируют начало и конец схватывания);
  4. Прочность портландцемента на сжатие и изгиб;
  5. Активность и марка портландцемента.
- Марка определяется по пределу прочности на сжатие при соответствующей величине предела прочности при изгибе, округленная в меньшую сторону до ближайшей марки.

# Основные виды портландцемента

- быстротвердеющий цемент (БТЦ);
- высокопрочный цемент ВПЦ.
- шлакопортландцемент ШПЦ;
- сульфатостойкий портландцемент СПЦ;
- пуццолановый портландцемент ППЦ;
- расширяющийся портландцемент РПЦ;
- белый портландцемент БПЦ;
- на основе белого цветной ПЦ.

# Применение

- в бетонных и железобетонных конструкциях (блоки, стеновые, фундаментные, плиты стеновые, колонны, балки и т.д.).
- для бетонирования поверхностей;
- для замоноличивания стыков;
- для заделки различных скважин (нефтяных, газовых) и др.

# Производство стекла

- Стекло – аморфная субстанция, которая находится в твердом состоянии при температуре окружающей среды.
- Стекло получается в процессе охлаждения расплавов, которые имеют разный химический состав и обладают особенностями твердых тел.

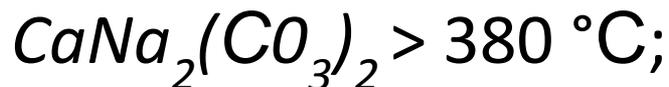
# Сырьё для производства стекла

- Стекло можно получить из различных оксидов, которые получают из многокомпонентной сырьевой смеси. Среди всего сырья выделяют основные и вспомогательные:
- К основным материалам относятся:
  - кварцевый песок;
  - сода и сульфат натрия;
  - доломит;
  - известняк;
  - поташ.
- Вспомогательные сырьевые материалы вводят в сырьевую смесь для ускорения процесса варки и придания стеклу специальных свойств (осветление, глушение, окрашивание).

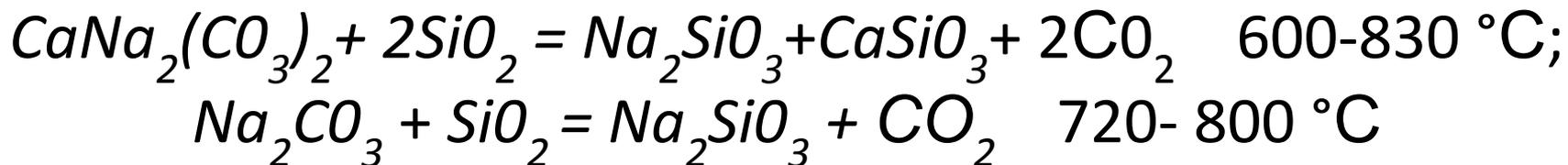
# Схема процессов силикатообразования

- В самом простом случае для трехкомпонентной шихты  $CaO-Na_2O-SiO_2$  она может быть представлена в такой последовательности:

образование двойного карбоната



образование силикатов



# Основные типы стекла

- кварцевое;
- известковое;
- свинцовое;
- энергосберегающее;
  - армированное;
- солнцезащитное;
  - гнутое;
  - листовое;
- бронированное;
- медицинское;
  - акриловое;
  - силикатное;
  - кварцевое;
  - оптическое.

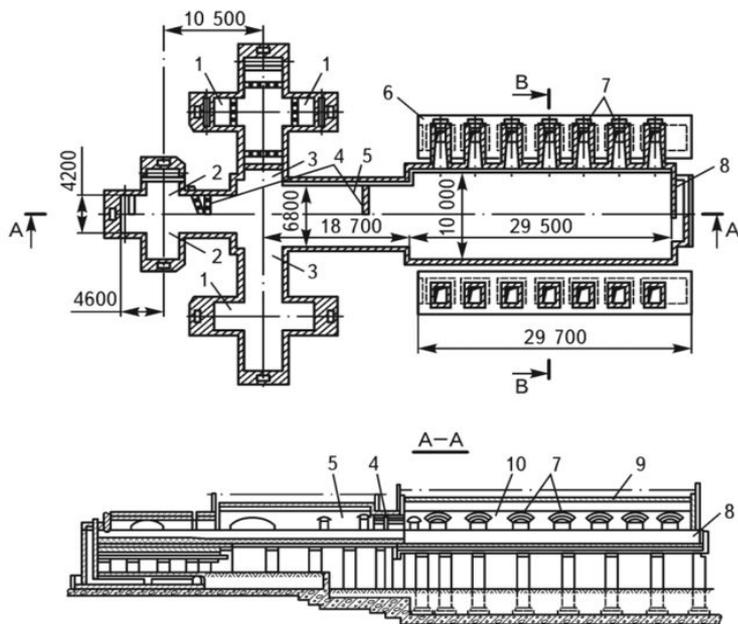
# Процесс получения стекла

включает:

- создание изначальной смеси компонентов;
- подготовка шихты к дальнейшей переработке;
- подача состава в специальную печь;
- выплавка стекла.

# Варка производится в специальных стеклоплавильных печах

- непрерывного (ванновые печи)
- периодического (ванновые и горшковые печи) действия.



Ванная печь непрерывного действия:  
1,2,3 - выработочные каналы; 4 -  
разделительные устройства; 5 - студочная часть  
печи; 6 - регенераторы; 7 - горелки; 8 -  
загрузочный карман; 9 - варочная часть печи; 10  
- свод печи

# Производство гипсокартона

- Гипсокартон состоит из склеенной с помощью гипсовой смеси картонных листов.

Гипсокартон используется для обшивки стен, создания многоуровневых потолочных конструкций, колон, перегородок, арок, ниш и прочих вариантов мебели. С помощью ГКЛ легко скрывают коммуникации или дефекты поверхности.

# Производство строительной арматуры

- Основное применение арматуры – придание дополнительной прочности и долговечности сооружениям из бетона. Она максимально близка к нему по коэффициенту теплового расширения, что дает возможность эффективного совместного использования.

# Производство строительной арматуры

- Разновидности арматуры:
  - горячекатаная
  - холоднодеформированная
- По применению разделяют на 4 группы:
  - рабочая – формирует каркас и задает форму железобетонным изделиям,
  - монтажная – позволяет закрепить основные элементы при бетонировании,
  - распределительная – способствует равномерному распределению нагрузки,
  - хомуты – связывает рабочие стержни в единый каркас.
- Непосредственно рабочая арматура делится еще на две группы:
  - продольную, предотвращающую появление вертикальных трещин,
  - поперечную, уменьшающую вероятность наклонного растрескивания.

# Производство кирпича

- Материалом для изготовления кирпича может быть большое количество сыпучих и измельчённых веществ, но самыми популярными являются глина и песок с известью.
- Красный керамический кирпич делают почти целиком из глины,
- Производство силикатного кирпича основано на смеси песка и извести. Характеристики такого материала несколько ниже, чем керамического, что компенсируется сравнительно низкой ценой.

# Производство керамического кирпича

- включает следующие стадии:

подготовка добавок

дробление глины

формование кирпича

сушка кирпича

обжиг кирпича

# Производство обоев

- Обои – отделочный материал на бумажной, тканевой, полимерной основе или в виде специального состава используемого для покрытия стен и потолка (жидкие обои).
- Самые распространенные бумажные обои производятся в виде бумажной полосы длиной от 7 до 18 м, шириной 500-1000 мм, с рисунком, наносимым с помощью специальных машин.
- Для нанесения рисунка используются от 1 до 20 красок, чем их больше, тем выше качество производимых обоев.

# Охрана окружающей среды

- Исключение пыли
- Охрана водных ресурсов, замкнутый водооборот
- Сокращение твердых отходов
- Исключение применения радиоактивных компонентов
- Снижение теплотдачи в окружающую среду
- Использование для производства стойтельных материалов вторичных материалов иной промышленности