

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБЖИГА СЫРЫХ ОКАТЫШЕЙ

Технологический процесс окомкования применяется для подготовки железорудных концентратов, получаемых на горно-обогатительных комбинатах (ГОКах), с целью транспортировки их на большие расстояния. В результате окомкования получают окатыши – твердые шарообразные тела с добавкой связующих веществ с флюсами или без них с последующим упрочнением различными способами, в том числе обжигом в специальных технологических аппаратах – обжиговых машинах /1/. Упрочнение окатышей обжигом протекает последовательно в четыре этапа – сушки сырых окатышей, их нагрева, обжига и охлаждения. Для обжига окатышей используют твердое, жидкое или газообразное топливо.

Процесс обжига характеризуется сильной «зашумленностью», которая обусловлена случайными колебаниями гранулометрического состава сырых окатышей и составом просасываемых газов. Кроме того, отделения сушки, подогрева, обжига и охлаждения в силу конструктивных особенностей обжиговых машин не являются изолированными и оказывают взаимное влияние на температурные режимы, протекающих в них процессов /1/. Именно "зашумленность" и взаимное влияние температур в отделениях являются главными причинами нестабильности выходных показателей данного технологического процесса.

Наибольшая эффективность работы обжиговой машины может быть достигнута при определенном сочетании технологических и эксплуатационных показателей. Такой режим работы называется оптимальным и позволяет получить наилучшее в некотором смысле значение одного из показателей при ограничениях на другие. Применительно к процессу обжига окатышей критерии эффективности могут быть сформулированы следующим образом:

1. Производительность процесса при обеспечении заданного качества продуктов обжига.
2. Качество продуктов обжига при обеспечении производительности не ниже заданного значения.
3. Удельные затраты на переработку материала при обеспечении заданной производительности и качества продуктов обжига.

Управление процессом обжига целесообразно осуществлять по второму критерию. Тогда в результате обработки на обжиговой машине будут получены окатыши, качественные показатели которых отвечают требованиям, предъявляемым к ним доменным производством чугуна. А поскольку качество готовых окатышей окончательно формируется в обжиговой машине, то ее следует рассматривать как основной агрегат, определяющий производительность всей технологической линии.

В настоящее время управлять процессом обжига по выходным величинам, характеризующих качество готовых окатышей невозможно из-за отсутствия методов и приборов достоверного непрерывного автоматического их контроля. Поэтому действующие и создаваемые системы автоматического управления процессом обжига окатышей строят на основе контроля и регулирования косвенных параметров.

Вместе с тем появление новых научных предложений и идей по управлению данным процессом свидетельствует о растущем интересе к его автоматизации. При этом повышение качества материала возможно использованием в контуре управления универсальной математической модели, учитывающей физические закономерности протекающих в обжиговой машине процессов /2,3/. Это обеспечило бы заданные режимы термообработки при минимальном объеме использования топлива и выброса отработанных газов.

Однако низкий уровень автоматизации процесса обжига (отсутствие датчиков контроля, сложность получения модели процесса) предопределило использование ПИД-регуляторов по каналу управления “температура воздуха в некоторой точке – расход газа”. Такое управление не только не позволяет решать задачу управления по выбранному критерию, но и не позволяет стабилизировать температуру воздуха на заданном уровне вследствие многосвязности, нелинейности и нестационарности технологического процесса.

Таким образом, технологический процесс обжига относится к сложным системам с неполным контролем входных и выходных величин, а потому и с неясными связями между его параметрами. Это делает практически невозможным получение пригодных для эффективного управления традиционных аналитических зависимостей.

Наличие неопределенной или нечеткой информации, которая не может быть интерпретирована в вероятностных терминах, приводит к тому, что традиционные количественные методы, используемые в теории автоматического управления, являются недостаточно адекватными. В результате появляются трудности в идентификации математической модели и формировании алгоритмов управления на основе классических методов. Один из способов их преодоления состоит в использовании нечетких понятий и знаний, проведении операций с использованием нечетких логических правил и в получении на их основе нечетких выводов, на базе которых формируются алгоритмы управления /4/.

В связи с этим для управления процессом обжига сырых окатышей перспективным является применение подхода нечёткого логического вывода. При этом наиболее развитыми возможностями влияния на динамику процесса обладает структура нечёткой системы управления с многоканальной системой контроля состояния объекта управления. Такие системы обладают широкими возможностями в области адаптивного регулирования, т.е. улучшения качества регулирования в режиме «реального времени». Основой методов адаптивного регулирования является нейронная сеть /5/. Нейронная сеть также как и нечеткая логика не требует полноты знаний об объекте управления. На основе обучения с использованием входных и заданных данных она может аппроксимировать произвольный закон управления.

Таким образом, одним из возможных путей совершенствования систем управления процессом обжига является его представление как многосвязного объекта с нечеткими параметрами и формирование базы знаний о закономерностях технологического процесса. Применение нечёткой логики совместно с нейронными сетями позволит преодолеть принцип несовместимости сложности технологической системы и ее моделирования с помощью традиционных математических выражений и обеспечит возможность адаптации и оптимизации параметров управляющих структур по заданным критериям.

### Список литературы

1. Юсфин Ю.С., Базилевич Т.Н., Обжиг железорудных окатышей, М.: Металлургия, 1973. - 272 с.
2. RU 2229074 С1. 17.04.2012. Майзель Г.М., Боковиков Б.А., Малкин В.М. и др. Способ управления процессом обжига окатышей на конвейерной машине.
3. RU 2145435 С1. 27.04.2012. Майзель Г., Буткарев А. Способ управления процессом термообработки в установке для получения окатышей.
4. Пупков К., Егупов Н., Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления, Москва: МГТУ им Н. Э. Баумана, 2001.
5. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы, Москва: Горячая линия - Телеком, 2006.