

УДК 622.781:62–189.2

ОПЫТ СТАБИЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АГЛОМЕРАТА С ПОМОЩЬЮ ПОТОЧНОГО ON-LINE АНАЛИЗАТОРА МАУА

© Тихонов Дмитрий Николаевич¹, канд. техн. наук;
 Мансурова Наталья Рамилевна¹, канд. техн. наук; Барышников Александр Михайлович²;
 Исаенко Георгий Евгеньевич¹, канд. техн. наук; Титов Николай Андреевич¹;
 Истомина Валерий Серафимович¹; Семенов Олег Анатольевич¹

¹ ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». Россия, г. Липецк. E-mail : tihonov_dn@nlmk.ru; natashkins@yandex.ru

² Laser Distance Spectrometry. Россия, Москва. E-mail : alex@iconsteel.net

Статья поступила 17.08.2012 г.

Химический состав сырьевых материалов для агломерационного производства значительно варьируется. Это одна из главных проблем на пути получения стабильного по содержанию железа и основности агломерата. Автоматический контроль химического состава сырья в режиме реального времени с помощью лазерного анализатора Laser Distance Analyzer Spectrometry МАУА позволяет получать в режиме on-line информацию об этих параметрах агломерационной шихты с ее использованием для оперативных корректировок состава шихты. Разработанная в ОАО НЛМК на базе лазерного анализатора МАУА автоматическая система дозирования флюсов позволяет стабилизировать основность агломерата, что ведет к сокращению расхода кокса в доменных печах.

Ключевые слова: лазерный анализатор; химический анализ on-line; железорудная смесь; автоматическое дозирование; стабилизация основности; агломерат.

Одним из важных факторов повышения эффективности работы доменных печей является улучшение качества железорудных составляющих шихты (агломерата и окатышей). Стабильность химического состава и основность агломерата – такие же важные характеристики его качества, как восстановимость, холодная и горячая прочность. Стабилизация основности агломерата и снижение расхода флюсов в аглошихту позволяют уменьшить выход шлака на тонну чугуна и снизить расход кокса.

Колебания основности агломерата зависят не только от стабильности химического состава шихтовых материалов и эффективности его усреднения на складе, но и от системы их последующего дозирования.

Уровень основности агломерата на НЛМК регулируется исходя из информации о химическом составе железорудной смеси путем добавления флюсов (доломита Данковского месторождения и Студеневского известняка). Содержание CaO и SiO₂ в железорудной смеси, поступающей со склада, колеблется в зависимости от условий усреднения и сегрегации материалов в штабеле. Значительное влияние на эти колебания оказывает добавление извести в железорудный штабель в количестве 25–35 кг/т. Химический анализ железорудной смеси со склада делается один раз в 4 ч, флюсов – один раз в 8 ч, агломерата – один раз

в 2 ч. Информация о химическом составе материалов дает косвенную оценку химического состава агломерационной шихты в момент дозирования. Таким образом, оперативная корректировка основности агломерата при существующей схеме дозирования флюсов невозможна.

Для повышения стабильности химического состава агломерата на НЛМК применили лазерный анализатор МАУА фирмы Laser Distance Spectrometry (Израиль), который был установлен на конвейере с железорудной смесью, поступающей со склада на агломашину № 1, перед введением в эту смесь флюсов (рис. 1).

Применение лазерного анализатора МАУА на конвейере подачи железорудной смеси перед дозированием флюсов позволило видеть тренды изменения химического состава (Fe, CaO, SiO₂, MgO) железорудной смеси в режиме реального времени (рис. 2).

После успешных испытаний анализатора МАУА на основе получаемых в режиме on-line данных о химическом составе железорудной смеси специалистами НЛМК была разработана система автоматического дозирования флюсов в аглошихту. На основе информации о содержании CaO и SiO₂ в железорудной смеси система производит непрерывную автоматическую корректировку расхода флюсов при дозировании, снижая колебания основности агломерата (рис. 3).



Рис. 1. Лазерный анализатор МАУА

Принцип действия лазерного анализатора МАУА основан на методе лазерной оптико-эмиссионной спектроскопии (Laser Induced Breakdown Spectrometry), в котором источником возбуждения исследуемого вещества служит импульсный лазер. Пучок Nd:YAG лазера с частотой 1–20 с⁻¹ фокусируется на поверхности анализируемого материала, где на короткое время (несколько микросекунд) мгновенно достигается температура более 30 000 °С, и небольшое коли-



Рис. 2. Интерфейс динамики изменения содержания Fe и CaO в железорудной смеси. Вид системы МАУА

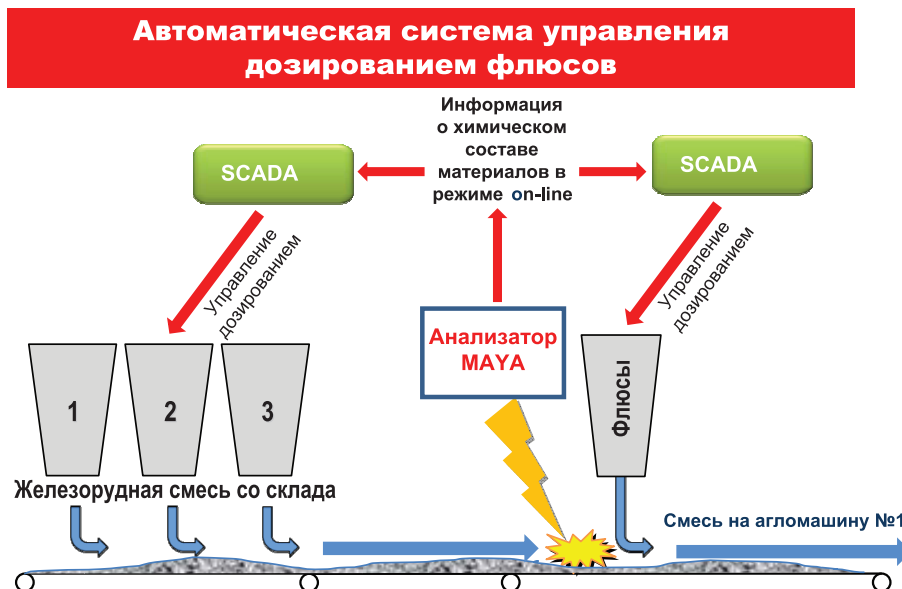


Рис. 3. Принципиальная схема системы автоматического дозирования с использованием лазерного анализатора МАУА



Рис. 4. Принципиальная схема работы лазерного анализатора МАУА

чество вещества переходит в состояние плазмы. В плазме начинаются процессы рекомбинации положительно и отрицательно заряженных частиц, сопровождающиеся испусканием фотонов – происходит «свечение» плазмы. Каждый атом испускает фотоны со строго определенными длинами волн в широком оптическом диапазоне от 170 до 900 нм. Оптическое излучение фиксируется CCD-спектрометром, передающим оцифрованную информацию о составе спектра в компьютер анализатора^{1,2}.

На основании обработки набора полученных спектров за заданный период времени (как правило, от 20 с до 1 мин) напрямую одновременно рассчитываются концентрации всех необходимых элементов. Данные передаются в систему управления технологическими процессами (SCADA) в режиме on-line. После расчета по разработанному специалистами НЛМК алгоритму определяется необходимый уровень дозирования (т/ч) флюсов (рис. 4, 5).

Основными преимуществами метода лазер-

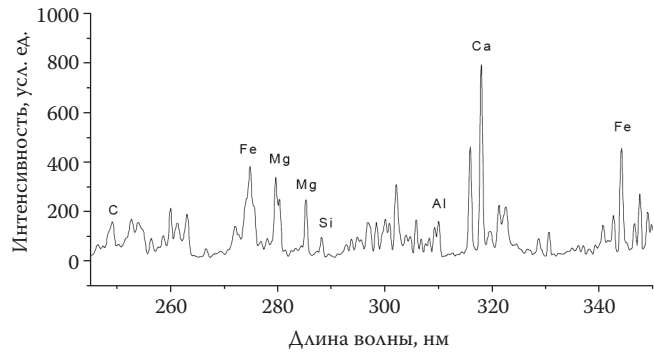


Рис. 5. Типичный спектр агломерационной шихты, получаемый с помощью анализатора МАУА

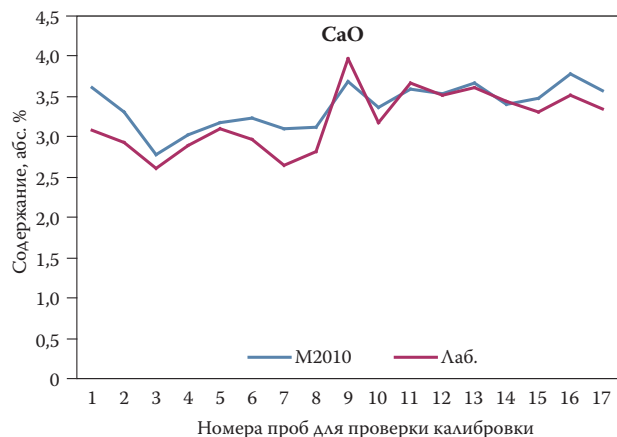
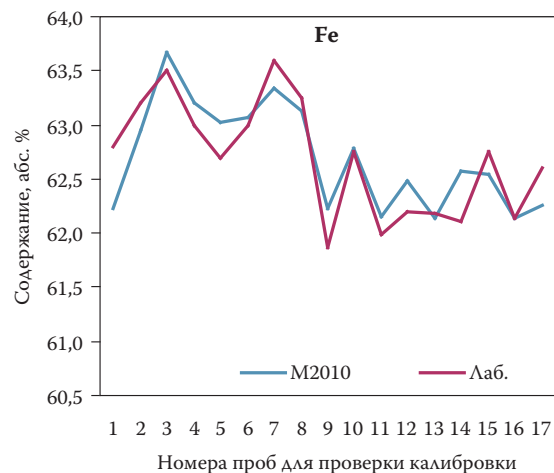


Рис. 6. Сравнение данных анализатора МАУА и аналитической лаборатории по содержанию Fe и CaO

ной оптико-эмиссионной спектрометрии перед другими аналитическими методами, применяемыми для анализа элементного состава в режиме on-line, являются:

– высокая чувствительность, низкие пределы обнаружения и высокая точность благодаря чет-

¹ Cremers D., Radziemski L. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Wiley, 2006.

² Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Fundamentals and Applications. Ed. by A.Miziolek, V.Palleschi, I.Schechter. Cambridge, 2006.

ким спектральным линиям большинства элементов в широком оптическом диапазоне и отсутствию их интерференций;

– возможность одновременного анализа всех необходимых элементов, в том числе С, Si, Mg, Al;

– отсутствие любых видов ионизирующего излучения (нейтронных, гамма- и рентгеновского), абсолютная безопасность для персонала, отсутствие необходимости в разрешениях и постоянном надзоре государственных органов атомного контроля;

– независимость результатов анализа от качества поверхности материала, размера кусков и высоты слоя материала на конвейере.

Опыт эксплуатации. С момента установки на агломашине № 1 лазерный анализатор МАУА работал круглосуточно без отказов в условиях высокой запыленности, вибраций и с перепадом температур от –10 до +40 °С. Спустя год после начала эксплуатации была проведена проверка текущей калибровки анализатора (правильности его показаний), подтвердившая неизменность показаний анализатора за этот период. Сравнение данных анализатора по содержанию Fe и Са в железорудной смеси в калибровочный период и результаты лабораторных испытаний приведены на рис. 6. Такая сопоставимость данных является следствием высокой стабильности

параметров лазерного излучения и применяемых в приборе оптических схем, эффективных средств защиты анализатора от производственных факторов (пыль, вибрация, перепады температуры и влажности) в ходе его непрерывной работы.

Заключение. Применение анализатора, основанного на методе лазерной оптико-эмиссионной спектроскопии (Laser Induced Breakdown Spectrometry), для повышения точности дозирования флюсов в агломерационную шихту на конвейере позволило:

– в полностью автоматическом режиме получать и передавать в системы управления (SCADA) данные о химическом составе железорудной смеси; в режиме реального времени использовать их для управления технологическим процессом, исключив влияние человеческого фактора при принятии решений о пропорции дозировки флюсов;

– анализировать малые порции материала на конвейере и оперативно предпринимать корректирующие действия;

– снизить колебание основности агломерата на агломерационной машине № 1 (снижение среднеквадратичного отклонения основности в среднем составило 0,01 ед.) и соответственно снизить расход кокса в среднем на 0,6 кг/т чугуна в доменном производстве.

EXPERIENCE IN STABILIZATION OF SINTER CHEMICAL COMPOSITION BY MEANS OF MAYA ON-LINE ANALYZER

© **Tikhonov D.N.**, PhD; **Mansurova N.R.**, PhD; **Baryshnikov A.M.**; **Isaenko G.E.**, PhD; **Titov N.A.**; **Istomin V.S.**; **Semenov O.A.**

Chemical composition of raw materials for sinter production varies significantly. It is one of the main problems when trying to get sinter with stable Fe content and basicity. Real time automatic control of raw materials chemical composition using a new laser analyzer – Laser Distance Analyzer Spectrometry (MAYA), is aimed at solving this problem by way of on-line receipt of information on these parameters of sintering charge and use thereof for on-line adjustments of its composition. Automatic system of flux dosing based on MAYA laser analyzer and developed within NLMK helps to stabilize sinter basicity leading to coke rate reduction in blast furnaces.

Keywords: laser analyzer; on-line chemical analysis; iron ore mixture; automatic dosing; basicity stabilization; sinter.