



**Техническое решение
по оптимизации процесса получения клинкера
с помощью
Системы Видео-, Термографии- и Спектроскопии
для цементной промышленности**

Спектроскопическое определение температуры и расчет содержания свободной извести

Киев 2013





Общество с ограниченной ответственностью «АМХ ИНЖИНИРИНГ»

Директор компании: Билаш Сергей Василевич

Орган государственной регистрации: Шевченковская районная в городе Киеве государственная администрация

Номер и дата регистрации: 1 074 102 0000 029642, 14.04.2008

ОКПО 35895499

ИНН 358954926593

Место нахождения: 02081, г. Киев, Днепровская набережная, 21.

телефон/факс: +38 (044) 220 40 08, 220 40 05

E-mail: s.bilash@amx-engineering.com

Компания «АМХ ИНЖИНИРИНГ» специализируется на разработке и внедрении комплексных инженеринговых решений, а также занимается поставкой, монтажом и наладкой запорно-регулирующей арматуры, контрольно-измерительного, аналитического и другого оборудования для создания систем управления технологическими процессами, а также для систем контроля, учёта и оптимизации ресурсов предприятий.

Мы предлагаем использовать наши возможности и инженерный потенциал для создания и внедрения систем вибромониторинга и диагностики технологического оборудования, АСУ ТП, АСОДУ, АСУП.

В перечень услуг, предоставляемых «АМХ ИНЖИНИРИНГ» входят все стадии реализации проектов автоматизации «под ключ», а именно:

- Консалтинговые услуги;
- Сбор и согласование исходных данных;
- Составление технического задания;
- Дата-инжиниринг;
- Разработка конструкторской, эксплуатационной и исполнительной документации, ПО и программной документации;
- Подбор и поставка программно-аппаратных средств, периферийного оборудования;
- Сборка, монтаж и наладка АСУ, монтажные и пуско-наладочные работы КИП и систем управления;
- Конфигурирование и интеграция систем управления;
- Сервисное обслуживание и обучение персонала Заказчика;
- Выполнение функций Генерального подрядчика.

Основными партнерами нашей компании являются:

GE Oil&Gas: GE Energy, Bently Nevada, Dresser Masoneilan, ASV Stübbe, Yokogawa, HACH LANGE, CVS Controls, DURAG, Siemens, INVENSYS

Описание технического решения.

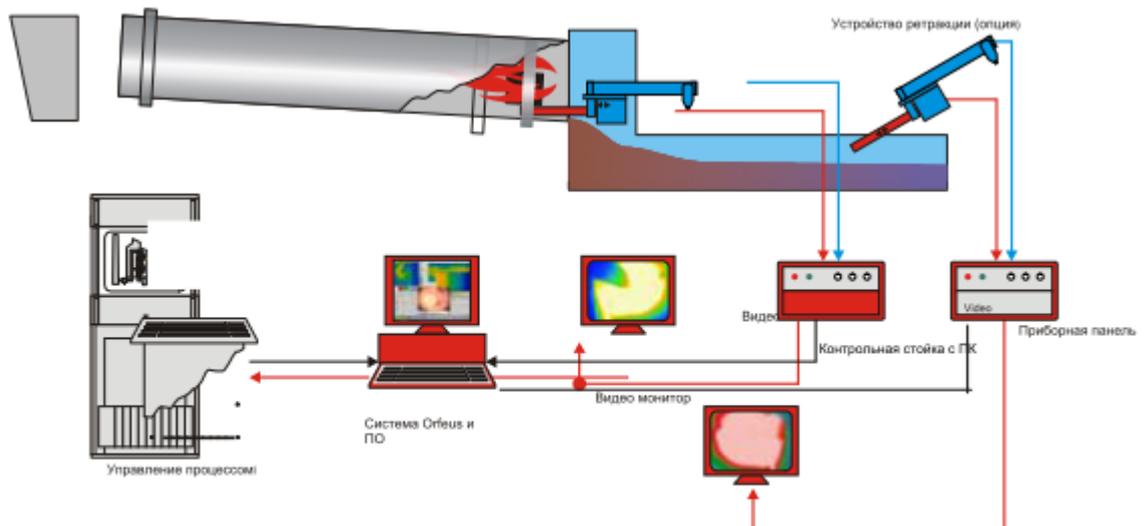
Система Orfeus-Sensor DURAG разработана для контроля процесса производства клинкера в зоне спекания, находящейся рядом с головкой печи, а также для контроля образования слоя клинкера на колосниковом охладителе. Сенсоры состоят из системы бороскопов в качестве оптической системы линз, охлаждаемой техническим воздухом и водой, 1/2"-CCD-цветовой камеры на базе интегральной системы и контрольной стойкой для предварительной обработки сигналов видео- и сенсоров, а также для PLS контроля безопасности работы сенсоров. Видео мониторы и аксессуары для системы ПК в пункте управления технологическим процессом (диспетчерской). Эта надежная комбинация промышленного оборудования для видео-контроля и эмиссионной спектроскопии



положительно характеризуется отсутствием движущихся элементов в самом сенсоре. Данное преимущество обеспечивает точность измерений и длительный срок службы системы.

Программное обеспечение ПК и расчет основаны на бесконтактном определении и вычислении распределения температуры (Система Термографии), измерении текущей температуры пламени и клинкера (Спектроскопическое измерение температуры) и математическом сопоставлении на основе Системы расчета содержания свободной извести (Расчет содержания свободной извести).

Использование датчиков DURAG позволяет оператору наиболее детально наблюдать за условиями процесса, одновременно рассчитывать температуру практически любого объекта или интересующей области (ИО – интересующая область) в пределах поля обзора системы, а также измерять температуру пламени и клинкера с помощью спектроскопической системы, и оценивать спектроскопические параметры клинкера в головке печи для математической корреляции в Системе расчета содержания свободной извести.



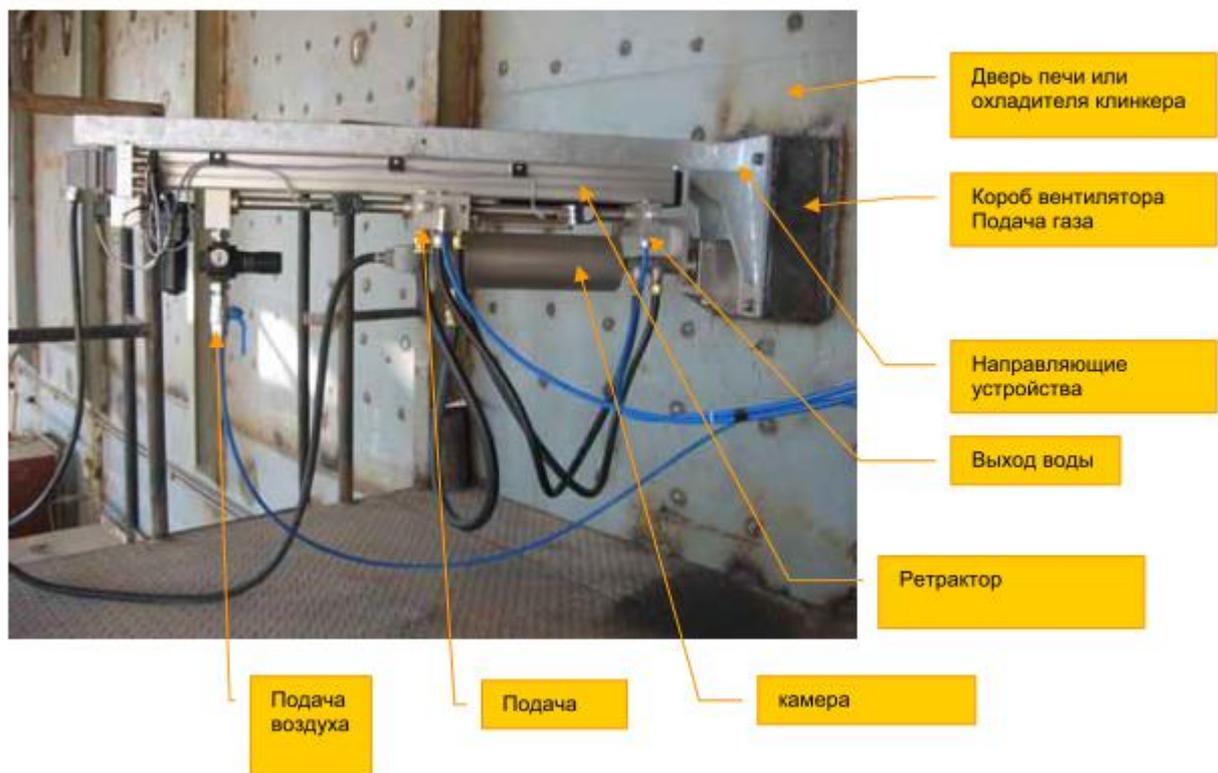
Обзор: Durag видео, компоненты системы термографии и спектроскопии сенсора печи видео система для управления охладителем клинкера.

Описание системы Видео и Термографии

1 Система датчиков

Компактная промышленная система Durag Sensor System разработана для использования при высоких температурах. Она включает бороскоп и $\frac{1}{2}$ " – CCD камеру и постоянно охлаждается водой, и продувается воздухом. Бороскоп снабжен двумя оптическими волоконными световодами для спектроскопических исследований (опция). Видео датчик предоставляет необходимую информацию и данные для он-лайн визуализации, а также для термографических расчетов с помощью пакета ПО DURAG.

Оборудование для эмиссионной спектроскопии является частью системы сенсоров Durag Sensor System. Данное оборудование можно использовать для точного измерения температуры пламени горелки и клинкера в конце зоны спекания, исходя из спектральных пирометрических измерений, спектроскопические данные также применяются для корреляционного расчета содержания остаточной извести (свободного CaO) в клинкере. Поэтому интенсивность излучения пламени и клинкера постоянно измеряется с высокой достоверностью. Данное излучение состоит из части, зависящей от температуры (излучение Планка) и части, являющейся характеристичной для химической реакции в термодинамическом процессе (хемолюминесценция). Информация, полученная из этих сигналов, сравнивается с отобранными данными Системы управления производством. Поэтому он-лайн соединение с Системой управления производством является обязательным для определения содержания остаточной извести.



Установка системы датчиков Durag на цементном производстве

2. Пневматическая система ретракции

Автоматическая система ретракции приводится в действие сжатым воздухом для введения сенсора Durag (камера) в область головки печи в случае измерения, и незамедлительного извлечения сенсора в случае опасности.

Для наблюдения за условиями водного охлаждения и воздушного продува система ретракции снабжена отсеком измерения для двух перечисленных сред с градуировкой необходимых параметров для воды и воздуха.



Автоматическая система ретракции сконструирована с использованием подвижного сенсора для предотвращения осаждения пыли на направляющем стержне механизма ретракции. Он состоит из двух цилиндров прямоугольного сечения. Один из них служит для введения и извлечения, в то время как другой служит в качестве аварийного резервуара воздуха, для извлечения сенсорной системы Durag Sensor system из печи в случае аварии (например при перегреве наконечника бороскопа, уменьшении давления воздуха и/или объема воздуха, давления охлаждающего воздуха и/или уменьшении количества охлаждающей воды и/или отключении электричества).

Сжатый воздух также используется для охлаждения корпуса цилиндрической камеры с двойными стенками, а также для герметизации или промывки сопла на кончике сенсора для поддержания области обзора системы чистой и свободной от пыли и золы.

Трубы для воздушного и водного снабжения - гибкие. Кабели для передачи данных соединяются промышленными разъемами.

3. Приборная панель

Контрольная стойка приборов DURAG содержит все необходимые устройства контроля для обеспечения безошибочного функционирования системы сенсоров.

Контрольная стойка приборов оборудована:

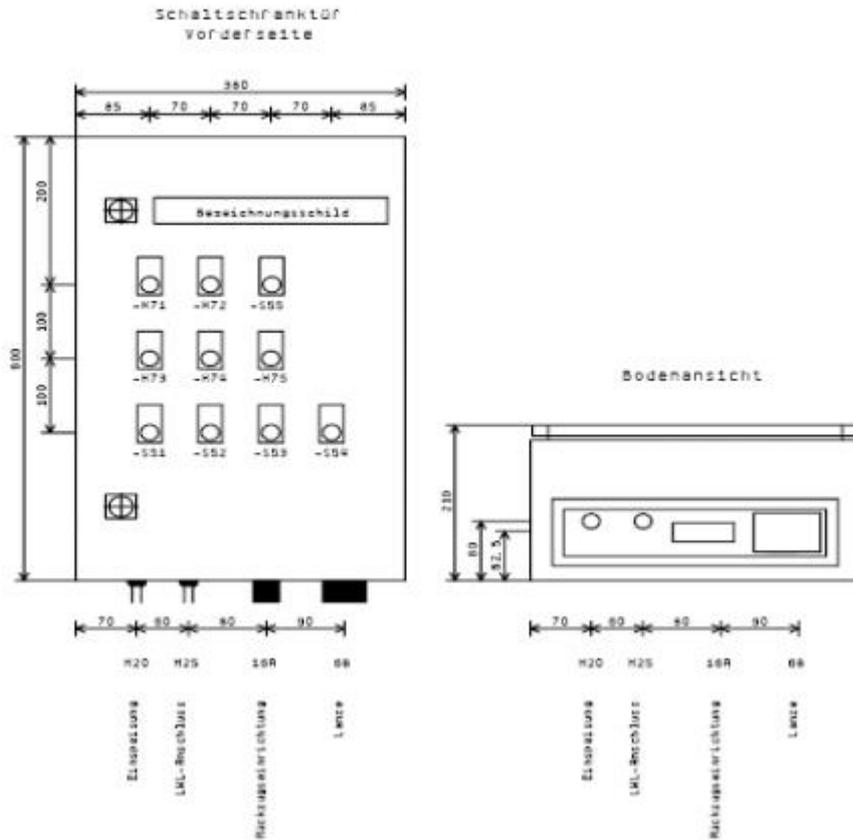
- 1 PLC для контроля ретрактора и мониторинга статуса сенсора
- электрическим питанием для PLC и CCD камеры
- передающим устройством для оцифрованной передачи видео сигнала и обработанных данных по оптоволоконному кабелю на системный компьютер и видео монитор в контрольной панели(расстояние до 1000 м).
- микрокомпьютером с 2 платами спектрометра (опция)

Данные о сбоях (напр. сигнал тревоги) передаются с контрольной стойки на системный компьютер. Контрольная стойка приборов должна быть установлена рядом с системой сенсоров Durag (расстояние до 10 м).

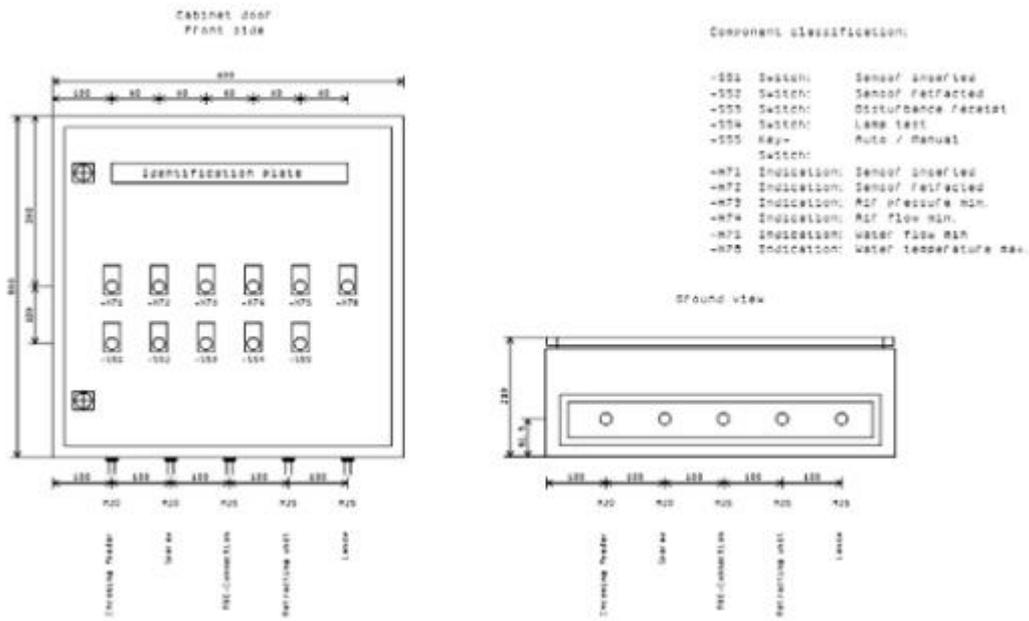
К контрольной стойке подведено напряжение 230 В /50 Гц. Связь между приборной панелью и монитором в центре управления осуществляется по оптоволоконному кабелю (расстояние до1000 м).

Сенсор может управляться вручную с приборной панели контрольной стойки.





Образец контрольной стойки видео/термография



Образец контрольной стойки Видео/термография/спектроскопия



4. Система ПК

Система ПК представляет собой промышленный 19`` ПК, устанавливается (обычно) в центре управления процессом. ПК снабжен высокоскоростным устройством для цифровой обработки данных, отображения всех информационных окон с интерфейсом «Пользователь – Машина» и архивирования всех данных.

Для связи с Контрольной стойкой и существующей Центральной вычислительной системой (ЦВС), что является обязательным для ПО Free Lime Prediction (определение содержания свободной звести), существуют несколько разных интерфейсов, типа Serial Link, Ethernet TCP/IP, MODbus.

Для дистанционного управления (диагностики, обновления и сопровождения ПО) или других операций, рекомендуется (настоятельно) включать в систему ПК модем (низкая скорость передачи), а лучше ISDN-адаптер (высокая скорость передачи). В этом случае пользователь должен проложить линии передачи данных (телефонную линию) вместе с розеткой рядом с ситемой ПК для подключения ПК.

Можно передавать сигналы в Центральную вычислительную систему (ЦВС), выбирая альтернативные интерфейсы.

5. Видео Система и Программное обеспечение Термографии

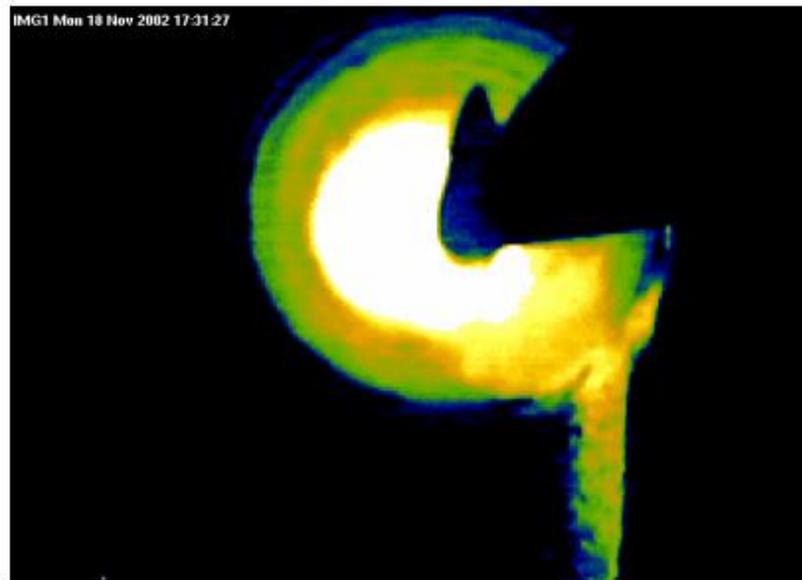
Для получения полной визуальной информации, изображение зоны спекания постоянно отображается на цветном видео мониторе в режиме реального времени («живое видео»). Изображение CCD-камеры зоны горения и слоя клинкера с помощью ПО DURAG рассчитывается и преобразуется в псевдо цветное термографическое изображение.



Изображение в реальном времени на цветном видео мониторе: Огонь факела, слой клинкера и головка печи



Изображение в реальном времени на цветном видео мониторе: Охладитель клинкера на выходе из печи



Термографическое изображение огня факела, слоя клинкера на выходе из печи по данным монитора.

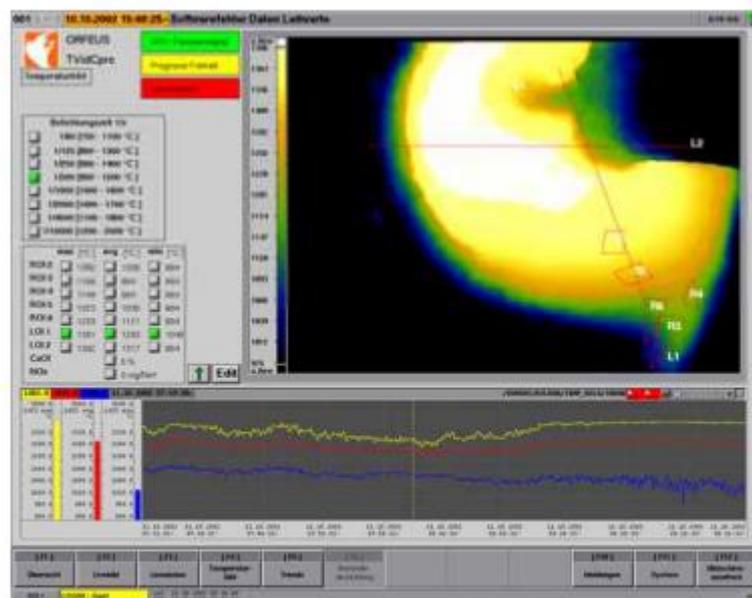
Отображение температуры с помощью ПО основано на анализе всего излучения процесса в видимом диапазоне. Данный расчет температуры выполняется с использованием теоретического коэффициента эмиссии источника излучения. Значение коэффициента эмиссии варьирует от 0 до 1 и адаптируется исходя из конкретных особенностей процесса сгорания.

Информация о температуре в зоне спекания, пламени и области разгрузочного участка печи предоставляется в режиме он-лайн для объектов, заранее выбранных оператором (Область Активных окон), доступных в зоне обзора. Информация устанавливается ПК и отображается на стандартном цветном мониторе высокого разрешения в центре управления.

Выбранные интересные области различного размера и расположения (стандарт: доступно 5 Активных окон, больше 5 окон просмотра доступны по запросу), находящиеся в зоне обзора системы выводятся на пронумерованные экраны-окна, отображающие соответствующие макс., мин. и средние значения температуры. Значения температуры интересующих областей проверяются на пересечение верхнего/нижнего пределов срабатывания сигнализации HI-/LO-, и постоянно записываются/сохраняются (если требуется) в формате простого доступа (например ASCII) для последующего анализа.

Процесс также отображается во встроенной цифровой камере с функцией моментального снимка, отображаемого в виде стандартного графического файла (bmb, jpg, и т.д.) для последующей документации, оценки и печати, для передачи информации по внутренней сети.

Дополнительно к выбранным интересующим зонам сохраняется и оцифровывается информация о элементах изображения в произвольно выбранном направлении зоны обзора процесса. В зависимости от временной шкалы, полученная информация о состоянии и интенсивности пламени и/или распределении температуры/колебании в течение заданного времени (можно выбирать от нескольких часов до нескольких дней) отображается в реальном времени в окошке на стандартном цветном мониторе в центре управления процессом. Данное изображение предоставляет информацию о форме пламени и геометрии и помогает оператору оптимизировать процесс обжига/горения (Интерфейс Пользователь - Машина).



Желтый график тренда: Макс. Температура при LOI 1, Красный график тренда: Средн. Температура при LOI1, Голубой график тренда: Мин. Температура при LOI 1

6. Общее описание возможных областей применения Сенсоров Видео и Термографии в печах и охладителях клинкера с большим содержанием пыли:

Датчики Видео и Термографической системы DURAG разработаны для управления процессом производства в сложных условиях в цементных печах и охладителях клинкера. Датчики выдерживают высокую температуру и условия запыленности. Видео датчик



обеспечивает физическое и чистое видео изображение процессов на выходе печи и в охладителе клинкера в режиме реального времени.

Термографические датчики измеряют температуру факела и материала клинкера в печах и колосниковых охладителях, а также предоставляют пространственное температурное распределение.

Благодаря своим эксплуатационным характеристикам видео сенсоры отображают текущую ситуацию в печах и охладителях, даже в условиях высокой запыленности. Термографический датчик разработан специально для измерения температур пламени и материала в печи даже в случае запыленности пути измерения между головкой оптического датчика и зоной спекания/пламени или местом выхода клинкера из колосникового охладителя. Влияние пыли на измерение температуры определяется математически, используя квантор. Квантор содержания пыли рассчитывается с помощью обработки видео изображения. Разработанный DURAG алгоритм с использованием весовых коэффициентов является очень сложным и позволяет выполнить точные измерения температуры в областях, представляющих интерес, с определенными рабочими условиями.

7. Система спектроскопии и Программное обеспечение

Опционно поставляемая спектроскопическая система Durag, применяется для анализа монохроматического излучения процесса горения в печи. Спектроскопическая система позволяет оптимизировать и расширить возможности Системы Видео/Термографии. Преимуществами являются: оптические характеристики излучения, попадающего на верхнюю часть датчика (Бороскопа) непосредственно связаны с пламенем и областью выпуска клинкера, поэтому на реальное измерение температуры не влияет фактор эмиссии процесса горения и эффективность измерения с помощью такой системы становится сравнимой с использованием двух различных пирометров.

Второе расширение функциональных возможностей – использование эмиссионной спектроскопии, позволяет прогнозировать содержание свободной извести (CaO). 90 % времени процесса производства в печи при 80 % - 100 % загрузке печи точность определения содержания свободной извести и прогнозирование расхода с помощью системы DURAG будет сопоставимой с корреляционным фактором 0,5 (или лучше) по отношению к фактическому содержанию свободной извести, установленному в лаборатории с индивидуальной компенсацией сдвига между временем определения и временем исследованием образца.

Диапазон возможных значений содержания свободной извести будет непосредственно

связан с величинам, измеренным в лаборатории во время этапа калибровки ПО. Таким образом данная система позволяет оператору определять содержание свободной извести и получать информацию о изменении содержания остаточной извести в полученном клинкере и сэкономить время, затрачиваемое на охлаждение клинкера и лабораторный анализ.

Информация, поступающая от спектральной системы, сопоставляется с отобранными данными Системы управления производством. Поэтому для определения содержания свободной извести необходимо иметь связь с Системой управления производством.





Grey trend graph: online refreshed displaying CaO-free in the clinker bed at kiln outlet.

8. Преимущества системы DURAG

Система Видео/Термографии/Спектроскопии для цементной промышленности, как было описано выше, состоит из 3 главных единиц:

1. Видео
2. Система Термографии
3. Измерение температуры и определение содержания свободной извести

С помощью отдельного выхода от каждого указанного выше устройства оператор может управлять печью, оптимизируя процесс производства клинкера.

Оптимизация процесса производства клинкера означает уменьшение стандартных отклонений содержания свободной извести с целью снижения величины удельной теплоты на 1 тонну клинкера, для увеличения производительности и стабильности оборудования при постоянной эксплуатации печи.

Как система DURAG помогает оператору оптимизировать процесс производства клинкера?

С помощью **Видео Системы** оператор получает представление о процессе в печи в виде цветного изображения формы и положения пламени факела в режиме on-line, положения сопла горелки и условиях, состоянии слоя клинкера – толщине, условии, спекании и образовании колец привара клинкера.

В дополнение к он-лайн видео информации из высокотемпературной зоны процесса Сжигания система **DURAG Термография** предоставляет температурное распределение, с измерением в выбранной зоне, представляющей интерес (область измерения).





С этой информацией о процессе, дополнительной к информации, поступающей с системы управления производством предприятия, оператор сможет отрегулировать в режиме он-лайн заданные параметры, например скорость вращения, скорость подачи сырья, теплоту, отступающую от смеси первичного и вторичного топлива и т.д. Управление печью также позволяет определять в режиме от-line неисправности, возникающие в процессе, а также выполнять определенные операции по ремонту и обслуживанию.

С помощью **Системы расчета содержания свободной извести**, основанной на спектральных измерениях, математическом моделировании с использованием сетевых данных процесса, полученных из Системы управления производством, математической корреляции и автоматического расчета, система DURAG вычисляет и представляет в режиме он-лайн действительную, текущую температуру пламени и текущую температуру материала, а также **данные о содержании свободной извести в клинкере на выходе из печи**. Данная информация позволяет установить и оптимизировать в режиме он-лайн теплоту, поступающую от факела печи и, в свою очередь, повысить качество продукта с точки зрения содержания свободной извести.

Учитывая перечисленные выше особенности ясно, что с помощью он-лайн информации DURAG Системы Видео – и Термографии оператор может оптимизировать наблюдаемый процесс.

Благодаря современной Системе определения содержания свободной извести становится возможным оптимизация процесса производства с точки зрения качества получаемого продукта (Содержания свободной извести) и стабильности процесса

В случае Вашей заинтересованности, мы готовы предоставить подробную информацию о предлагаемой продукции, а также направить наших специалистов для проведения презентации компании и переговоров.

