

УДК: 669.162.215.2

**В.И. Большаков, Ю.С. Семенов, И.Г. Муравьева,
С.Т. Шулико, Е.А. Белошапка**

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ПРОФИЛЕМЕРОМ

Выполнен анализ зарубежного опыта представления информации системами измерения профиля поверхности засыпи шихты на колошнике доменных печей. Предложена форма представления информации о состоянии параметров профиля поверхности засыпи на колошнике ДП №9 ОАО КГМК «Криворожсталь», оснащенной радиолокационной системой измерения профиля шихты.

Распределение шихты на колошнике, обеспечивающее заданное формирование столба шихтовых материалов и газораспределение по сечению печи является одним из основных средств управления доменной плавкой. Одним из наиболее эффективных методов контроля формирования столба шихтовых материалов и развития газового потока по сечению печи является измерение профиля поверхности засыпи шихты и скорости ее опускания по ходу плавки. Информация о профиле поверхности засыпи шихты позволяет расширить возможности составления и коррекции программ загрузки шихты, повысить уровень автоматизации процесса загрузки и управления распределением шихты для обеспечения ровности хода печи и увеличения ее производительности и экономичности [1, 2].

В 2002г. ИЧМ совместно с сотрудниками меткомбината «Криворожсталь» разработано технологическое задание на создание и установку системы измерения профиля засыпи шихты на ДП №9, оборудованной бесконусным загрузочным устройством с лотковым распределителем шихты фирмы «Paul Wurth» (БЗУ) [3]. Система измерения профиля поверхности засыпи разработана Национальной Металлургической академией Украины и Научно–исследовательским институтом металлургии и материаловедения (г. Днепрпетровск) [4, 5]. Эта система, состоящая из стационарно установленных пяти измерителей на куполе и пятнадцати на переходном конусе печи, расположенных под указанными в технологическом задании углами наклона к поверхности засыпи шихты, установлена во время капитального ремонта 1–го разряда на доменной печи №9 ОАО КГМК «Криворожсталь». Целью установки системы измерения профиля засыпи шихты является контроль профиля поверхности засыпи и распределения скоростей схода шихты на колошнике для совершенствования управления распределением шихты и газового потока по сечению печи, повышения степени использования теплового и восстановительного потенциала газового потока, обеспечения ровности хода печи, уменьшения расхода кокса, увеличения производительности доменной печи и стабилизации состава чугуна [6].

Анализ мирового опыта освоения доменных печей, оснащенных профилемерами, показывает, что представление информации, полученной системами измерения профиля поверхности засыпи шихты не всегда является полным и удобным для обоснованного выбора управляющих воздействий технологическим персоналом с целью оптимизации режима загрузки печи.

Сотрудниками ИЧМ, исходя из требований к распределению шихты и газов, предложена форма представления информации о параметрах состояния поверхности засыпи шихты на колошнике. В качестве основной информации (Рис.1а и 1б) отображаются: исходный профиль поверхности засыпи перед выгрузкой порции, профиль поверхности шихты после выгрузки порции и промежуточные профили, полученные при опускании шихты в результате измерений через каждые 20 с. После окончания выгрузки порции, т.е. появления на экране профиля поверхности шихты после выгрузки порции, исходный профиль корректируется с учетом скорости опускания столба шихты за время выгрузки порции. Для вертикально установленных измерителей значения скоростей в точках измерения определяются по перемещению точек поверхности засыпи. Скорости опускания шихты для наклонных измерителей, установленных под углом к вертикальной оси, определяются вертикальными их проекциями с учетом угла откоса поверхности засыпи к оси печи. На рассмотренном видеокadre отображается также информация о параметрах загрузки и направлении вращения лотка БЗУ.

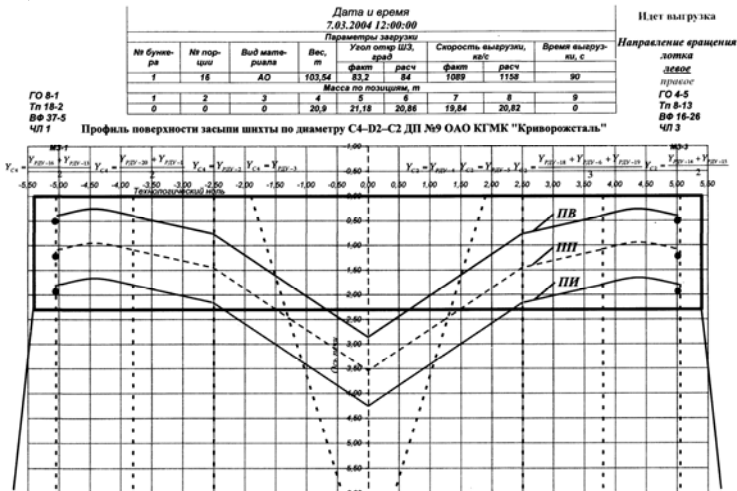


Рис.1 – Профили поверхности засыпи – исходный перед выгрузкой, промежуточный и после выгрузки порции шихтовых материалов.

Профили поверхности засыпи образуются в результате кусочной-линейной интерполяции точек поверхности засыпи, полученных в результате измерений с помощью радиолокационных измерителей, а координаты центральной точки профиля засыпи определяются по методике, разработанной ИЧМ.

Во время выгрузки порции шихтовых материалов в печь на втором видеокadre представляются профили, фиксируемые по сигналу на перевод лотка в следующую позицию наклона. Профили поверхности засыпи приведены к 2-м диаметрам, причем значения уровней засыпи определяются как средние значения уровней, определяемые измерителями, образующими сектор, ориентированный сечением чугунных леток. Дополнительно информация отражает: номер порции, вид выгружаемого материала, номер разгружаемого бункера, направление вращения лотка БЗУ, массу порции, распределение массы по позициям лотка.

На 3-ем видеокadre отображается совокупность образованных в столбе шихты за цикл загрузки слоев шихтовых материалов по измеряемым диаметрам (секторам) и расположенных послойно в столбе шихты по высоте печи. Каждый слой материала, ограниченный измеренным исходным профилем перед выгрузкой порции и профилем, образованным после выгрузки порции материала отображается на графической схеме. На видеокadre представлены графики изменения скоростей опускания шихты между выгрузками порций, средние значения скоростей опускания шихты за время цикла загрузки, а также график изменения отношения толщин слоев шихтовых материалов рудных и кокса за цикл загрузки в каждой точке измерения. После завершения каждого цикла загрузки суммируются толщины слоев железосодержащих материалов и кокса, определяется их отношение, распределение рудных нагрузок по радиусу колошника за цикл, и представляется в виде графика. Рудные нагрузки определяются следующим образом. В каждой равновеликой кольцевой зоне колошника определяются объемы в слое шихтовых материалов железорудной и коксовой составляющих цикла загрузки. Рудные нагрузки определяются как отношение произведений этих объемов и насыпных масс железосодержащих материалов и кокса соответственно. Кроме основной информации о параметрах загрузки, на видео-кадре отображаются значения параметров дутьевого режима: расхода и давления дутья, температуры и давления колошниковога газа, доли кислорода в дутье, расхода природного газа, значений верхнего и нижнего перепадов давления, индикация времени выпуска чугуна и номера летки за время цикла загрузки.

Динамика изменения рельефа поверхности засыпи шихты перед и после выгрузки каждой очередной порций шихтовых материалов отображается на 4-ом видеокadre представления информации (Рис.2). Карта представляет собой горизонтальное сечение печи на уровне колошника с разбивкой его радиуса через 0,5 м и изображением ориентированного по пе-

риметру печи расположения: точек измерения уровней засыпи на каждом радиусе, станции лотка БЗУ (отм. 0...240⁰), осей бункеров БЗУ, леток, воздушных фурм, радиальных газоотборных машин, электромеханических уровнемеров, термодар периферии и газоотводов и др. оборудования печи. Рельеф поверхности засыпи шихты отображается линиями, соединяющими точки равных значений уровней засыпи, образованные при пересечении горизонтальными плоскостями с шагом 0,2 м линий профилей засыпи шихты по каждому из 4-х измеряемых радиусов колошника.

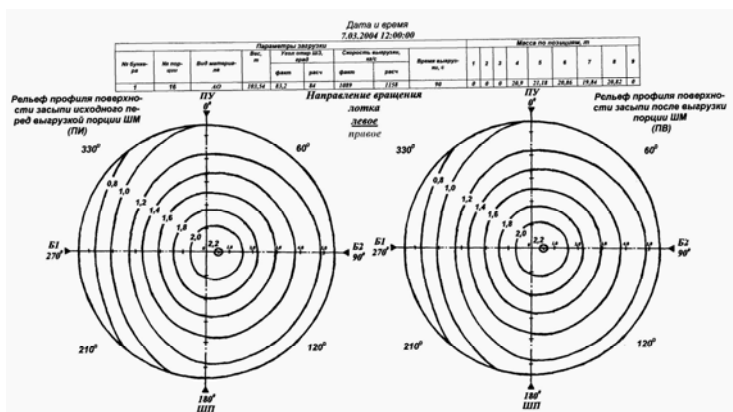


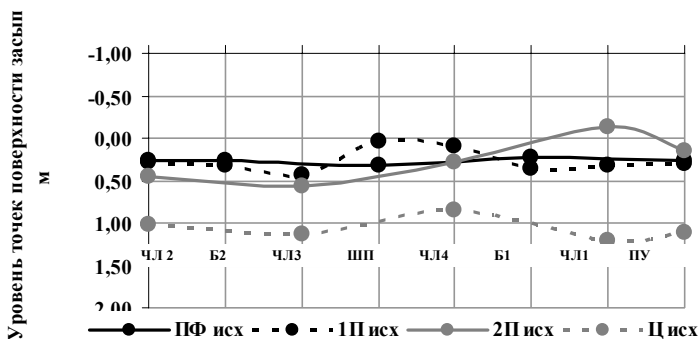
Рис.2 – Динамика изменения рельефа поверхности засыпи шихты между выгрузками каждой очередной и последующей порций шихтовых материалов (карта рельефа)

Информация на 5-м видеокadre, представляющем изменение параметров поверхности засыпи шихты по окружности печи, отображается в реальном времени перед и после выгрузки каждой порции шихты и вызывается на видеомонитор по требованию технолога. Видеокadre представляет собой развертку печи по 4-м окружностям установки измерителей с изображением значений уровней засыпи, измеряемых по восьми радиусам колошника. На видеокadre индицируются значения уровней в точках измерения, а также после выгрузки последней порции в цикле загрузки приводятся кривые изменения средних за цикл значений уровней в измеряемых точках. На кадре указаны расположения радиальных машин для отбора газа, бункеров БЗУ, газоотводов, термодар периферийного газа, механических уровнемеров, воздушных фурм и леток. На рис.3а и 3б представлена окружная неравномерность уровней точек поверхности засыпи до и после выгрузки порции кокса из угловых позиций 1...3, построенная по данным, измеренным радиолокационной системой, установленной на ДП№9 ОАО КГМК «Криворожсталь».

Информация на 6-м видеокadre, представляющем изменение параметров поверхности засыпи шихты по окружности печи отображается в ре-

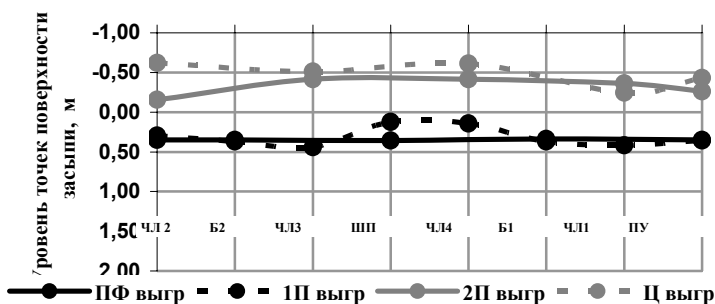
альном времени перед и после выгрузки каждой порции шихты и вызывается на видеомонитор по требованию технолога. Видеокадр представляет собой развертку печи по 4-м окружностям установки измерителей с изображением значений уровней засыпи, измеряемых по восьми радиусам колошника. На видеокадре индицируются значения уровней в точках измерения, а также после выгрузки последней порции в цикле загрузки приводятся кривые изменения средних за цикл значений уровней в измеряемых точках. На кадре указаны расположения радиальных машин для отбора газа, бункеров БЗУ, газоотводов, термопар периферийного газа, механических уровнемеров, воздушных фурм и леток. На рис.3а и 3б представлена окружная неравномерность уровней точек поверхности засыпи до и после выгрузки порции кокса из угловых позиций 1...3, построенная по данным, измеренным радиолокационной системой, установленной на ДП№9 ОАО КГМК «Криворожсталь».

1 - К 3-1



а)

1 - К 3-1



б)

Рис.3 – Окружная неравномерность уровней точек поверхности засыпи до а) и после б) выгрузки порции кокса из угловых позиций 1...3.

Оснащение крупнейшей в Украине ДП № 9 радиолокационной системой измерения профиля засыпи шихты на колошнике, выдвигает задачи создания методик обработки и представления результатов измерений с целью использования полученной информации о профиле поверхности засыпи шихты на колошнике и его изменениях для управления загрузкой шихтовых материалов и ходом печи. Это требует проведения комплекса исследований с целью установления взаимосвязей параметров и динамики изменения профиля с технологическими показателями процесса. В настоящее время сотрудниками ИЧМ выполняются исследования, направленные на получение информации о профиле поверхности засыпи, определение его формы, связи с программами загрузки, параметрами дутьевого режима и газораспределением. Планируется определить параметры, по которым возможна идентификация состояния поверхности засыпи шихты, разработать методики оценки хода доменной плавки по показаниям системы измерения профиля, которые будут использованы в системе автоматического управления загрузкой ДП № 9.

1. *Средства* контроля профиля поверхности засыпи шихты в доменной печи. / В.И. Большаков, И.Г. Муравьева // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2002, № 2. – С.91 – 94.
2. *Анализ* результатов эксплуатации профиломеров на доменных печах. / В.И. Большаков, И.Г. Муравьева, С.Т. Шулико, Ю.С. Семенов // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2003.
3. *Технологические* особенности автоматизированного измерения профиля засыпи шихты в доменной печи, оснащенной БЗУ / В.И. Большаков, И.Г. Муравьева, С.Т. Шулико, Ю.С. Семенов, В.С. Листопадов, Г.И. Орел // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2003, №2. – С.112–114
4. *Головко В.И.* Определение профиля поверхности сыпучих материалов с помощью радара // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2000. – №6. – С.15–17.
5. *Состояние* и перспективы создания радиолокационных профиломеров для доменных печей / В.И. Головко, О.Н. Кукушкин, Н.В. Михайловский, И.Г. Муравьева, А.К. Тараканов, И.Г. Тригуб // *Сучасні проблеми металургії, Том 3, Матеріали наук.–практ. конференції «Проблеми і перспективи одержання конкурентноздатної продукції в гірничо–металургійному комплексі України»*. НМетАУ, 24–25.10.2000р. – Дніпропетровськ: «Системні технології», 2001. – С. 173 – 191.
6. *Перспективи* управления ходом доменной печи с использованием результатов измерения профиля засыпи /В.И. Большаков, И.Г. Муравьева, // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2004, №4. – С.81–84.

Статья рекомендована к печати к.т.н. Н.Г.Можаренко