

Идентификация процесса охлаждения керамического кирпича после его обжига

А.А. Заварзин

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Керамический кирпич является одним из самых востребованных строительных материалов благодаря своим многочисленным преимуществам [1]. Процесс его изготовления включает несколько технологических переделов: составление шихты, ее переработка, формование в вакуумных шнековых прессах, резка, сушка и обжиг, например, в туннельной печи [2, 3]. В свою очередь этап обжига состоит из трех стадий: подогрева, собственно, обжига и охлаждения, которое в значительной мере определяет качество конечного продукта.

Этап охлаждения обожженных изделий в производственном процессе керамического кирпича имеет особое значение. Температурный режим в этой зоне в значительной степени влияет на количество бракованных изделий, при существенном отклонении его параметров от установленных технологией требований вследствие возникновения остаточного напряжения в теле кирпича происходит образование трещин и уменьшение прочности конечного продукта. При этом сложная динамика тепловых процессов, протекающих в зоне охлаждения, существенно усложняет управление комплексом установок, реализующим данный этап. Для построения системы автоматического управления процессом охлаждения керамического кирпича, внедрение которой позволит обеспечить высокие показатели качества готовой продукции, необходимо разработать ее математическую модель с учетом нестационарности температуры кирпича на входе в зону охлаждения.

Цель — разработка математической модели процесса охлаждения керамического кирпича, проблемно ориентированной на создание системы автоматического управления, применение которой позволит обеспечить высокие показатели качества готовой продукции.

Методы. Анализ технологии производства керамических строительных материалов позволил определить объект управления, под которым исходя из целей дальнейшей автоматизации понимаем процесс охлаждения кирпича в туннельной печи [4]. В обозначенной постановке задачи определяющими качество готового продукта параметрами являются температура кирпича и ее градиент, которые косвенно зависят от температуры охлаждающего воздуха. Принимая зависимость изменения температуры воздуха по длине печи линейной, в качестве выходной контролируемой переменной рассматриваем температуру воздуха в точке его выхода из зоны охлаждения. Тогда с учетом взаимовлияния параметров под управляющим воздействием понимаем расход охлаждающего воздуха, величина которого зависит от режима работы дутьевого вентилятора. Основное возмущение — температура кирпича на входе в зону охлаждения.

Результаты. С учетом принятых допущений выполнено математическое описание процесса охлаждения керамического кирпича в туннельной печи как объекта управления с распределенными параметрами. Для каналов управления и возмущения получены передаточные функции, которые являются трансцендентными, поэтому с целью дальнейшего синтеза САУ выполнена их аппроксимация наборами типовых динамических звеньев в точке выхода охлаждающего агента из рассматриваемой зоны печи. После проведенной аппроксимации синтезирована структурная схема математической модели процесса охлаждения керамического кирпича в туннельной печи для температуры воздуха.

Выводы. Полученное авторами работы математическое описание технологического процесса охлаждения керамического кирпича после его обжига с достаточной степенью точности отражает работу реальной установки и учитывает ее свойства. Это в дальнейшем может позволить осуществить разработку

эффективной системы автоматизации и после ее внедрения обеспечить производство кирпича требуемого качества в условиях достижения максимально возможной производительности и минимума энергетических затрат на единицу продукции.

Ключевые слова: керамический кирпич; туннельная печь; зона охлаждения; математическая модель; объект управления с распределенными параметрами; передаточная функция; аппроксимация.

Список литературы

1. Нохратян К.А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики. Москва: Государственное изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. 604 с.
2. Китайцев В.А., Гурвич Р.М., Корольков И.В. Теплотехника и тепловые установки в промышленности строительных материалов. Москва: Промстройиздат, 1954. 496 с.
3. Наумов М.М., Кашкаев И.С., Буз М.А., Шейнман Е.Ш. Технология глиняного кирпича / под ред. М.М. Наумова. Москва: Издательство литературы по строительству, 1969. 269 с.
4. Заварзин А.А., Назаров М.А. Математическое моделирование зоны охлаждения керамического кирпича в туннельной печи как объекта управления. В кн.: Материалы Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ (проектов) обучающихся: «Математика и математическое моделирование». Самара: СамГТУ. С. 52–58.

Сведения об авторе:

Андрей Александрович Заварзин — студент, группа 23СТФ-104М, строительно-технологический факультет; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: andrew163ru@mail.ru

Сведения о научном руководителе:

Максим Александрович Назаров — кандидат технических наук; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: nazarovm86@yandex.ru