

Контроль качества цемента - от предварительного и аналитического измельчения образцов до элементного анализа



Для производства высококачественного цемента необходимо знать минералогический и химический состав используемых сырьевых материалов, а также промежуточной и готовой продукции. На каждой стадии производства выполняется отбор проб для соответствующей обработки и анализа, что позволяет вести непрерывный контроль качества.

Компания RETSCH предлагает широкий ассортимент оборудования для пробоподготовки на всех этапах производственного процесса: от добычи сырьевых материалов до производства готовой продукции. Стандартный процесс пробоподготовки включает в себя предварительное измельчение, прободеление и измельчение до аналитической тонкости, после чего образец передается на анализ.

Элементный анализ методом сжигания позволяет с максимальной быстротой, точностью и достоверностью определить содержание углерода и серы в цементе. Помимо измельчения, образец не требует никакой дополнительной подготовки. Элементные анализаторы компании ELTRA способны измерять концентрацию углерода и серы в диапазоне от нескольких частиц на миллион до 100 %.

Предварительное измельчение

Для производства высококачественного цемента необходимо знать минералогический и химический состав используемых сырьевых материалов, а также промежуточной и готовой продукции. На каждой стадии производства выполняется отбор проб для соответствующей обработки и анализа, что позволяет вести непрерывный контроль качества.

Компания RETSCH предлагает широкий ассортимент оборудования для пробоподготовки на всех этапах производственного процесса: от добычи сырьевых материалов до производства готовой продукции. Стандартный процесс пробоподготовки включает в себя предварительное измельчение, прободеление и измельчение до аналитической тонкости, после чего образец передается на анализ.

Элементный анализ методом сжигания позволяет с максимальной быстротой, точностью и достоверностью определить содержание углерода и серы в цементе. Помимо измельчения, образец не требует никакой дополнительной подготовки. Элементные анализаторы компании ELTRA способны измерять концентрацию углерода и серы в диапазоне от нескольких частиц на миллион до 100 %.



**Щёковые дробилки
RETSCH BB 200**

Прободеление:

После предварительного измельчения от общего объема образца отбираются представительные пробы. Проба должна максимально точно отражать свойства всего образца. Количество и объем отбираемых проб зависит от общего количества образца, его гомогенности и максимального размера частиц. Метод случайного отбора проб не рекомендуется, так как в этом случае вероятность ошибки составляет около 20 %. Вероятность ошибки можно снизить до 0,5 %, используя прободелители, например стандартный прободелитель PT 100 или ротационный прободелитель PT 200 производства компании RETSCH. Для автоматической подачи образца рекомендуется использовать вибропитатели, которые не только упрощают работу, но и повышают воспроизводимость результатов. Прободелители подходят для образцов с размером частиц до 10 мм и предназначены для деления образца на представительные пробы (1-3 или 6-10 шт.) согласно требованиям стандарта DIN 51 701.

Контроль качества цемента - от предварительного и аналитического измельчения образцов до элементного анализа



Измельчение с высоким классом тонкости

Следующий этап пробоподготовки - измельчение образца до класса тонкости 100 мкм и меньше, выполняемое либо в шаровой мельнице, либо в вибрационной дисковой мельнице, например RETSCH RS 200. Данная мельница, используемая главным образом для подготовки образцов к рентгенофлуоресцентному анализу, позволяет достигать конечной тонкости 100 мкм и меньше всего за 30-40 с, а результаты измельчения отличаются высочайшей воспроизводимостью. После измельчения образец можно отправлять на рентгенофлуоресцентный или элементный анализ. Последний шаг перед проведением рентгенофлуоресцентного анализа - запрессовывание в таблетки (пеллеты), от качества которых достоверность и информативность анализа. Например, таблеточный пресс PP 40 от компании RETSCH - отличный инструмент для изготовления прочных пеллет с ровной и гладкой поверхностью.

Гранулометрический анализ

Также компания RETSCH предлагает богатый ассортимент оборудования для ситового анализа, которое позволяет охватить размер частиц от 10 мкм до 125 мм благодаря различным методам отсева. При вибрационном отсеве материал движется в трех измерениях: к вертикальным движениям при подбрасывании добавляются круговые движения в горизонтальной плоскости. Сочетание движений разных типов позволяет равномерно распределять образец по всей поверхности сита. Напротив, при отсеве порошков, склонных к агломерации, движение материала в трех измерениях не отличается такой эффективностью. Воздухоструйная просеивающая машина AS 200 от RETSCH прекрасно подходит для отсева порошков, склонных к агломерации, с размером частиц от 10 мкм до 4 мм. Порошок приводится в движение подвижной струей воздуха. Вытяжная система, подсоединяемая к просеивающей машине, создает вакуум внутри рабочей камеры и втягивает наружный воздух через сопло. Проходя через узкое сопло, воздух ускоряется и, попадая на сито, отсеивает частицы.

Поток воздуха распределяется над всей поверхностью сита и медленно втягивается через его отверстия. Таким образом, мелкие частицы попадают через отверстия сита в вытяжную систему или циклон. Кроме этого, компания RETSCH предлагает простую и удобную программу расчетов EasySieve® для анализа и документирования результатов отсева.



RETSCH
Воздухоструйная
просеивающая машина
AS 200 jet

Определение концентрации углерода и серы

Контроль качества цемента требует достоверного определения концентрации содержащихся в нем углерода и серы. Если концентрация серы слишком высока, такой цемент будет легко разрушаться при контакте с серной кислотой. В составе цемента углерод, как правило, представлен в виде CO_2 , а сера - в виде SO_3 . Элементный анализ, как правило, осуществляется методом сжигания образца с последующим изучением высвобождаемых летучих соединений. Для анализа образцов из неорганических материалов с низким содержанием углерода и серы, например цемента, оптимально подходит индукционная печь с температурой нагрева до 2200 °C. В таблице 1 приведены стандартные результаты измерения концентрации CO_2 и SO_3 в образцах цемента, а также дерева и угля, которые нередко используются в качестве топлива на цементных заводах. Результаты, полученные с помощью анализатора ELTRA CS-2000, демонстрируют минимальное среднеквадратическое отклонение. Данный метод отличается высокой достоверностью и скоростью - время измерения составляет всего 60-120 с.



ELTRA
Элементный
анализатор CS-d

Контроль качества цемента - от предварительного и аналитического измельчения образцов до элементного анализа



Аналитические значения по результатам 10 измерений образцов цемента, дерева и угля

| | Цемент | Дерево | Уголь |
|-------------------|-----------|-------------|------------|
| % CO ₂ | 6,01±0,04 | | |
| % SO ₃ | 2,61±0,04 | | |
| % C | | 49,86± 0,18 | |
| % S | | 0,02±0,001 | |
| % C | | | 64,42±0,07 |
| % S | | | 0,56±0,002 |

Вторичное топливо

С ростом числа цементных заводов неуклонно растет не только потребление ископаемого топлива, используемого для обжига цементного клинкера, но также и вторичного топлива. Вторичное топливо изготавливается из отходов различных производств или отходов с высокой теплотворной способностью, в состав которых входят материалы различного происхождения. Для обеспечения стабильности и воспроизводимости процесса сгорания такое вторичное топливо должно отвечать тем же требованиям по качеству и безопасности для экологии, что и первичное, то есть, соответственно, проходить такую же подготовку и анализ, а также анализ на определение высшей теплотворной способности.

Подготовка и анализ проб

Поскольку вторичное топливо, как правило, изготавливается из мягких и эластичных материалов, его предварительное измельчение должно выполняться разрезанием и под действием сил сдвига. Для этого лучше всего подходят режущие мельницы. Процедура пробоподготовки такая же, как для твердых и хрупких материалов: сначала предварительное измельчение, затем прободеление и измельчение до аналитической тонкости. Поскольку вторичное топливо, как правило, очень неоднородно по составу, для получения результатов аналитической точности важно обеспечить высокое качество пробоподготовки. Прочная режущая мельница RETSCH SM 300 легко справится с материалами неоднородного состава, демонстрирующими различное поведение при измельчении, а также отличается превосходной безопасностью работы. Важным преимуществом данной мельницы для измельчения вторичного топлива является то, что ее размоляющая гарнитура не содержит тяжелых металлов, поэтому их влияние на результаты анализа исключено. Благодаря трем сменным режущим роторам и мощному приводу данная мельница подходит для измельчения таких материалов, как текстиль и кожа, а также предварительно измельченных пластиковых крышек и банок из мягких металлов, абразивных компонентов электрооборудования и неметаллических деталей автомобилей (после измельчения в шредере). Поскольку данная мельница имеет определенные ограничения по типам измельчаемых материалов, компоненты из стали и железа нужно предварительно отделить с помощью магнитного сепаратора. Конечная тонкость, которая главным образом определяется размером ячеек сменного нижнего сита, в зависимости от материала образца может достигать <2 мм. Для увеличения производительности и отведения тепла, образующегося во время работы, используется циклон. Если образец необходимо измельчить до конечной тонкости порядка 200 мкм, для этого лучше всего подходит ультрацентрифужная мельница ZM 200 от компании RETSCH. Она отличается непревзойденной скоростью и производительностью, а запатентованная касетная система очень легко очищается. Чтобы установить нужный класс тонкости, выберите подходящее сменное сито. Опыт показывает, что для достижения аналитической тонкости достаточно размера ячеек 0,5 или 1 мм. Эластичные материалы, например резина, перед измельчением охрупчиваются жидким азотом для предотвращения оплавления под действием высокой температуры.

Поскольку вторичное топливо демонстрирует различное поведение при сжигании (по сравнению с материалами неорганического происхождения), для его анализа непригодна индукционная печь. Оптимальным выбором в этом случае будет резистивная печь с рабочей температурой 1300 °С. Поскольку на цементных заводах используется топливо различных типов, обладающее различной теплотворной способностью, именно измерение концентрации содержащегося в нем углерода позволяет с высокой точностью рассчитать теплотворную способность топлива. Концентрация серы, с другой стороны,

Контроль качества цемента - от предварительного и аналитического измельчения образцов до элементного анализа



является важным параметром, позволяющим контролировать эффективность десульфуризации газа. Если для угля максимальная концентрация серы составляет 5 %, то для вторичного топлива (например, дерево и биомасса) эта цифра составляет около 0,02 %. Элементные анализаторы компании ELTRA подходят для образцов с самым разным содержанием серы, демонстрируя неизменную точность и достоверность результатов.



Вторичное топливо

Заключение

Контроль качества цемента - неотъемлемая часть производственного процесса. Важным этапом контроля качества, в свою очередь, является пробоподготовка, от репрезентативности и воспроизводимости которой зависит информативность результатов последующего анализа. Компания Retsch предлагает широкий спектр оборудования для прободеления, измельчения и гранулометрического анализа любых материалов, используемых в процессе производства цемента, в том числе вторичного топлива. Чтобы клиенты смогли подобрать оборудование, оптимально подходящее для определенного материала, компания Retsch проводит бесплатные демонстрационные испытания материалов в своих прикладных лабораториях по всему миру.

Элементный анализ методом сжигания, используемый в сочетании с рентгенофлуоресцентным анализом, широко применяется для контроля качества цемента и сопутствующей продукции, позволяя обнаруживать углерод и серу с максимальной скоростью, точностью и достоверностью. Компания ELTRA предлагает широкий спектр элементных анализаторов, используемых в сочетании с резистивными и/или индукционными печами, предназначенных для эффективного обнаружения углерода и серы в самых разных образцах органического и неорганического происхождения. В ассортименте нашей продукции вы всегда найдете оборудование, подходящее для решения любых аналитических задач в сфере производства цемента.

Авторы:

Д-р Таня Батт (Tanja Butt)
менеджер по продукции
Retsch GmbH
Тел.: +49 (0) 2104/2333-300
Эл. почта: t.butt@retschi.com

Д-р Андреас Тайзен (Andreas Theisen)
Директор отдела продаж
ELTRA GmbH
Тел.: +49 (0) 2104/2333-400
Эл. почта: a.theisen@eltra.com