



# СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Лекция 13

Мокрый способ производства.

Сухой способ производства.

Комбинированный способ производства.

Измельчение материалов и приготовление сырьевой смеси

Процесс производства портландцемента складывается из следующих основных технологических операций:

- 1) добыча сырьевых материалов и доставка их на завод;**
- 2) дробление и помол сырьевых материалов;**
- 3) приготовление и корректирование сырьевой смеси;**
- 4) обжиг смеси (получение клинкера);**
- 5) помол клинкера с добавками (получение цемента).**

В зависимости от вида подготовки сырья к обжигу различают мокрый, сухой и комбинированный способы производств портландцементного клинкера.

**При мокром способе производства** измельчение сырьевых материалов, их перемешивание, усреднение и корректирование сырьевой смеси осуществляются в присутствии определенного количества воды, а при сухом способе все перечисленные операции выполняются с сухими материалами.

**При комбинированном способе** сырьевую смесь готовят по мокрому способу, затем ее максимально обезвоживают (фильтруют) на специальных установках и в виде полусухой массы обжигают в печи.

**Способ производства портландцемента выбирают в зависимости от технологических и технико-экономических факторов:**

свойств сырья,

его однородности и влажности,

наличия достаточной топливной базы и др.

**Мокрый способ изготовления цементного вяжущего** используют в том случае, когда свойства компонентов не позволяют применить сухой способ (более экономный и рациональный).

**Мокрый метод заключается** в измельчении и перемешивании сырьевых материалов, усреднении и корректировании смеси при воздействии некоторого количества воды.

Этот способ производства цемента предполагает измельчение сырья и смешивание сырьевой смеси с водой. В результате образуется достаточно густая масса, называемая сырьевым шламом, которая содержит от 32 до 45% воды.

В зависимости от различных факторов (например, **берутся в расчет физические свойства исходных материалов**) при мокром способе производства цемента могут применяться различные схемы, несколько отличающиеся способом приготовления смеси.

Цементные заводы, применяющие мокрый способ производства, используют для производства цементного клинкера твердый известняковый и мягкий глинистый компоненты.

**Первоначальная технологическая процедура получения клинкера представляет собой измельчение сырья.** Если известковым компонентом является мел, его подвергают дроблению в мельнице или болтушках.

Твердый известняк измельчают щековыми дробилками. Похожий процесс измельчения известняка используется при производстве минерального порошка.

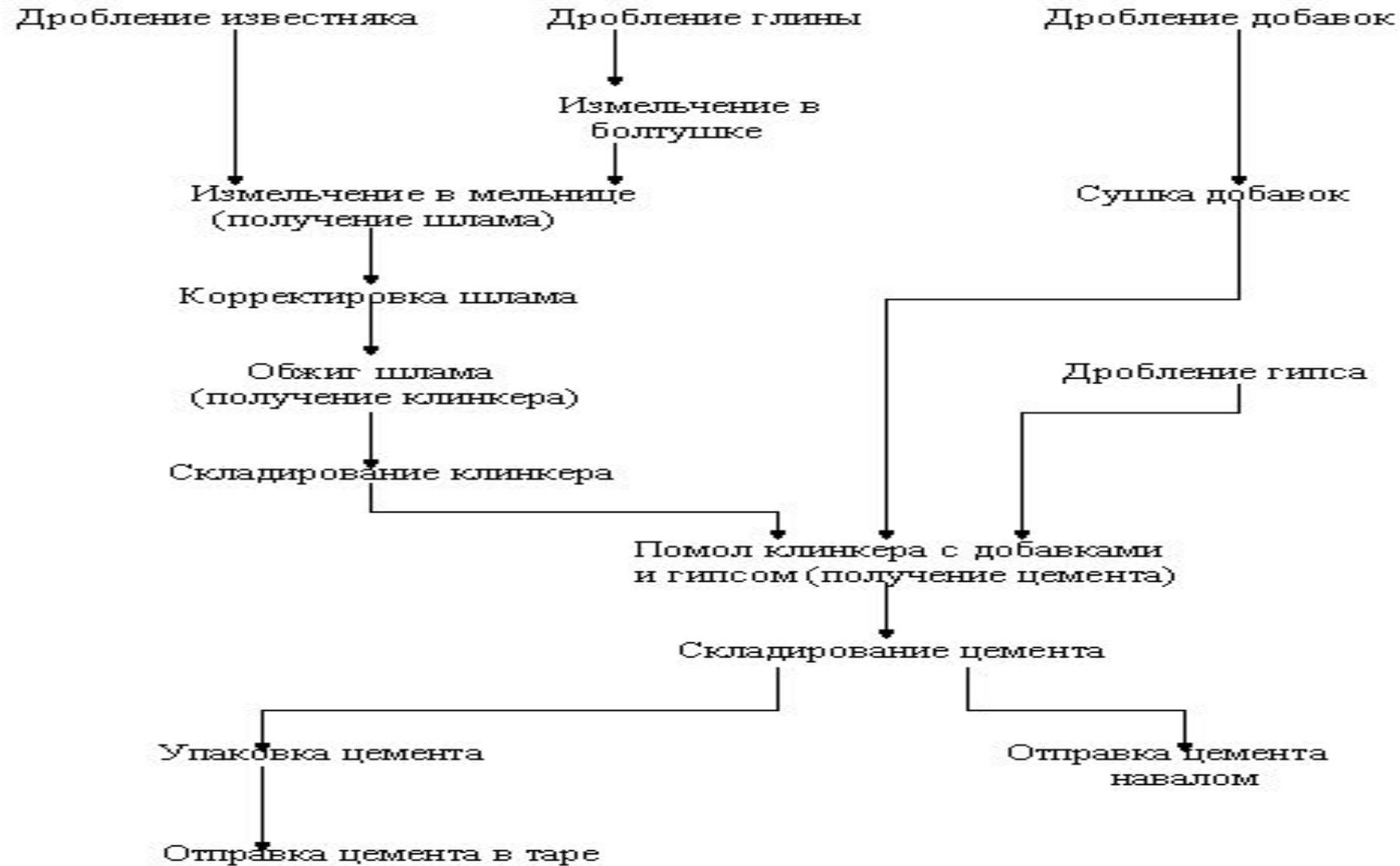
**Глиняный шлам и известняк в определенных пропорциях** (в зависимости от требуемого химического состава клинкера) помещаются в сырьевую мельницу. Для получения сырьевого шлама определенного химического состава проводят его корректировку в потоке либо бассейнах.

Густая масса сырьевого шлама, выходящая из мельниц, подается насосами в расходные бачки, из которых равномерно сливается в печи цеха для последующего обжига. В мокром производстве цемента используются для обжига клинкера вращающиеся длинные печи, в которые встроены теплообменные устройства. Похожие печи, только меньшего размера используются для сушки песка при производстве сухих строительных смесей.

Обожженный клинкер из печей отправляется в холодильные камеры, где подвергается обработке холодным воздухом. После охлаждения клинкер отправляется на склад (иногда прямо из холодильных камер он идет сразу в цементные мельницы для помола). Перед помолкой клинкер дробят, а помол производят совместно с добавками и гипсом.

После помола клинкер отправляют на склады силосного типа. Отгрузка потребителю осуществляется либо в бумажных мешках, либо в цементовозах, либо в специально оборудованных железнодорожных вагонах.

На цементных заводах, работающих по **мокрому способу**, в качестве сырьевых материалов для производства портландцементного клинкера обычно используют мягкий глинистый и твердый известняковый компоненты. В этом случае технологическая схема производства цемента выглядит следующим образом:



Начальной технологической операцией получения клинкера является измельчение сырьевых материалов. Необходимость тонкого измельчения сырьевых материалов определяется тем, что однородный по составу клинкер можно получить лишь из хорошо перемешанной сырьевой смеси, состоящей из мельчайших частичек ее компонентов.

Куски исходных сырьевых материалов нередко имеют размеры до 1200 мм. Получить из таких кусков материал в виде мельчайших зерен можно только за несколько приемов. Вначале куски подвергаются грубому измельчению . дроблению, а затем тонкому . помолу. Для грубого измельчения материалов применяют различные дробилки, а тонкое измельчение в зависимости от свойств исходных материалов производят в мельницах или в болтушках в присутствии большого количества воды.

При использовании в качестве известкового компонента мела, его измельчают в болтушках. Если применяют твердый глинистый компонент, то после дробления его направляют в мельницу.

Из болтушки глиняный шлам перекачивают в мельницу, где измельчается известняк. Совместное измельчение двух компонентов позволяет получать более однородный по составу сырьевой шлам.

В сырьевую мельницу известняк и глиняный шлам подают в определенном соотношении, соответствующем требуемому химическому составу клинкера. Однако даже при самой тщательной дозировке исходных материалов не удастся получить из мельницы шлам необходимого химического состава из-за колебаний химического состава сырья одного и того же месторождения. Чтобы получить шлам заданного химического состава, его корректируют в бассейнах.

Для этого в одной или нескольких мельницах приготавливают шлам с заведомо низким или высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  (называемым титром) и этот шлам в определенной пропорции добавляют в корректирующий шламовый бассейн.

Приготовленный таким образом шлам, представляющий собой сметанообразную массу с содержанием воды до 35-45%, насосами подают в расходный бачок, откуда равномерно сливают в печь.

Для обжига клинкера при мокром способе производства используют вращающиеся печи. Они представляют собой стальной барабан длиной до 150-230 м и диаметром до 7 м, футерованный внутри огнеупорным кирпичом; производительность таких печей достигает 1000-3000 т клинкера в сутки.

Барабан печи устанавливают с уклоном 3-4°. Шлам подают с поднятой стороны печи — холодного конца, а топливо в виде газа, угольной пыли или мазута вдувают в печь с противоположной стороны (горячего конца). В результате вращения наклонного барабана находящиеся в нем материалы продвигаются по печи в сторону ее горячего конца. В области горения топлива развивается наиболее высокая температура: материала — до 1500 °С, газов — до 1700 °С, и завершаются химические реакции, приводящие к образованию клинкера.

Дымовые газы движутся вдоль барабана печи навстречу обжигаемому материалу. Встречая на пути холодные материалы, дымовые газы подогревают их, сами охлаждаются. В результате, начиная от зоны обжига, температура газа вдоль печи снижается с 1700 до 150-2000 С.

Из печи клинкер поступает в холодильник, где охлаждается движущимся навстречу ему холодным воздухом.

Охлажденный клинкер отправляют на склад. В ряде случаев клинкер из холодильника направляют непосредственно на помол в цементные мельницы.

Перед помолом клинкер дробят до зерен размером 8-10 мм, чтобы облегчить работу мельниц. Измельчение клинкера производится совместно с гипсом, гидравлическими и другими добавками. Совместный помол обеспечивает тщательное перемешивание всех материалов, а высокая однородность цемента является одной из важных гарантий его качества.

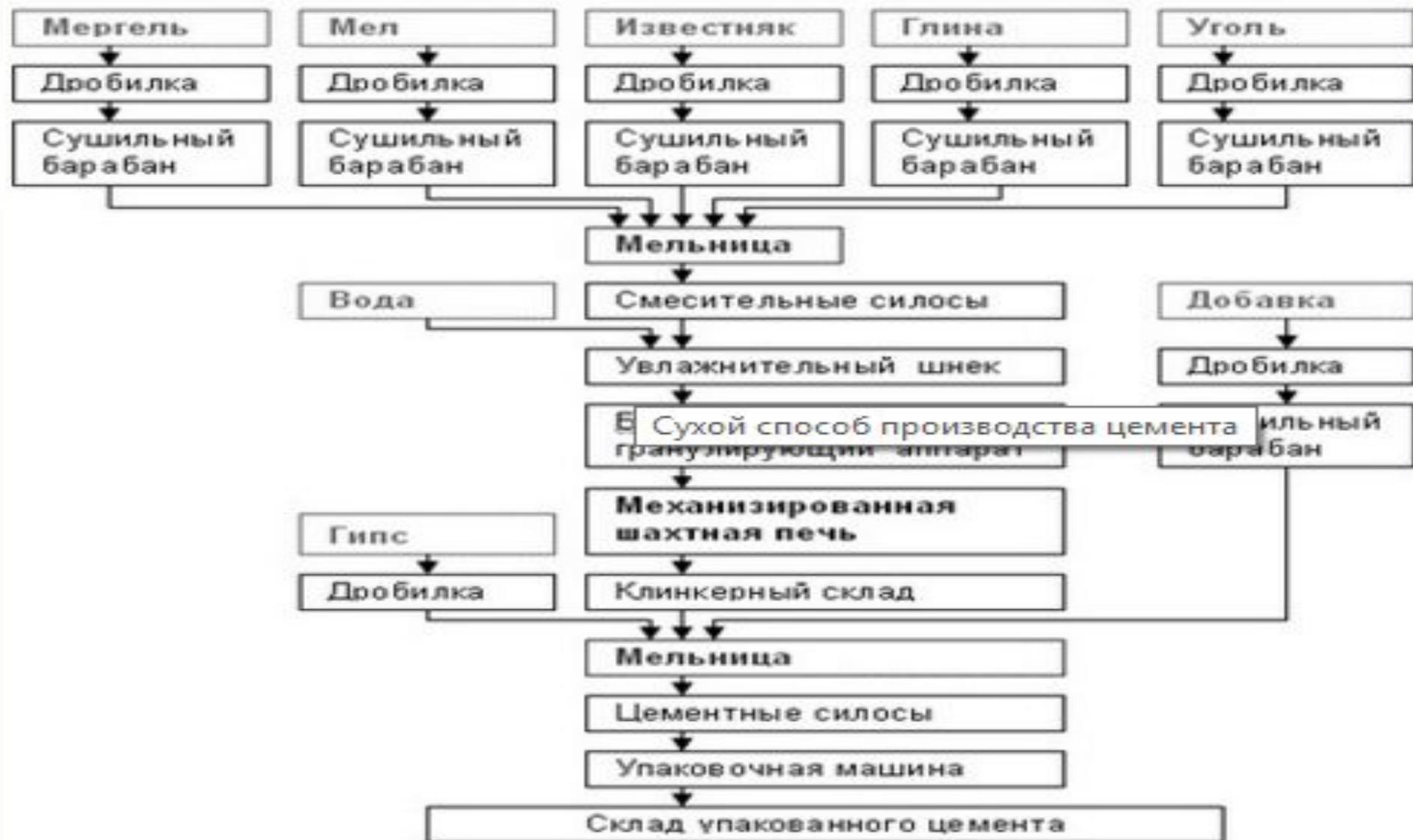
Гидравлические добавки, будучи материалами сильно пористыми, имеют, как правило, высокую влажность (до 20-30% и более). Поэтому перед помолом их высушивают до влажности примерно 1%, предварительно раздробив до зерен крупностью 8-10 мм. Гипс только дробят, так как его вводят в незначительном количестве и содержащаяся в нем влага легко испаряется за счет тепла, выделяющегося в мельнице в результате соударений и истирания мелющих тел друг с другом и с размалываемым материалом.

Из мельницы цемент транспортируют на склад силосного типа, оборудованный механическим (элеваторы, винтовые конвейеры), пневматическим (пневматические насосы, аэрожелоба) или пневмомеханическим транспортом.

Отгружают цемент потребителю либо в таре - в многослойных бумажных мешках по 50 кг, либо навалом в контейнерах, автомобильных или железнодорожных цементовозах, в специально оборудованных судах. Каждая партия цемента снабжается паспортом.

Для выполнения всех технологических операций производства портландцемента применяется разнообразное оборудование - дробилки, мельницы, печи и т.д., которое объединяется в поточную линию. Схема расположения агрегатов представлена на генеральном плане цементного завода, работающего на пластичных сырьевых материалах и газообразном топливе.

## Сухой способ производства цемента



**Во время производства цемента сухим методом используется другая технологическая схема.** Глина и известняк, добытые из карьера, после дробления направляются в сепараторную мельницу, где осуществляется помол, смешивание и сушка сырьевых компонентов. Полученная смесь направляется к смесительным аппаратам, где выполняется окончательное смешивание с применением сжатого воздуха. На данном этапе осуществляется корректировка химического состава цементной смеси.

Если применяется глинистый компонент, то сырьевая смесь подается для смешивания в шнеки, в которых происходит частичное увлажнение водой. На этом этапе образуются прочные гранулы, что имеют влажность не более 14 % - далее они поступают в печь для обжига.

При сухом методе производства процесс обжига сырья может выполняться в различных печах, здесь особое внимание уделяется приготовлению сырьевой массы. Дальнейшие этапы технологического процесса осуществляются так же, как и при мокром методе производства.

**Производство портландцементного клинкера по полусухому способу складывается из следующих операций.**



***Полусухой метод производства цемента очень похож на сухой, но отличия все же есть.***

Размер муки, что проходит стадию гранулирования, составляет 10-20 мм, а влажность 11-16 %. Сырье обжигается в печах Леполь и после этого образовавшиеся гранулы направляются на конвейерный кальцинатор.

Из печки выделяются газы, что проходят сквозь гранулы на решетке. В результате этого происходит их нагрев до 900 °С и они полностью высушиваются. Во время такой термообработки выполняется декарбонизация смеси на 22-30 %, что важно для производства. По завершению этих процессов сырье направляется в печь, где и завершается процесс изготовления цемента. Обжиг гранулированного цемента может происходить в шахтных печах. При этом гранулирование выполняется с частицами угля, после этого цемент направляется на хранение.

# Схема производства цемента сухим и мокрым способом

## Сухой способ

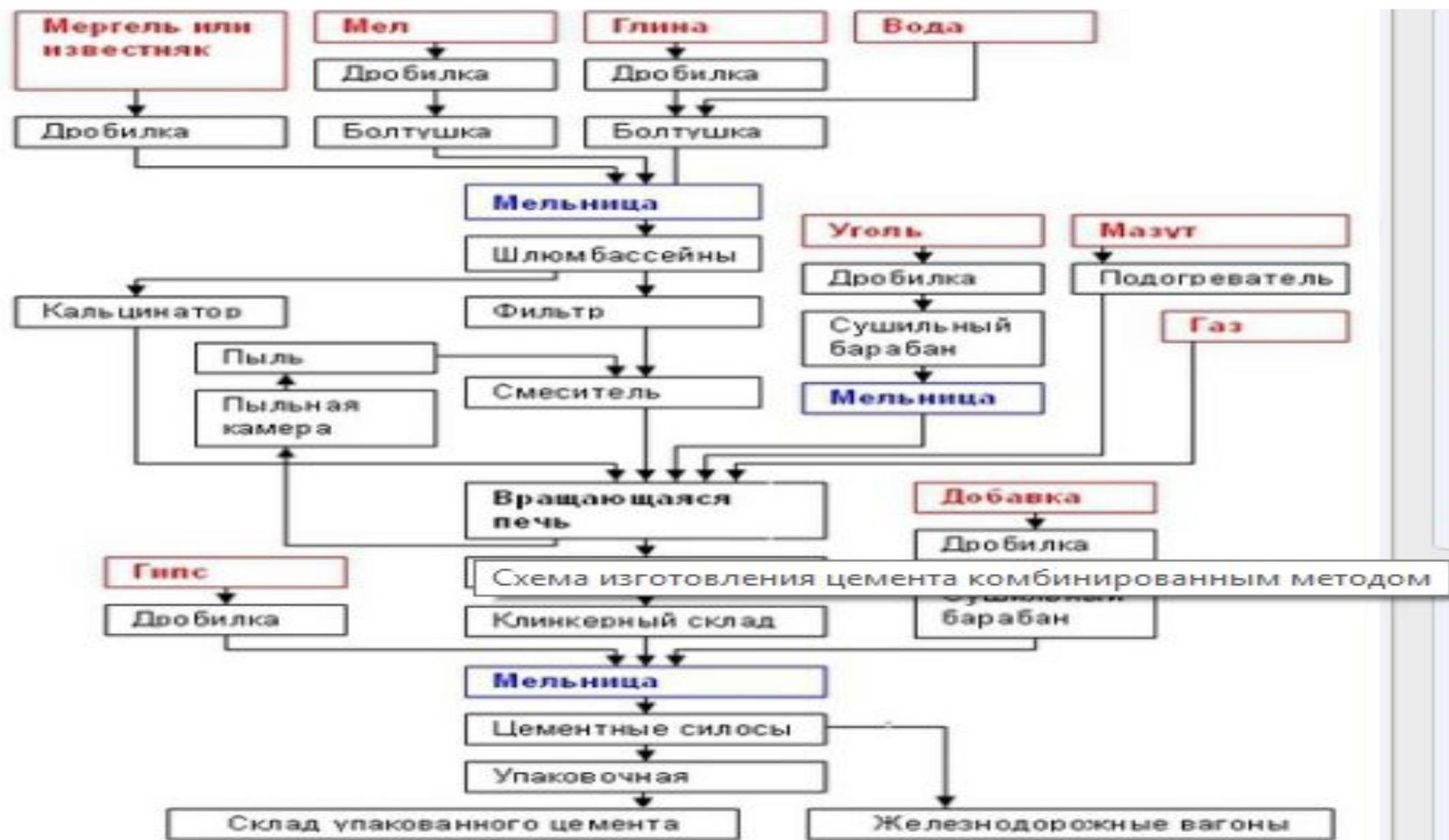


## Мокрый способ



## Преимущества сухого способа

- Снижение трудоемкости и затрат на подготовку клинкерной смеси
- Экономия топлива на 30–40% за счет ликвидации мокрых процессов
- Повышение качества клинкера и цемента



Этот метод основывается на подготовке сырьевых компонентов по мокрому способу, а их обжиге – по схеме полусухого способа. Полученный в сырьевой мельнице шлам влажностью 30-45 % поступает в специальный фильтр, в котором он обезвоживается до влажности 15-20 %. Далее сырьевая смесь смешивается с пылью, что снижает влажность до 12-14 %.

Затем смесь поступает на обжиг, который выполняется в печах полусухого метода изготовления цемента. Остальные операции комбинированного метода не отличаются от этапов мокрого способа производства.

*Методы производства выбирают исходя из технико-экономических и технологических факторов: свойств сырьевых компонентов, однородности и влажности смеси, наличия мощной топливной базы и других.*