

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

УДК 622.788:658.012.011.56:519.8

М.Н. Бойко, Д.А. Ковалев, Н.Д. Ванюкова

### **КОМПЛЕКСНЫЙ РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И КАЧЕСТВА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОКАТЫШЕЙ ПРИ ОБЖИГЕ НА КОНВЕЙЕРНОЙ МАШИНЕ**

#### **Постановка проблемы**

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам снижения расхода энергоресурсов и повышению качества конечного продукта, в том числе и при производстве окатышей. Значительный резерв для решения данных задач имеется в совершенствовании системы управления. В основу современных систем управления заложены математические модели технологических процессов. Особое внимание при построении математических моделей обжига окатышей уделяется подмоделям для прогнозирования конечного качества продукта. Зачастую при расчете качества учитываются очень ограниченный набор параметров, как правило, температурно-временные показатели, что снижает точность прогнозирования. При этом остаются неучтенными многие факторы, в значительной мере влияющие на процесс формирования прочности окатышей.

#### **Анализ публикаций по теме исследования**

В разработанном способе управления процессом термообработки окатышей [1], включающем использование математической модели процесса, оценка качества окатышей производится только по распределению температуры в слое и в зависимости от степени достижения максимальной температуры, соответствующей максимальной прочности. При этом фактически не учитывается динамика набора прочности окатышами, а также проблематичным представляется определение температуры, требуемой для достижения максимальной прочности

В работе [2] предложено прочность и истираемость окатышей основностью 1,2 из качканарского концентрата после обжига оценивать с помощью уравнений, построенных на основе методов множественной регрессии. Приведенные уравнения регрессии носят частный характер и не учитывают влияния многих важных факторов.

С помощью алгоритмов во ВНИИМТе ранее были построены функциональные зависимости между технологическими параметрами и прочностью обожженных окатышей [3]. Использовали алгоритмы с последовательным выделением трендов и многорядный алгоритм. Для построения модели использовали результаты измерения прочности Лебединских окатышей на сжатие и влияющих на нее технологических параметров. Использование алгоритма последовательного выделения трендов не обеспечило высокой точности модели.

### **Формирование целей исследования**

Целью данного исследования является создание модели для расчёта качества обожженных окатышей, которая позволяет определять их прочность в зависимости от параметров, как исходных окатышей, так и процесса обжига. Применение разработанных уравнений зависимости прочности в динамической математической модели обжига углеродсодержащих железорудных окатышей позволяет создать комплексную систему управления параметрами процесса обжига и качества обожженных окатышей производимых на конвейерной машине.

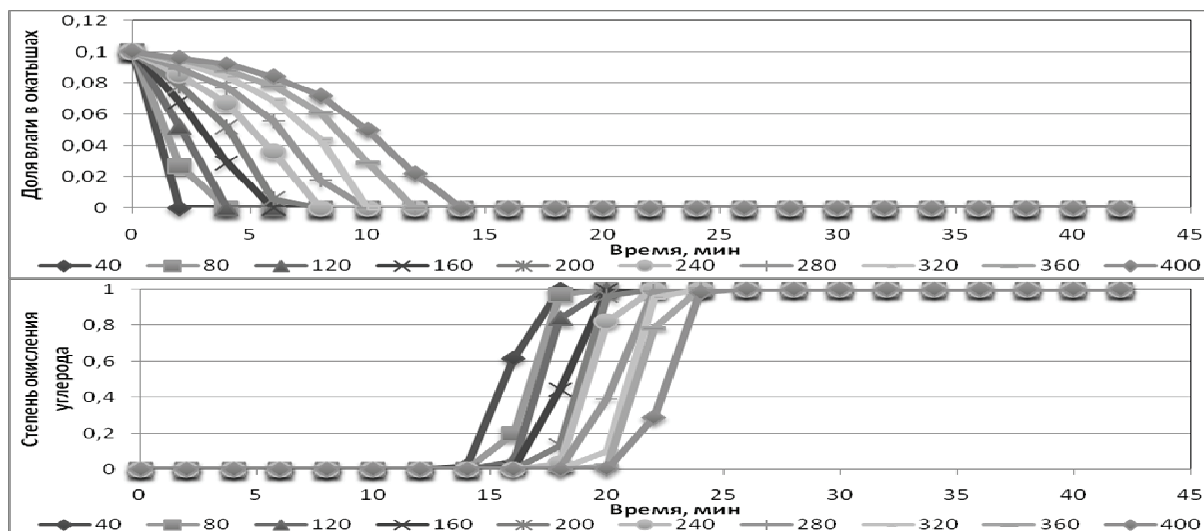
### **Основная часть**

На кафедре металлургии чугуна НМетАУ разработана и реализована на ПЭВМ математическая модель процесса обжига углеродсодержащих окатышей на конвейерной машине. Модель включает описание реальных физико-химических и тепловых механизмов, вовлеченных в процесс обжига окатышей. Расчет параметров в этой системе основан на кинетических уравнениях и анализируются с позиций кинетики. Для случая топохимического реагирования расчет массопереноса основа на химическом взаимодействии и диффузии газового компонента в пограничной пленке и через пористый слой продукта реагирования.

Для определения прочности обожженных окатышей на сжатие разработана математическая модель, которая использует частные подмодели для определения влияния на процесс упрочнения: химического состава исходных окатышей – через использования показателей основности, глиноземистого и магниального индексов; динамики нагрева окатышей; максимальной температуры обжига; диаметра окатышей.

На рис. 1 приведены результаты расчета изменения содержания влаги, степени окисления углерода, степени разложения известняка, степени окисления магнетита в окатышах в процессе обжига на конвейерной машине по высоте слоя. На рис. 2 показан расчет распределения температур газа и окатышей в процессе обжига на конвейерной машине, а также конечная прочность окатышей по высоте слоя.

При моделировании использовали следующие начальные условия: высота слоя окатышей 400 мм, диаметр окатышей 15 мм, основность окатышей 0,6, содержание в окатышах: кремнезёма 5,3 %, глинозема 1,9 %, магнезии 1,3 %, углерода твердого топлива 0,5 %. Температура в зоне обжига составила 1200 °С.



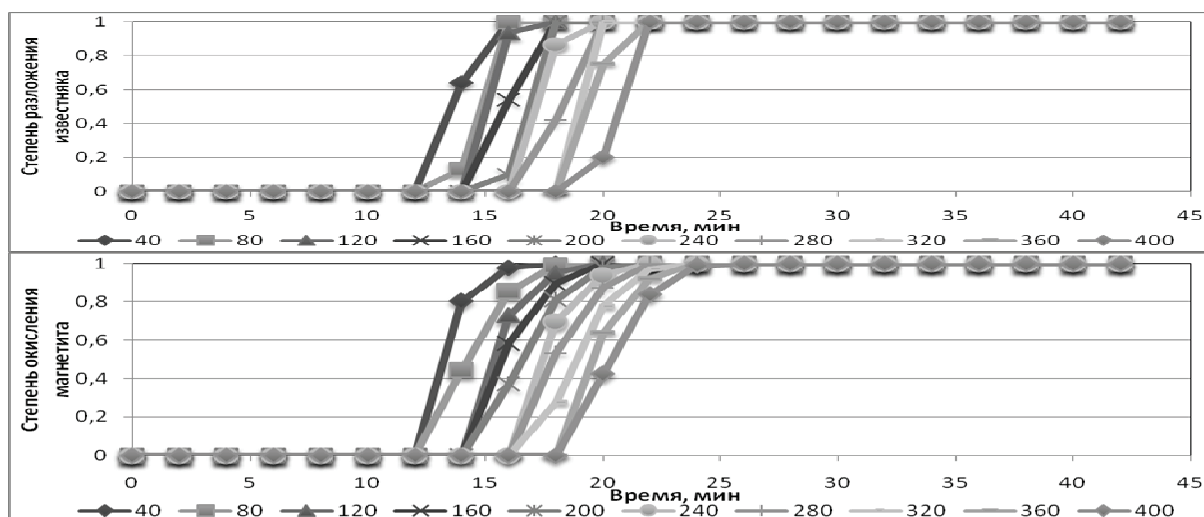


Рисунок 1 - Изменение содержания влаги, степени окисления углерода, степени разложения известняка, степени окисления магнетита в окатышах

При обжиге углеродсодержащих окатышей температуру газов в зоне обжига необходимо снизить до некоторого уровня, чтобы окатыши нижних горизонтов слоя не нагрелись выше требуемой температуры обжига. Так при содержании углерода в окатышах 0,5 % температура газов при обжиг была снижена до 1200 °С, при этом максимальная температура окатышей верха слоя составила 1230 °С, а низа – 1280 °С (рис. 2). Данная разница температур при обжиге углеродсодержащих окатышей вызвана регенерацией теплоты и накоплением её в нижней части слоя.

В результате этого прочность обожженных окатышей низа слоя несколько выше, чем верха (рис 2). Так для окатышей, расположенных на 40 мм от верха слоя прочность на сжатие составила 195 кг/окатыш, а на глубине 360 мм – около 250 кг/окатыш.

При увеличении расхода твёрдого топлива (свыше 1,5%) получить равномерно хорошее качество окатышей по высоте слоя не представляется возможным. В связи с большим накоплением теплоты в нижней части слоя температуру газа в зоне обжига требуется значительно снизить, при этом окатыши верха слоя будут обжигаться при заниженных температурах и, как следствие приобретут низкую прочность. В тоже время окатыши, расположенные в нижних горизонтах слоя получают избыток теплоты и переоплавятся, что ухудшит их качество.

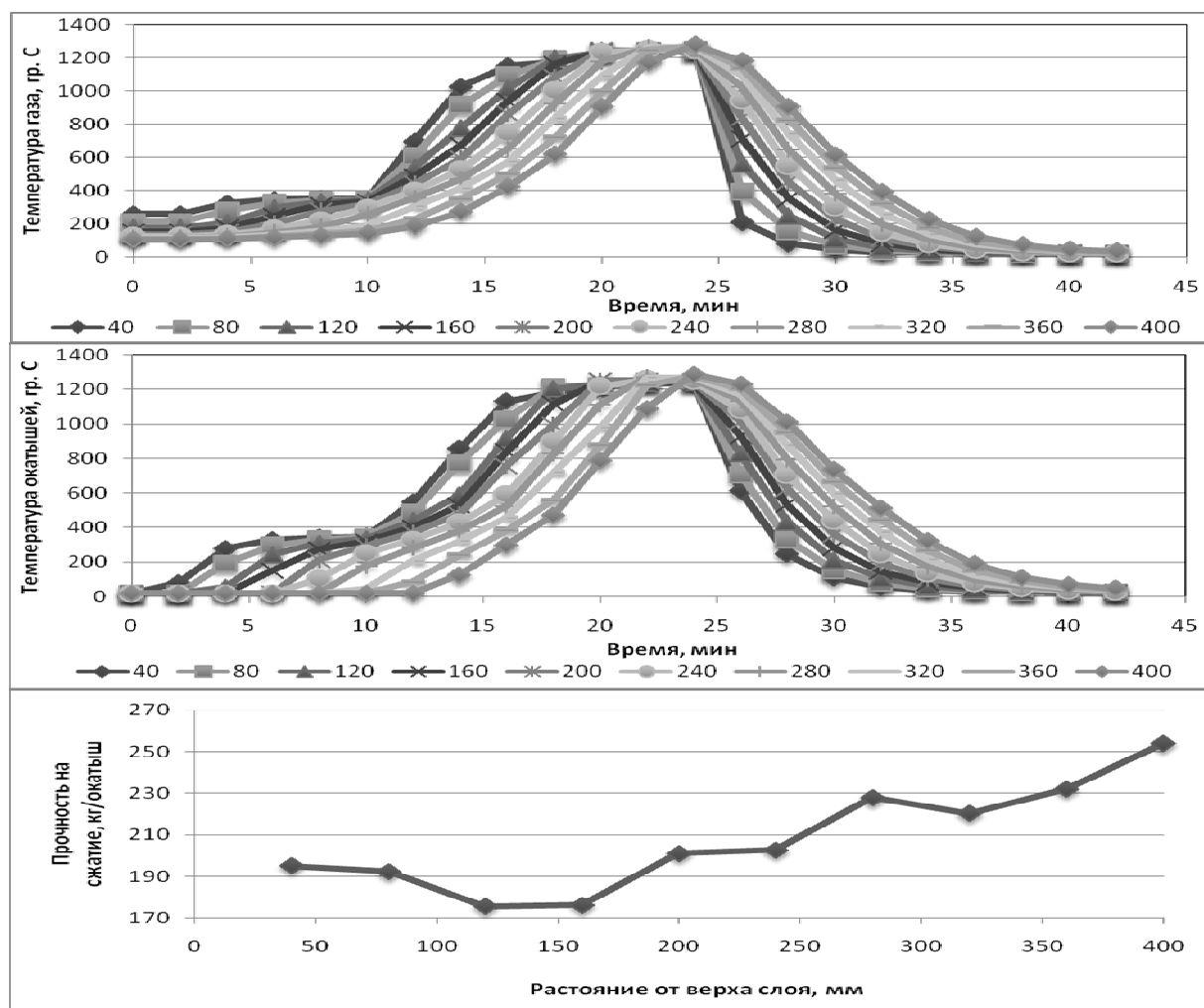


Рисунок 2 - Распределение температуры газа и окатышей в процессе обжига на конвейерной машине, а также конечная прочность окатышей по высоте слоя

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Создана модель для расчёта качества обожженных окатышей, которая позволяет определять прочность окатышей в зависимости от параметров исходных окатышей и процесса обжига, а именно распределению температуры в слое, динамики нагрева окатышей, диаметра окатышей, их основности, глиноземистого и магнезиальных индексов.

Установлено, что при обжиге углеродсодержащих окатышей существует максимально допустимый расход твёрдого топлива на уровне до 1%. Превышение данного предела не позволит получить окатыши требуемого качества по всей высоте слоя.

Применение разработанных уравнений зависимости прочности в динамической математической модели обжига углеродсодержащих железорудных окатышей позволяет создать комплексную систему

управления параметрами процесса обжига и качества обожженных окатышей производимых на конвейерной машине.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ №2145435 С1. Способ управления процессом термообработки в установке для получения окатышей / Г.М. Майзель, А.П. Буткарев // Бюл. 2000 №4.
2. Автоматизация фабрик окускования железных руд и концентратов/ Н.В. Федоровский, В.В. Даньшин, В.И. Губанов и др.–М.: Металлургия, 1986.–206 С.
3. Управление окускованием железорудных материалов/ Ю.С. Юсфин, А.Д. Каменов, А.П. Буткарев.–М.: Металлургия, 1990.–280 С.

Получено 12.03.2008 г.