

УДК 669.162.212

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАГРУЗКОЙ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

© Семенов Юрий Станиславович^{1,2}, канд. техн. наук (yuriy.semenov.isi@gmail.com);
 Шумельчик Евгений Игоревич^{1,2}, канд. техн. наук (ievgen.shumelchik@gmail.com);
 Горупаха Виктор Владимирович^{1,2} (victor.horupakha@gmail.com)

¹ Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины. г. Днепр

² ООО «Научно-техническое предприятие ДЧМ». Украина, г. Днепр

Статья поступила 14.04.2016 г.

В условиях нестабильного качественного и количественного состава шихтовых материалов предложен подход к выбору программ загрузки бесконусного загрузочного устройства, основанный на уменьшении числа рабочих угловых положений лотка и смещении от порции к порции условных геометрических гребней вдоль радиуса колошника. Положительный опыт реализации такой программы загрузки показан на примере доменной печи № 3 Енакиевского металлургического завода. Приведены основные особенности установки на доменных печах стационарных термозондов и особенности характера распределения температур по радиусу печи при различных расходах приведенного топлива. Установлены связи температуры над поверхностью засыпи шихты с содержанием в шихте окатышей.

Ключевые слова: доменная печь; программа загрузки; БЗУ; масса подачи; рудная нагрузка; высота слоя; термозонд; качество кокса; пылеугольное топливо; содержание окатышей в шихте.

Важным направлением повышения эффективности работы доменных печей (ДП) является совершенствование режимов загрузки шихтовых материалов в ДП и рациональное их распределение по радиусу и окружности колошника. По современным представлениям уровень технико-экономических показателей работы ДП в значительной мере определяется эффективным формированием столба шихты и газового потока. Этому способствует применение на ДП бесконусных загрузочных устройств (БЗУ) [1, 2]. В последние годы реконструированные или вновь строящиеся ДП оснащаются БЗУ, которые в отличие от конусных загрузочных устройств (КЗУ) обладают широкими возможностями управления распределением шихтовых материалов по радиусу и окружности ДП [1].

Как показывает опыт разработки программ загрузки печи, оборудованных БЗУ [1], традиционно порции шихтовых материалов распределяют практически по всему радиусу колошника и с различной циклическостью выгружают кокс в центральную зону колошника для формирования осевой отдушины (зоны повышенной газопроницаемости). По рабочим угловым положениям лотка шихтовые материалы принято распределять, как правило, с заданной неравномерностью, что по-

зволяет без изменения структуры программы загрузки оперативно изменять рудные нагрузки и/или объемы материалов в зонах [1, 3]. При таком формировании программ загрузки обеспечивается укладка материалов с минимальным перераспределением шихты вдоль радиуса.

В статье представлены результаты практического освоения программ загрузки на ДП-3 Енакиевского металлургического завода (ЕМЗ) после введения печи в эксплуатацию в октябре 2011 г. с установкой второго в Украине БЗУ фирмы Paul Würth [4], позволившие в условиях нестабильного и низкого качества шихтовых материалов получить новые знания о влиянии режимов загрузки на показатели работы печи, пересмотреть существующие подходы при разработке рациональных программ загрузки, а также обосновать возможность использования информации современных средств контроля для управления процессами плавки в сложившихся условиях работы.

Рациональные режимы загрузки ДП для условий работы с нестабильным низким качеством шихтовых материалов при малой величине массы подачи. Реализованные на ДП-3 программы загрузки, разработанные в соответствии со сформулированными ранее в Институте черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины (ИЧМ)

положениями [1, 2], на начальном этапе работы печи обеспечивали стабильный ход печи и приемлемые технико-экономические показатели доменной плавки, поскольку качество железорудного сырья и кокса при этом было удовлетворительным [4]. Со второй половины 2012 г. существенно ухудшилось качество шихтовых материалов. Переход на высокоосновный агломерат (основность CaO/SiO_2 увеличилась от 1,2 до 2,2) при неудовлетворительном состоянии оборудования аглофабрики завода с одновременно низким качеством аглошихты способствовал существенному увеличению доли мелких фракций в скиповом агломерате и среднеквадратичного отклонения его основности.

Вместе с этим по сравнению с начальным этапом эксплуатации печи ухудшилось качество кокса, что при отсутствии возможности использования промывочных материалов привело к увеличению числа сторевших фурм. Сложившиеся условия обуславливали работу ДП с малой массой подачи и низким уровнем засыпи (ниже 2,5 м). Масса коксовых порций составляла 7,0...8,0 т (при максимально возможной 10,5 т), что соответствовало толщине слоя кокса менее 0,40 м. Такие параметры загрузки позволяли в этот период минимизировать верхние «подвисания» и обеспечивать центральное газораспределение. Однако сохранявшееся интенсивное горение воздушных фурм, снижение производительности печи и высокий расход кокса в таких условиях работы печи обусловили пересмотр подходов к разработке рациональных программ загрузки БЗУ с поиском новых, ранее не используемых решений.

Так, одной из отличительных особенностей новой программы загрузки стало уменьшение с шести–восьми до пяти числа рабочих угловых положений лотка БЗУ при выгрузке каждой порции в цикле загрузки. Это позволило увеличить толщину слоев шихтовых материалов на загружаемых участках радиуса печи. Помимо этого в предложенной программе загрузки каждая последующая порция цикла загрузки смещала условный «гребень» шихтовых материалов относительно условного «гребня», сформированного выгрузкой предыдущей порции, что направлено на изменение направления движения газового потока.

На рис. 1 представлены графики изменения расчетных высот слоев по радиусу печи после выгрузки трех порций железосодержащих материалов в цикле загрузки (№ 2, № 4 и № 8) для двух рассматриваемых программ загрузки: используемой в 2012 г. до ухудшения и в 2013 г. – после ухудшения сырьевых условий. Как видно

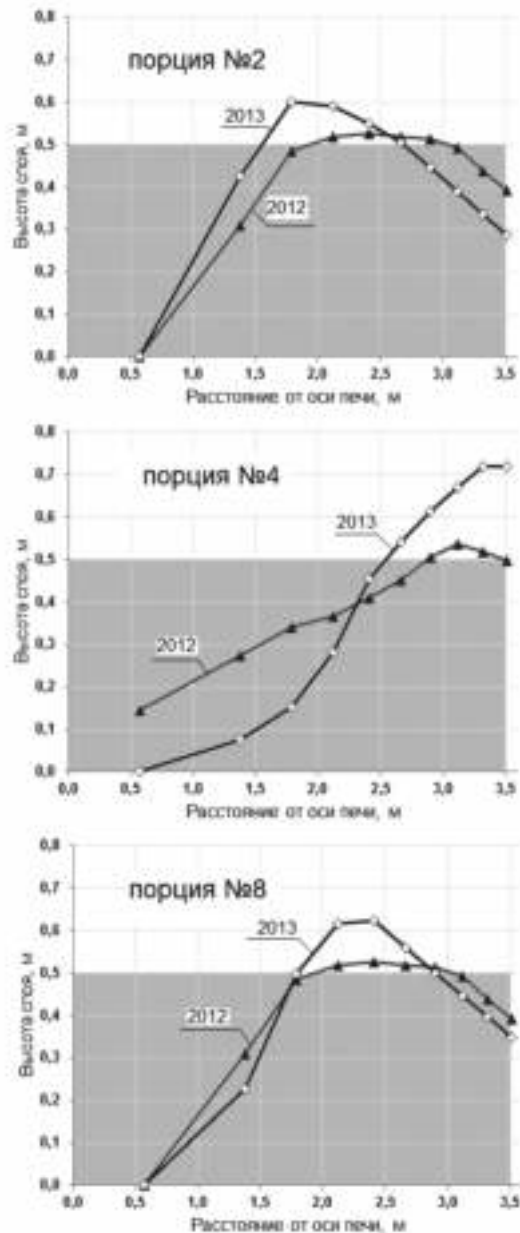


Рис. 1. Изменение высоты слоев по радиусу печи после выгрузки железосодержащих порций для программ загрузки, использованных в 2012 и 2013 гг.

из графиков (см. рис. 1), используемая в 2012 г. программа загрузки практически не обеспечивала высоту слоя, превышающую 0,5 м, в то время как программа загрузки, реализованная в 2013 г. обеспечивает высоту слоя 0,6–0,7 м на различных, изменяющих (от порции к порции в цикле загрузки) свое положение, участках радиуса печи. Расчетные высота слоев и рудных нагрузок (РН) получены с помощью разработанной в ИЧМ и адаптированной к условиям ДП-3 ЕМЗ модельной системы для поддержки принятия решений по выбору и корректировке программ загрузки [5]. На рис. 2 представлены сравнительные расчетные структуры столба шихтовых материалов для двух программ загрузки.

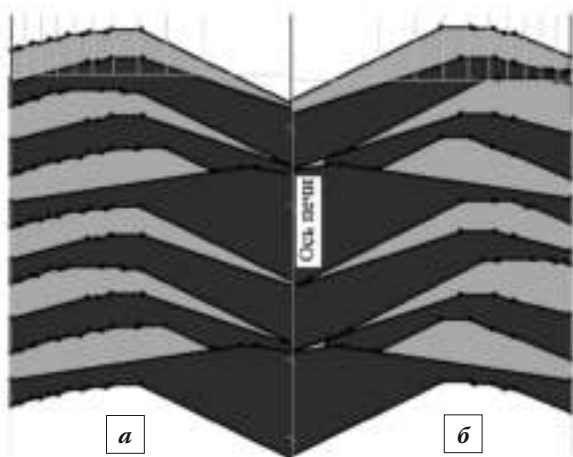


Рис. 2. Расчетная структура столба шихтовых материалов для программ загрузки, используемой в 2012 г. (а) и установленной в 2013 г. (б)

Для анализа программ загрузки и оценки получаемого с их помощью распределения материалов по радиусу печи, как правило, используют общепринятые показатели распределения – объемы и РН за цикл загрузки печи в десяти равных по площади зонах колошника [1, 2]. Заданное распределение этих показателей по радиусу печи за цикл загрузки можно обеспечить множеством вариантов программ загрузки. При разработке новой программы загрузки для условий работы ДП-3 ЕМЗ для анализа обеих программ с целью выявления их отличительных признаков и особенностей был использован показатель [4] расчетных РН в десяти равных по площади зонах колошника внутри цикла загрузки после выгрузки каждой пары порций кокса и железосодержащих материалов (далее после выгрузки каждой подачи). С помощью этого показателя возможна оценка изменения РН в каждой из зон внутри структуры столба шихты, сформированной выгрузкой цикла загрузки.

Анализ распределения расчетных РН в десяти равных по площади зонах колошника внутри цикла загрузки после выгрузки каждой подачи для программы загрузки, используемой в 2012 г. (рис. 3, а) и установленной в 2013 г. (рис. 3, б) показал, что новая программа загрузки характеризуется большим диапазоном изменения РН в каждой зоне колошника от подачи к подаче. Особенно характерна периферийная зона, где диапазон изменения РН для новой программы загрузки составляет 2,35...9,66 т/т ($\sigma_{РН} = 2,64$ т/т) по сравнению с диапазоном изменения РН для предыдущей программы загрузки – от 3,51 до 5,28 т/т ($\sigma_{РН} = 0,63$ т/т). При использовании кокса низкого качества эта особенность способствует повышению газопроницаемости шихты и увеличению степени использования

восстановительной способности газов вследствие увеличения времени пребывания газов в печи.

После изменения программы загрузки работа ДП-3 на первом этапе характеризовалась нестабильным химическим нагревом чугуна с изменением содержания кремния от 0,21 до 1,01% ($[Si]_{\text{ср}} = 0,62\%$) и содержанием серы 0,026–0,269% ($[S]_{\text{ср}} = 0,072\%$), что можно объяснить обновлением коксовой насадки при перестройке столба шихты в печи. После этого сход шихты стал более стабильным без «подстоев» и «обрывов», температура периферийных газов после стабилизации рабочего уровня засыпи (1,3 м) уменьшилась на 65 °С (при увеличении в шихте количества горячего агломерата это позволило в дальнейшем продлить срок службы лотка БЗУ). Температура колошникового газа увеличилась незначительно – от 295 до 310 °С. После изменения программы загрузки прекратилось интенсивное горение фурм, стала возможной работа без верхних «подвисяний» с уровнем засыпи 1,3 м, которая сопровождалась относительно стабильным верхним перепадом давления. Для приведения ДП-3 к одинаковым условиям работы до и после изменения программы загрузки был выполнен расчет влияния технологических факторов на удельный расход кокса [6], который показал, что приведенный расход кокса после изменения программы загрузки уменьшился на 2% [4].

Таким образом, разработанная программа загрузки, как основная, успешно использовалась на ДП-3 с февраля 2013 г. с некоторыми корректировками, направленными на обеспечение развитого центрального газораспределения при изменении сырьевых условий. На основе этой программы были также разработаны и использованы скорректированные варианты программы загрузки: вариант для раздувки ДП после плановых остановок, отличающийся от основной программы более «раскрытой периферией» (уменьшенными рудными нагрузками в этой зоне), а также вариант программы загрузки для повышенного (более 50%) содержания окатышей в шихте, обеспечивающий минимальную их концентрацию в периферийной и центральной зонах колошника.

На основе изложенного в статье подхода разработаны и реализованы программы загрузки при использовании технологии вдувания пылеугольного топлива (ПУТ), которая была реализована на ДП-3 ЕМЗ в 2016 г. [7]. Основное изменение программы загрузки при использовании ПУТ – уменьшение числа рабочих угловых положений лотка БЗУ при выгрузке кокса – от пяти до четырех и увеличение от пяти до шести числа рабочих угловых положе-

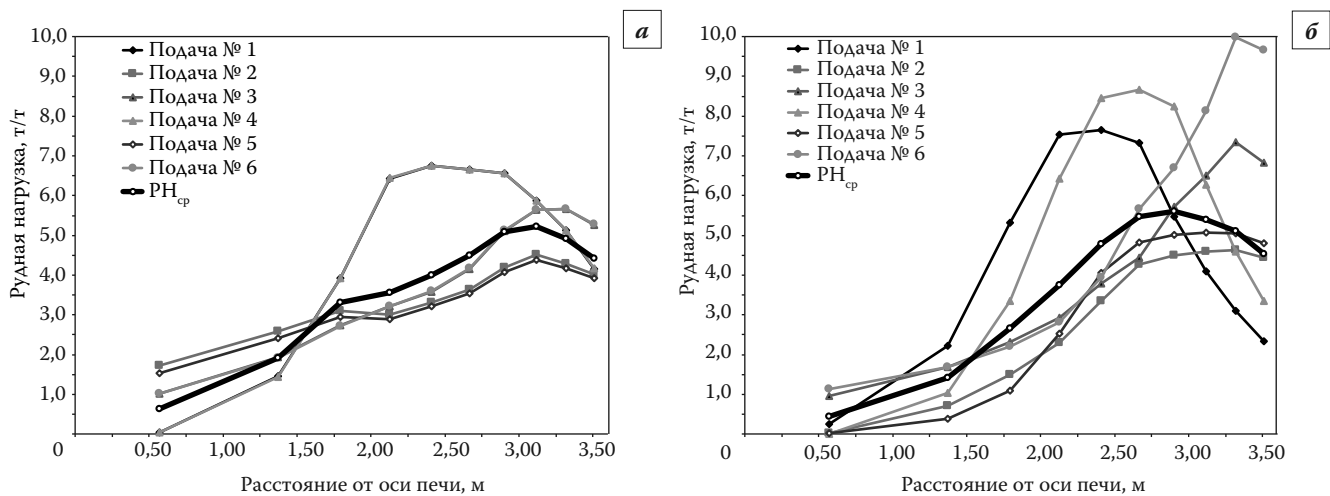


Рис. 3. Распределение расчетных рудных нагрузок по радиусу колошника внутри цикла загрузки после выгрузки каждой подачи для программы загрузки, используемой в 2012 г. (а) и установленной в 2013 г. (б)

ний при выгрузке порций железосодержащих материалов. Эти изменения обусловлены работой ДП с увеличенной средней рудной нагрузкой при дувании ПУТ и направлены как на обеспечение достаточной газопроницаемости слоев шихтовых материалов по высоте столба, так и на интенсификацию взаимного перетока газов между центральной и периферийной зонами печи [8].

Использование информации о температуре над поверхностью засыпи шихты для контроля доменной плавки. Для эффективного выбора и оценки режимов загрузки необходима надежная информация о распределении газового потока по радиусу и окружности ДП, которое, как правило, оценивают по показаниям термопар стационарных термозондов и/или химическому составу газа, получаемого с помощью газоотборных машин [1, 8–10]. В последнее время для оценки распределения газового потока все шире применяются термозонды, которые устанавливаются над поверхностью засыпи шихты в печи по одному или нескольким диаметрам колошника. В отличие от газоотборных машин важным их достоинством является непрерывность измерений, что позволяет использовать получаемую с их помощью информацию для оперативной оценки и корректировки режимов загрузки ДП. К главному недостатку термозондов следует отнести получение некорректной информации при понижениях рабочих уровней засыпи. Некорректность получаемой информации о распределении температуры газов по радиусам печи в этих случаях объясняется перемешиванием газовых потоков, имеющих различный химический состав и температуру в образованной увеличенной зоне печи от поверхности засыпи шихты до термозондов. Это свидетельствует о большей

эффективности применения термозондов, особенно для управления радиальным распределением шихтовых материалов на ДП, оборудованных БЗУ, где изменение уровня засыпи не используется в качестве инструмента управления распределением шихты. Для получения достоверных и стабильных показаний термозонды должны располагаться на расстоянии $\approx 0,50$ м от поверхности засыпи [1]. Как правило, для обеспечения приблизительно равных расстояний от поверхности шихты до термопар по радиусу печи термозонды устанавливаются под углом наклона к горизонту, предполагая формирование в ДП воронкообразного профиля поверхности засыпи шихты. Однако это требование актуально лишь при формировании поверхности шихты с помощью КЗУ и не является необходимым при оснащении ДП БЗУ, программы загрузки для которых предусматривают выгрузку порций кокса в осевую зону ДП.

Показателем оценки распределения шихтовых материалов по радиусам ДП, необходимым для принятия решений по корректировке режимов загрузки, являются рудные нагрузки в каждом сечении радиуса печи. Распределение рудных нагрузок по радиусу тесно связано с распределением CO_2 , эта связь имеет прямой вид [11]. Оценка распределения рудных нагрузок по информации, получаемой термозондами, основана на установленной исследователями взаимосвязи между распределением CO_2 и температурой газов над поверхностью засыпи шихты по радиусу печи, которая выражается обратной зависимостью [1]. Однако эта взаимосвязь нарушается после выгрузки порции кокса в осевую зону печи и при понижениях рабочего уровня засыпи. Также температура поверхности шихты зависит от толщины слоя и теплоемкости

материалов в кольцевых зонах печи [1]. Следовательно, для принятия управляющих воздействий получение объективной информации об изменении температуры поверхности засыпи шихты должно осуществляться с использованием специальных алгоритмов обработки данных [8].

Негативной особенностью термозондов, имеющих ширину контактной поверхности с потоком выгружаемой с лотка БЗУ шихты более 200 мм, является образование в печи углублений под термозондами, достигающих 0,5 м и более. Это приводит к неравномерному распределению как шихты, так и газового потока по окружности печи [12]. Два таких термозонда были установлены на ДП-3 ЕМЗ в октябре 2011 г. Результаты предпусковых исследований [12] показали наличие искажения термозондами распределения шихтовых материалов по окружности печи. По рекомендации авторов данной статьи на ДП-3, после проведения капитального ремонта 3-го разряда в июне 2014 г. были установлены четыре новых, охлаждаемых азотом термозонда отечественного производства с шириной контактной поверхности менее 200 мм. Еще одной положительной конструктивной особенностью установленных термозондов, в отличие от конструкций большинства зондов иностранного производства, является возможность объективного контроля степени развития периферийного газового потока: расстояние от стенки колошника до крайней периферийной термопары составляет 50 мм, а до второй термопары пристеночной зоны – 310 мм.

В некоторых публикациях [9, 13, 14] встречаются противоречивые сведения о влиянии охлаждения термозондов на их показания. Так, исследования [13] влияния охлаждения на показания термозондов, выполненные путем периодического отключения подачи азота, показали отсутствие существенных искажений показаний термопар, что противоречит выводам, изложенным в работе [9]. Согласно исследованиям [14], охлаждение конструкции термозондов влияет только на показания крайней пристеночной термопары из-за отходящего азота. Эти утверждения требуют проведения дополнительных экспериментальных исследо-

ваний влияния кратковременного отключения хладагента. Для объективной оценки температуры периферийного газового потока необходимо использовать средние значения двух крайних термопар пристеночной зоны ДП. Вместе с тем, использование охлаждения особенно необходимо при работе ДП на горячем агломерате, когда исключена возможность получения объективной информации при работе термозондов без охлаждения. При этом следует отметить, что практика использования горячего агломерата широко распространена на большинстве ДП Украины.

Для анализа изменения температур, регистрируемых стационарными термозондами, при различных технологических условиях плавки, был выбран период работы ДП-3 с 21.06.2014 по 21.07.2014 г. Анализ показаний термозондов показал, что при работе печи со стабильным уровнем засыпи распределение температуры поверхности шихты характеризуется умеренно развитым центральным газораспределением (рис. 4). Это соответствует положениям разработанной ранее в ИЧМ инструкции по ведению доменной плавки с использованием информации о температуре поверхности шихты, согласно которой осевой газовый поток

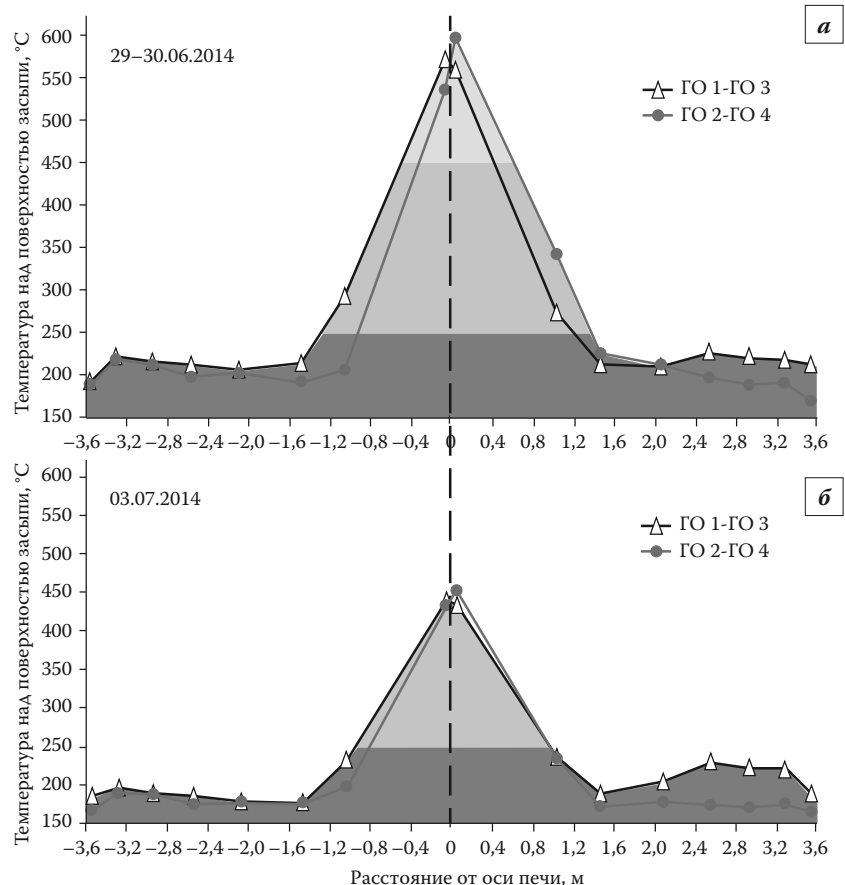


Рис. 4. Распределение температуры над поверхностью засыпи шихты по двум измеряемым диаметрам для периодов работы ДП-3 с минимальным (а) и максимальным (б) расходом топлива (ГО 1...4 – четыре газоотвода)

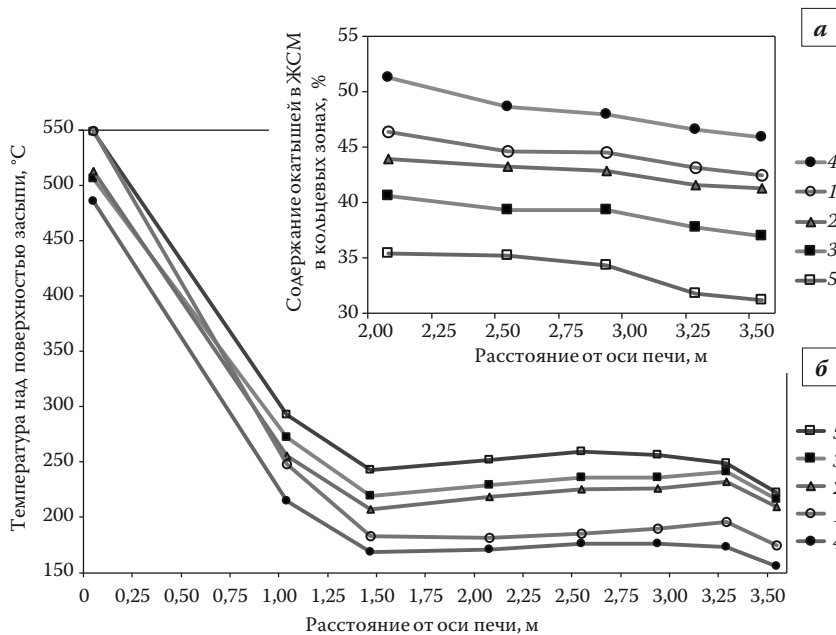


Рис. 5. Распределение содержания окатышей в железорудной смеси в кольцевых зонах по радиусу колошника (а) и приведенной к одному радиусу температуры над поверхностью засыпи шихты (б) для пяти периодов работы ДП-3:

- № 1 – 29.06.2014, $\omega_{ок}$ в смеси с агломератом – 48,1%, в ПФ зоне – 42,8%;
- № 2 – 01.07.2014, $\omega_{ок}$ в смеси с агломератом – 46,0%, в ПФ зоне – 41,4%;
- № 3 – 02.07.2014, $\omega_{ок}$ в смеси с агломератом – 41,0%, в ПФ зоне – 37,4%;
- № 4 – 09.07.2014, $\omega_{ок}$ в смеси с агломератом – 53,2%, в ПФ зоне – 46,2%;
- № 5 – 16.07.2014, $\omega_{ок}$ в смеси с агломератом – 36,0%, в ПФ зоне – 31,5%

следует считать чрезмерно развитым, если температура поверхности шихты в осевой зоне радиусом 1,5...1,7 м превышает температуру периферийной зоны на 300...350 °C. В рассматриваемом периоде работы ДП-3 температура в осевой зоне превышала температуру в периферийной на 80...160 °C.

Для оценки влияния технико-экономических показателей плавки на характер распределения температуры поверхности засыпи шихты для каждого суток исследуемого периода работы ДП-3 был определен расход приведенного к коксу топлива, учитывающий количество используемого в шихте коксового ореха и количество вдуваемого природного газа. На рис. 4 представлено распределение температуры поверхности шихты по диаметрам колошника для двух периодов работы ДП-3 с минимальным (29–30.06.2014 г., см. рис. 4, а) и максимальным (03.07.2014 г., см. рис. 4, б) расходом топлива. В первом периоде расход топлива был на 3,5% меньше, чем во втором. В период работы ДП с минимальным расходом топлива температура в оси печи на 128 °C выше по сравнению с периодом с максимальным расходом топлива.

На следующем этапе исследований оценили влияние на распределение температуры над поверхностью засыпи содержания окатышей ($\omega_{ок}$) в смеси с агломератом (А+О) и в периферийной зоне (девятая и десятая, равные по площади коль-

цевые зоны) печи (ПФ). Для этого были выбраны пять периодов работы ДП-3 (далее №№ 1–5). В периоде № 1 $\omega_{ок}$ в (А+О) составляло 48,1%, в ПФ-зоне сечения печи количество окатышей в железорудной смеси, по результатам расчета с помощью разработанной в ИЧМ модельной системы [5], в среднем составило 42,8%. В периоде № 2 – 46,0% (А+О) и 41,4% (ПФ), в периоде № 3 – 41,0% (А+О) и 37,4% (ПФ), в периоде № 4 – 53,2% (А+О) и 46,2% (ПФ), в периоде № 5 – 36,0% (А+О) и 31,5% (ПФ). Распределение температуры над поверхностью засыпи шихты и содержания окатышей в железосодержащих материалах по радиусу колошника для пяти периодов работы ДП-3 приведены на рис. 5. Из рис. 5 следует, что температура над поверхностью засыпи шихты тем выше, чем меньше содержание окатышей как в смеси с агло-

мератом, так и в железорудной смеси в ПФ-зоне.

Таким образом, установлено, что увеличению (уменьшению) $\omega_{ок}$ в ПФ-зоне печи на 1% соответствует понижение (повышение) температуры над поверхностью засыпи шихты на 3...8 °C. Объяснениями полученной особенности служат как влияние переменного количества горячего агломерата (местного производства), так и увеличение количества FeO в первичном шлаковом расплаве при увеличении содержания окатышей, сопровождающееся большими затратами тепла для восстановления железа. Вследствие этого происходят изменения условий плавления и восстановления, приводящие к уменьшению температуры над поверхностью шихты. Таким образом, информация, получаемая от стационарных термозондов, позволяет контролировать содержание окатышей в периферийной зоне печи, что крайне важно при формировании защитного гарнисажа в печи.

Закключение. В условиях нестабильного качественного и количественного состава компонентов шихтовых материалов предложен новый подход к выбору рациональных программ загрузки БЗУ, основанный на уменьшении количества рабочих угловых положений лотка и смещении от порции к порции условных геометрических «гребней» вдоль радиуса колошника. Положительный опыт реализации такой программы загрузки показан на примере ДП-3

Енакиевского металлургического завода, где более четырех лет она с некоторыми корректировками использовалась и обеспечивала наряду с другими мероприятиями заданные или высокие технико-экономические показатели. На основе предложенного подхода были также разработаны и реализованы варианты программ загрузки для раздувочного периода печи, для режимов работы с высоким содержанием окатышей в составе шихты, а также для условий вдувания пылеугольного топлива. Установлены особенности изменения температуры над поверхностью засыпи шихты в зависимости от содержания окатышей в пристеночной зоне, что открывает возможность дальнейшего использования информации термозондов для оперативного управления распределением шихтовых материалов при формировании защитного гарнисажа в печи.

Библиографический список

1. **Большаков В.И.** Технология высокоэффективной энергосберегающей доменной плавки. Киев : Наукова думка, 2007. 412 с.
2. **Большаков В.И.** Теория и практика загрузки доменных печей. М. : Металлургия, 1990. 256 с.
3. **Большаков В.И., Товаровский И.Г., Шутылев Ф.М.** Особенности применения различных загрузочных устройств на современных доменных печах // Черная металлургия: Бюл. НТиЭИ. 2007. № 9. С. 24–32.
4. **Семенов Ю.С.** Выбор рациональных режимов загрузки доменной печи, оборудованной БЗУ, для условий работы с малой массой подачи и с нестабильным качеством шихтовых материалов // Там же. 2013. № 12. С. 14–19.
5. **Semenov Yu.S., Shumelchik E.I., Vishnyakov V.I. et al.** Model system for selecting and correcting charging programs for blast furnaces equipped with a bell-less charging apparatus // Metallurgist. 2013. Vol. 56, Iss. 9–10. P. 652–657.
6. **Товаровский И.Г.** Влияние технологических факторов на удельный расход кокса и производительность доменной печи: Сб. тр. «Экономия кокса в доменных печах». М. : Металлургия, 1986. С. 75–83.
7. **Подкорытов А.А., Кузнецов А.М., Зубенко А.В. и др.** Особенности освоения технологии вдувания пылеугольного топлива на ЕМЗ // Сталь. 2017. № 5. С. 2–8.
8. **Semenov Yu.S., Shumelchik E.I., Horupakha V.V. et al.** Using Thermal Probes to Regulate the Batch Distribution in a Blast Furnace with Pulverized-Coal Injection // Steel in Translation. 2017. Vol. 47, No. 6. P. 389–393.
9. **Третьяк А.А., Паршаков В.М., Чемикосов М.В. и др.** Достоверность информации о распределении газового потока по радиусу колошника доменной печи, получаемой разными способами измерений // Черная металлургия: Бюл. НТиЭИ. 2016. № 11. С. 34–40.
10. **Байрака М.Н., Гринштейн Н.С., Тараканов А.К. и др.** Оценка распределения газового потока по температуре поверхности засыпи // Сталь. 1986. № 1. С. 13–16.
11. **Иванча Н.Г., Вишняков В.И., Семенов Ю.С. и др.** Оценка взаимосвязи содержания CO₂ и распределения рудных нагрузок на колошнике доменной печи // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2009. № 6. С. 13–16.
12. **Большаков В.И., Семенов Ю.С., Иванча Н.Г. и др.** Исследования параметров потока шихтовых материалов и их распределения на колошнике современной доменной печи // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2012. № 3. С. 87–92.
13. **Брусов А.А., Баланова Н.Г., Бориславский Б.Е. и др.** Работа стационарных охлаждаемых термозондов и компьютерной информационной системы для контроля за распределением температуры по диаметру колошника на доменных печах «Запорожстали»: Тр. V Междунар. конгр. доменщиков «Производство чугуна на рубеже столетий». Днепропетровск : Пороги, 1999. С. 405–407.
14. **Бориславский Б.Е., Баланова Н.Г., Бориславский А.Б. и др.** Современная автоматизированная система контроля распределения температурного поля газового потока по сечению колошника над уровнем засыпи в доменной печи: Сб. тр. VI Междунар. конгр. по агло-коксо-доменному производствам (Ялта. 20–24 мая 2013). С. 331–341.

EFFECTIVE MANAGEMENT OF BF CHARGING AND USING MODERN MEANS OF CONTROL IN VARIABLE TECHNOLOGICAL CONDITIONS

© **Semenov Yu.S., Shumelchik E.I., Horupakha V.V.**

In conditions of unstable quality and quantitative composition of the charge materials, an approach to the selection of the BLT charging programs based on reducing the number of workers and the angular positions of the tray shift from batch to batch of conditional geometric ridges along the radius of the furnace top is offered. The positive experience of such a charging program implementation is shown in BF#3 “Yenakieve Iron & Steel Works”. The main features of the installation of stationary PTC probes on blast furnaces and features of the nature of the temperature distribution along the radius of the furnace are given at various costs of reduced fuel. Temperature relationships were defined over the surface of the charge bed with the content of pellets in the charge.

Keywords: blast furnace; charging program; BLT; mass flow; ore load bed height; temperature probe; the quality of coke; pellet content in the charge.