

Анализ теплового процесса для оптимизации управления цементной печью на основе бесконтактного измерения температуры

РЕФЕРАТ. В статье описана система оптического и теплового анализа в режиме он-лайн процессов, протекающих в зоне спекания и холодильнике вращающейся печи, компании Durag GmbH (Германия). Температуры объектов определяются бесконтактным способом. Система предоставляет оператору важную информацию для управления работой печи.

Введение

Производство цемента представляет собой многостадийный процесс, в котором сырьевой материал – смесь карбоната кальция (известняк), кремнезема, оксидов железа и алюминия – подвергают обжигу до частичного плавления при 1450 °С. В результате химических и физических процессов образуется клинкер (процесс спекания).

Охлажденный клинкер далее перемалывают с гипсом, получая цемент.

Спекание является процессом, определяющим качество клинкера, и требует тщательного контроля потребляемой энергии.

Для процесса обжига необходим перевод химической энергии горючего в теплоту, необходимую для обжига клинкера.

Недостаточный нагрев приводит к получению клинкера, содержащего непрореагировавшую известь, чрезмерный нагрев, в свою очередь – к сокращению срока службы жаропрочного кирпича, что может вызвать повреждение корпуса печи, снижение качества продукта и увеличение стоимости производства.

Поскольку доля расхода энергии в производственных расходах, характерная для цементной промышленности, очень высока, вторичное топливо применяется в очень больших количествах, в целях экономии первичного топлива. Вторичное топливо часто характеризуется нестабильностью теплоты сгорания, что отрицательно влияет на совокупность термических и химических преобразований сырья. Точный технологический контроль и оптимизированный подвод теп-

ловой энергии в процессе обжига являются определяющими параметрами для улучшения спекания.

Требования

Система контроля производства, а также система Expert для оптимизации и управления печью предоставляют достоверные данные о параметрах процесса спекания, что дает возможность управлять печью и оптимизировать процессы горения и охлаждения клинкера.

Интеллектуальная система сенсоров DURAG Intelligent Sensor System D-VAT 100-20 (рис. 1) предоставляет точную информацию

в режиме он-лайн о высокотемпературном процессе обжига, которую нельзя получить с помощью стандартных методов:

- цветное видеоизображение зоны спекания на выходе печи в режиме реального времени;
- цветное видеоизображение слоя клинкера и условий в колосниковом холодильнике в режиме реального времени;
- определение формы, положения факела и нарушений работы главной горелки;
- определение положения форсунки горелки и ее состояния;
- определение температуры зоны спекания, пламени и слоя клинкера;
- распределение температуры в пространственном разрешении;
- определение энергии излучения пламени.

Система Видео и Термографии «D-VAT 100-20» с тепловым изображением

The D-VAT 100-20 System Durag process & systems technology gmbh представляет собой

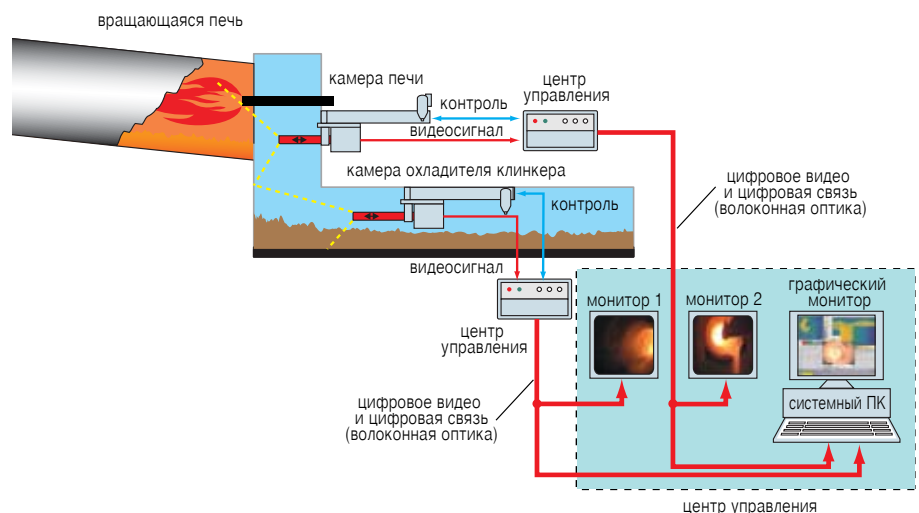


Рис. 1. Система контроля обжига клинкера D-VAT 100-20



Рис. 2. Сенсоры, охлаждаемые воздухом и водой, с ретрактором



Рис. 3. Видеомонитор: зона спекания



Рис. 4. Видеомонитор: клинкерный холодильник

систему визуализации для работы в высокотемпературных условиях, с анализом изображения и обработкой видеоданных, в сочетании с системой бесконтактного определения температуры в режиме он-лайн, основанной на методах оптической пирометрии.

Данная интеллектуальная система состоит из периферийных сенсоров (рис. 2) и компонентов предварительной обработки вместе с системой ПК, обычно располагаемой в центре управления (диспетчерской), и Мониторами видео и Теплового изображения с интерфейсом «Пользователь – Машина». Интерфейс Системы контроля или системы Expert является стандартным. Все данные, полученные о высокотемпературном процессе, аналитические данные и результаты измерений температуры, доступные контрольной системе, предоставляются операторам.

Сенсор D-VAT 100-20 – Sensor (рис. 2) с пневматическим ретрактором крепится на стене головки печи или на стене клинкерного холодильника.

Сенсор охлаждается водой и продувается воздухом, не содержит подвижных частей и управляется вспомогательным оборудованием. Такая конструкция обеспечивает защиту оптического устройства, видео и термографии, от агрессивной среды в зоне головки печи или холодильника и гарантирует надежную работу, увеличивая время эксплуатации.

Видеосистема: цветное видеоизображение

Визуальная информация о процессах в зоне спекания или клинкерном холодильнике отображается в режиме реального времени на мониторах в центре управления (диспетчерской) (рис. 3, 4).

Видеосистема предоставляет информацию о форме факела и его положении, а также о текущих условиях, положении форсунки горелки и ее состоянии, состоянии слоя клинкера, его толщине, группировке и образовании колец. Также определяются и отображаются состояния в клинкерном холодильнике, именуемые «snowman» (свары) и «red river» (красная река).

Система Термографии – тепловое изображение

Для каждого физического объекта в оптическом поле наблюдения видеосенсора из-

меряется и оценивается энергия характеристического электромагнитного излучения, на основании которой рассчитывается средне-взвешенная температура. Для того, чтобы дать представление о распределении температур, вычисленные значения температуры отображаются в двухмерную цветную карту (тепловое изображение).

Система термографии представляет метод определения пространственного распределения температуры в области обзора видеосистемы сенсоров в зоне спекания.

Качественные термографические измерения основаны на анализе теплового излучения образцов с целью обнаружения существования и расположения аномалий, а также их оценки.

Для количественных термографических измерений используют определение температуры в качестве критерия для установления серьезности аномалии, в целях определения очередности технического обслуживания и ремонта.

Направления (ИН – интересующие направления) и объекты (ИО – интересующие области) может назначать пользователь/оператор в пределах теплового изображения (оптическая область обзора). Параметры ИН и ИО, такие как протяженность, форма и размеры, можно устанавливать произвольно. Распределение температуры этих ИН или ИО измеряется и отображается как Минимальная, Максимальная и Средняя Температура (рис. 5).

С помощью термографической системы измерения температуры становится возможным определение температуры, температурного

распределения и анализ термических условий процесса.

Тепловое изображение позволяет оператору объективно оценить условия производства. Тепловое изображение, представленное на рис. 6, показывает оператору температурное распределение среди ИН в области спекания клинкера.

Дополнительно сообщается, помимо температурного распределения, информация о температуре клинкера, а также длина зоны спекания клинкера.

Заключение

Система DURAG System «D-VAT 100–20» представляет собой интеллектуальную систему сенсоров для цементной промышленности.

Оптический анализ процесса спекания в режиме он-лайн предоставляет совокупность параметров качественной оценки, таких как размер клинкера, условия обжига, видимость и запыленность, а также отображает эффекты «snowman» и «red river» в клинкерном холодильнике. Данное видеоизображение позволяет оператору сформировать собственное объективное мнение и оценить текущие условия процесса.

С помощью теплового анализа процесса спекания в режиме он-лайн с помощью системы термографии и теплового изображения можно получить точные данные и дополнительную информацию о процессе спекания. На основании этих данных о текущем состоянии процесса, полученных благодаря автоматическому контролю производства, оператор оценивает параметры производства и качество продукта.

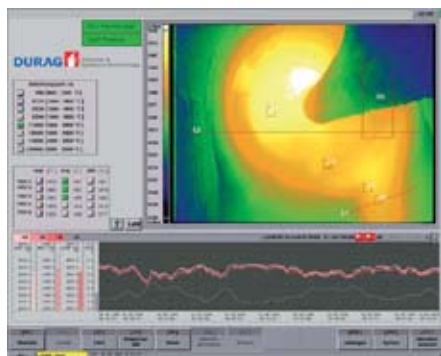


Рис. 5. Термографическое изображение

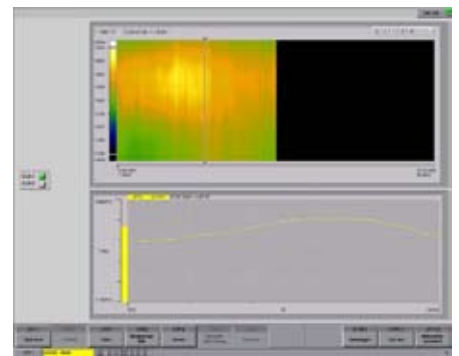


Рис. 6. Картина теплового и термографического распределения ИН