

Гранулометрический анализ цемента при его производстве

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

РЕФЕРАТ. В статье дано описание промышленного лазерного дифракционного анализатора MYTOS, обеспечивающего представительный пробоотбор, диспергирование образца и изменение размеров частиц. Модульная система спроектирована как для поточного анализа в условиях производственного процесса, так и для анализа в автоматизированной лаборатории. На сегодняшний день более 200 поточных анализаторов SYMPATEC успешно применяются на цементных заводах по всему миру.

1. Введение

В производстве цемента распределение конечного продукта по размерам частиц является одним из наиболее важных параметров качества продукта и решающим при определении прочности бетона. Необходимое распределение по размерам частиц обычно достигается при помощи измельчения и классификации по крупности. Так как измельчение цемента является процессом, требующим значительного потребления энергии, гранулометрический анализ конечного продукта сразу после помола позволяет не только улучшить его качество, но и в значительной степени повысить эффективность потребления энергии и производительность за счет устранения повторного измельчения.

В настоящее время анализ по размерам частиц с помощью метода лазерной дифракции является широко распространенной и почти стандартной процедурой контроля качества цемента. Первое поколение лазерных дифракционных анализаторов появилось в начале 1970-х гг. В то время все продукты, даже цемент, анализировались исключительно в виде суспензии, потому что не был изобретен подходящий способ диспергирования в сухом виде. Для диспергирования цемента в суспензии в качестве рабочей жидкости применялся изопропанол, что создавало определенные проблемы для надлежащей обработки после использования.

В 1984 году появилось новое поколение лазерных дифракционных анализаторов, в

основе которых лежал следующий принцип – анализатор, предназначенный для определения качества, должен быть адаптирован под требования к продукту и к процессу, а не наоборот. Отсюда вытекает принцип: порошковые вещества должны анализироваться в сухом виде, а суспензии и эмульсии – в жидком. Это практическое и логическое заключение привело к новому подходу в анализе и разработке семейства лазерных дифракционных анализаторов и модулей диспергирования, модульный дизайн которых позволяет с легкостью адаптироваться к любому типу продуктов и процессов.

В компании SYMPATEC GmbH (Клаусталь-Целлерфельд, Германия) впервые был разработан не имеющий себе аналогов метод распыления сухих порошков для определения размеров частиц в диапазоне от 100 нм до практически 10 мм. Запатентованный модуль RODOS обеспечивает ровное, полное и адаптированное под продукт диспергирование любых порошков. В сочетании с широко известным лазерным дифракционным анализатором HELOS, система с модулем RODOS представляет собой мощный прибор для лабораторного гранулометрического анализа порошков.

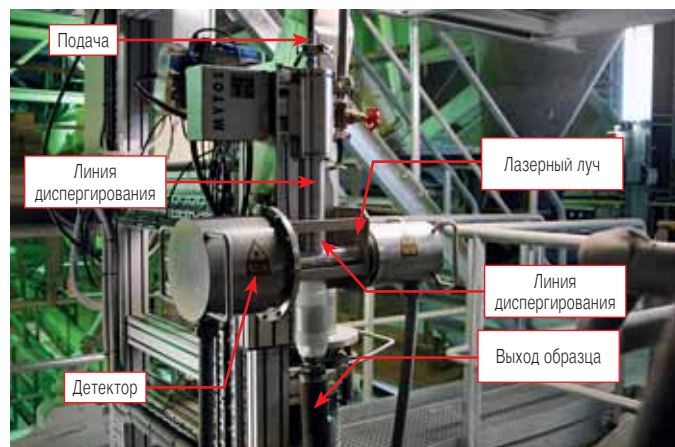
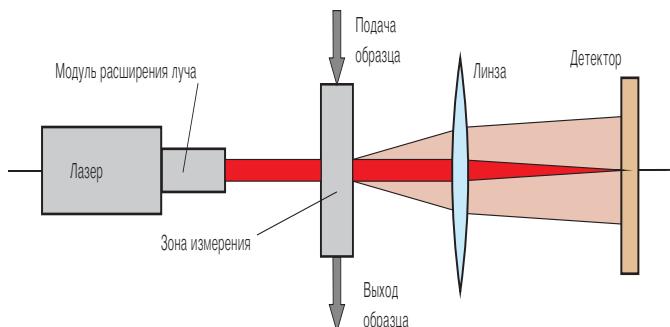


Рис. 1. Принципиальная оптическая схема лазерного дифракционного анализатора SYMPATEC

Рис.2. Поточный анализатор MYTOS, вариант on-line



Рис.3. MYTOS и VIBRI, установленный в Polysius AST



Рис. 4. Автоматизированная цементная лаборатория, включающая анализатор размеров частиц at-line MYTOS и VIBRI



Рис.5. Пробоотборник TWISTER после мельницы

Модульные системы анализа HELOS & RODOS успешно применяются на более чем 160 цементных заводах по всему миру и уже близки к тому, чтобы стать стандартной лабораторной системой для сухого анализа цемента. В это количество также входят и автоматизированные лаборатории, в которых в анализатор гранулометрического состава с помощью робота непрерывно (до нескольких сотен раз в день) подается проба для анализа. Конечно, это возможно только при использовании быстрого модуля диспергирования сухих порошков, потому что при жидком диспергировании в реальности невозможно достичь такой производительности анализа.

Анализатор MYTOS, сочетающий в себе лабораторный анализатор HELOS и модуль диспергирования порошков RODOS, спроектирован и выполнен для промышленного (at-, on-, in-line) анализа частиц по размерам в условиях производственного процесса.

Под термином at-line подразумевается исполнение анализатора в виде специального модуля, который устанавливается рядом с местом пробоотбора. При этом оператору необходимо отобрать пробу из потока самостоятельно и поместить ее в место подачи образца в модуль. Вариант in-line подразумевает ситуацию, когда весь анализатор и

пробоотборник находятся в трубопроводе и цикл измерения никак не влияет на процесс. В случае on-line речь идет о ситуации, когда технически невозможно поместить анализатор в трубу. Поэтому в трубе происходит только пробоотбор, а сам анализатор устанавливается на трубе.

2. MYTOS — лазерный дифракционный анализатор и модуль диспергирования порошков

В лазерной дифракции используются три основных компонента, на основе которых должен быть построен анализатор. Его принципиальная схема представлена на рис. 1.

1. Во-первых, требуется источник луча — лазер. На сегодняшний день эффективность лазерных диодов с аналитической точки зрения очень мала, это объясняется их ресурсом и стабильностью, поэтому предпочтителен газовый гелий-неоновый лазер. Для того, чтобы наилучшим образом подобрать необходимый диаметр луча к требованиям к продукту и к данной оптической схеме, используется модуль расширения луча.

2. Преобразующая линза Фурье с определенным фокусным расстоянием проецирует на детектор дифракционные картины, которые получаются при прохождении частиц через лазерный луч в зоне измерения. В зависимости от требуемого фокусного расстояния доступны оптические модули, которые позволяют создать виртуальное фокусное расстояние до 5 м в реальном расстоянии до 50 см. Все это позволяет сделать приборы SYMPATEC компактными, обеспечивая прочное исполнение прибора.

3. Основная аналитическая часть лазерного дифракционного анализатора — это детектор, выполненный в виде 31 полукруглого элемента, он позволяет измерять дифракционные картины, которые далее преобразовываются и математически обрабатываются в распределение по размерам частиц. С физической точки зрения, детектор с полукруглым распределением детектирующих элементов наиболее точно обеспечивает высокую чувствительность и оптимальный результат,

особенно для несферических частиц, таких как в цементе. Так как только четкая ориентация всей оптической системы по одной оси гарантирует наилучший результат, крайне необходимо обеспечивать автофокусировку детектора в трехмерном пространстве. Все эти требования уже предусмотрены и выполнены в анализаторах SYMPATEC.

В промышленном исполнении модуль диспергирования порошков полностью интегрирован в систему MYTOS. Созданный на основе прекрасно зарекомендовавшего себя в лабораториях и автоматизированных системах модуля диспергирования порошков RODOS, MYTOS обеспечивает полное диспергирование даже мелкодисперсных порошков. Процесс измельчения цемента оценивается не по агломератам, а по отдельным и разделенным частицам, потому что стадия надлежащего диспергирования крайне важна. Лазерные дифракционные анализаторы определяют размер всех частиц, которые проходят через лазерный луч в зоне измерения, таким образом, без полного диспергирования агломератов результат анализа будет некорректным.

При производстве цемента для оценки качества конечного продукта очень часто используется значение тонины по Блейну или RRSB параметры. Истинная удельная поверхность (эквивалент значения тонины по Блейну), измеренная с помощью лазерной дифракции и подсчитанная исходя из полного распределения частиц по размерам, может быть получена только для идеально диспергированного порошка.

Анализатор MYTOS позволяет проводить измерения в 31 классе частиц и сочетает в себе высокоскоростную обработку данных до 2000 измерений в секунду, по результатам которых можно построить среднее распределение. Перед каждым измерением система автоматически приводится в рабочее состояние таким образом, что оператору нет необходимости вручную настраивать анализатор: проводится автофокусировка и измерение уровня фонового загрязнения, установка параметров измерения.



Рис. 6. TWISTER и MYTOS on-line

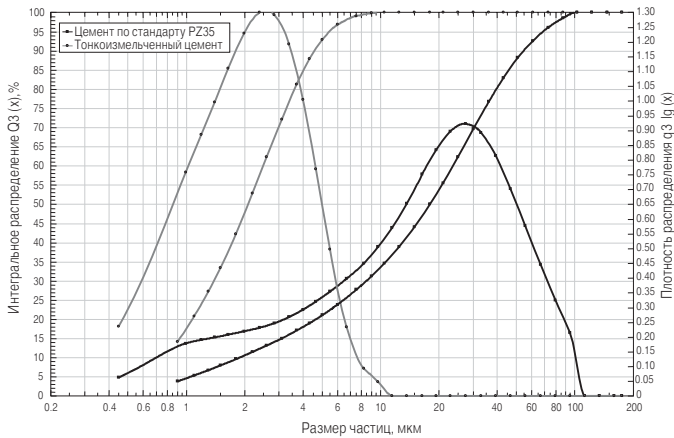


Рис. 7. Сравнение распределения частиц по размерам для тонкоизмельченного цемента и цемента по стандарту PZ35

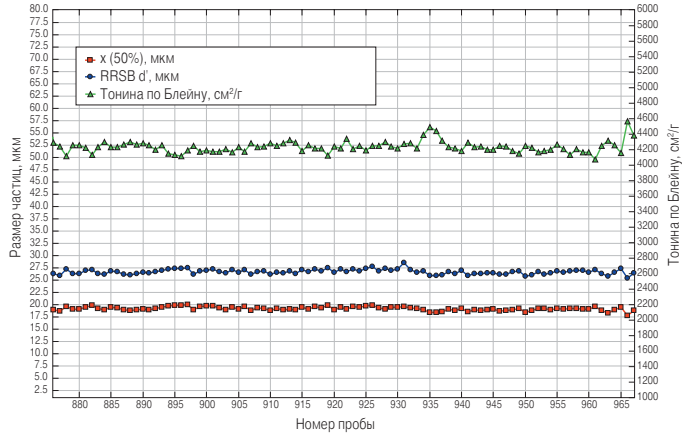


Рис. 8. Тренд-диаграмма характеристических значений результатов поточного анализа цемента

Применяемая теория дифракции по Фраунгоферу является абсолютно параметро-независимой. В случае необходимости имеется возможность использовать для расчетов также теорию Ми. Для обработки результатов измерения с ее помощью необходимо точно знать и учитывать комплексный показатель преломления анализируемого образца. Однако для образцов, состоящих из нескольких фракций, таких как цемент, теория Ми совершенно не применима. Поэтому для получения реального распределения частиц по размерам в образце цемента необходимо использовать теорию дифракции по Фраунгоферу.

3. Серия поточных анализаторов MYTOS

На рис. 2 представлена установка анализатора размеров частиц MYTOS on-line в потоке на одном из цементных заводов в Нидерландах. Анализатор используется при существующем у Заказчика способе подачи образца. Заказчик использует 2 анализатора MYTOS, спроектированных для решения разных задач. Кроме измерения размеров частиц, оба анализатора позволяют вести постоянный мониторинг процесса и своевременно вносить в него изменения. Оба анализатора позволяют использовать пробу после гранулометрического анализа для выполнения других видов анализа.

При помощи сжатого воздуха поток образца подается в линию диспергирования анализатора, после которой ламинарный поток попадает в зону измерения. Дополнительный сжатый воздух предназначен для направления потока частиц точно в центр зоны измерения; кроме того, такое устройство защищает линзы от загрязнения.

Так как MYTOS спроектирован для промышленного применения, работы по обслуживанию оптической системы сведены к минимуму: нет необходимости чистить оптику даже на протяжении нескольких месяцев. Если даже чистка необходима, то данная процедура занимает всего несколько минут и может быть выполнена без остановки процесса.

Представленный поточный анализатор MYTOS выполняется в различном дизайне, в зависимости от требований продукта и процесса. Кроме представленной на рис. 2 версии on-line, также существует вариант at-line. Указанные модули широко используются в составе автоматизированных лабораторий, поставляемых такими всемирно известными производителями, как Novatec Ingenieros (Herzog), Polysius (AMT, AOT, ACT), FLSmidth (Robolab, QCX lab) и др. На рис. 3 представлен пример компактной инсталляции в составе автоматизированной лаборатории Polysius ACT.

На рис. 4 представлен вариант полностью автоматизированной лаборатории, установленной в Испании на предприятии Cosmos Cement, в составе которой поставляется анализатор MYTOS и VIBRI.

4. Пробоотбор

Анализ с помощью метода лазерной дифракции требует обеспечить представительность пробы, так как оптическая концентрация продукта в трубопроводе обычно выходит за пределы возможностей анализатора. Кроме того, для цементной промышленности характерны абразивные образцы. Необходимо также принимать во внимание высокий выход и высокую скорость продукта. Все эти факторы должны быть учтены на стадии пробоотбора. Поточный представительный пробоотборник TWISTER применяется вместе с анализатором MYTOS.

Качество TWISTER неоднократно проверено и успешно подтверждено в его интенсивной работе во многих производственных процессах.

В обычных условиях протекания процесса на цементном производстве чаще всего требуется проводить предварительную стадию отбора образца и его деления для снижения износа пробоотборника. Для этих целей очень удобно использовать шнековый питатель, который снижает поток анализируемого материала до 80–200 кг/ч. Из этого потока TWISTER отбирает представительную пробу для анализа в MYTOS, напрямую соединен-

ном с пробоотборником. В том случае, если поток цемента движется только под действием гравитации, скорость частиц настолько мала, что пробоотборник TWISTER можно поместить без каких-либо ограничений прямо в основной поток. Начиная сканирование сечения трубы из защитной парковочной позиции, пробоотборник TWISTER охватывает ее полное сечение по траектории измененной спирали. Все участки трубы охвачены равномерно. Только выполнение этого условия обеспечивает представительный пробоотбор. На рис. 5 представлен пробоотборник TWISTER после шнекового питателя, установленный на цементном заводе.

На рис. 6 показан анализатор MYTOS & TWISTER, установленный как центральная поточная аналитическая on-line система измерения на одном из заводов компании Cimpro. Данная система одновременно подключена к двум шнековым питателям, более того, предусмотрена возможность ручного анализа внешних образцов с помощью модуля VIBRI. Стандартное программное обеспечение позволяет использовать любые устройства подачи образца. После анализа образец подается далее в поток.

В том случае, если полная установка TWISTER в трубе невозможна, можно использовать статичный или уже имеющийся на производстве участок пробоотбора. Стационарный пробоотборник присоединяется к входному отверстию MYTOS. Клапан, устанавливаемый между участком пробоотбора и MYTOS, в нужный момент времени отключает подачу потока порошка в анализатор для проведения предварительного измерения фона внутри анализатора и в линии диспергирования. Стадия обратной продувки пробоотборника гарантирует, что он не заблокирован материалом. При использовании стационарного пробоотборника особенно важно обеспечить его правильное положение в трубе, чтобы отобранная проба была представительной. Анализатор MYTOS вместе с вибрационным питателем может быть установлен на участке отбора проб на анализ, имеющемся на производстве. VIBRI

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

обеспечивает правильное дозирование образца, который отбирается для анализа – как только проба заполняет приемную воронку VIBRI, анализ начинается автоматически.

5. Результаты

На рис. 7 представлено типичное распределение частиц по размерам для тонкоизмельченного цемента и цемента по стандарту PZ35. Очевидно, что значительные различия характеристик обоих видов цемента обусловлены совершенно разным распределением частиц по размерам. При поточном анализе характеристические величины измеренных распределений частиц по размерам или рассчитанные на их основе параметры (удельная поверхность) могут выводиться на тренд-диаграмме (рис. 8), позволяющей в реальном времени контролировать и останавливать процесс помола. Каждая точка на тренд-диаграмме отвечает распределению частиц по размерам в определенный момент измерения, которое может быть вызвано одним нажатием мыши.

6. Выводы

Поточный анализатор размеров частиц MYTOS & TWISTER совмещает в себе представительный пробоотбор, мощное диспергирование образца и анализ порошкообразных веществ по размерам частиц с помощью метода лазерной дифракции. Различные комплектации прибора MYTOS позволяют адаптировать его к любому сухому процессу. При помощи актуального анализа распределения частиц по размерам можно контролировать процесс в реальном времени и своевременно реагировать на изменения режима помола. Таким образом, в цементной промышленности с помощью анализа распределения частиц по размерам прямо в поточной линии появляется возможность значительно уменьшить время реагирования на любые изменения процесса, что, в свою очередь, обеспечивает лучшую производительность, высокий выход и оптимизацию потребления энергии, а в конечном итоге – лучшее качество цемента.

Компания SYMPATEC обладает глубокими знаниями и опытом в области анализа по размерам частиц, имеет основательный инженерный опыт и творческий подход для решения Ваших задач.

Наши приборы созданы специально для того, чтобы Вы получали качественный гранулометрический анализ.

Наилучшее распределение по размерам частиц достигается благодаря точному и качественному лабораторному анализу, непрерывному анализу по размерам частиц в производственной линии, а также с помощью мощного диспергирования порошков и разделения агломератов.



Выставки II квартала 2009 года

21-25 апреля

ИнтерСтройЭкспо
15-й международный строительный форум
Россия, Санкт-Петербург
Тел.: (+7-812) 3206363
Факс: (+7-812) 3208090
www.restec.ru

21-24 апреля

Уральский строительный форум:
Строительство. XIV специализированная выставка с международным участием
Россия, Екатеринбург
Тел.: (+7-3432) 701796, 701795
Факс: (+7-3432) 701796, 701795
www.uv2000.ru

27-30 апреля

ВолгаСтройЭкспо
14-я международная специализированная выставка
Россия, Татарстан, Казань
Тел.: (+7-843) 5705121, 5705109
Факс: (+7-843) 5705115

13-15 мая

Строительство и ремонт 2009
3-я межрегиональная специализированная выставка
Россия, Владивосток
Тел.: (+7-4232) 669373, 681638
Факс: (+7-4232) 302659
www.atr-expo.ru

14-16 мая

Строй – Экспо 2009
5-я специализированная выставка
Россия, Архангельск
Тел.: (+7-8182) 653638, 654783
Факс: (+7-8182) 653638, 654783

19-22 мая

Стройпрогресс (Сибирская строительная неделя)
Специализированная выставка с международным участием
Россия, Омск
Тел.: (+7-3812) 252520, 251479
Факс: (+7-3812) 252702

20-22 мая

Город 2009
16-я строительная выставка-ярмарка с международным участием
Россия, Владивосток
Тел.: (+7-4232) 300518
Факс: (+7-4232) 300418

20-22 мая

AstanaBuild 2009
11-я Казахская Международная Выставка
Казахстан, Астана
Тел.: (+7-3272) 583434, 583443
Факс: (+7-3272) 583444
www.iteca.kz

26-29 мая

ВэйстЭк-2009
6-я Международная выставка по управлению отходами и природоохранным технологиям
Россия, Москва
Тел.: (+7-495) 2255986, 7821013
Факс: (+7-495) 2255986, 7821013