

# Гидравлические вяжущие вещества

# Историческая справка

- ▶ Древний Рим – пуццолановое вяжущее – смесь извести с пеплом вулкана Везувия
- ▶ Средневековая Россия – цемянка - смесь извести с молотым боем кирпича
- ▶ Современные известьсодержащие гидравлические вяжущие получают совместным помолом негашеной извести (10...30%), гидравлической добавки (70...85%), и гипса (5%). Являются низкомарочными и используются как местный строительный материал

# Гидравлические добавки

- Известково-пуццолановые – вулканический пепел, пемза, туф, диатомиты
- Известково-шлаковые – доменный гранулированный шлак

## Твердение

На начальной стадии (7дней) они твердеют на воздухе, а затем могут твердеть и эксплуатироваться во влажных условиях

По прочности на сжатие в возрасте 28 суток они делятся на марки 50, 100, 150, 200.

- ▶ **Гидравлическая известь (романцемент)** - вяжущие вещества, получаемые при обжиге при температуре 900...1100°C мергелистых известняков, содержащих 8...20% (более 20%) глины.
- ▶ Марки по прочности М25, 50, 100
- ▶ Применяют для приготовления кладочных растворов

# Портландцемент

► **Портландцемент** – гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким помолом портландцементного клинкера с гипсом (1,5...3%). Клинкер получают во вращающихся печах обжигом до спекания при температуре (1400°C) сырьевой смеси известняков (75%) и глины (25%).

## Химический состав клинкера

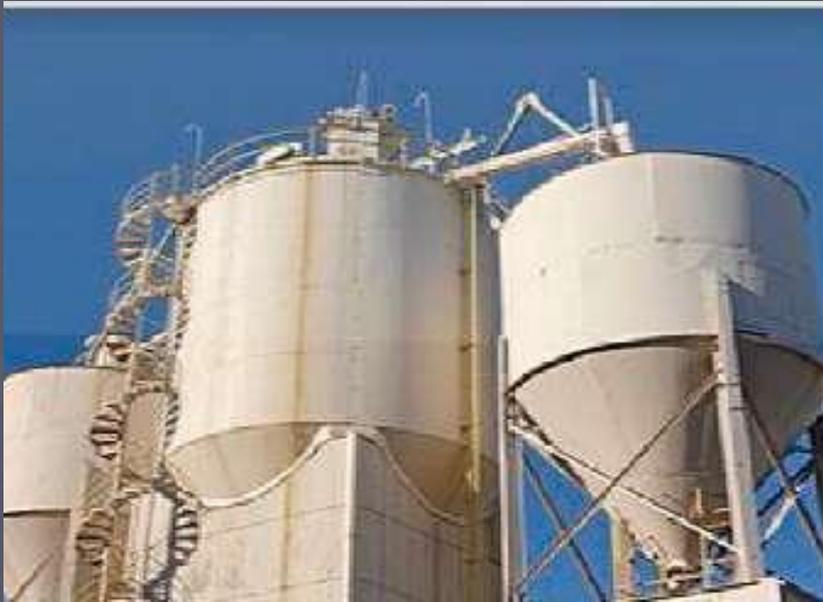
CaO – 62...68%, SiO<sub>2</sub> – 18...26%,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4...9%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2...6%.



# Минералы портландцементного клинкера

Название минерала	Химическая формула	Кол-во %
Трехкальциевый силикат (алит)	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C <sub>3</sub> S)	42-65
Двухкальциевый силикат (белит)	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C <sub>2</sub> S)	12-35
Трехкальциевый алюминат	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C <sub>3</sub> A)	4-14
Четырехкальциевый алюмоферрит	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C <sub>4</sub> AF)	10-18

- ▶ Свойства портландцемента зависят от минерального состава и тонкости помола клинкера.
- ▶ Портландцемент хранят в силосах, перевозят автомобилями-цементовозами или упакованным в бумажные или полиэтиленовые мешки



# Свойства портландцемента

- Средняя плотность 2900...3200кг/м<sup>3</sup>
- Насыпная плотность 1000...1100кг/м<sup>3</sup>
- Тонкость помола характеризуется количеством цемента, проходящим через сито №008 (не менее 85%)
- Водопотребность 22-26%
- Сроки схватывания
  - начало схватывания не ранее 45 минут
  - конец схватывания не позднее 10 часов

# Свойства портландцемента

- ▶ Прочность определяют испытанием образцов-балочек размером  $40 \times 40 \times 160$ , изготовленных из цементно-песчаного раствора соотношения 1:3, на сжатие и изгиб в возрасте 28 суток.
- ▶ Марки по прочности М400, 500, 550, 600.
- ▶ Твердение сопровождается выделением тепла и усадкой.

# Разновидности портландцемента

- ▶ **Быстротвердеющий портландцемент** отличается быстрым набором прочности в первые дни твердения за счет повышенного содержания  $C_3S$  и  $C_3A$ . Прочность в возрасте 3 суток – 25...28МПа.
- ▶ М400, 500.
- ▶ Применяют для изготовления сборных железобетонных конструкций повышенной отпускной прочностью; в монолитном домостроении

# Разновидности портландцемента

► **Пластифицированный ПЦ** получают добавляя при помоле клинкера ПАВ в количестве 0,15...0,25% от массы цемента. Повышает пластичность смесей, позволяет экономить вяжущее.

► **Гидрофобный ПЦ** получают добавляя при помоле гидрофобные добавки (асидол, мылонафт) в количестве 0,05...0,5% от массы цемента.

Не слеживается и не теряет активности при длительном хранении, в т.ч. во влажных условиях

# Разновидности портландцемента

- ▶ **Сульфатостойкий ПЦ** изготавливают из клинкера с пониженным содержанием  $C_3S$  (не более 50%) и  $C_3A$  (не более 5%). Характеризуется повышенной стойкостью бетона к коррозии. Марки М300, 400, 500.
- ▶ **Белый ПЦ** получают из белых глин и чистых известняков (мела). Применяют для получения цветных цементов. Используют для отделочных работ

# Портландцементы с

## минеральными добавками

► **Шлакопортландцемент** получают совместным помолом доменного шлака (21...80%), ПЦ клинкера (79...20%), гипса (не более 5%). Медленно твердеет, высокая коррозионная и водостойкость, пониженная морозостойкость. Марки М300, 400, 500.

► **Пуццолановый ПЦ** получают помолом ПЦ клинкера (79...60%), активной минеральной добавки (21...40%) и гипса (до 5%). Низкая скорость твердения и морозостойкость, высокая коррозионная стойкость. М300, 400.

# Портландцементы с минеральными добавками

- **Расширяющийся ПЦ** получают за счет помола ПЦ (25...35%), высокоглиноземистого компонента (65...75%) и гипса (до 5%).
- Могут быть безусадочными и напрягающими (обеспечивает небольшое натяжение арматуры, которая обжимает бетон и защищает его от растрескивания)
- Марки М400, 500, 600.
- Перспективно применение для устройства бесшовных полов, заделки стыков между сборными железобетонными панелями.

- ▶ **Глиноземистый цемент** – быстротвердеющее гидравлическое вяжущее, получаемое при обжиге до спекания (1200...1600°C) сырья, состоящего из бокситов и чистых известняков. В клинкере преобладает  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ .
- ▶ Сроки схватывания
  - начало схватывания не ранее 30 минут
  - конец схватывания не позднее 12 часов
- ▶ Через сутки набирает 90% прочности, через 3 суток набирает марочную прочность
- ▶ М400, 500, 600
- ▶ Используют на срочных и аварийных работах, для получения жаростойких бетонов

# Маркировка по ГОСТ 10178-85

Условное обозначение должно состоять из:

- Наименования вида цемента  
ПЦ – портландцемент;  
ШПЦ – шлакопортландцемент
- Марки цемента
- Д0;Д5; Д20-максимальное содержание добавок
- Б; ПЛ; ГФ – быстротвердеющий, пластифицированный, гидрофобный
- Обозначение стандарта

***ПЦ 400-Д0-Б-ПЛ ГОСТ 10178-85***

Портландцемент марки 400, без добавок, быстротвердеющий, пластифицированный

# Маркировка по ГОСТ 31108-2003

Условное обозначение должно состоять из:

► ЦЕМ I – портландцемент

ЦЕМ II – портландцемент с минеральными добавками:

- подтип А – количество добавок 6...20%
- подтип В – количество добавок 21...35%
- вид добавки Ш (доменный шлак)  
П (туфы, пемза и т.д.)

# Маркировка по ГОСТ 31108-2003

- ▶ Класс прочности 22,5; 32,5; 42,5; 52,5 Цифры обозначают минимальную гарантированную прочность в возрасте 28 суток; соответствуют маркам 300; 400; 500; 600.
- ▶ Н- нормальнотвердеющий;  
Б- быстротвердеющий
- ▶ Обозначение стандарта

***ЦЕМІІ А Ш 32,5 Б ГОСТ 31108-2003***

Портландцемент с добавкой доменного шлака в количестве от 6...20%; класс прочности 32,5 (марка 400) быстротвердеющий