- ***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 сростки.

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 веществ

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

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 двуводным 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^{0}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 ($MgCO_3$) при температуре 750-850ºС:

$$MgCO_3 \xrightarrow{t} MgO + CO_2\uparrow$$

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

$$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$$

$$MgCl_2 + H_2O = \underset{(MgOHCl)}{HOMgCl} + HCl$$

Здесь гидролиз останавливается на первой ступени

Твердение магнезиальных вяжущих веществ

$2MgOHCl + Mg(OH)_2$:

$HOMg|Cl + H|Omg + Cl|MgOH \quad HOMg|OMg|_nMgOH + nHCl$

отвердевшее вяжущее

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 ^{0}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 ($2CaO \cdot SiO_2$), алюминатов ($CaO \cdot Al_2O_3$) и ферритов ($CaO \cdot Fe_2O_3$) 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^{0}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.