

2. *Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Дмитриенко В.И., Платонов М.А.* Легирование и модифицирование стали с использованием природных и техногенных материалов: монография / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 320 с.

3. *Федосеев С.Н., Некрасова А.А.* Анализ комплексного модифицирования стали // Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов международной научно-практической конференции, Юрга, 11-12 Декабря 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 275-278

4. *Черепанов А.Н., Полубояров В.А., Калинина А.П., Коротяева З.А.* Применение ультрадисперсных порошков для улучшения свойств металлов и сплавов // Материаловедение. – 2000. – № 10. – С. 45–53.

УДК 621.745.34

**А.В. Феоктистов**

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННЫХ ВАГРАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Предприятия мировых лидеров – компаний металлургической и литейной отрасли в последние три десятилетия сохранили вагранки, как важнейшие плавильные агрегаты малой металлургии, в чугунолитейном производстве, производстве теплоизоляционных изделий из минеральной ваты, переработке вторичных ресурсов и отходов металлургического производства. При этом действующие ваграночные комплексы подверглись существенным изменениям в техническом отношении и в направлении увеличения производительности, ресурсосбережению, интенсификации процесса, поиска новых видов топлива, направленных на повышение эффективности работы современных вагранок.

Законодательная область технического регулирования стран с развитой экономикой в области литейного производства, строительной и отходоперерабатывающей отрасли сформировала базовые ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие решение экологических проблем, возникающих при эксплуатации ваграночных комплексов. К приоритетным направлениям развития ваграночного процесса относятся: переход к длительной кампании печи с подогревом дутья; обогащения ду-

тля кислородом (непрерывно или периодически); замена кокса альтернативными видами топлива; использование пылевидных материалов и топлива; модернизация фурменного пояса; OXICAP-процесс.

На основе анализа тенденций развития ваграночного процесса обоснована необходимость в разработке методики расчета геометрических параметров полупромышленных вагранок, шихты и топлива для минимизации затрат на поиск и апробацию ресурсосберегающих технологий и способов интенсификации [1]. В условиях ФГБОУ ВПО «СибГИУ» г.Новокузнецк создан исследовательский ваграночный комплекс (ИВК), оснащенный устройствами для подогрева дутья, воздуходувными средствами, средствами измерения расходов, обеспечивающих дутьевой режим, устройствами для исследования газовой фазы, аналогово-цифровыми преобразователями, системами управления базами данных. На ИВК проведены комплексные исследования и разработаны ресурсосберегающие технологии ваграночной плавки, отвечающие современным требованиям, предъявляемым к вагранкам. Рассмотрены особенности физического моделирования теплообменных и аэродинамических параметров ваграночного процесса, решены вопросы переноса и адекватности результатов плавки, полученных на вагранках малого диаметра, на вагранки промышленного назначения, при этом проведенный анализ условий подобия показал, что основные требования натурального моделирования выполняются.

Созданы основы для промышленного внедрения разработанных технологий на вагранках нормального ряда и выходящих за его пределы. Определены оптимальные соотношения содержаний антрацита и кокса в топливных колошах, позволяющие обеспечить устойчивую работу ваграночных комплексов. Разработана методика аттестации топлив, основанная на определении относительной прочности топлива, зависящей от горения, разрушения и газификации топлива.

Предложена обобщенная математическая модель, включающая блоки для расчета выходных параметров технологии ваграночной плавки (температуры металла на выпуске, производительности вагранки) при содержании кислорода более 21 % и температуре дутья более 27°C, создана возможность построения номограмм ваграночного процесса в диапазоне изменения основных входных параметров: расхода кокса – от 10-20 %; количества дутья – от 30 до 120 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> · мин). По результатам построения номограмм были выявлены и математически описаны основные закономерности, возникающие при обогащении дутья кислородом.

Обоснован уровень загрузки материалов в вагранку и определены оптимальные расходы дутья при двухрядной подаче, установлено, что плавку чугуна и оксид-

ных материалов в вагранках, использующих антрацит в качестве топлива, возможно вести при уровне загрузки материалов в печь, составляющем , при этом подачу в кислородную зону подогретого до 450-550 °С дутья необходимо осуществлять в равных количествах на двух горизонтах с расстоянием между ними, равным высоте кислородной зоны. Химический состав, механические и литейные свойства чугуна, полученного в вагранке с использованием в качестве топлива антрацита, находятся на необходимом технологическом уровне и соответствуют маркам чугуна СЧ15, СЧ20.

На основе трактовки результатов теоретических и экспериментальных исследований разработаны методы интенсификации и ресурсосберегающие технологии получения чугуна и оксидных материалов в ваграночных комплексах, в СибГИУ на ИВК и внедренные на предприятиях – ЗАО «Изолит» (г. Новокузнецк); ЗАО «ЗАВОД УНИВЕРСАЛ» (г. Новокузнецк); ЗАО «ГМЗ» (г. Гурьевск), ОАО «ЕВРАЗ – Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (г. Новокузнецк).

### **Список литературы**

1. *Селянин И.Ф.* Теория и практика интенсификации технологического процесса в шахтных печах малого диаметра. В 3 т. Т. 1 / И.Ф. Селянин, А.В. Феоктистов, С.А. Бедарев. – Москва : Теплотехник, 2010. – 379 с.

УДК: 669.162.262.4:661.3:669.02/09

**Н.А. Циватая, Д.Н. Тогобицкая**

Институт черной металлургии НАНУ им. З. И. Некрасова, Днепропетровск

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ МИНИМИЗАЦИИ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ЩЕЛОЧЕЙ В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ ДО- МЕННОЙ ПЕЧИ НА ЩЕЛОЧЕСОДЕРЖАЩЕЙ ШИХТЕ**

Шихтовые и технологические условия работы доменных печей Украины обуславливают циркуляцию и накопление в доменных печах большого количества щелочных элементов, часто превышающих критический уровень. Как показывает опыт технологов, безопасная допустимая щелочная нагрузка не должна превышать 2,5-4 кг/т чугуна. Реально, в условиях Украины она может достигать до 14 кг/т чугуна. Превышение в доменной шихте допустимого количества щелочных металлов на одну тонну чугуна вызывает ухудшение работы доменной печи, снижение ее производи-