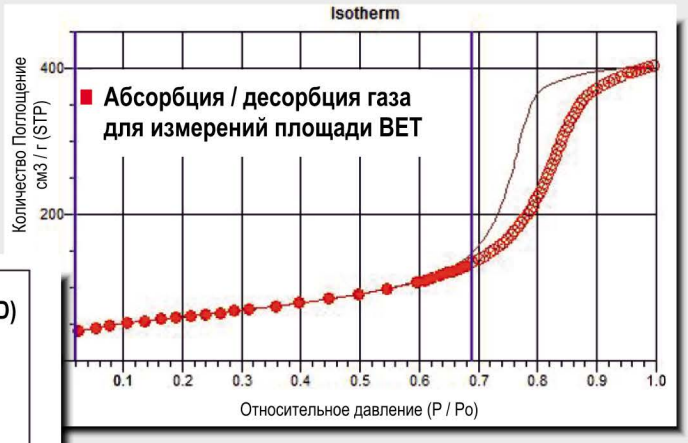
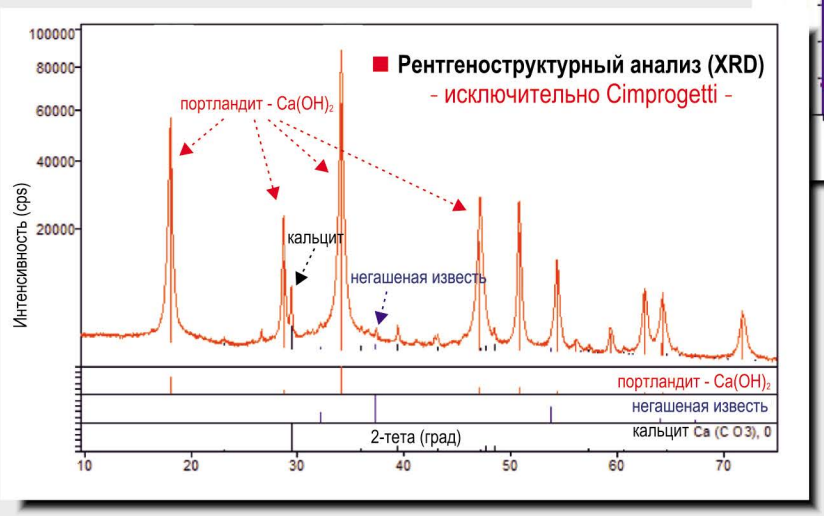
CIMPROGETTI®
THE GREEN EDGE OF LIME TECHNOLOGIES

В лаборатории Cimprogetti проводится контроль качества гидратированной извести

- Термогравиметрический анализ (ТГ-ДТА)
- Тонина и определение удельной поверхности





ПРИМЕРЫ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

Бесспорный мировой лидер

В технологии гидратации

- **Cim-Hydrax-4G**
  современный гидратор
- **Cim-Hydrax-4G MAX**
  для специальных применений
- **Cim-Hydrax-FGD**
  Для дополнения стандартных решений по десульфуризации
- **Cim-Pilot**
  уменьшенный гидратор для тестирования компаниями
- **Cim-Hydrax-Compact**
  модульная установка для финальной инсталляции и ограниченной площади

Директор по развитию компании в России и СНГ
Корнеев Виктор Николаевич
Тел.: +7 977 8813935
Email: v.korneev@cimprogetti.com

WWW.CIMPROGETTI.COM

Cimprogetti Srl - A. Grellier - 12.2018

Совершенствование процесса гашения извести

Cimprogetti Srl – Дальмине — Италия

Вступление

Известь – один из материалов, которые широко используются человеком уже многие тысячелетия. Но только со стремительным промышленным развитием в XX в. негашеная и гашеная известь различного качества во все больших количествах стала использоваться для удовлетворения новых производственных потребностей в разных отраслях промышленности.

В частности, для относительно новых областей применения гашеной извести, например для удаления серы из дымовых газов, потребовались новые характеристики продукта, такие как степень дисперсности частиц выше средней, высокая площадь удельной поверхности и объемная пористость.

В результате сформировалась потребность в дальнейшей разработке и частичной модернизации существующего оборудования для гашения извести и соответствующих вспомогательных агрегатов, чтобы, с одной стороны, удовлетворить требования к качеству продукта, а с другой – обеспечить выполнение стандартов на выбросы.

Рассмотрим решения, которые необходимо внедрить с целью получения продукта с большей дисперсностью частиц.

Реакция гидратации

Гидратация — достаточно простая с химической точки зрения экзотермическая реакция, сопровождающаяся выделением тепла на уровне примерно 276 кал/г.

При быстрой гидратации обычно образуются тонкодисперсные частицы, так как вероятность агломерации кристаллов гидрата мала. Однако высокая скорость реакции не обязательно является оптимальным условием.

В принципе, типичная высокоактивная реакция гашения извести протекает в три этапа (рис. 1):

– кинетический
– переходный
– диффузионный.

Как правило, кинетический этап очень непродолжительный (менее 10 с) и характеризуется резким повышением температуры — до 50 % от общего повышения температуры.

Длительность второго, переходного этапа (часто менее 1 мин) может варьироваться в зависимости от размера кусков извести, загружаемых в гидратор. Этот этап характеризуется заметным падением температуры.

На последнем, диффузионном этапе температура снова резко возрастает, а к концу реакции быстро выравнивается.

На рис. 2 показано графическое пояснение описанных выше этапов.

На увеличенном изображении поверхности частиц извести видно, что произошло после первоначального контакта с водой.

В первые несколько секунд реакция начинается очень интенсивно благодаря беспрепятственному соприкосновению извести и воды.

Вскоре после этого на поверхности образуется первый слой частично гидратированной извести, который, задерживаясь у поверхности частиц, предотвращает таким образом доступ к находящимся внизу слоям негашеной извести.

Соответственно вода проникает с задержкой.

По мере окончательного формирования кристаллов гидроксида кальция начинается их разделение, вода начинает проникать более активно, и реакция возобновляется.

Другой фактор, который следует учесть, — это развитие реакции в зависимости от размера кусков негашеной извести.

Мы взяли один образец комовой негашеной извести и измельчили до частиц следующих размеров:

C: +2,0–4,0 мм (поверхность контакта 1x)
B: +1,0–2,0 мм (поверхность контакта 2x)
A: +0,5–1,0 мм (поверхность контакта 4x)

Как видно на рис. 3, по сравнению с более крупными частицами реакция с участием самых мелкодисперсных частиц (A) начинается более интенсивно благодаря четырехкратному увеличению контактной поверхности. Зато в конце кинетического этапа кривая более изогнута, поскольку высокая температура, развивающаяся на поверхности частиц в определенных местах, в итоге ухудшает их реакционную способность.

Новые характеристики гидраторов

Как показывает опыт, скорость увеличения температуры в камере реакции (гидраторе) является основным фактором, определяющим итоговые характеристики продукта.

Очевидно также, что более мелкодисперсные частицы вступают в реакцию так стремительно, что образующееся тепло невозможно распределить/отвести настолько быстро, чтобы предотвратить «сгорание» частиц и последующую задержку гидратации (если только для контроля развития реакции не используются химические присадки).

Таким образом, для получения более тонкодисперсной гидратной извести необходимо выбирать подходящий гранулометрический состав в зависимости от наличия негашеной извести.

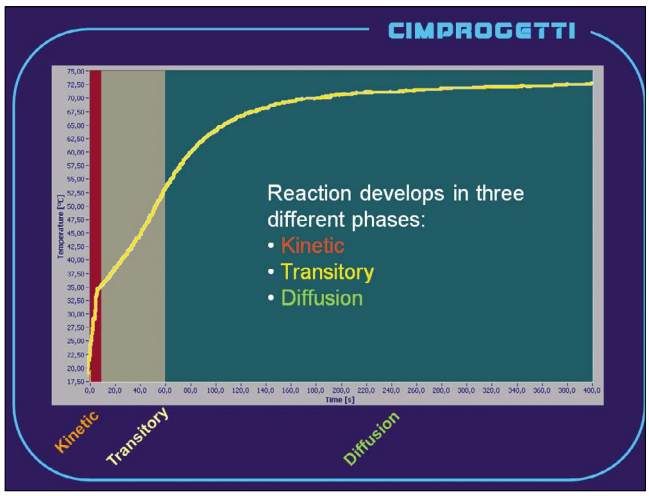


Рис. 1. Этапы реакции гидратации

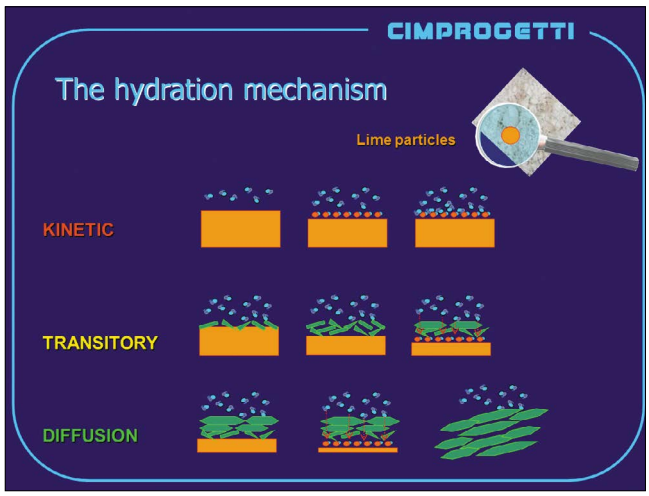


Рис. 2. Механизм гидратации

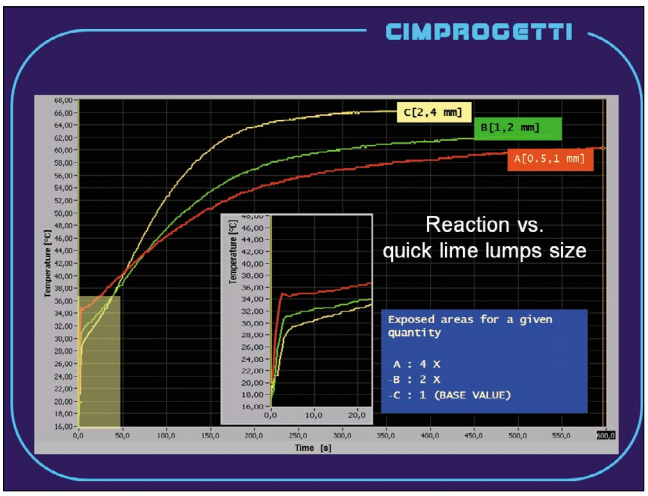


Рис. 3. Течение реакции гидратации в зависимости от размера зерен негашеной извести

Рис. 4. Гидратор Cim-Hydrax-TG

Большое значение имеет также эффективность распределения воды и смешивания продукта на первом этапе реакции гидратации.

Хотя все описанные выше процессы были известны на протяжении десятилетий, настоящий технологический прорыв произошел, когда перед нами поставили задачу достигнуть стандартов качества извести для удаления серы из дымовых газов (FGD) с использованием гидратного сырья оптимальной дисперсности непосредственно из известково-гасильной установки.

В связи с этим была спроектирована новая установка с более эффективным смешиванием и распределением воды, а также с соответствующим оборудованием и автоматизированной системой управления, обеспечивающими более тщательный контроль реакции.

В гидраторах прошлых поколений вода подавалась в одной точке рядом с отверстием подачи негашеной извести, а скорость вращения перемешивающего вала на первой ступени часто была небольшой.

На последующих технологических этапах гидраторов предусматривалось дополнительное перемешивание в течение определенного времени (обычно до 15–20 мин). Это было необходимо для полного завершения реакции до выгрузки материала.

Как можно увидеть на рис. 6, в современном гидраторе известняк по-прежнему подается в одной точке на входе в гидратор, но вода поступает из водораспределительной эстакады по всей протяженности первой стадии.

Вода подается при относительно высоком давлении (6 бар) через патрубки особой конструкции, которые обеспечивают хорошее покрытие всей камеры.

Также на каждой ступени установлено несколько термопар для более детального мониторинга температурного профиля самой реакции.

В результате распределение воды между несколькими точками впрыска можно регулировать в зависимости от характеристик используемой извести и результирующего температурного профиля.

На первой ступени гидратора данной конструкции вместо одного медленно вращающегося вала (12–15 об/мин), оснащенного большими лопатками, используется ступень с двумя вращающимися в противоположных направлениях валами, оснащенными короткими перекрывающимися лопатками, скорость вращения которых достигает 50–60 об/мин (рис. 7).

Частотный преобразователь позволяет регулировать скорость вращения для подбора оптимальных рабочих условий, которые определяются в каждом конкретном случае.

Регулируемая перегородка в конце первой ступени позволяет регулировать толщину слоя извести в зависимости от характеристик сырья, благодаря чему при необходимости можно обеспечить более интенсивное смешивание и/или более длительный период выдерживания (рис. 8).

На второй ступени также предусмотрен узел из двух вращающихся в противоположных направлениях валов, но скорость вращения меньше, чем на первой ступени; а объем камеры примерно вдвое превышает объем первой ступени, поскольку для гашеной извести требуется гораздо больший объем.

В этой камере реакция практически завершается. Для обеспечения интенсивного перемешивания материала был проведен анализ конструктивного исполнения лопаток.

Кроме того, на второй ступени также предусмотрена перегородка, позволяющая регулировать толщину слоя извести (рис. 9).

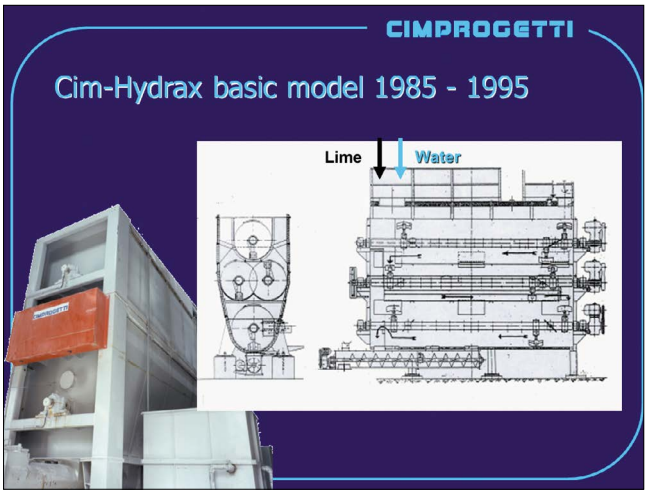


Рис. 5. Гидратор Cim-Hydrax — базовая модель

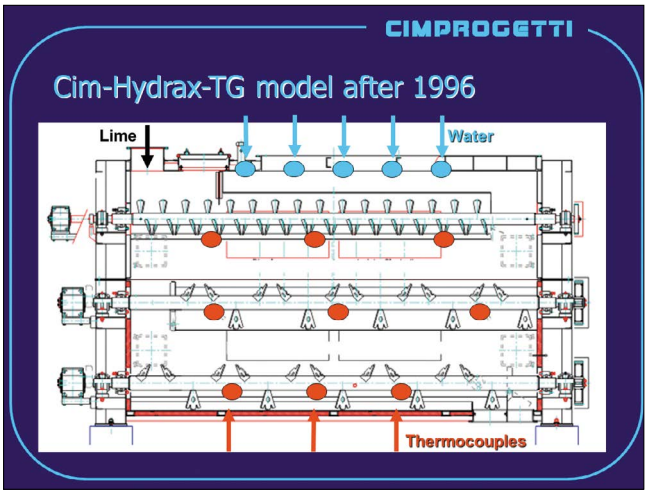


Рис. 6. Гидратор Cim-Hydrax-TG

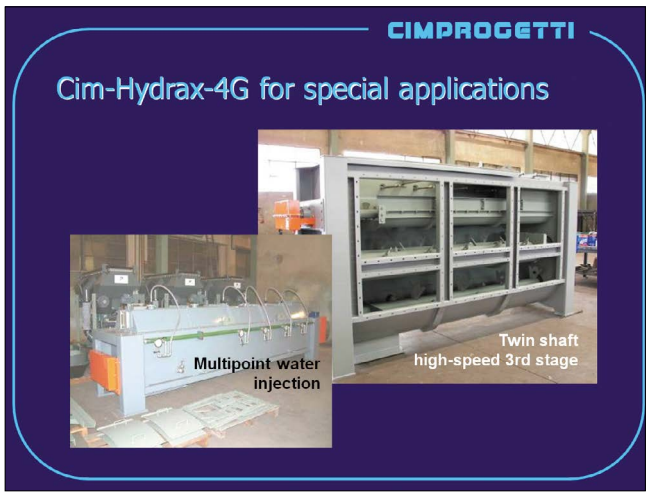


Рис. 7. Гидратор Cim-Hydrax-4G для специальных применений

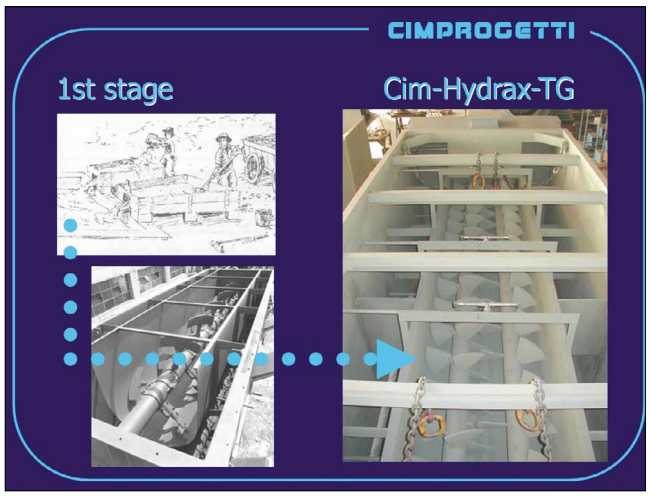


Рис. 8. Первая ступень процесса гидратации

Третья ступень, ранее известная как «камера выдержки», также была модернизирована в результате большей доступности извести с большой реактивной способностью (рис. 10).

Эта ступень может оснащаться двумя вращающимися в противоположных направлениях валами, скорость вращения которых составляет до 50 об/мин, что обеспечивает активную вентиляцию гашеной извести в конце реакции.

В последнем случае для обеспечения более активного перемешивания при поддержании равномерной скорости продукта по всему объему камеры лопатки устанавливаются с меньшим шагом.

Еще одним аспектом, учитываемым при проектировании современных известково-гасильных установок, является необходимость минимизации выбросов твердых частиц.

В настоящее время приемлемой концентрацией считается 50 мг/Нм^3, но во многих странах постепенно вводятся новые предельные значения на уровне 20 мг/Нм^3 или даже 10 мг/Нм^3.

Мокрые газоочистители (скрубберы) неспособны обеспечить соответствие новым стандартам, поскольку количества технологический воды для процесса гидратации оказывается недостаточно, а использование дополнительной воды с последующим образованием загрязненных жидких отходов в целом не является приемлемой практикой.

В начале 1990-х гг. компания Cimprogetti разработала специальный рукавный фильтр. После практических испытаний этого фильтра в различных конфигурациях и с различными фильтрующими материалами (рис. 11) с 1996 г. он был введен в эксплуатацию и используется до настоящего времени.

Необходимо также коротко остановиться на разработанной Cimprogetti высокопроизводительной системе управления CIM-LCPS® (рис. 12).

Будучи важнейшим компонентом гидраторов и сортировочных агрегатов Cimprogetti, эта система управления постоянно совершенствуется на основе опыта, накапливаемого в области проектирования и ввода в эксплуатацию установок Cimprogetti по всему миру.

В нескольких словах ее можно охарактеризовать как узкоспециализированное, удобное в использовании программное обеспечение, которое было разработано профессиональными специалистами в области эксплуатации гидраторов.

Все значимые технологические параметры фиксируются и увязываются друг с другом, что обеспечивает стабильные рабочие режимы.

Операции пуска и остановки также автоматизированы.

Усовершенствования, рассмотренные в данной статье, также являются результатом большого количества эксплуатационных испытаний пилотного гидратора Cimprogetti, проводящихся в течение ряда лет совместно с несколькими известными производителями извести по всему миру.

Cim-Pilot представляет собой обладающий эксплуатационной гибкостью небольшой агрегат (производительностью 100 кг/час), способный воспроизводить практически все рабочие режимы, которые только можно представить, с использованием и без использования присадок для контроля реакции и удельной площади поверхности гашеной извести (рис. 13).

Выполнена ли задача?

В таблице, любезно предоставленной компанией Singleton Birch Co (Великобритания), показан дисперсный состав гашеной извести, полученной в двух гидраторах Cimprogetti производительностью 15 метрических т/ч.

Рис. 9. Вторая ступень процесса гидратации

Рис. 10. Третья ступень процесса гидратации

Рис. 11. Фильтр Cim-Zeropoll

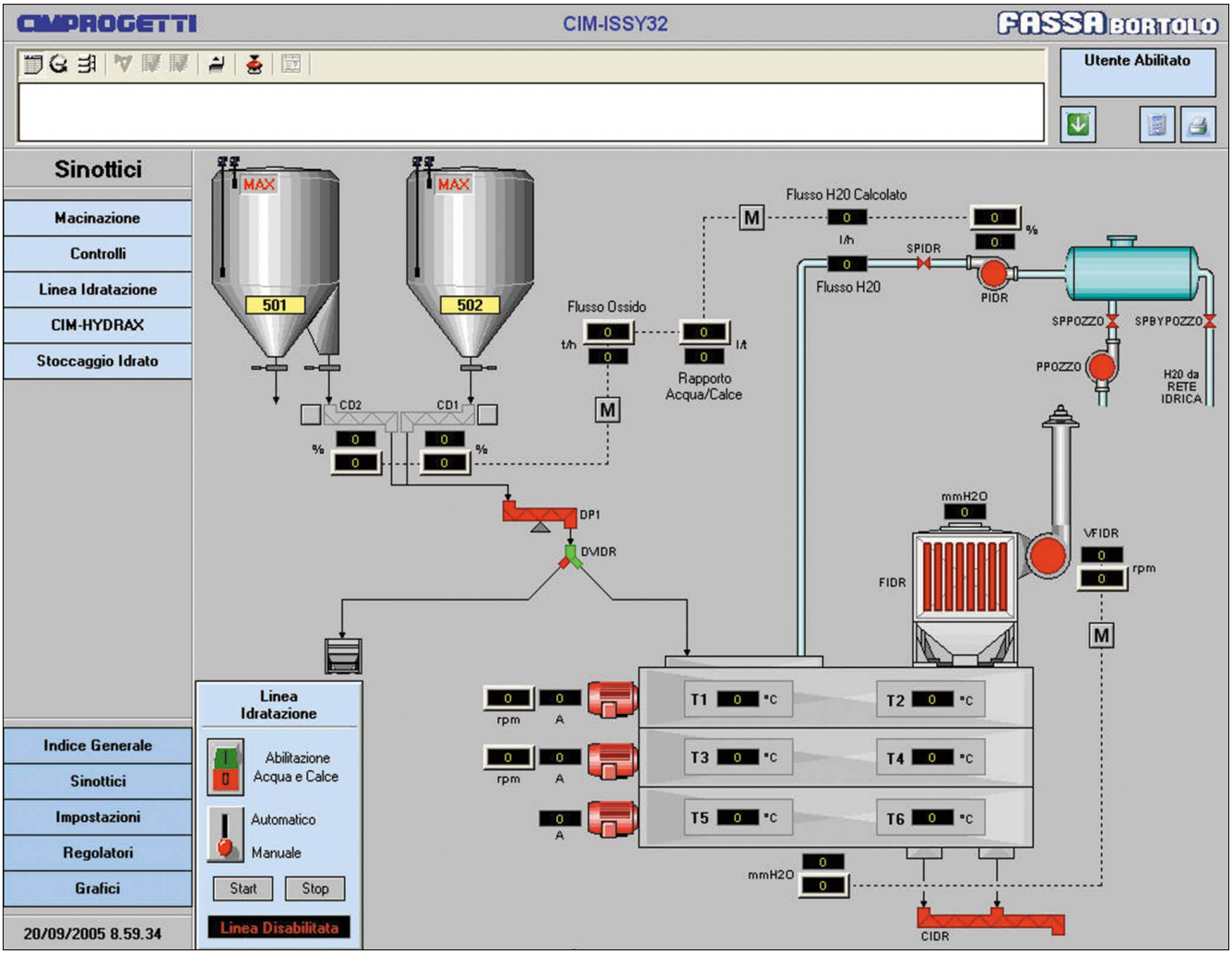


Рис. 12. Система управления Cim-Issy 32

Модель гидратора CIM	Версия 1.2.1	Версия 2.2.1
Спецификации гидратного сырья		
Сырье менее 90 мкм	15,4%	43,6%
Остаток на сите с ячейками 90 мкм	31,2 %	19,1 %
Остаток на сите с ячейками 1 мм	28,7 %	15,0 %
Остаток на сите с ячейками 2 мм	18,6 %	7,9 %
Остаток на сите с ячейками 4 мм	6,1 %	1,6 %

Конструкция гидратора версии 1.2.1 предусматривает мокрый скруббер и первую ступень с одним валом.

Конструкция гидратора версии 2.2.1 предусматривает рукавный фильтр для очистки влажных паров (Cim-Zeropoll) и первую ступень с двумя высокоскоростными валами и многоточечной системой впрыска воды.

Оба гидратора загружаются высокореактивной известью фракции 0–5 мм, произведенной в вертикальных двухшахтных регенеративных печах.

Как можно увидеть, гидратор версии 2.2.1 выдает значительно более высокодисперсный продукт непосредственно на выходе из самого гидратора.

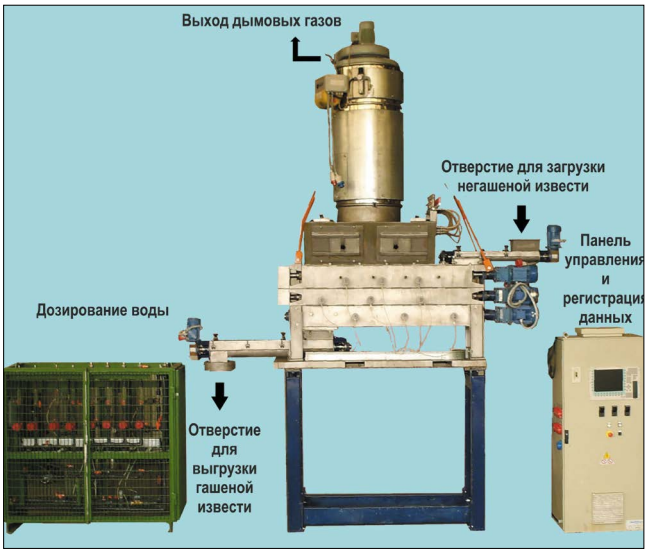


Рис. 13. Гидратор Cim-Pilot

Это обеспечит не только большее количество гашеной извести для химической промышленности после динамического разделения частиц, но также более эффективный захват частиц серы во всех случаях, когда такое гидратное сырье используется непосредственно в скрубберах для удаления серы из дымовых газов (FGD).

www.cimprogetti.com