

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБЖИГА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Саидмуратов У. А. - к. т. н.
Научный руководитель - Сагитов О.К., магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт,
г. Бухара, Узбекистан

Данной работе в качестве математической модели описывающей процессы, происходящие в печи, выбраны уравнения теплового баланса, что позволило определить основные параметры процесса обжига для дальнейшего моделирования.

Экзотермических реакций, образование клинкера, алюминатная и алюмоферритная фазы.

Цементная промышленность - одна из наиболее крупных и ответственных отраслей строительного производства. Сырьем для производства цементов служит смесь из известковых (карбонатных) и глинистых пород. Цементы выпускаются на основе клинкера, получаемого в результате обжига сырьевой смеси, вследствие чего в клинкере формируются силикаты кальция, алюминатная и алюмоферритная фазы.

Основной составляющей оборудования для обжига клинкера является вращающаяся печь, главной частью конструкции является корпус — наклонный цилиндр. Сырьевой материал перемещается внутри корпуса благодаря его наклону и вращению.

Процесс теплообмена во вращающихся печах организован по принципу противотока: движение горячих газов, образующихся при сжигании топлива и оттягиваемых дымососом, противоположно направлению движения материала.

На происходящие процессы оказывает влияние множество факторов, таких как общий объем сырья, влажность, химический состав и тонкость помола шлама (или состав и количество муки), расход и калорийность топлива, температура и расход вторичного воздуха, неравномерность движения материала и т. п.

Вращающаяся печь в зависимости от характера процессов, протекающих в обжигаемом материале на различных ее участках, условно может быть подразделена на ряд зон — сушки, подогрева, кальцинирования, экзотермических реакций, спекания и охлаждения (загрузка, сушка, подогрев, обжиг, охлаждение и выгрузка).

Общая задача управления вращающейся печью заключается в обеспечении оптимальных тепловых режимов по сечениям печи, регулирования углов наклона и скоростей вращения цилиндра на всех стадиях рабочего процесса.

Сущность процессов получения клинкера состоит в том, что при высокой температуре в сырьевой смеси образуются компоненты, обеспечивающие требуемые свойства цемента. Образование клинкера во вращающихся печах завершается при температурах обжигаемого материала около 1450 °С - после полного связывания извести [2].

Следует рассмотреть два метода построения моделирующего алгоритма для обеспечения требуемого согласования.

1. Для определения оптимума продолжительности работы моделируется процесс, состоящий из одной операции. В процессе моделирования регистрируются моменты выдачи выходных сигналов, их интервалы, моменты сбоя, длительность

ремонта, скорость вращения печи, температура выходящего клинкера, все признаки состояний и другие представляющие интерес параметры моделируемого процесса.

Для каждого шага моделирования регистрируются результаты промежуточных вычислений второй операции, и вновь повторяется моделирование процесса, представленного тремя, четырьмя и т. д. операциями.

2. Аналогичным образом производится моделирование технологического процесса [1], состоящего из одной, двух и т. д. операций, но при этом результаты промежуточных вычислений запоминаются не по шагам моделирования Δt , а вычисляются каждый раз для всех операций, составляющих процесс.

Тепловой поток, передаваемый в окружающую среду через наружную поверхность будет равен:

$$q = \alpha_i^0 (T_i^{c2} - T_i^0)$$

Сложив почленно полученные равенства, имеем:

$$q = \left(\frac{1}{\alpha_i^0} + \frac{h}{\lambda} + \frac{1}{\alpha^0} \right) = (T_i^{\varepsilon} - T_0).$$

Таким образом, общий тепловой поток будет равен:

$$Q_i^0 = \frac{S_i (T_i^{\varepsilon} - T_0)}{\frac{1}{\alpha_i^0} + \frac{h}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_0}}.$$

Если обозначить коэффициент теплопередачи:

$$K_i^0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i^0} + \frac{h}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_0}},$$

то уравнение тепловых потерь через наружную поверхность примет вид:

$$Q_i^0 = K_i^0 (T_i^{\varepsilon} - T_0).$$

В термодинамических расчетах часто используется величина полного термического сопротивления, обратная коэффициенту теплопередачи:

$$R = \left(\frac{1}{\alpha_i^0} + \frac{h}{\lambda} + \frac{1}{\alpha^0} \right).$$

В общем случае коэффициент теплопередачи зависит от условий перемешивания.

Производительность печей, удельный расход топлива и прочие определяющие показатели зависят не только от исходных конструктивных характеристик технологических установок, но и от режимов их работы. Форсирование режима до известного предела повышает производительность, но при этом существенно увеличивает непроизводительные потери, связанные с уносом материала, повышением температуры отходящих газов, удельным расходом теплоты и, соответственно, топлива.

Целью работы является повышение эффективности производства цемента за счет автоматизации технологического процесса обжига цементного клинкера с использованием разработанных методов, алгоритмов и средств.

Список литературы:

1. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.
2. Пиров Ф.С. Автоматизация и управление технологическими процессами обжига клинкера при производстве цемента. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 2011.