

©Н.А. Спирин, Н.А. Шимова, В.В. Лавров, 2012 г.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург

© А.В. Краснобаев, А.И. Перминов, 2012 г.
ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»
г. Магнитогорск

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЫРЬЕВЫМИ РЕСУРСАМИ В ДОМЕННОМ ЦЕХЕ

Главная задача металлургического комплекса страны сегодня состоит в сохранении и расширении рынков сбытов металлопродукции за счет повышения ее конкурентоспособности. Решение этой задачи обеспечит достижение стратегической цели развития металлургии – преобразование ее в динамично развивающуюся, высокотехнологичную, эффективную и конкурентноспособную отрасль, интегрированную в мировую металлургию в рамках международного разделения труда. В условиях экономического кризиса металлургические предприятия России работают при исключительной нестабильности спроса на металлопродукцию, что существенно сказывается на обоснованности выбора необходимого вида и объема поставок железорудного сырья и топливно-энергетических ресурсов (кокса, инжестируемого топлива, технологического кислорода). Особое место среди металлургических переделов современной металлургии занимает аглодоменное как самое энергоемкое и сложное. Анализ показывает, что аглодоменное производство относится к классу сложных, энергоемких и одновременно энергораспределенных систем, на долю которого приходится до 60 % топлива, используемого в черной металлургии. В настоящее время каждому металлургическому предприятию приходится самостоятельно решать вопросы закупок, оптимизации состава агломерационной и доменной шихты, в том числе и по экономическим критериям, оценивать рациональность использования различных добавок к дутью, определять стратегию управления комплексом доменных печей. В связи с этим в современных условиях резко возросла потребность в использовании автоматизированных систем оптимизации условий работы доменных печей и их комплексов.

Оптимизационные математические модели и пакеты прикладных программ предназначены для решения комплекса задач в области управления сложными энергонасыщенными комплексами в современной металлургии (на примере аглодоменного производства).

Физическая постановка задачи заключается в следующем.

Требуется определить оптимальный состав и расходы компонентов доменной (агломерационной) шихты, выбрать дутьевые параметры, обеспечивающие рациональную производительность и минимальный расход кокса, нормальный тепловой, шлаковый, дутьевой и газодинамический режим доменной плавки.

В основу решения задачи положены математические модели:

13. сквозного расчета агломерационной и доменной шихт;
14. доменного процесса, позволяющая рассчитывать технико-экономические показатели доменной плавки (расход кокса, производительность) при изменении дутьевых параметров, свойств кокса и состава железорудной части шихты;
15. расчета свойств первичного и конечного шлака, обессеривающей способности конечного шлака и прогнозирования содержания серы в чугуне;
16. теплового и газодинамического режима доменной плавки;
17. диагностики хода доменной плавки.

Программное обеспечение выбора поставок сырья и оптимального состава шихт в аглодоменном производстве, разработанное для АРМ инженерно-технологического персонала доменного цеха и управления технологией, исследовательских центров металлургических предприятий, представляет собой комплекс объединенных в общую оболочку информационно связанных интерактивных (диалоговых) программных модулей и включает в себя следующие модули:

- формирования набора данных о фактических параметрах работы доменной печи (или цеха в целом);
- определения комплекса расчетных параметров и оценку состояния процесса в базовый период;
- формирования набора данных о работе доменной печи (цеха в целом) при планировании производства, прогноза изменения показателей работы отдельных печей и цеха в целом;
- определения комплекса расчетных параметров состояния процесса при колебаниях топливно-сырьевых условий их работы, а также при изменении параметров плавки и требований, предъявляемых к химическому составу продуктов плавки;
- визуализации, отображения в табличном и графическом виде показателей работы доменного цеха за период, указанный пользователем при загрузке данных, сопоставительный анализ работы доменных печей;
- диагностики газодинамического, шлакового и теплового режимов работы доменной печи (цеха в целом) в различные периоды.

Предусматривается многовариантность моделирования проектного периода, основными из них являются следующие:

Проект 1. Прогнозирование производительности, расхода кокса и железорудных материалов, свойств первичного и конечного шлака, газодинамических параметров плавки при заданных весовых долях и составах всех загружаемых в доменную печь железорудных материалов и флюсов.

Проект 2. Корректировка работы доменной печи при изменении поставок, свойств железорудного сырья и кокса осуществляется составом одного из компонентов железорудной части доменной шихты, например местного агломерата. В отличие от предыдущего, в этом варианте осуществляется расчет при известных составах всех загружаемых материалов в доменную печь, за исключением местного агломерата. При этом корректировка шлакового и газодинамического режимов осуществляется составом (основностью) местного агломерата. В итоге расчета дополнительно определяется требуемый состав (расходы железорудных компонентов, коксика, флюсов) агломерационной шихты.

В общем случае рациональный режим доменной плавки при изменении поставок железорудного сырья для доменных печей, железорудных компонентов аглошихты, а также при изменении свойств кокса обеспечивается многовариантной корректировкой:

- составом железорудной части агломерационной шихты;
- расходами флюсов (известняка, доломита) в агломерационную шихту;
- расходами флюсов (известняка, кварцита и т.п.) в доменную шихту;
- соотношением компонентов железорудной части доменной шихты;
- дутьевыми параметрами и параметрами комбинированного дутья;
- комбинацией указанных вариантов.

Оптимальный состав доменной (агломерационной шихты). Математически решение этой задачи сводится к нелинейному математическому программированию. В программном обеспечении предусмотрены следующие варианты целевых функций:

- минимум вязкости доменного шлака конечного состава при заданной температуре;
- минимум содержания серы в чугуне;
- минимум удельного расхода кокса и максимум производительности;
- свертка указанных критериев с возможностью настройки весовых коэффициентов.

Дополнительно вводятся следующие ограничения, при этом задаются коридоры значений:

- вязкости шлака при его заданной температуре и содержании серы в чугуне;
- основности агломерата и шлака;
- степени уравнивания шихты;

– весовых долей отдельных компонентов доменной и агломерационной шихты, расхода флюсующих добавок. При этом учитывается, что сумма весовых долей железорудной части шихты равна единице.

Для информационного обеспечения решения задач количество параметров, измеряемых и рассчитываемых, например, в АСУТП (ОАО «ММК») на одной доменной печи, составляет около 400. Создание на ряде металлургических предприятий мощных распределенных баз данных, формирование единого информационного пространства на основе промышленных и вычислительных сетей всего аглококсодоменного производства и интеграции его в корпоративную сеть крупного металлургического комбината создают предпосылки для последующего использования разработанной модели и программного обеспечения.

Программное приложение расчета позволяет оперировать с неограниченным количеством как базовых, так и проектных периодов. При этом эти периоды могут находиться в различных отношениях между собой, возможна любая комбинация проектных и базовых периодов.

В основу разработки информационно-моделирующей системы положена современная трехзвенная архитектура. При такой архитектуре, помимо клиента и сервера баз данных, присутствует сервер приложений, выполняющий роль промежуточного звена, что обеспечивает известные преимущества при интеграции программного обеспечения в единое информационное пространство крупного металлургического предприятия. Предусмотрено вспомогательное программное обеспечение, позволяющее в автоматическом режиме формировать файлы с исходными данными для расчета на основании данных о работе находящихся в единой базе данных предприятия. При формировании набора данных о работе печи в базовом периоде исходная информация о параметрах и показателях процесса автоматически считывается из базы данных. Решение задачи прогноза показателей работы печи позволяет в диалоговом режиме оценить изменение ее показателей при колебаниях топливно-сырьевых условий, а также при изменении параметров плавки и требований, предъявляемых к химическому составу продуктов плавки.

Разработанное программное обеспечение предназначено для автоматизированного рабочего места технологического персонала доменного цеха. Его успешное использование на ОАО «ММК» свидетельствует об адекватности разработанной модели, возможности адаптации модели, настройки пакета на конкретные условия функционирования системы и позволяет в режиме «советчика» выбирать виды материалов, их расходы для получения требуемого шлакового режима, а так же оценивать газодинамический режим и технико-экономические показатели доменной плавки.