

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ И ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТА

С.В. Ендияров, С.Ю. Петрушенко (Уральский государственный горный университет)

Приводится краткий обзор существующих решений, направленных на повышение эффективности управления процессами подготовки и производства железорудного агломерата. Рассматривается система диагностики подготовки и производства агломерата, предназначенная для улучшения качества железорудного сырья и агломерата за счет разработки комплекса математических моделей диагностики и управления.

Ключевые слова: управление, диагностика, агломерация, эффективность, математическая модель..

Сложность проблемы производства высококачественного железорудного агломерата заключается в том, что условия для получения тех или иных свойств агломерата часто оказываются противоположными. Кроме того, стремление достичь максимальной производительности агломерационных машин также часто не соответствует условиям получения агломерата высокого качества. Так как применение агломерата в доменных печах способствует улучшению качества чугуна, повышению производительности печей и снижению расхода кокса, то качественная подготовка аглошихты к спеканию является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность агломерационного, а следовательно, и доменного производства. Подготовка шихты заключается в обеспечении рациональных значений ее химического, гранулометрического составов и влажности. Конечной задачей процессов подготовки шихты является обеспечение высокого качества агломерата и максимальной производительности агломашин.

Процесс производства агломерата протекает в условиях возмущающих воздействий: изменения химико-минералогического и зернового состава компонентов спекаемой шихты, условий дозирования, транспортирования, смещения и увлажнения шихты, а также укладки шихты на агломерационную машину. Наличие рециклов, длительного времени запаздывания между опробованиями приводит к тому, что управление, основанное на опыте и знаниях персонала, не позволяет достигнуть эффективной работы комплекса производства агломерата. Период дискретности между поступлением результатов опробования некоторых компонентов шихты настолько велик, что данная информация вовсе не может быть использована для управления процессом агломерации.

Для улучшения управления процессом агломерации необходимо осуществлять диагностику состояния процесса с целью снижения уровня неопределенности, что позволит увеличить эффективность управления процессом подготовки и производства агломерата.

Существующие комплексные системы мониторинга сырьевых материалов позволяют осуществлять непосредственное планирование качества и составление шихты. Однако при выработке управляющих воздействий не учитывается работа усреднительного комплекса, а также его влияние на усреднительный

процесс, кроме того, при оптимизации управляющих воздействий не учитываются изменения качественных показателей шихты, появляющиеся вследствие нестабильности процесса формирования штабеля.

Задача разработки системы диагностики и управления процессом усреднения рудных материалов применительно к аглодоменному производству является сложной, многокритериальной задачей, так как объединяет задачи диагностики состояния усреднительного и дозирующего оборудования, а также диагностики процесса гомогенизации потоков рудных материалов, поступающих на усреднение. Для решения поставленной задачи необходимо применение ансамбля математических моделей. Авторами были разработаны следующие математические модели, позволяющие более точно контролировать исходный процесс, а именно:

- математическая модель диагностики технологического комплекса на основе расчета погрешностей измерений. Данная модель базируется на алгоритме, позволяющем в режиме РВ отслеживать изменения с заданным уровнем вероятности возникновения аномальных зон, что в свою очередь позволяет уменьшить колебания химического состава агломерата за счет фиксирования отклонения химического состава общего материального потока, поступающего на усреднения [1, 2];

- математическая модель статистического контроля ТП усреднения (на основе последовательного анализа Вальда), которая позволит определить время разладки процесса и время принятия решения для изменения управляющих воздействий [3];

- математическая модель управления дозированием, позволяющая оперативно корректировать расходы рудных материалов [4, 5];

- модель выработки управляющих воздействий на основе прогнозных данных качественных показателей шихты с учетом работы усреднительного комплекса и использованием аппарата нейронных сетей.

Анализ существующих решений в области управления и диагностики процесса агломерации железных руд показывает, что системы управления и диагностики процесса производства агломерата, разрабатываемые отечественными и зарубежными коллективами, не решают ряд следующих задач:

- восстановление текущих соотношений сортов твердого топлива по косвенным показателям про-

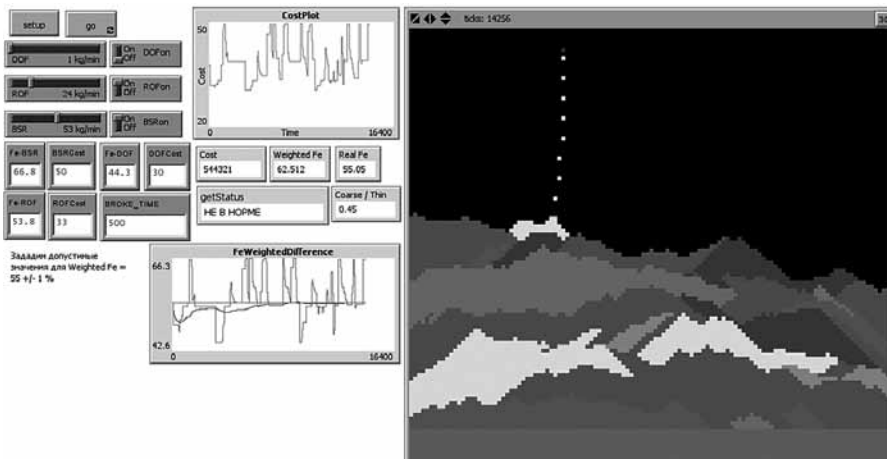


Рис. 1. Пример экранной формы системы управления и диагностики процесса формирования штабеля шихты

цесса спекания. Решение данной задачи позволит осуществлять выработку управляющих воздействий, с целью стабилизации процесса спекания;

- прогнозирование основных качественных показателей агломерата с учетом особенностей конкретного производства (наличие периодических изменений процесса). Решение данной задачи позволит более точно прогнозировать основные показатели агломерата, а значит улучшить качество управления;

- обнаружение изменения хода процесса спекания, что позволяет в общем случае оповестить обслуживающий персонал о возможном изменении соотношений сортов, скорости агломашины, увеличения подсосов, газопроницаемости шихты и т. п.;

- поиск отклонений основных показателей процесса (относительных значений). Результаты такого поиска могут затем использоваться для объяснения текущей технологической ситуации и причин, приведших объект к определенному состоянию с использованием базы знаний;

- обнаружение тенденций изменения расходов компонентов шихты, что позволит оперативно оповестить обслуживающий персонал о возможной разладке процесса дозирования.

Кроме того, в известных решениях управление процессом осуществляется, как правило, с использованием прогнозных моделей и уравнений материального и теплового балансов. При этом часто не учитываются ограничения на качественные показатели агломерата, заданную производительность и др. Информация о состоянии процесса не является полной (например, отсутствует контроль некоторых показателей), поэтому осуществление управления на основе балансовых соотношений приводит к существенным флуктуациям химического состава агломерата.

Для решения данных задач авторами были разработаны следующие математические модели:

- прогнозирования основных качественных показателей агломерата на основе нейро-нечетких сетей Такаги-Сугено с добавлением низкочастотных состав-

ляющих, присущих объектам данного типа;

- диагностики соотношений сортов твердого топлива, позволяющая по косвенным показателям процесса спекания восстанавливать текущие соотношения сортов твердого топлива [6];

- определения изменений коэффициентов передачи на основе модели балансовой основы шихты, позволяющая обнаружить смену режима спекания;

- статистического контроля для поиска причин отклонения основных показателей процесса;

- обнаружения тенденций изменения расходов компонентов шихты, которая позволяет оперативно оповестить обслуживающий персонал о возможной разладке процесса дозирования. Данный алгоритм позволяет обнаруживать изменения в нестационарных сигналах, распределение которых отлично от нормального, путем совместного использования алгоритмов EWMA и CUSUM [7];

- оптимизации процесса агломерации железных руд на основе балансовых соотношений процесса и подхода основанного на нейро-нечетких сетях с применением метода роя частиц, позволяющая находить оптимальные управляющие воздействия.

Информация, получаемая от диагностических процедур, непосредственно используется в ходе осуществления поиска оптимальных управляющих воздействий.

Алгоритм работы системы диагностики и управления процессом агломерации железных руд, базирующийся на использовании всех перечисленных математических моделей (рис. 1), заключается в следующем. Система получает информацию из хранилища данных предприятия о химическом составе шихты, агломерата, расходах компонентов. Далее осуществляется переход к различным сценариям алгоритма в зависимости от того, поступил ли химический анализ агломерата, шихты или другие данные. В общем случае управление комплексом происходит по возмущению, поэтому осуществляется прогнозирование основных качественных показателей соответственно агломерата, шихты и т. д. Например, если приходит информация о химическом составе агломерата, осуществляется адаптация коэффициентов моделей нейро-нечетких сетей. Если приходит информация о шихте, осуществляется расчет основных компонентов шихты и прогноз основных качественных показателей агломерата (основности, железа и монооксида железа).

На следующем шаге проверяются прогнозные значения. Если эти значения выходят за допустимые нормы, то осуществляется полная диагностика (исполь-



Рис. 2. Структурная схема АСУТП, оснащенная системой диагностики и управления, выполняющей функцию советчика технического персонала

зуются все алгоритмы) с целью установление причин, вызвавших данные нежелательные изменения. Иначе происходит диагностика соотношений сортов и процесса дозирования. По результатам диагностики оператор принимает решение о необходимости корректировки переменных процесса, при этом происходит поиск оптимальных управляющих воздействий.

Разработанная система диагностики и управления (СД) достаточно просто интегрируются с существующими системами предприятия. На рис. 2 показано место системы диагностики и управления в общей структуре АСУТП металлургического предприятия. Видно, что системам данного класса необходим лишь доступ к хранилищам данных предприятия. При этом БД СД служит для хранения информации, порождаемой алгоритмами диагностики и управления.

става шихты в штабеле, снизить долю брака в штабеле в среднем в 1,5 раза.

Применительно к этапу производства агломерата предложенная система позволяет снизить колебания качественных показателей агломерата: в 5,08 раз по основности, в 4 раза по железу и в 3,9 раз по монооксиду железа. Кроме того, сравнение фактических данных по расходам компонентов твердого топлива с расходами, полученными в результате моделирования, показывает, что предложенный алгоритм управления позволяет снизить расход твердого топлива на 3,57%.

Таким образом, применение системы управления и диагностики позволяет снизить уровень неопределенности, присущий исследуемому процессу (повысить достоверность), в результате чего удается производить поиск оптимальных управляющих воздействий, учитывая «реальное» состояние процесса, что значительно улучшает эффективность управления. В области агломерационного производства применение системы диагностики и управления приводит к снижению колебания химического состава шихтовых материалов (этап подготовки), снижению колебания

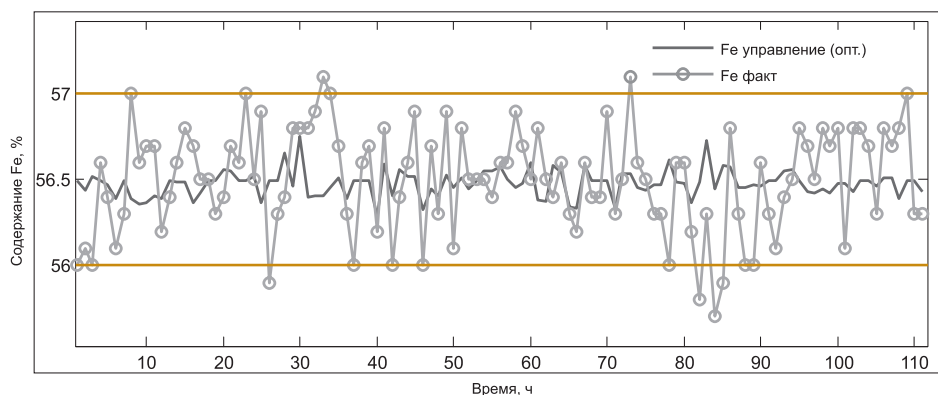


Рис. 3. Результаты работы алгоритма поиска оптимальных управляющих воздействий на примере содержания железа агломерата (горизонтальными линиями изображены допустимые границы показателя)

химического состава агломерата, снижению расхода твердого топлива на спекание и увеличению производительности агломерационных машин по годовому агломерату (этап производства).

Список литературы

1. Yendiyarov S., Petrushenko S. Robust Probabilistic Online Change detection Algorithm based on the Continuous Wavelet Transform // Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, France, Issue 60, December 2011.
2. Зобнин Б.Б., Ендияров С.В., Петрушенко С.Ю. Диагностика сложных технологических комплексов на основе расчета погрешностей измерений // В мире научных открытий: серия «Математика. Механика. Информатика». Красноярск. 2012. N 1.
3. Петрушенко С.Ю., Ендияров С.В. Модель статистического контроля технологического процесса // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: электронный научный журнал. 2012. № 19.
4. Зобнин Б.Б., Петрушенко С.Ю., Ендияров С.В. Математическая модель дискретного весового дозирования // Горный журнал. 2012, вып. 4.
5. Зобнин Б.Б., Ендияров С.В., Петрушенко С.Ю. Комплекс адаптивных моделей процесса смешивания потоков сыпучих материалов // Инженерная поддержка инновации и модернизации: сб. науч. тр. 2011. Вып. 1.
6. Yendiyarov S., Zobnin B., Petrushenko S. Expert system for sintering process control based on the information about solid-fuel flow composition // World Academy of Science, International Journal of Computer and Information Engineering, France, vol. 6, May 2012.
7. Montgomery D. C. Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc., USA, Jefferson City. 2009.

Ендияров Сергей Валерьевич и Петрушенко Сергей Юрьевич — аспиранты кафедры информатики Уральского государственного горного университета.

Контактные телефоны: (343) 257-01-75, 257-41-92.

E-mail: endeyarov@olympus.ru vetrodub@gmail.com

Галактика ERP 9.1: новые возможности в управлении производством

Система Галактика ERP совершенствуется вместе с развитием бизнеса своих клиентов. Доказательство тому выход новой версии интегрированной системы Галактика ERP 9.1., которая наиболее полно решает широкий круг производственных задач. Новая система предлагает широкие возможности для эффективного управления производством.

Опыт последних внедрений системы показал, что особую значимость для предприятий, выпускающих сложную техническую продукцию (автомобили, автоприцепы, вагоны и т. п.), имеет решение таких задач, как:

- внедрение новых ТП и выпуск модификаций основной продукции без формирования полного комплекта технологической документации;
- контроль качества выполнения технологических операций при выпуске продукции с повышенными требованиями к качеству и надежности;
- использование имеющихся производственных мощностей при возникновении перегрузок или неисправности отдельных единиц или групп оборудования.

Для решения вышеперечисленных задач существенное развитие получила функциональность системы Галактика ERP, предназначенная для автоматизации следующих бизнес-процессов:

- подготовка и ведение данных по модификациям серийных изделий;
- ведение спецификаций при постановке на производство/снятии с производства изделий;
- изменение ТП для изготовления модификаций изделий;
- планирование выпуска модификаций изделий;
- пооперационный контроль качества продукции.

В совокупности с широкой функциональностью системы это позволило:

- расширить возможности описания состава продуктов производства и технологии их изготовления:
 - в маршрутных картах появилась возможность определения для каждой основной операции нескольких вариантов операций с указанием приоритетов их использования;

- введено понятие обходной маршрутной карты, описывающей технологию, отличающуюся от основной маршрутом изготовления, используемым оборудованием, материальными и трудовыми нормами, и механизмы ввода в действие обходной технологии;

- для операций маршрутных карт появилась возможность задавать материальные нормы в виде маршрутных карт отдельно для каждой модификации изделия;

- вести планирование производства готовой продукции и запчастей на уровне предприятия, цеха, участка в разрезе каждого рабочего дня с отражением результатов в виде календарного плана;

- вести планирование производства готовой продукции с учетом модификаций изделий, не создавая для каждой модификации отдельного набора маршрутных карт;

- вести сменно-суточное планирование на основании календарного плана с формированием производственного задания по каждому исполнителю с возможностью замены основной операции альтернативной;

- вводить фактические данные о числе выполненных исполнителями деталями операций в несколько приемов для оперативной передачи полуфабрикатов по операциям без ожидания завершения изготовления всей партии;

- применять штрих-кодирование при формировании сменно-суточных заданий, а также для ввода факта для идентификации цеха-изготовителя и выполненной работы;

- вести учет движения сырья и полуфабрикатов в производстве в разрезе партий, серийных номеров и технологических операций с формированием всего пакета необходимых первичных документов для синхронизации выпуска полуфабрикатов и готовых деталей со списанием использованных в процессе их производства материалов и комплектующих и точного планирования потребности в них;

- выполнять контроль на наличие отметки ОТК при передаче полуфабрикатов по операциям и готовых изделий на склад по тем технологическим операциям, после которых необходим контроль качества. Вся вышеперечисленная функциональность включена в коммерческую версию системы и рекомендуется к использованию на предприятиях с дискретным типом производства.

[Http://www.galaktika.ru](http://www.galaktika.ru)