

- ***Лекция № 8. Коллоидно-химическая теория схватывания и твердения вяжущих веществ***



Вяжущие строительные материалы могут быть неорганического и органического происхождения. Неорганическими вяжущими веществами называют порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой образуют пластично - вязкое тесто, способное со временем самопроизвольно затвердевать в результате физико-химических процессов. Переходя из тестообразного в камневидное состояние, вяжущее вещество скрепляет между собой камни либо

зерна песка, гравия, щебня. Это свойство вяжущих веществ используют для изготовления бетонов, силикатного кирпича, асбестоцементных и других необожженных искусственных материалов; строительных растворов — кладочных, штукатурных и специальных.



# Основы твердения неорганических вяжущих материалов

## *Основные стадии твердения вяжущих материалов*

По теории А. Байкова твердение вяжущих веществ идет в три стадии:

- 1) **Стадия затворения (насыщения)** соответствует замешиванию порошкообразного вяжущего с водой. Здесь идут процессы растворения вяжущего и образование насыщенного раствора, процессы гидролиза и гидратации. Для затворения берут ограниченное количество воды, необходимое для образования пластичной массы. Прочности пока нет.
- 2) **Стадия схватывания (коллоидации)** соответствует потере пластичности тестом, характеризуется выделением малорастворимых веществ из насыщенных растворов в коллоидном состоянии в виде гелей. Конец схватывания характеризуется полной потерей эластичности. Нарастает прочность, т.к. между веществами образуются кристаллические сrostки.
- 3) **Стадия твердения (кристаллизации)** соответствует нарастанию механической прочности и образованию камневидного тела, что происходит за счет кристаллизации коллоидных частиц из очень мелких в более крупные кристаллы, которые срастаются между собой, образуя твердый материал.

# Классификация вяжущих



I группа – гидратационные вяжущие		II группа – коагуляционные вяжущие	
воздушные	гидравлические	неорганические	органические
Гипсовые вяжущие	Гидравлическая известь	Глина	Битум Дегти
Воздушная известь	Романцемент		
Магнезиальные вяжущие	Портландцемент		
	Пуццолановый цемент		
	Глиноземистый цемент		
	Расширяющийся цемент		
	Автоклавные вяжущие		

**Гипсовые вяжущие вещества** – это вяжущие, состоящие, в основном, из полуводного гипса  $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$  или ангидрита  $CaSO_4$ . Сырьем для их получения служит горная порода – гипсовый камень, состоящий преимущественно из минерала, называемого собственно гипсом или двухводным сернокислым кальцием  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (иногда в качестве сырья используют ангидрит -  $CaSO_4$ , отходы промышленности в виде фосфогипса, борогипса).

### Гипсовые вяжущие вещества

#### высокообжиговые

применяют при устройстве бесшовных полов, в растворах для штукатурки и кладки, для изготовления декоративных изделий, в том числе – искусственного мрамора.

#### низкообжиговые

применяют для изготовления элементов стен, перегородок, широко используют в отделочных работах.



*Воздушная известь* представляет собой продукт умеренного обжига (при температуре 900-1200<sup>0</sup>С) кальциевых и кальциево-магниевых карбонатных горных пород: известняка, мела и др. Основной составляющей этих пород является карбонат кальция -  $CaCO_3$ .

Продукт обжига карбонатных пород называют комовой негашеной известью.

Этот продукт получается в виде пористых кусков, способных активно взаимодействовать с водой (процесс называется гашением). Продукт гашения  $Ca(OH)_2$  имеет вид мелких частиц размером в несколько микрон.

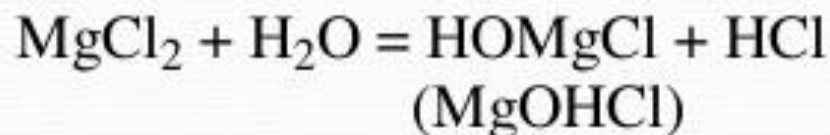
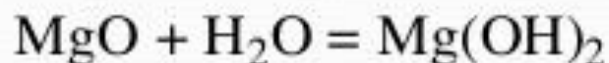
Большое количество извести идет на изготовление силикатного кирпича и силикатных бетонов: ячеистых, легких, тяжелых. Известь применяется также для получения вяжущих, используемых в бетонах невысоких марок и в строительных растворах.

## Магнезиальные вяжущие

Магнезиальные вяжущие вещества получают обжигом магнезита ( $\text{MgCO}_3$ ) при температуре 750-850°C:

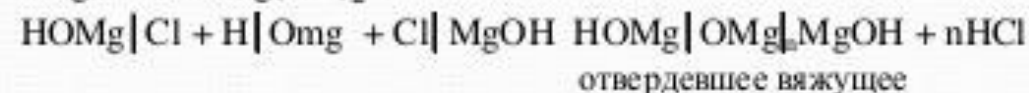
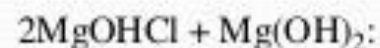


Магнезит при прокаливании превращается в каустический магнезит ( $\text{MgO}$ ), который используется для приготовления магнезиальных вяжущих веществ. В случае затворения водой каустического магнезита процессы гидратации протекают очень медленно.



Здесь гидролиз останавливается на первой ступени

### Твердение магнезиальных вяжущих веществ





## *Гидравлическая известь*

Сырьем для получения гидравлической извести служит мергелистый известняк с содержанием (наряду с  $CaCO_3$ ) глины в пределах 6-20 %.

В процессе обжига при температуре 900-1100 °С часть образующегося  $CaO$  остается в свободном состоянии, а часть соединяется с оксидами  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , входящими в состав глинистых минералов, с образованием силикатов ( $2CaOSiO_2$ ), алюминатов ( $CaOAl_2O_3$ ) и ферритов ( $CaOFe_2O_3$ ) кальция. Эти соединения придают извести гидравлические свойства. Гидравлическую известь применяют для приготовления водостойких строительных растворов, бетонов низких марок и бетонных камней.



## *Романцемент*

Романцемент – гидравлическое вяжущее вещество, получаемое обжигом не до спекания (в пределах 800-1100<sup>0</sup>С) известняковых или магнезиальных мергелей, содержащих в своем составе более 20 % глины. В романцементе оксид кальция почти полностью связывается в силикаты ( $2CaO \cdot SiO_2$ ), алюмосиликаты ( $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ), алюминаты ( $CaO \cdot Al_2O_3$ ,  $5CaO \cdot 3Al_2O_3$ ), ферриты ( $2CaO \cdot Fe_2O_3$ ) и алюмоферриты кальция ( $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ); благодаря этому вяжущее имеет способность к гидравлическому твердению. Именно поэтому романцемент многие десятилетия использовался при возведении наземных и подземных частей зданий и сооружений как вяжущее для бетонов и растворов. В современных технологиях он практически отсутствует, так как из того же сырья намного эффективнее производить портландцемент.

**Портландцемент** – это основной вид вяжущего в современном строительстве.

Портландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера с гипсом, а иногда и со специальными добавками. Сложный минералогический состав обеспечивает цементу наиболее благоприятное сочетание свойств: высокие показатели прочности, водостойкости, морозостойкости и др.





## *Глиноземистый цемент*

Глиноземистый цемент – гидравлическое вяжущее вещество, отличающееся высокой прочностью и быстрым твердением. С учетом высокой стоимости и специфических особенностей глиноземистый цемент имеет ограниченное применение, например, при производстве аварийных работ, то есть там, где в короткий срок требуется достижение высокой прочности. Этот цемент эффективен в жаростойких бетонах и растворах.

## *Расширяющиеся и безусадочные цементы*

Эти виды цементов относятся к числу смешанных вяжущих.

К числу расширяющихся относятся напрягающий цемент, состоящий из 65-75 % портландцемента, 12-20 % глиноземистого цемента и 5-10 % гипса, который, будучи затворенный водой, сначала твердеет и набирает прочность. Эффект расширения полностью компенсирует усадку и напрягает арматуру в железобетоне. Самонапряженный железобетон применяют в напорных трубах, в монолитных и сборных резервуарах для воды.