

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
доктор технических наук, профессор
С. Д. Ваулин
« 07 » ноября 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

о диссертации Калиногорского Андрея Николаевича

«Исследование и совершенствование технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку большегрузных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Актуальность. Конвертерный процесс в настоящее время является ведущим способом производства стали в мире. Технология конвертерной плавки постоянно совершенствуется, и одним из резервов повышения эффективности процесса является увеличение стойкости футеровки агрегатов, способствующее повышению производительности, снижению удельных материальных и энергетических затрат. Проведение «горячих» ремонтов футеровки и, в частности, нанесение огнеупорных покрытий является одним из наиболее эффективных ресурсосберегающих мероприятий.

В связи с этим, представленная диссертация А.Н. Калиногорского, посвящённая проведению теоретических и экспериментальных исследований технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку большегрузных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов, является, безусловно, актуальной.

Актуальность представленной диссертационной работы подтверждается также тем, что она выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники в Российской Федерации по за-

данию Минобрнауки России при грантовой поддержке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Научная новизна. Необходимо отметить, что в результате проведения исследований автором получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

1) Впервые установлен механизм и гидрогазодинамические режимы взаимодействия вихревых газовых струй со шлаковым расплавом. Изучены параметры движения капель шлака в объеме конвертера.

2) Определено оптимальное для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертера соотношение незакрученной и закрученной составляющих скорости вихревой газовой струи.

3) Разработана методика анализа теплообменных процессов в рабочем пространстве конвертера и выполнено теоретическое обоснование газового охлаждения специальных дутьевых устройств, предназначенных для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку агрегата.

4) Определены температурные нагрузки на основные конструктивные элементы специальных дутьевых устройств с газовым охлаждением. Установлена возможность снижения при газовом охлаждении теплопередачи на внутренние элементы до 10 % от воспринимаемого теплового потока.

5) Определены фазовые и структурные превращения в шлаковом расплаве при растворении высокомагнезиального флюса, концентрация насыщения шлака оксидом магния по периодам конвертерной плавки.

Практическая значимость работы. Для 350-тонных конвертеров АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» разработаны основные направления по дальнейшему совершенствованию технологии выплавки стали и нанесения огнеупорных покрытий на футеровку с использованием высокомагнезиальных флюсов, в том числе:

– применение вихревых газовых струй для раздувки шлакового расплава;

- охлаждение специальных дутьевых устройств для нанесения шлакового гарнисажа азотом, подаваемым на раздувку шлака;
- режим подачи магнезиальных материалов для рационального формирования гарнисажного шлака и повышения стойкости покрытия.

Разработанные технические решения переданы к промышленному внедрению в условиях кислородно-конвертерного цеха №2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Результаты диссертационной работы используются также при подготовке студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 – Metallургия в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», о чём свидетельствуют приведённые в приложении документы.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты исследования характеристик вихревых газовых струй и закономерностей процесса при раздувке шлакового расплава на футеровку агрегата, в частности, оптимальное для нанесения огнеупорных покрытий соотношение незакрученной и закрученной составляющих скорости вихревой струи могут быть использованы для разработки технологических рекомендаций и промышленных конструкций дутьевых устройств для «горячих» ремонтов футеровки в конвертерных цехах металлургических предприятий.

Выполненное теоретическое исследование теплообменных процессов в рабочем пространстве агрегата показало принципиальную возможность охлаждения гарнисажных фурм азотом, подаваемым для раздувки шлака, что может быть использовано при проектировании оборудования и конструкций дутьевых устройств для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку кислородных конвертеров.

Замечания по диссертации:

1. В диссертации исследованы аэрогидродинамические закономерности раздувки шлакового расплава вихревыми газовыми струями. Полученные результаты свидетельствуют о технологических преимуществах такого процесса, однако не ясно, каким образом предполагается формировать вихревые га-

зовые струи, поскольку не приведены рекомендации по выбору фурменных устройств.

2. В главе 3 выполнено численное исследование тепловой работы газо-охлаждаемых гарнисажных фурм, определены температурные нагрузки, в том числе, на наружную трубу дутьевого устройства в рабочем пространстве агрегата. Расчетные значения максимальной и средней температуры наружной трубы торкрет-гарнисажной и газопорошковой фурм показали отсутствие перегрева фурмы и обеспечение конструктивной прочности наружной трубы. Методика расчета теплообменных процессов, несмотря на ряд допущений, не вызывает сомнения, но теоретическое обоснование газового охлаждения необходимо дополнить информацией по стойкости дутьевых устройств.

3. Приведён большой объем результатов теоретических и экспериментальных исследований минерального состава, текстурно-структурных, кристаллохимических и кристаллофизических характеристик магнезиального шлака. Однако при этом опытно-промышленное опробование предлагаемых решений выполнено с использованием штатной кислородной фурмы, что, безусловно, снижает ценность полученных результатов.

4. Принципиально важным для оценки эффективности той или иной технологии является длительность периода ее применения. Объем проведенных промышленных исследований несопоставим с продолжительностью кампании конвертера по стойкости футеровки. Поэтому неясно, насколько выводы и рекомендации работы будут подтверждены практикой.

5. Выводы по главам и заключение по диссертации в целом являются, в основном, перечнем того, что сделано. Диссертанту необходимо более точно определить и сформулировать, в чём заключается суть полученных результатов, а также новизна его научных достижений и практических рекомендаций.

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертации.

Структура диссертации выстроена логически последовательно, работа написана технически грамотным языком и оформлена в соответствии с требованиями действующих стандартов. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 16 печатных работ, в том числе 6 статей опубликовано в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, и полностью соответствуют паспорту научной специальности.

Заключение. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса нанесения огнеупорных покрытий на футеровку кислородных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов и разработки новых технических решений для prolongации срока службы футеровки агрегатов. Диссертационное исследование обладает несомненной научной новизной и практической значимостью. Таким образом, диссертация «Исследование и совершенствование технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку большегрузных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов» полностью соответствует Постановлению Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Андрей Николаевич Калиногорский, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на заседании кафедры пирометаллургических и литейных технологий (протокол № 309-03-021/3 от 03 ноября 2016 года).

Заведующий кафедрой ПМиЛТ
д-р техн. наук, профессор



Борис Алексеевич Кулаков

454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76

Тел. (351) 267-90-96

E-mail: kul@lit.susu.ru