

**А.А.Параносенков, В.И. Вишняков**

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДУТЯ ПО ФУРМАМ И ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КОЛОШНИКЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

Рассмотрены причины, вызывающие неравномерность распределения дутья по воздушным фурмам и шихтовых материалов на колошнике доменной печи. Предложен метод их согласования для повышения ровности хода печи и увеличения степени использования энергии газов.

**Введение.** Рациональное распределение шихты и газов в доменной печи является необходимым условием эффективной работы агрегата [1]. В настоящее время приемы распределения шихтовых материалов на колошнике уже достигли значительных успехов, особенно после создания бесконусных загрузочных устройств (БЗУ), позволяющих более гибко, по сравнению с конусными засыпными аппаратами (КЗУ), управлять загрузкой шихтовых материалов на колошнике [2]. Параллельно с совершенствованием приемов загрузки шихты и созданием принципиально новых конструкций загрузочных устройств бесконусного типа традиционные КЗУ также усовершенствуются с целью улучшения радиального и окружного распределения шихты [3, 4, 5]. В то же время регулирование распределения дутья по воздушным фурмам доменной печи оказалось невозможным из-за высокой агрессивности, по отношению к регулирующей аппаратуре, печных газов при взятии печи на “тягу” [6].

#### **Анализ состояния проблемы.**

Промышленные способы контроля расхода горячего дутья по фурмам, разработанные в Институте черной металлургии (ИЧМ) [7, 8], предоставляют необходимую информацию для согласования распределения шихты и газов в доменной печи, что позволит увеличить экономичность работы агрегата, но предварительно требуют системного анализа закономерностей возникновения неравномерности распределения дутья по воздушным фурмам и шихтовых материалов на колошнике. Экспериментальное опробование метода контроля расхода дутья представительно было осуществлено на ДП №4 комбината «Азовсталь», показав хорошую результативность [8]. Экономия кокса составила 5,8 кг/т чугуна, производительность повысилась на 6,3 %. Опытнo–промышленная эксплуатация системы контроля дутья при оптимизации газодинамического и теплового режима фурменной зоны на ДП №9 ОАО «Криворожсталь» подтвердила увеличение суммарной степени использования восстановительных газов в среднем на 1,53 %.

**Цель работы.** Целью настоящей работы являлось проведение аналитического исследования для выявления перспективных направлений со-

вершенствования доменной плавки путем согласования работы «верха» и «низ» доменной печи. Авторы благодарны д.т.н.Большакову В.И. и к.т.н.Можаренко Н.М. за оказанную помощь в подготовке и написании статьи.

### **Изложение основных материалов исследования.**

Решающее влияние на распределение дутья по окружности печи, как следует из работы [6], оказывают газопроницаемость столба шихты в данном секторе печи, величина сечения фурмы (в общем случае – фурменного прибора), количество и уровень шлака в секторе горна и его физическое состояние, а также тепловое состояние фурменного очага. Также одной из причин, вызывающих неравномерность расхода дутья по фурмам, являются конструктивные особенности воздухоподводящего тракта горячего дутья [9]. С неравномерностью распределения дутья по фурмам доменной печи, приводящей к различной интенсивности протекания процессов по окружности, вынуждены мириться из-за невозможности регулирования расходов горячего дутья по фурмам.

На колошнике доменной печи при использовании эффективного и функционального распределителя шихты – БЗУ лоткового типа [2] также возникает вынужденная неравномерность распределения шихтовых материалов, характеризующаяся наличием участков: увеличенных рудных нагрузок, более плотной укладки шихты, высокой концентрации рудной мелочи и увеличенных объемов шихтовых материалов.

Названная неравномерность распределения шихты создается по двум причинам. К первой причине относятся конструктивные особенности БЗУ – смещение шихтового потока в центральной трубе и, как следствие, несоединенное падение материала на лотковый распределитель, что приводит к созданию асимметричной (ориентированной) неравномерности окружного распределения шихты на колошнике из-за смещения траекторий движения сходящего с распределительного лотка потока материала в пределах каждого оборота распределителя [9]. Ко второй причине относится особенность распределения материалов во время выгрузки из бункера БЗУ. Обычно время истечения порции материалов составляет 90–120 с [10]. За это время лоток отрабатывает несколько угловых положений, последовательно перемещаясь между ними, каждому из которых соответствует часть общей массы порции. Как только заданная масса выгрузилась, лоток переходит на следующее угловое положение, при этом кольцо материала в равновеликой зоне колошника, как правило, не замкнуто. Однако степень влияния данной неравномерности на формирование профиля засыпи на колошнике доменной печи нуждается в уточнении. Современные программы загрузки достаточно надежно отслеживают обработку углов наклона лотка и выгрузку материала по позициям, но не всегда контролируют ориентацию по окружности колошника незамкнутых колец, для чего необходимы современные системы измерения профиля засыпи и моделирование процесса выгрузки шихтовых материалов.

Экспериментально установлено, что регулирование окружного распределения шихты путем изменения раскрытия шихтового затвора позволяет достаточно эффективно выравнять окружное распределение газового потока. При этом способе регулирования распределения шихты степень использования монооксида углерода и водорода повышается в среднем на 1,2 % [11]. Исследованиями ДонНИИчермета и ИЧМ доказано, что существует устойчивая взаимосвязь между распределением дутья по воздушным фурмам, газового потока в доменной печи и шихтовых материалов на колошнике [12, 9]. Подобное утверждение противоречит мнению авторов работы [13], пришедших к выводу о нивелировании неравномерности распределения дутья по фурмам в зоне, расположенной вверх от фурм приблизительно на 1,5 радиуса горна. Однако нивелирование неравномерности расхода дутья по фурмам наблюдалось при исследованиях на холодных аэродинамических моделях, не достаточно точно повторяющих особенности газодинамического режима доменной плавки.

В ИЧМ разработаны методы управления газораспределением в доменной печи при помощи рационального распределения шихтовых материалов на колошнике, которые в некоторой степени оказывают влияние на распределение дутья по фурмам [11]. Причем при оперативном управлении загрузкой печи руководствуются информацией о температуре и химическом составе шахтных газов как критерия качественного и количественного газораспределения. Однако, согласование газораспределения с загрузкой печи будет более эффективным при использовании информации о количественном распределении дутья по воздушным фурмам (значительно влияющим на газораспределение в доменной печи), объеме, составе, плотности образующихся горновых газов перед ними, теоретической и балансовой температурах в зоне горения, параметрах фурменных очагов, зоны малоподвижных материалов и осевой отдушины. Это позволит повысить технологическую устойчивость и экономичность хода печи благодаря взаимно обусловленному распределению шихтовых материалов и газов в доменной печи. Таким образом, согласование распределения дутья по воздушным фурмам и шихтовых материалов на колошнике доменной печи расширяет технологические возможности этих систем управления, что позволит уменьшить окружную неравномерность газораспределения в печи, и повысить технологическую и экономическую эффективность управляющих воздействий «сверху» и «снизу» при их взаимосвязи.

**Выводы.** Существует технологический резерв использования систем контроля распределения дутья по воздушным фурмам и управления распределением шихтовых материалов на колошнике, который позволит увеличить эффект от их применения. Системы контроля распределения дутья по воздушным фурмам и совершенствование приемов загрузки шихтовых материалов на колошнике доменной печи позволят обеспечить путем использования информации о количественном распределении дутья по воздушным фурмам, теоретической и балансовой температур зон горения,

параметров фурменных очагов, зоны малоподвижных материалов и осевой отдушины выработку согласованных управляющих воздействий при рациональной загрузке шихты.

1. *Готлиб А. Д.* Доменный процесс: Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1966. – 503 с.
2. *Большаков В.И.* Бесконусные загрузочные устройства – эффективное средство управления распределением шихты. // Теория и практика производства чугуна. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – Кривой Рог, КГГМК «Криворожсталь», 2004. – С. 37–48.
3. *Тарасов В.П., Набока В.И., Крутас Н.В., Томаш А.А., Тарасов П.В.* Загрузочное устройство доменной печи с технологическим отверстием в нижнем конусе для пересыпания части кокса в осевую зону. // Там же. – С. 454–456.
4. *Тарасов В.П., Донсков Е.Г., Орел Г.И. и др.* Новое стационарное загрузочное устройство доменной печи. // Там же. – С. 456–459.
5. *Ильченко В.И., Костенко Г.П., Донсков Е.Г. и др.* Загрузочное устройство доменной печи. // Там же. – С. 470–475.
6. *Бугаев К.М.* Распределение газов в доменных печах. – М.: Металлургия, 1978. – 175 с.
7. *Лукьянец С.Н.* Создание и внедрение промышленного способа контроля расхода дутья через фурмы для диагностики состояния оборудования и управления процессом доменной плавки. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук в форме научного доклада. Днепропетровск, 1991. – 23 с.
8. *Контроль* распределения дутья по воздушным фурмам доменной печи. / В.В. Канаев, И.И. Кобеза, М.Т. Бузovery и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 1995. – № 2. – С. 69–71.
9. *Большаков В.И., Шулико С.Т., Листопадов В.С.* Взаимосвязь распределения шихты и дутья в доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup>. // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2003. – №6. – С. 3–8.
10. *Особенности* распределения материалов в доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> с бесконусным загрузочным устройством / В.Л.Покрышкин, В.И.Большаков, И.Т.Хомич и др. // *Сталь.* – №11. – 1982. С.
11. *Управление* газораспределением в доменной печи, оборудованной бесконусным загрузочным устройством / В.И.Большаков, Н.А.Рослик, Ф.М.Шутылев и др. // *Сталь.* – 1995. – №7. – С. 15–19.
12. *Влияние* распределения дутья на газовый поток в доменной печи. /К.М.Бугаев, В.М. Антонов, Г.В.Варшавский и др. // *Сталь.* – 1987. - №2. – С. 17-22.
13. *Исследование* возможностей управления газовым потоком в доменной печи системами автоматического распределения дутья по фурмам. / В.Калиновский, М.А.Глинков, Л.З.Ходак и др. // *Сталь.* – 1968. - №2. – С. 111-114.

*Статья рекомендована к печати чл.-корр.НАН Украины  
В.И.Большаковым*