

Неорганические (минеральные) вяжущие вещества

Лекция 6. Неорганические (минеральные) воздушные вяжущие вещества

6.1. Общие сведения

Строительными вяжущими веществами называют материалы, предназначенные для связывания разнородных компонентов в штучные конгломераты. По составу их можно разделить на две большие группы: неорганические (минеральные) и органические.

Штучные конгломераты: бетоны, растворы, мастики и т.д.

Неорганическими вяжущими веществами называют порошкообразные материалы, которые при замешивании с водой (гипс, известь, цемент) или с водными растворами солей (магнезиальные, шлакощелочные вяжущие, кислотостойкий цемент) образуют пластично-вязкое тесто, способное вследствие физико-химических процессов самостоятельно твердеть и переходить в камнеподобное состояние (Рис. 6.1.).



а).



б).



в).

Рис. 6.1. Карьеры по добыче гипса а – закрытый способ; б – открытый способ; в - открытый карьер для добычи известняка

6.2. Классификация неорганических вяжущих веществ

Неорганические вяжущие вещества в зависимости от условий твердения и прочности во времени делят:

- Воздушные вяжущие вещества**, которые могут твердеть и длительное время сохранять прочность только на воздухе. Их применяют в надземных сооружениях, которые не подвержены воздействию воды. К ним принадлежат гипсовые вяжущие материалы $\text{CaSO}_4 \times 0,5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и воздушная строительная известь CaO .

магнезиальные вяжущие CaSO_4 и жидкое стекло – силикат натрия или калия (в виде водного раствора). MgO
- Гидравлические вяжущие вещества** твердеют и сохраняют прочность, а иногда и повышают ее во времени не только на воздухе, но и в воде. Их применяют в надземных, подземных и других сооружениях, которые попадают под воздействие воды. К гидравлическим вяжущим принадлежит гидравлическая известь, большинство цементов.

3. Вяжущие автоклавного твердения – это вещества, способные твердеть и давать твердый цементный камень в автоклавах при температуре $175,8 \pm 1,3$ МПа и влажности. К таким вяжущим принадлежат извести кремнеземистые, извести зольные, извести шлаковые вяжущие, нефелиновый цемент.

6.3. Сырье для производства неорганических вяжущих.

Сырьем для производства неорганических вяжущих веществ являются горные породы и побочные продукты промышленности. Из горных пород применяют:

- сульфатные - двухводный гипс, ангидрит;
- карбонатные – известь; мел;
- алюмосиликаты – глины, глинистые сланцы;
- кремнеземистые – кварцевый песок, вулканический пепел и др.

Из побочных продуктов производства неорганических вяжущих применяют металлургический и другие шлаки, золы ТЭЦ, фосфогипс и др.

6.4. Гипсовые вяжущие.

6.4.1. Состав и сырье для приготовления гипсовых вяжущих.

Гипсовые вяжущие вещества – это воздушные вяжущие, которые состоят, в основном, из полуводного гипса или ангидрита. Их получают в результате тепловой обработки и размельчения. Сырьем для гипсовых вяжущих в основном являются горные породы – гипс, который состоит из минерала гипса и некоторых отходов промышленности.

В зависимости от температуры тепловой обработки сырья гипсовые вяжущие делят на две группы: низко- и высокообжиговые.

6.4.2. Низкообжиговые гипсовые вяжущие.

Низкообжиговые гипсовые вяжущие получают тепловой обработкой природного гипса при низких температурах ($110 \div 160^\circ C$) :



К низкообжиговым вяжущим веществам принадлежат:

- строительный;
- формовочный;
- высокопрочный гипс.

Строительный гипс изготавливают низкотемпературным обжигом гипсовой породы в варильных казанах или печах, сначала размельчая, а затем нагревая. Вода из сырья выделяется в атмосферу в виде пара. Гипсовое вяжущее состоит, в основном, из мелких кристаллов β -модификации $CaSO_4 \cdot 0,5 \cdot H_2O$. В затвердевшем состоянии имеет невысокую прочность ($2 \div 16 \text{ МПа}$). Применяется для приготовления гипсовой штукатурки, плит, панелей при влажности до 65%.

Формовочный гипс состоит также преимущественно из β -модификации $CaSO_4 \cdot 0,5 \cdot H_2O$, отличаясь от строительного гипса тонкостью помола. Его применяют для приготовления форм в керамической и фарфорофаянсовой промышленности.

Высокопрочный гипс получают в автоклавах и состоит он в основном из α -модификации $CaSO_4 \cdot 0,5 \cdot H_2O$ в виде крупных и плотных кристаллов. Прочность на сжатие ($15 \div 25 \text{ МПа}$) а при специальных технологиях - ($60 \div 70 \text{ МПа}$). Такой гипс выпускается лишь в небольших количествах и используется в металлургической промышленности для изготовления форм (Рис. 6.2.).

Рис. 6.2. Гипс: а – строительный; б – формовочный; г - высокопрочный

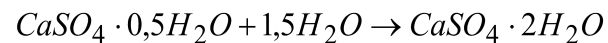


6.4.3. Высокообжиговые гипсовые вяжущие.

Высокообжиговые гипсовые вяжущие вещества изготавливают обжигом гипсового камня при высокой температуре ($600 \div 950^{\circ}\text{C}$). Они состоят преимущественно из ангидрита CaSO_4 . Высокообжиговый гипс медленно схватывается (не ранее, чем через 2 часа) и прочность на сжатие несколько выше ($10 \div 20 \text{ МПа}$), чем строительного гипса. Его применяют в растворах для штукатурки и кладки, для приготовления «штукатурного мрамора».

6.4.4. Твердение гипсовых вяжущих

Твердение гипсовых вяжущих происходит вследствие растворения полуводного (полугидрата) и образования насыщенного раствора, в котором происходит реакция гидратации с образованием двуводного сернокислого кальция:



Можно выделить три этапа твердения гипсовых вяжущих:

- Подготовительный – образование насыщенного раствора.
- Период коллоидации (схватывание)– переход новообразований в гелеподобное состояние.
- Период кристаллизации – перекристаллизации коллоидных частиц в большие кристаллы и образование сростков (Рис. 6.3.)..

На практике строительный гипс требует воды, а высокопрочный . За счет большого количества несвязанной воды гипс обладает большой пористостью.

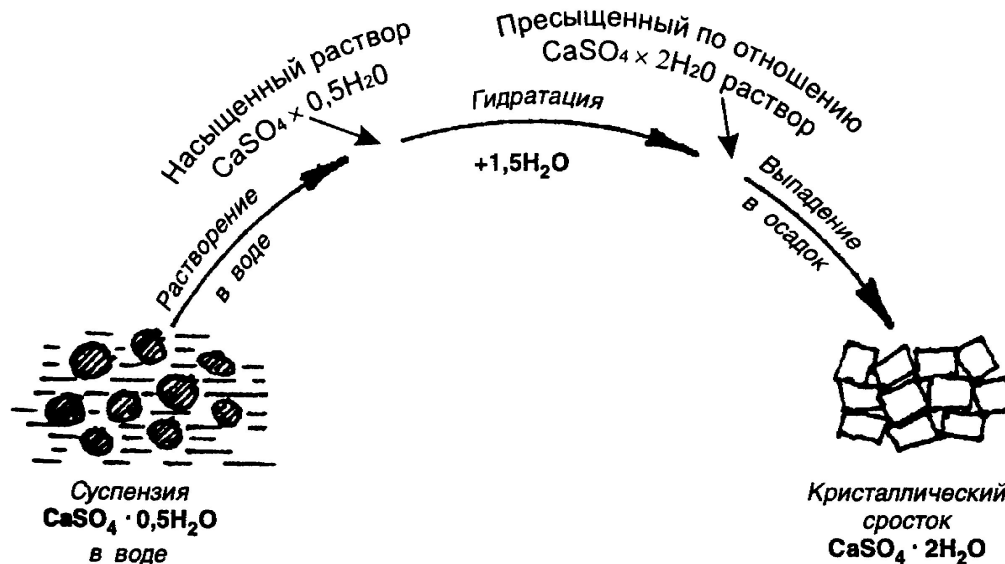


Рис. 6.3. К процессу твердению гипсовых вяжущих веществ

6.4.5. Основные свойства гипсовых вяжущих.

А). *Тонкость помола* характеризуется массой гипсового вяжущего, которая остается вследствие просеивания на сите с отверстиями диаметром 0,2 мм.

В зависимости от степени помола разделяют вяжущие:

Помол	Грубый	Средний	Тонкий
Остаток на сите	≤ 23%	≤ 14%	≤ 2%
Класс	I	II	III

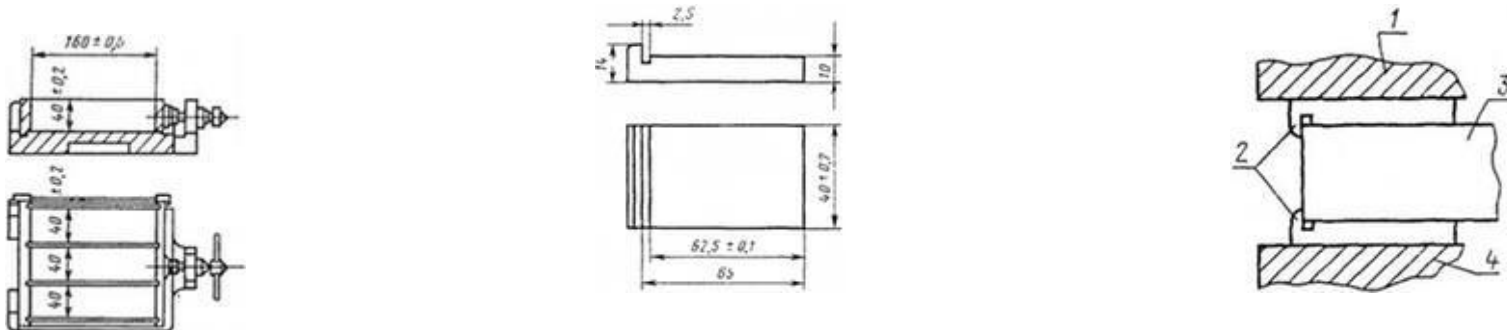
Б) По срокам схватывания бывают вяжущие:

Вид вяжущего	Индекс	Сроки схватывания	
		начало	конец
Быстрохватывающийся	А	≥ 2 мин	≤ 15 мин
Нормальнотехватывающийся	Б	≤ 6 мин	≤ 30 мин
Медленнотехватывающийся	В	≥ 30 мин	Не нормируется

В) *Прочностные характеристики* гипсового вяжущего определяют, испытывая образцы-балочки размером $40 \times 40 \times 160$ мм из гипсового теста стандартной консистенции через 2 часа после приготовления. Для гипсовых вяжущих установлены следующие марки в зависимости от пределов прочности на сжатие :

Г – 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 13; 16; 19; 22; 25.

Рис. 6.4. К определению прочности гипса: а – формы для гипса; б – передаточные пластины; в – схема испытания гипса: 1 – щеки прессы; 2 – передаточные пластины; 3 – полубалочка



а.

б.

в.

Г) **Водопотребление** гипсового вяжущего определяется количеством воды (% по массе) необходимой для использования гипсового теста стандартной консистенции (диаметр расплыва 180 ± 5 мм).

Маркировка гипсового вяжущего дает информацию о его основных свойствах.

Например, $\Gamma-5-A-II$ - гипсовое вяжущее марки 5, быстротвердеющее, среднего помола.

Твердея, расширяется до 1% поэтому гипсовые отливки хорошо заполняют форму и передают очертания. По мере высыхания трещин не образуется.

Примечание: изготавливают гипсовую штукатурку, перегородки, стены и панели, вентиляционные коробки и другие детали в зданиях и сооружениях.

6.5. Воздушная известь.

6.5.1. Воздушная известь и ее свойства

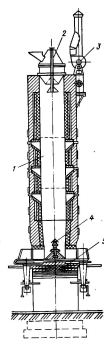
Воздушная строительная известь – продукт обжига при температуре $1000 \div 1200^{\circ}\text{C}$ (до полного выделения углекислого газа) кальциево-магниевого пород, в которых содержание глиняных примесей не более 6%:



Кальциево-магневые породы – известняк, мел, известняк-ракушечник.

Сырье обжигают в печах разных конструкций: шахтных, напольных, вращающихся и др. Наиболее распространены шахтные печи, которые работают непрерывно: в верхнюю часть загружают известняк, антрацит или кокс, а с нижнего извлекают готовый продукт. Воздух необходимый для горения, поступает снизу. Недообжиг или переобжиг известняка в печи снижает его качество. Особенно небезопасным является его переобжиг, поскольку тогда частички извести медленно гасятся, увеличиваясь в объеме. Это приводит к образованию трещин в штукатурке и изделиях.

Продукт обжига кроме основной составляющей CaO содержит некоторое количество оксида магния MgO . В зависимости от соотношения MgO и фракционного состава воздушную известь делят на виды.



а. б. в.

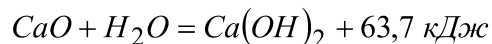
Рис. 6.5. а - шахтная печь для обжига извести: 1 — шахта; 2 — загрузочный механизм; 3 — дымосос; 4 — гребень для подачи воздуха; 5 разгрузочный механизм; б – общий вид; в – яма для гашения извести.

6.5.2. Виды воздушной извести

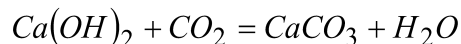
Соотношение чистых оксидов $CaO + MgO$ в начальном количестве извести называют ее активностью. В зависимости от активности и соотношением непогашенных зерен определяют сорт извести (I – 90%, II – 80%, III – 70%).

Вследствие смешивания с водой непогашенной извести (1 л воды на 1 л извести) образуется тонкий пушистый порошок (пушонка) или гидратная известь. Если количество воды увеличить до 2÷3 л на 1 кг, то получают известковое тесто.

Реакция гашения идет по следующей схеме:



Гашеная известь, смешанная с песком и другими заполнителями, образует строительный раствор, способный медленно твердеть:



Молодую (порошкообразную) негашеную известь добавляют в строительные растворы и бетоны. При этом происходит гидратация и выделяется тепло, которое затрачивается на выпаривание излишка влаги в растворе, это способствует быстрому твердению и высыханию.

6.5.3. Достоинства и недостатки воздушной извести. Применение.

Достоинством извести является его высокая пластичность, которая придает растворам и бетонам на его основе удобоукладываемость. Кроме того, ее высокая водопотребность предотвращает расширение смесей.

Недостатки извести – прочность и водостойкость материалов на ее основе невелика.

Воздушная известь применяется для приготовления штукатурных и кладочных растворов, а также изготовления штучных бетонных изделий, силикатного кирпича и других извести песчаных изделий автоклавного твердения.

Примеры автоклавов и ям для гашения извести

