

# Вяжущие вещества

**Для изменения свойств цементов на основе  
портландцементного клинкера в технологии можно:**

1. Изменить минералогический состав клинкера  
(путем изменения химического состава сырьевой смеси);
2. Вводить при помоле клинкера различные добавки;
3. Увеличить тонкость помола.

В связи с этим получают широкую номенклатуру цементов

## **1 группа. Цементы с введением при помоле минеральных добавок (как компонентов вещественного состава)**

### **Цементы с активными минеральными добавками**

**Активными минеральными добавками** называются природные или искусственные вещества, которые в тонкомолотом виде:

- 1. Самостоятельно твердеют**
- 2. При смешивании с портландцементом повышают стойкость цементного камня в пресных и минерализованных водах**

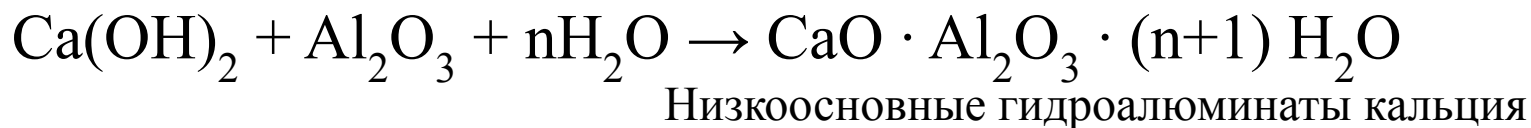
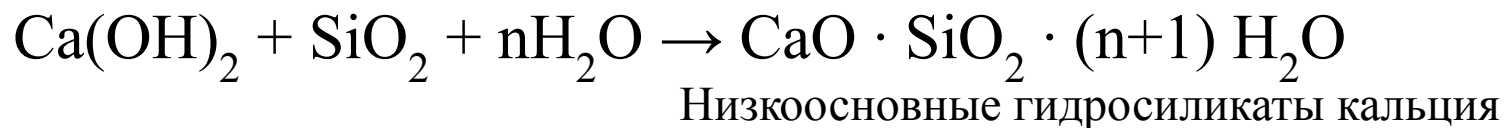
К АМД относятся природные или искусственные материалы:

### **Природные:**

- Горные породы вулканического происхождения (пеплы, туфы);
- Горные породы осадочного происхождения (диатомиты).

**Искусственные:** *обожженные глины, кремнеземистые отходы, кислые золы, гранулированные доменные шлаки*

АМД содержат в своем составе **активные** (т.е. способные к химическим реакциям) компоненты, чаще всего **SiO<sub>2</sub>** и **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, которые взаимодействуют с **Ca(OH)<sub>2</sub>**:



При твердении портландцемента АМД в его составе взаимодействуют с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , выделяющемся при гидролизе алита, в результате вместо минерала *портландита*  $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$  образуются устойчивые гидросиликаты и гидроалюминаты кальция – малорастворимые соединения, возрастает водостойкость цементного камня и стойкость к коррозии

### **Виды цементов с АМД**

- Портландцементы с активными минеральными добавками (ПЦ Д5, ПЦ Д20) – добавок соответственно не более 5 % и не более 20 %
- Шлакопортландцемент (ШПЦ) – добавка шлаков свыше 20 и до 80 %
- Пуццолановый портландцемент (ППЦ) – добавки свыше 20 и до 40 %

Кроме активных минеральных добавок при помоле могут вводиться:

**- Инертные минеральные добавки (микронаполнители) –**  
*микрокремнезем, известковая мука.*

Добавки экономят клинкер, уменьшают усадку цемента при твердении, повышают плотность структуры

## **2 группа. Цементы с введением при помоле добавок поверхностно-активных веществ**

(не являются компонентами *вещественного состава*,  
т.к. вводятся в количестве *не более 0,3 %* от массы цемента)

**ПАВ** – органические вещества с поверхностно-активными свойствами, при помоле адсорбируются на поверхности зерен цемента, а при затворении цемента водой, изменяют поверхностное натяжение на границе раздела фаз «Т-Ж»

**По механизму действия** делятся на две группы:

**гидрофилизирующего и гидрофобизирующего типа**



## **ПАВ гидрофилизирующего типа:**

Улучшают смачиваемость поверхности зерен цемента водой

Снижают водопотребность цемента: **увеличивают подвижность теста** или **снижают В/Ц отношение** при нормальной густоте теста

По основному эффекту действия добавки носят название **Пластифицирующих**

- Пластифицированный портландцемент (ПЦ ПЛ)
- Вяжущее низкой водопотребности (**ВНВ**) – нормальная густота теста *16 %*, когда как у обычного ПЦ – *24-30 %*  
*\*уменьшение нормальной густоты цементного теста на 1 % понижает водопотребность бетонной смеси на 2 - 5 л / м<sup>3</sup>, что приводит к уменьшению расхода цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона*

## **ПАВ гидрофобизирующего типа:**

Уменьшают смачиваемость поверхности водой, в результате:

- *Снижается гигроскопичность цемента (увеличивается срок хранения без потери активности)*
- *Снижается водопотребность цемента*
- *Увеличивается морозостойкость цементного камня*

Пример, гидрофобный портландцемент (ПЦ ГФ)

**3 группа. Цементы на основе портландцементного клинкера  
нормированного минералогического состава  
(в частности алита и трехкальциевого алюмината)**

**1. Быстротвердеющие портландцементы:**

- Быстротвердеющий (ПЦ Б) *алита* > 50 %,  $C_3A = 8-10$  %;
- Особобыстротвердеющий (ПЦ ОБ) *алита* > 55 % (до 65 %),  
 $C_3A > 10$  %;

Тонкость помола выше, чем у обычных цементов  
(350-400 м<sup>2</sup>/кг вместо 280-350 м<sup>2</sup>/кг)

Для ПЦ Б нормируется прочность в возрасте 3 сут и 28 сут

Для ПЦ ОБ нормируется прочность в возрасте 1 сут и 28 сут

**2. Высокопрочные портландцементы ПЦ ВП**

содержание *алита* > 60 %,  $C_3A = 8-10$  %,  $AMД \leq 5$  %

**3. Сульфатостойкие портландцементы (ПЦ СС) и  
шлакопортландцемент (ШПЦ СС)**

также нормируется содержание алита и  $C_3A$   
в зависимости от условий эксплуатации

**4. Другие портландцементы (ПЦ для дорог,  
для производства труб, шпал, опор мостовых конструкций)**

**Особый вид портландцементов – белый и  
цветные портландцементы**

**Модифицированные портландцементные клинкеры** –  
получают введением в сырьевую смесь добавок

- **Алинитовый цемент** (на основе алинитового клинкера) –  
сырьевая смесь + **добавки хлорида кальция или магния**  
=> снижение температуры обжига до 1050 – 1150 °С  
=> образование 60-80 % хлорсиликата кальция – алинита,  
а также хлоралюмината.

- **Цемент с регулируемым сроком схватывания**  
сырьевая смесь + **добавки фторидов**  
=> образование 5-30 % фторалюминатов кальция,  
при помеле повышенное количество ангидрита  
для образования этtringита

## **Цементы на основе глиноземистого клинкера**

Глиноземистый клинкер отличается от портландцементного тем, что в нем преобладают **низкоосновные алюминаты кальция**, главным образом, одноосновный алюминат кальция –



Для получения глиноземистого клинкера используется другая по составу сырьевая смесь:

*смесь бокситов (источник  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и известняков*

Обжиг ведется до спекания ( $t=1300$  °С – клинкер) или до плавления смеси ( $t=1400$  –  $1600$  °С – глиноземистый шлак)

Помол клинкера – без гипса и АМД

**Виды цементов** на основе глиноземистого клинкера:

- Глиноземистый цемент (на основе глиноземистого клинкера)
- Высокоглиноземистый цемент (на основе шлака)

Твердение глиноземистого цемента – очень интенсивное  
(быстрый набор прочности в ранние сроки) – марка  
определяется в возрасте **3 суток**

Очень чувствителен к условиям твердения

Наиболее благоприятные условия твердения – **t = 20-25 °С** и  
**высокая влажность**

При повышении температуры выше 25 °С прочность падает  
(не применяется ТВО)

*Очень высокое тепловыделение при твердении*  
(в 1,5 раза больше, чем у ПЦ)

Достоинства:

**Сульфато-, водо-, воздухо-, морозостоек**

Недостатки:

**Некислотостоек, нещелочестоек**

# Основные свойства клинкерных цементов

1. Главным обязательным показателем качества всех цементов являются **прочность на сжатие и (или) изгиб (МПа)**

По прочности на сжатие цементы подразделяют **на классы:**

22,5 32,5 42,5 52,5 (МПа)

**Активность цемента** – фактическая прочность на сжатие образцов из стандартного цементного раствора, изготовленных и испытанных в стандартных условиях (t, W)

2. По скорости твердения общестроительные цементы подразделяют на:

- **нормальнотвердеющие** – с нормированием твердения в возрасте 7 и 28 суток

- **быстротвердеющие** – с нормированием прочности в возрасте 2 и 28 суток



**3. По срокам схватывания** цементы подразделяют на:

- **Медленно твердеющие** – с нормированным сроком начала схватывания более 2 часов

- **Нормально схватывающиеся** – с нормированным сроком начала схватывания от 45 минут до 2 часов

у портландцементов – Н.схв. – не ранее 45 минут,

К.схв. – не позднее 10 часов

- **Быстро схватывающиеся** – с нормированным сроком начала схватывания менее 45 минут

**4. Тонкость помола** – показатель дисперсности цемента

Для ПЦ через сито №008 должно проходить не менее 85 % пробы (остаток на сите не должен превышать 15 %)