

# Лекция № 9

## Портландцемент (ПЦ)



# Сырьё для производства ПЦ

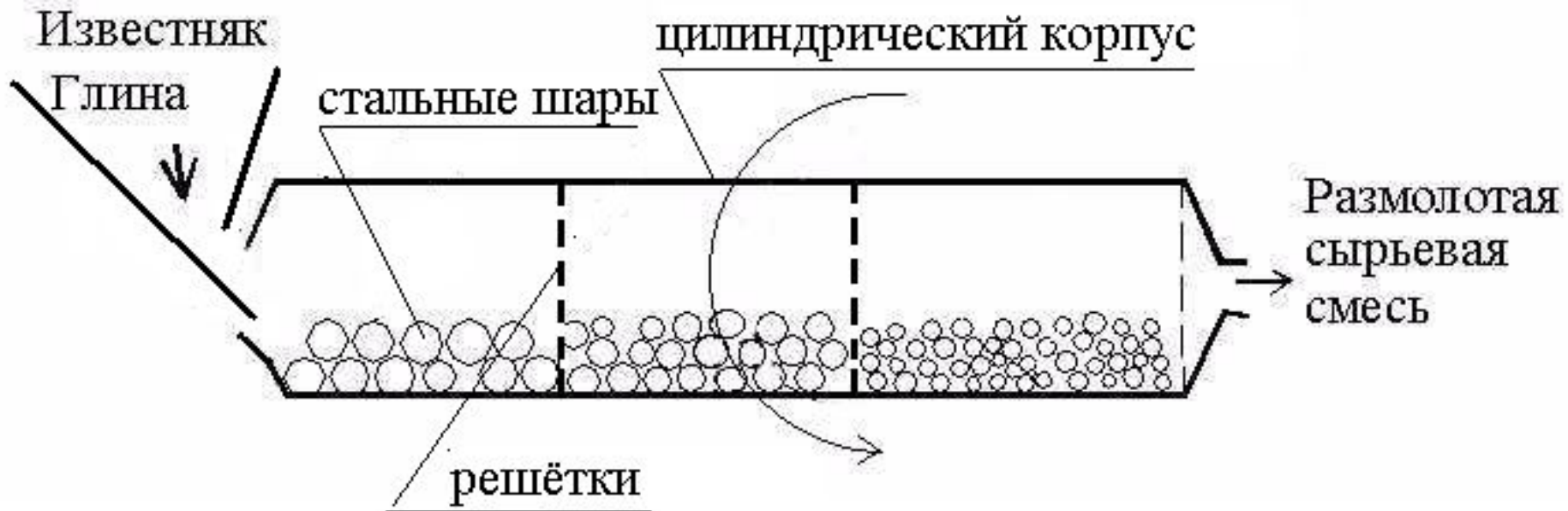
Известняк  $\text{CaCO}_3$



Глина



# Шаровая мельница



значительно бóльшие  
размеры – длину до 185 м и  
диаметр до 5 м.

# Вращающаяся печь для обжига клинкера





ОКСИДЫ  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Клинкером  
1450 С

$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{C}_3\text{S}$ ) – трехкальциевый силикат (алит);

$\beta\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\beta\text{-C}_2\text{S}$ ) – бета-двухкальциевый силикат (белит);

$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_3\text{A}$ ) – трехкальциевый алюминат;

$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) – четырехкальциевый алюмоферрит



Портландцементный  
клинкер



Двуводный гипсовый  
камень



Портландцемент



# Вагон-цементовоз



# Автомобиль-цементовоз



# Портландцемент в биг-бегах (*big-bag*)



# Портландцемент в бумажных многослойных мешках



# Твердение портландцемента

$(C_3S$  и  $\beta-C_2S)$  - гидросиликаты кальция и  $Ca(OH)_2$

$(C_3A)$  - гидроалюминатов кальция

$C_4AF$  – и гидроалюминаты и гидроферриты кальция

этрингита

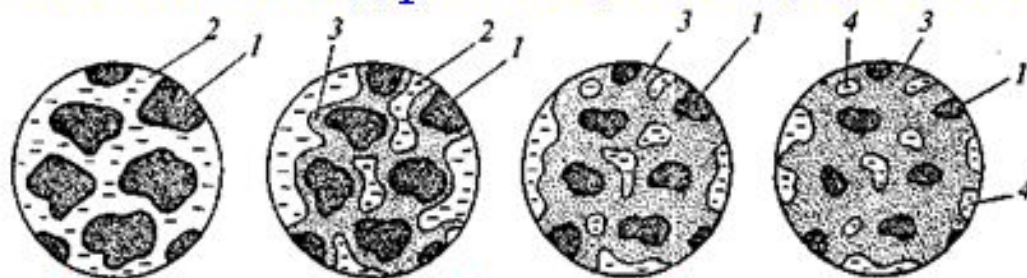
# Гидратация портландцемента

<http://stroy-server.ru/notes/material-portlandsement>

## Рост прочности во времени



## Схема гидратации цемента



1 - зерно цемента; 2 - вода; 3 - гидратные новообразования; 4 - воздушные поры

# Свойства портландцемента



# Тонкость помола

Сито с отверстиями 0,08 мм



# Сроки схватывания

## Прибор Вика



# Активность портландцемента

цементно-песчаных балочек  $4 \times 4 \times 16$  см  
состава 1 : 3 (цемент : вольский песок)  
после 28- суточного твердения – 1 сутки в  
формах, 27 суток в воде.

Формы и образцы для испытания активности портландцемента



марки 400, 500, 550, 600 (прочность при сжатии 40–60 МПа)

классы – 22,5; 32,5; 42,5 и 52,5 (22,5– 52,5 МПа).

# Обозначение марок и классов портландцемента по прочности



Марка 500

Класс 42,5



Марка 400

Класс 32,5

# Разновидности портландцемента

1. Портландцементы, содержащие активные минеральные добавки

(пуццолановым)

(диатомиты, трепелы, опоки, вулканические пеплы, туфы и др.)

(металлургические шлаки и др.).

Пуццолановый портландцемент (ППЦ)

Шлакопортландцемент (ШПЦ)  
содержит 21–80 % гранулированного  
доменного или  
электротермофосфорного шлака.

# Шлакопортландцемент (ШПЦ) в мешках





## 2. Быстротвердеющие цементы (БТЦ)

( $C_3S$  и  $C_3A$  - более 60 %)

### 3. Белый и цветные портландцементы



#### Цветные цементы

*(охрой – желтый цвет, железным суриком – красный, ультрамарином – синий, оксидом хрома – зеленый, сажей – черный и др.)*

# Белый и цветные цементы



## Гамма цветных цементов



4. Другие – сульфатостойкий, пластифицированный, гидрофобный и т.д.