



# ЛЕКЦИЯ



## Производство строительной ИЗВЕСТИ



Известь известна человечеству не одно тысячелетие и все это время активно используется им в строительстве и многом другом. Это объясняется доступностью сырья, простотой технологии и ценными свойствами извести. Сырьем для получения извести служат широко распространенные осадочные горные породы: известняки, мел, доломиты, состоящие преимущественно из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ).

Еще в Древнем Риме был найден способ получения водостойкого вяжущего на основе извести. Помог римлянам в этом вулкан Везувий. Они обнаружили, что при добавлении вулканического пепла к извести образующаяся смесь после твердения на воздухе в течение 7... 14 дней далее могла твердеть в воде (более того, именно влажные условия были обязательны для набора прочности!). Это было первое гидравлическое вяжущее.

В Древней Руси проблема придания извести водостойкости была решена несколько иным путем. Там в роли гидравлической добавки использовали молотый бой керамического кирпича. Такую смесь на Руси называли цемянкой.

Другой путь получения водостойких вяжущих на основе извести также был найден очень давно. Он базировался на обжиге известняков, имеющих примесь глины от 6 до 20 %. Романцемент (сокращенно римский цемент) — старинное гидравлическое вяжущее, получаемое умеренным (не до спекания) обжигом известняков со значительной (более 20 %) примесью глины (например, известняковых мергелей). В отличие от гидравлической извести романцемент не гасится, а размалывается в тонкий порошок, который перед применением необходимо выдерживать на воздухе для гашения свободных оксидов, чтобы избежать неравномерности изменения объема вяжущего при твердении. В Европе и США такой цемент называют «натуральным цементом», подчеркивая этим, что он готовится из природных известняковых мергелей.

В России романцемент начал применяться с XVIII в., но особенно активно с середины XIX до начала XX в. В настоящее время вновь появился интерес к романцементу и, в частности, как к материалу для реставрационных работ.

Известь широко используется для производства строительных материалов таких как силикатного кирпича и газосиликатных автоклавных изделий, сухих строительных смесей и бетонов. В химической промышленности для получения хлорной извести, соды, нейтрализации кислот и кислых газов в промышленных сбросах и др. В металлургии (флюсы при выплавлении чугуна из железных руд), сахарном производстве (для очистки свекловичных соков), сельском хозяйстве (для известкования почв) и др.

## Основное оборудование для производства воздушной извести

Центральным технологическим агрегатом известкового завода (цеха, участка), безусловно, является печь, в которой обжигается карбонатная порода.

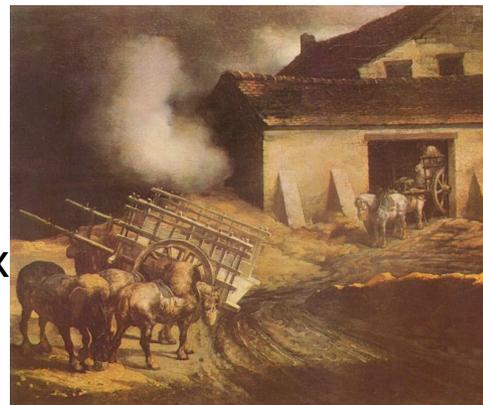
Истории обжига извести известно около пятидесяти типов печей, из которых первыми *Жирико*

были напольные или горшковые печи для

различных видов. При обжиге в этих агрегатах *извести*

получается примерно 25% недожога и 25% пережога и только 50% представляет собой

известь-кипелку удовлетворительного качества



*Теодор*

*Пейзаж с печью*

*обжига*



Следующим этапом усовершенствования известьобжигательных печей была пересыпная шахтная печь, в которую камень карбонатной породы засыпался (закладывался) попеременно с твердым топливом – углем, коксом или древесиной. Существовало много вариантов этих двух типов старинных печей.

Современные известеобжигательные печи можно классифицировать следующим образом:

### **1. Шахтные печи:**

- 1.1. Обычного типа.
- 1.2. Газогенераторные с выносными топками.
- 1.3. Повышенной производительности, работающие на газе с центральной горелкой.
- 1.4. Пересыпные.

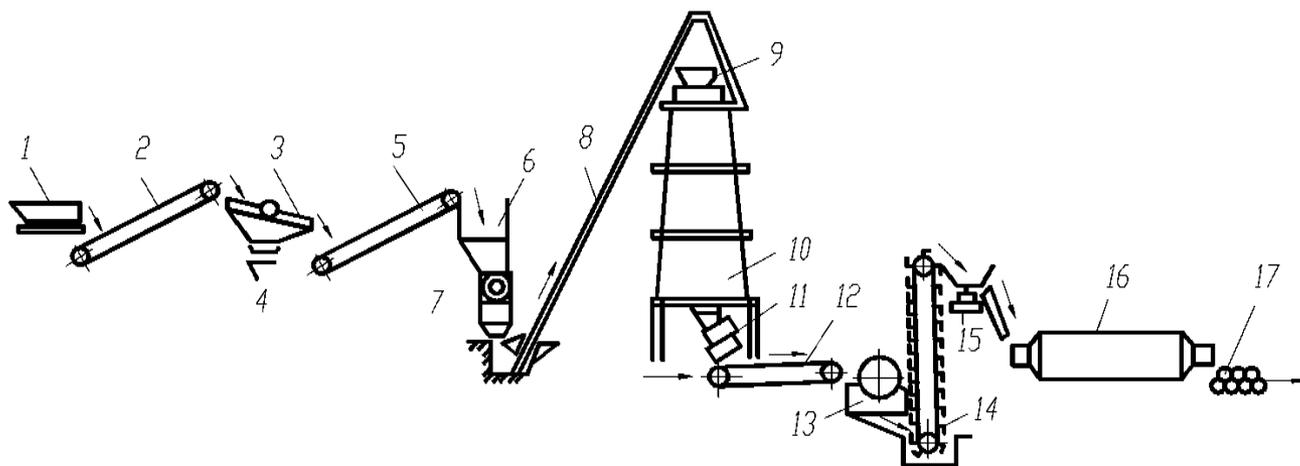
### **2. Вращающиеся печи:**

- 2.1. Общего типа.
- 2.2. Общего типа, оборудованными подогревателем, холодильником и теплообменником.
- 2.3. Печи с колосниковыми устройствами.

### **3. Печи других типов:**

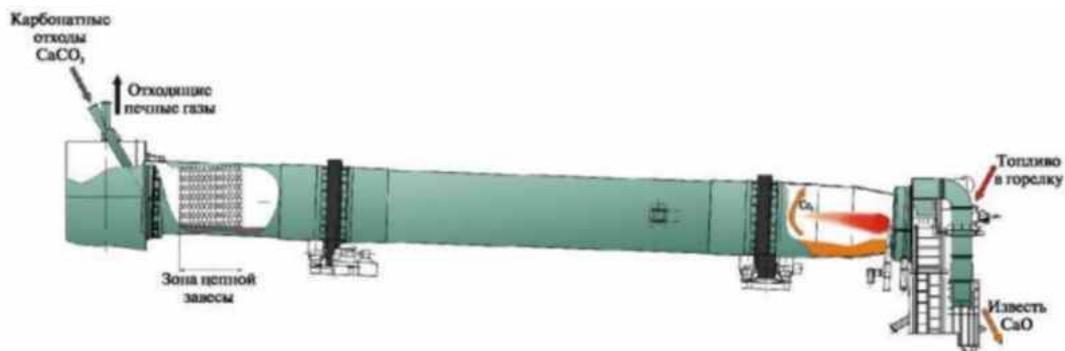
- 3.1. Печи кипящего слоя.
- 3.2. Печи с вращающимся подом и движущейся решеткой.
- 3.3. Шахтная печь с наклонной вибрацией.
- 3.4. Горизонтальная кольцевая Гофмана (в настоящее время устарела).
- 3.5. Циклонная печь.

Известь является продуктом обжига известняков. В зависимости от содержания глинистых включений в обжигаемых известняках получается воздушная или гидравлическая известь. При соединении обожженной извести с небольшим количеством воды происходит гашение извести и образуется рыхлая масса в виде тонкого порошка, называемая известью-пушонкой. При смешивании с большим количеством воды образуется пластичное известковое тесто, идущее на изготовление строительных растворов.



Технологическая схема производства строительной извести

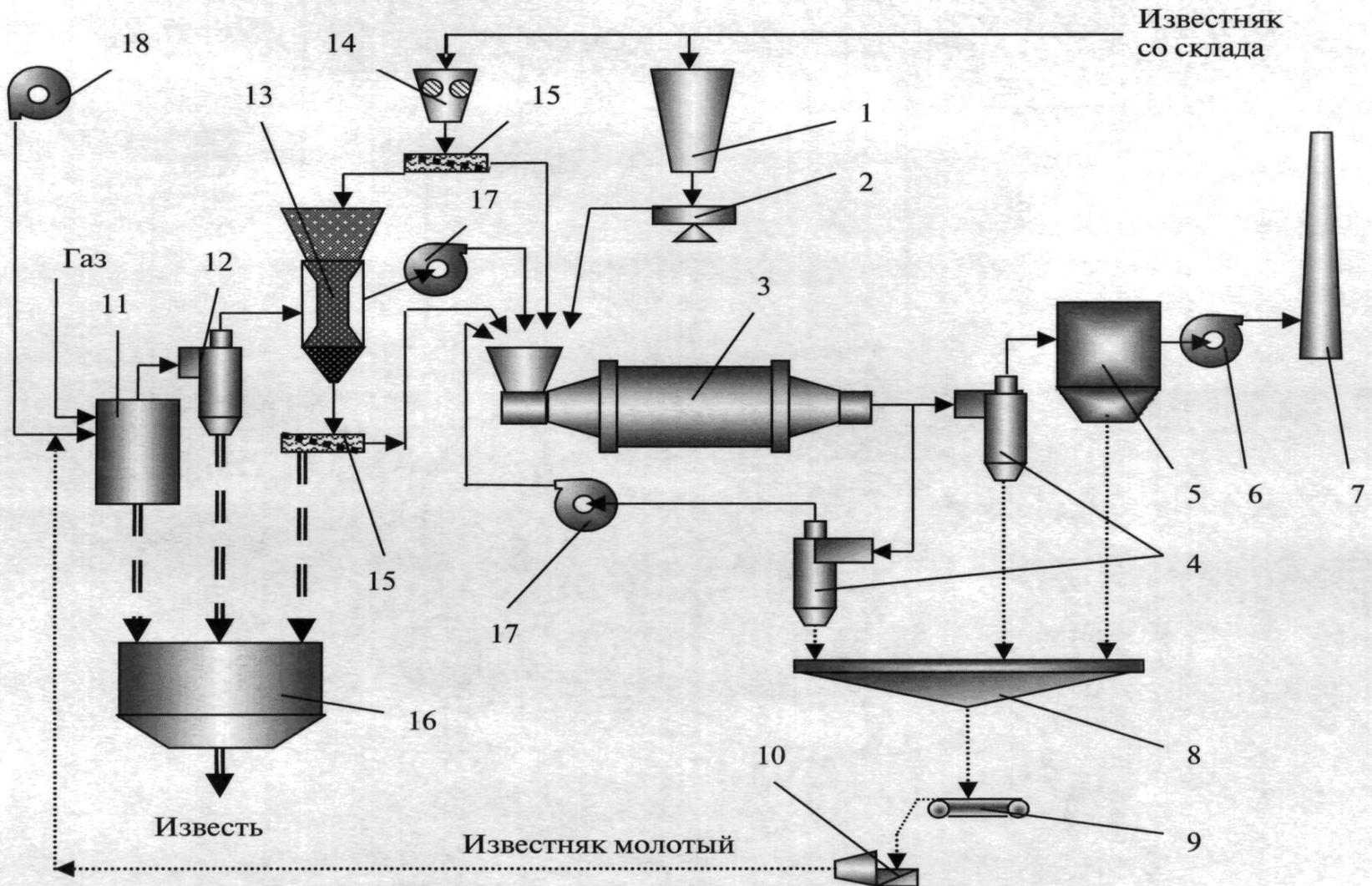
- 1 – вибрационный питатель; 2 – ленточный конвейер; 3 – вибрационный грохот; 4, 5 – ленточные конвейеры; 6 – бункера; 7 – весовой дозатор; 8 – скиповый подъемник; 9 – загрузочное устройство; 10 – шахтная печь; 11 – шлюзовой затвор; 12 - пластинчатый конвейер; 13 – щековая дробилка; 14 – элеватор; 15 – тарельчатый питатель; 16 - шаровая мельница; 17 – винтовой конвейер



**Вращающиеся печи с теплообменниками** являются предпочтительными в технологии обжига известняка, если необходимо выполнить следующие условия:

- **высокая производительность**, предпочтительно >1000 т/день;
- **малая крупность питания**, например, от 15 до 45 мм;
- **максимальная гибкость при выборе типов топлива**;
- **производство извести с низким содержанием серы**.

Энергетические рабочие характеристики вращающейся печи очень сильно улучшаются за счет использования шахтных теплообменников, использующих отходящие газы печи для предварительного нагрева и частичной предкальцинации известняка. Теплообменник с модульной конструкцией комбинирует самую эффективную теплопередачу с оптимальной доступностью для технического обслуживания во время работы.



**Рис. 1. Технологическая схема производства мелкодисперсной извести в циклонной печи:**

- 1 — бункер кускового известняка; 2 — тарельчатый дозатор; 3 — шаровая мельница;
- 4 — циклоны-уловители известняка; 5 — электрофильтр; 6 — дымосос; 7 — дымовая труба;
- 8 — бункер молотого известняка; 9 — дозатор молотого известняка; 10 — пневмонасос;
- 11 — циклонная печь; 12 — циклон-уловитель извести; 13 — пористая перегородка;
- 14 — дробилка известняка; 15 — грохот; 16 — бункер извести; 17 — мельничный вентилятор;
- 18 — вентилятор

# Производство извести «мокрым» способом

Схема производства извести



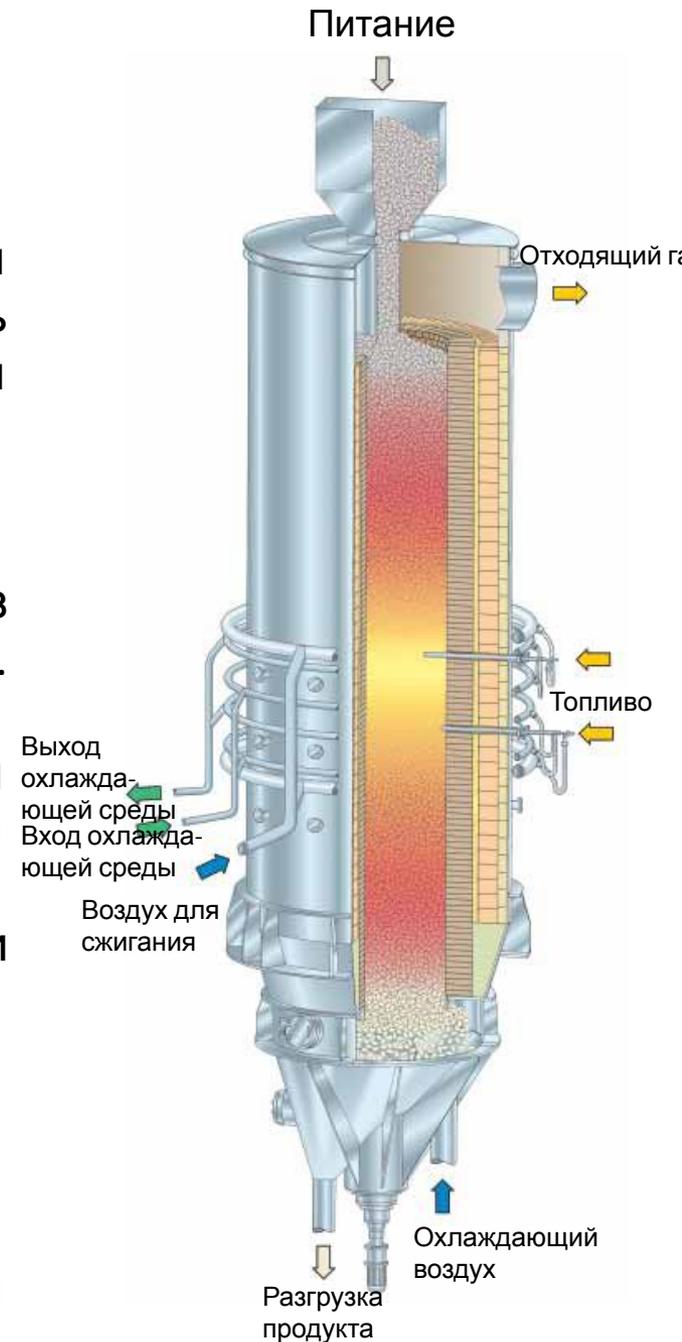
Известь производится «мокрым» способом, при котором мел первоначально дробится, смешивается с водой и доводится до консистенции «сметаны». После чего подается во вращающиеся печи длиной 110 метров, где происходит сушка и обжиг.

Технология «мокрого» способа позволяет получить равномерность обжига мелких фракций сырья. Добавление высококачественного пластификатора позволяет получить равномерный гранулированный состав извести. Диаметр гранул от 2 до 7 мм. Полученная таким способом известь обладает высокой активностью и малым количеством примесей. Гранулированная известь более технологична в производстве по сравнению с комовой известью. При ее использовании сокращаются непроизводительные затраты, значительно уменьшается время гашения, значительно улучшаются условия труда и почти полностью отсутствуют остаточные продукты.

## Печь RCE для обжига извести

Прогрохоченное сырье транспортируется в верхнюю часть печи ковшовым элеватором, где затем выгружается в бункер питания печи посредством ленточного конвейера. Обжигаемый сырьевой материал загружается в верхнюю часть печи. Затем он подогревается продуктами горения в противоточном режиме до достижения зоны обжига. В зоне обжига материал обжигается за счет сгорания топлива, подаваемого вместе с первичным воздухом для сжигания через радиально расположенные фурмы горелки. Охлаждающий воздух вводится у разгрузочного стола печи, и охлаждает продукт в противоточном режиме. Горячий охлаждающий воздух движется вверх в зону обжига и используется там как вторичный воздух для сжигания. Из верхней части печи отходящие газы направляются в систему очистки от пыли.

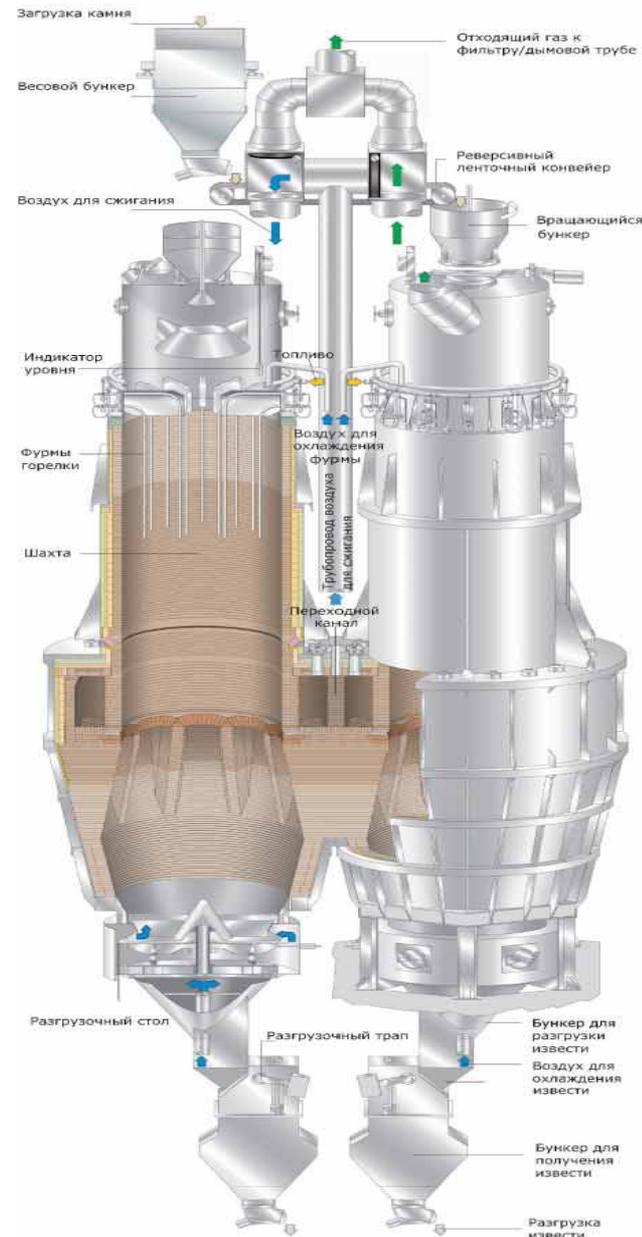
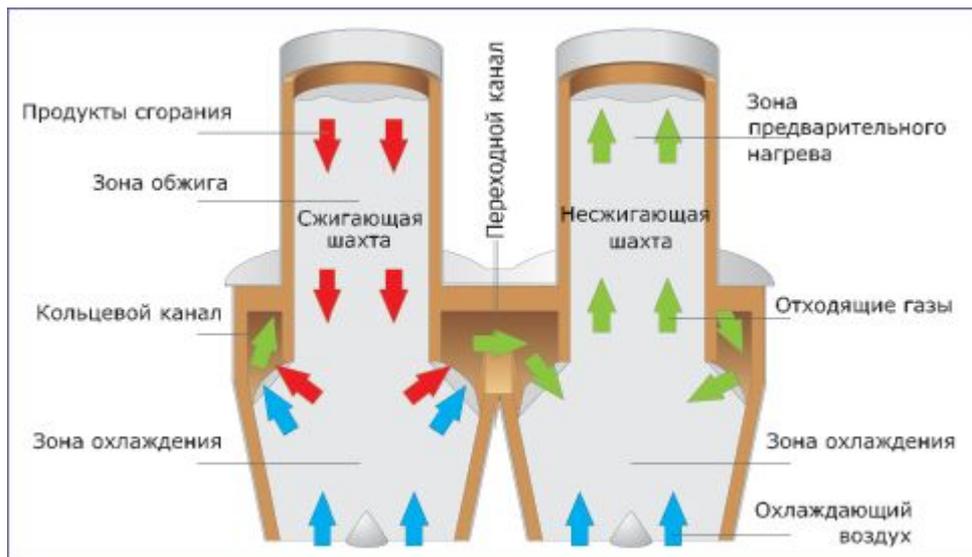
Нижняя секция печи оборудована разгрузочным механизмом. Для эксплуатации печи с постоянной производительностью, разгрузочный механизм включает в себя разгрузочный стол с регулируемой скоростью



# Печь MAERZ® круглого сечения

Печи круглого поперечного сечения рекомендуются в случае больших производительностей от 300 до 800 тонн в сутки. Эти печи имеют круглые кольцевые каналы, собирающие продукты горения прежде, чем они входят в несжигающую шахту через соединительный канал, как показано на рисунке. Газы выходят из сжигающей шахты и входят в несжигающую шахту радиально по всему периметру шахты, гарантируя, таким образом, абсолютно плавное распределение тепла. Это является главным ключевым фактором в обеспечении высокого качества обожженной извести или доломита.

Система загрузки должна гарантировать совершенно симметричное заполнение шахт. Ковш, установленный вертикально над каждой шахтой, используется для того, чтобы загружать сырьевой камень в шахты печи. Распределение камня улучшается за счет вращения ковша в течение наполнения с ленточных конвейеров или вибропитателей.



## Печи MAERZ® прямоугольного сечения

Самая простая конструкция печи типа PFR включает в себя две шахты прямоугольного поперечного сечения, расположенных рядом таким образом, чтобы печные газы могли перетекать непосредственно из одной шахты в другую через прямой соединительный канал. Этот тип печи благодаря своей конструкции является простым в изготовлении и характеризуется уменьшенным использованием стальных конструкций и огнеупорных материалов.

Этот простой и недорогой тип печей главным образом используется для производительности до 400 тонн обожженной извести или доломита в сутки.

Существующий диапазон печей MAERZR прямоугольного сечения включает в себя следующие стандартные типы:

Суточная производительность (т):

**400**

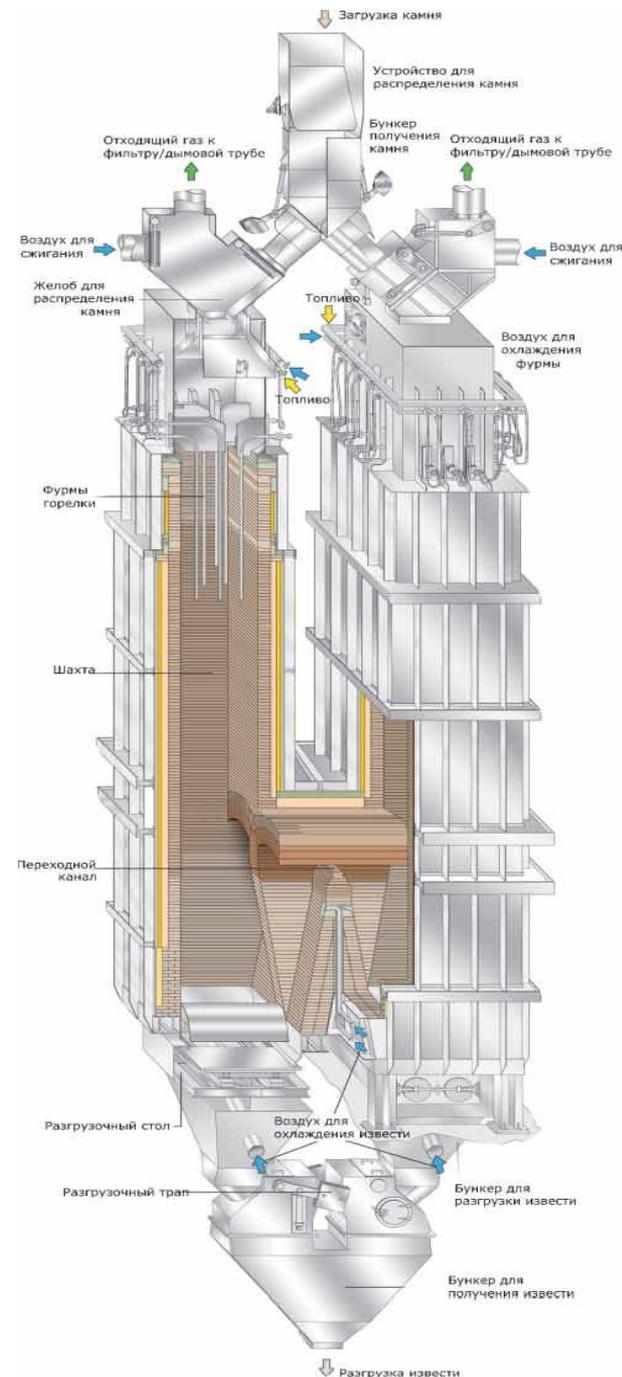
**от 80 до**

Размер камня (мм):

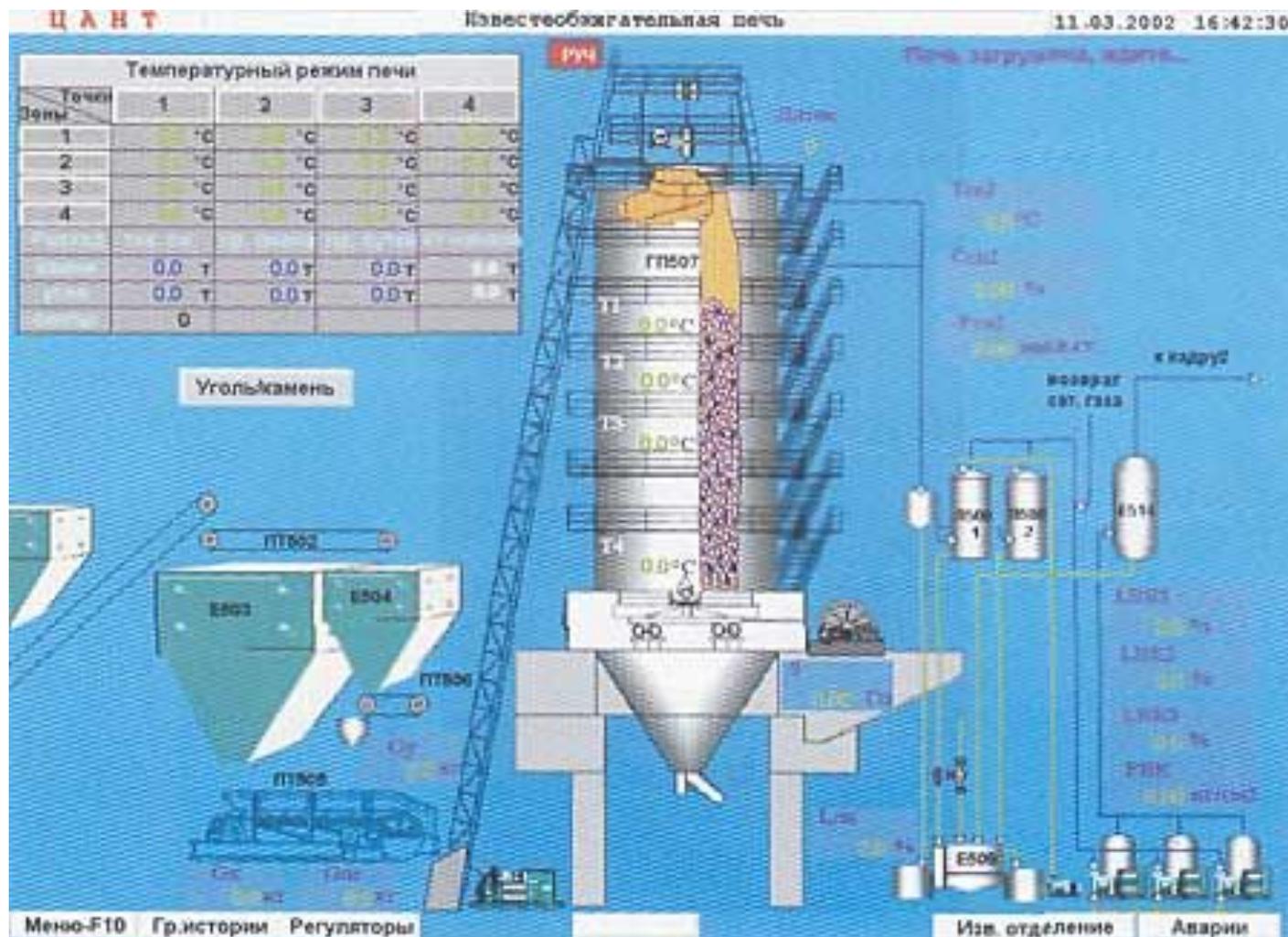
**30 – 120**

Виды топлива:

**газообразное,  
жидкое,**

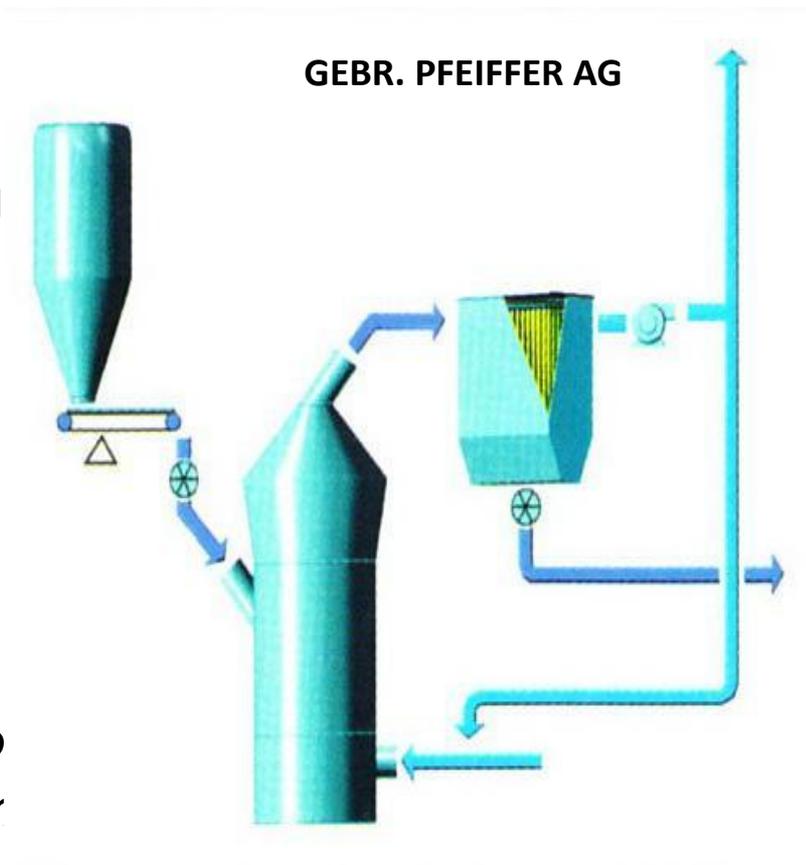


# АВТОМАТИЗАЦИЯ И КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ

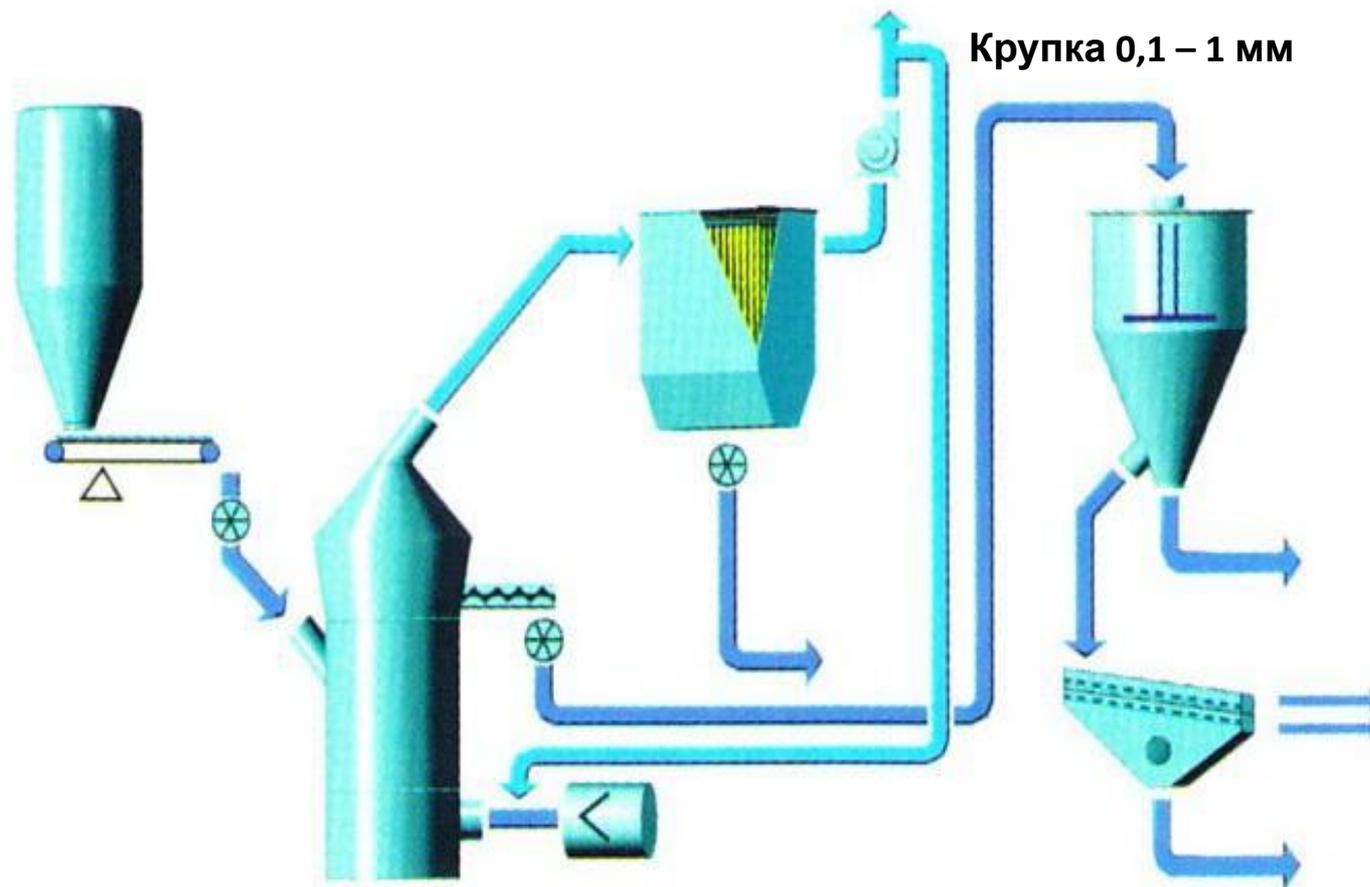


В установку с вертикальной валковой мельницей MPS, используемой для помола негашеной извести или известняка, входят следующие компоненты:

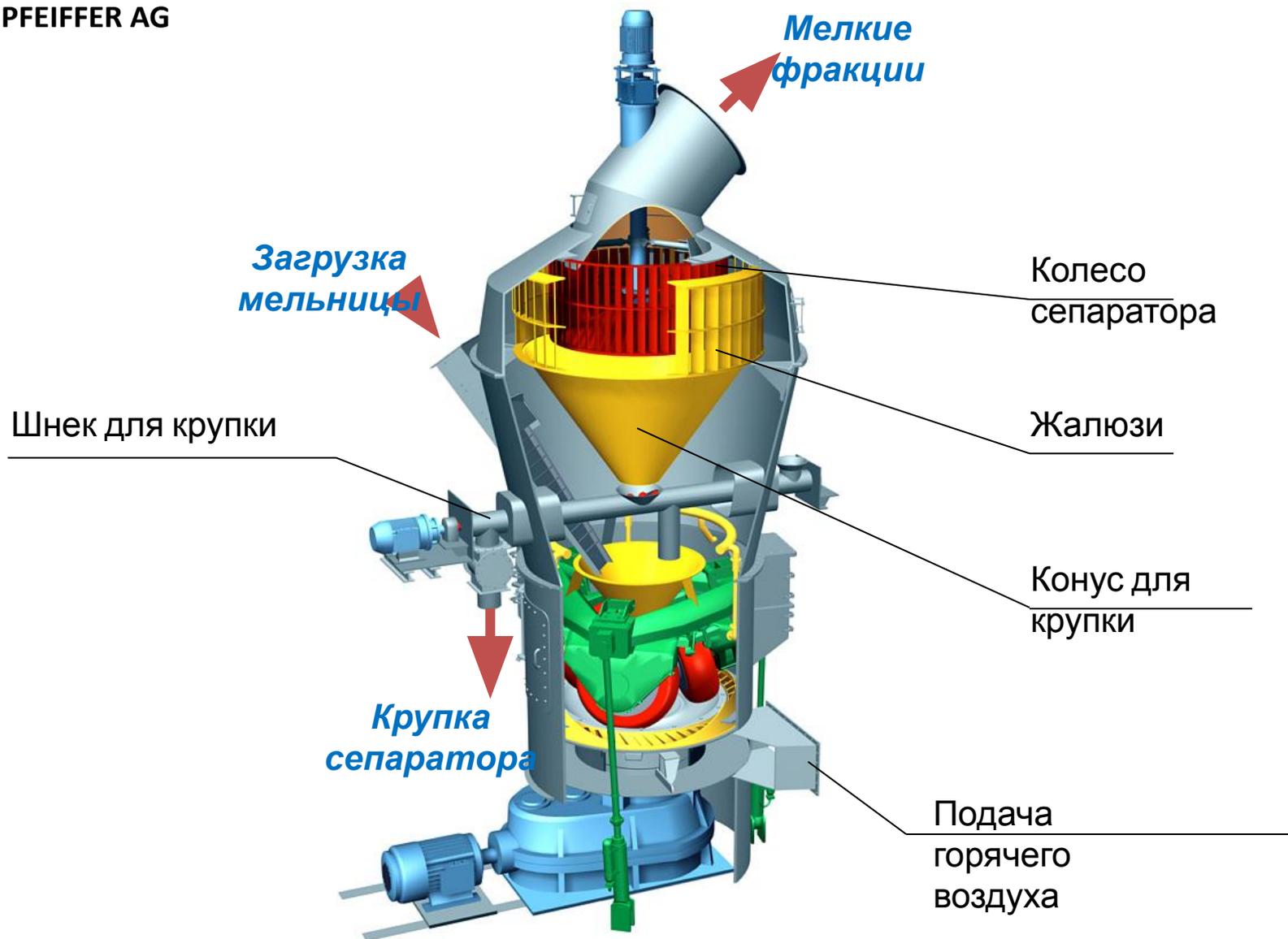
- транспортировка материала и дозирование;
- мельница MPS с сепаратором;
- газоходы технологического газа;
- пылеуловительная система;
- оборудование для готовой продукции



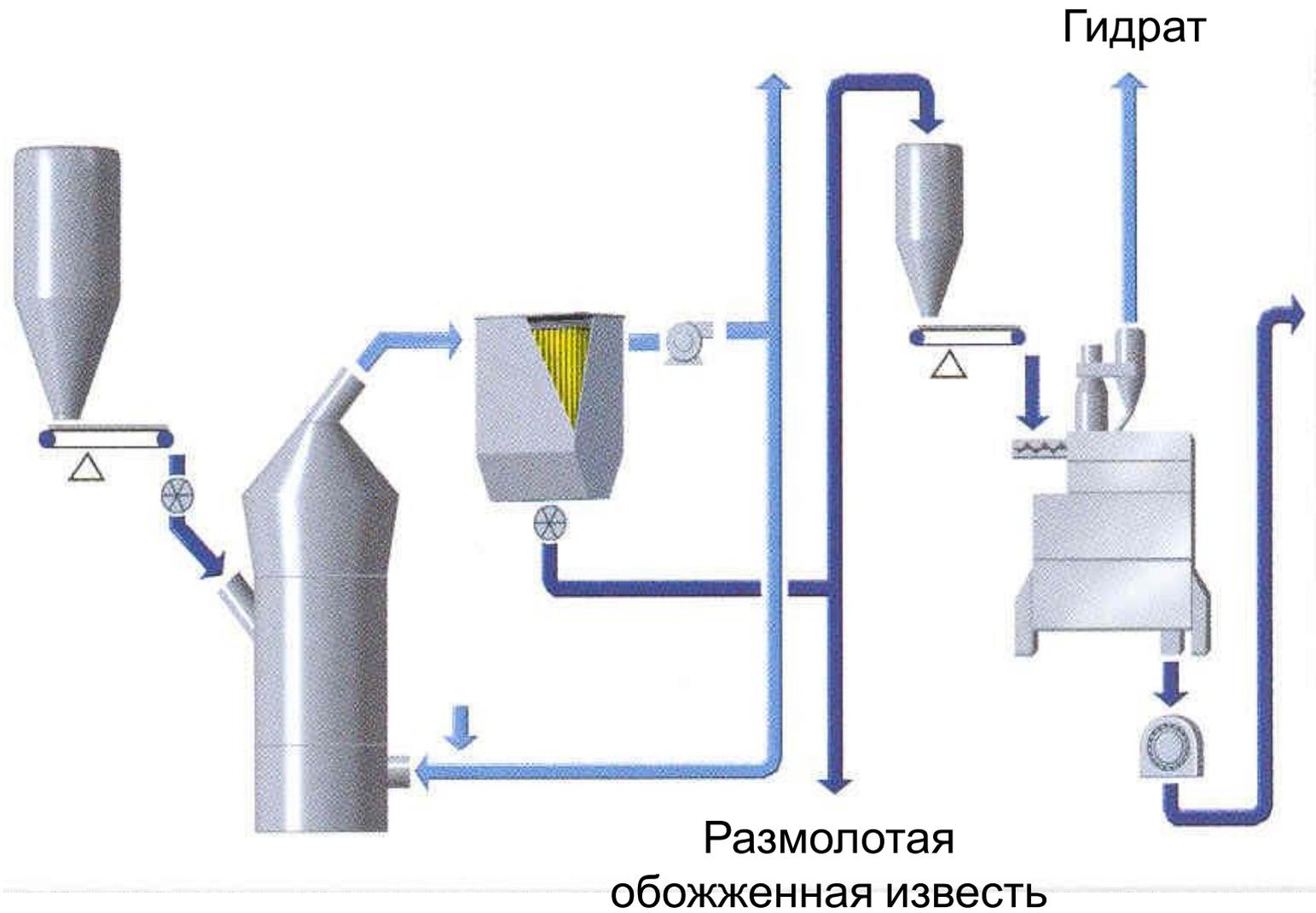
***Технологическая схема помола  
установки для негашеной извест***



Технологическая схема помольной установки  
для известняка с отбором крупки



**Мельница системы MPS с высокоэффективным воздушным сепаратором SLS и системой выноса крупки**



**Установка для обожженной извести**

**MPS и**

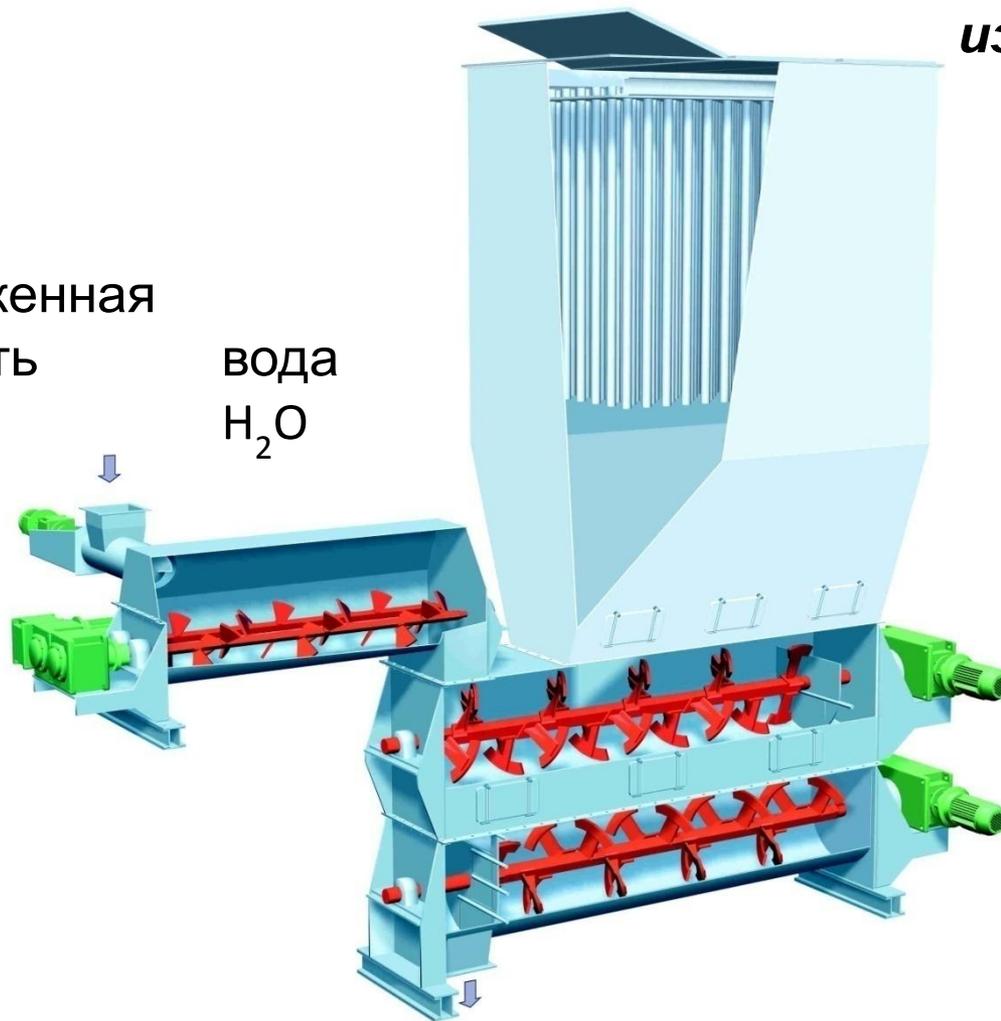
**гидратная установка KLV**

GEBR. PFEIFFER AG

**Аппарат по  
гашению  
извести KLV**

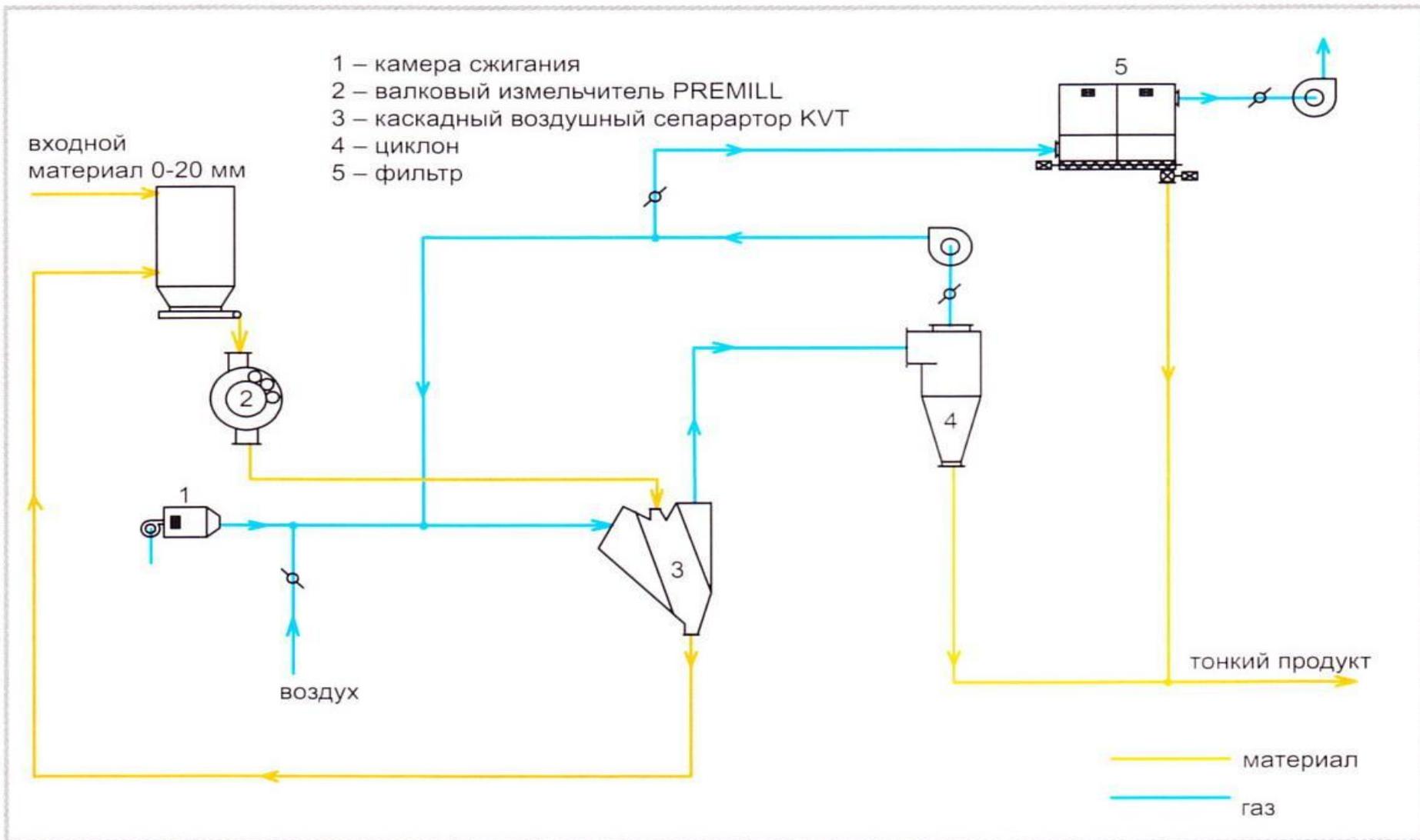
обожженная  
известь  
 $\text{CaO}$

вода  
 $\text{H}_2\text{O}$



гидрат извести  
 $\text{Ca(OH)}_2$

Чешская фирма PSP Engineering разработала схему помола известняка или извести с горизонтальным валковым измельчителем PREMILL, который работает в составе простой линии отдельно или в контуре с воздушным сепаратором.



Каскадный воздушный сепаратор KVT представляет собой статический воздушный сепаратор прямоугольного сечения для сортировки частиц 0,1-2 мм. В продольной плоскости он имеет V-образную компоновку состоящую из трех узлов: вход сортировочного газа, центральная встроенная загрузка материала и выход газа.

Вход и выход газа встроены в верхних частях двух наружных узлов. Грубый материал поступает в разгрузочную воронку, в то время как мелкая фракция отводится вместе с воздухом на выход. Загрузка материала предусмотрена в центральном узле, где установлены два ряда каскадных, наклонных перегородок, расположенных друг против друга.

