

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу аспиранта Калиногорского Андрея Николаевича на тему «Исследование и совершенствование технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку большегрузных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

1. Актуальность темы

В настоящее время конвертерный процесс является основным способом выплавки стали в отрасли. Технология конвертерной плавки постоянно совершенствуется, и одним из резервов повышения эффективности процесса является увеличение стойкости огнеупорной футеровки агрегатов, способствующее повышению их производительности, снижению материальных и энергетических затрат на производство стали. В связи с этим диссертационная работа аспиранта Калиногорского А.Н., в которой рассмотрены вопросы совершенствования технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертеров, представляется актуальной.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники в Российской Федерации по заданию Минобрнауки России в рамках грантовой поддержки ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе выполнены теоретические и экспериментальные исследования процесса нанесения огнеупорных покрытий на футеровку кислородных конвертеров с использованием

высокомагнезиальных флюсов. Научная новизна работы заключается в следующем:

- установлены механизм и гидрогазодинамические режимы взаимодействия вихревых газовых струй со шлаковым расплавом, изучены параметры движения капель шлака в объеме конвертера и определены оптимальные для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертера характеристики вихревой газовой струи;

- на основании исследования теплообменных процессов в рабочем пространстве агрегата при использовании специальных дутьевых устройств для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку определены температурные нагрузки и обосновано охлаждение фурм азотом, подаваемым на раздувку шлака;

- определены особенности фазовые и структурные превращения в шлаковом расплаве при растворении высокомагнезиального флюса, концентрация насыщения шлака оксидом магния по периодам конвертерной плавки.

Перечисленные элементы научной новизны представляют собой практическую ценность ввиду обеспечения высокой стойкости футеровки конвертеров и увеличения производительности агрегатов. Кроме того в ходе проведения исследований разработаны рекомендации по совершенствованию технологии выплавки стали и нанесения шлакового гарнисажа на футеровку 350-т конвертеров АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Все исследования выполнены на современном оборудовании с использованием отработанных методик. Это позволило аспиранту Калиногорскому А.Н. получить надежные экспериментальные данные и на их основе сделать обоснованные выводы по результатам исследований, которые соответствуют опубликованным в научно-технических изданиях работам других авторов, что позволяет считать их достоверными.

3. Степень новизны выводов, сформулированных в диссертации

– С использованием результатов экспериментальных и теоретических исследований особенностей взаимодействия вихревых газовых струй со шлаковым расплавом установлены основные закономерности процесса, обобщение которых позволило обосновать принципиальную возможность и технологические преимущества нового способа нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертеров;

– результаты численного исследования теплообменных процессов в рабочем пространстве агрегата при использовании специальных дутьевых устройств для нанесения огнеупорных покрытий позволили оценить тепловые потоки, температурные нагрузки на основные конструктивные элементы фурм и установить возможность их охлаждения газом, подаваемым на раздувку шлака;

– на основании теоретических и экспериментальных исследований изменения характеристик конвертерных магнезиальных шлаков по периодам операции определены технологические параметры шлакового режима конвертерной плавки, разработаны рекомендации по совершенствованию технологии выплавки стали и нанесения огнеупорных покрытий на футеровку 350-т конвертеров АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с использованием высокомагнезиального флюса ФОМИ.

Полученные в диссертационной работе аспиранта Калиногорского А.Н. научные результаты внедрены ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» в учебный процесс при подготовке студентов, обучающихся по направлению 22.03.02 – Metallurgy.

Основные положения и результаты диссертации изложены в научно-технических изданиях и обсуждены на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях в достаточной степени. По результатам выполненных исследований опубликовано 16 научных статей, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций.

Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание, отражает структуру диссертационной работы и полностью соответствует ее основным положениям.

4. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения и двух приложений. Изложена на 146 страницах, содержит 28 рисунков, 21 таблицу и список литературы из 164 наименований.

Во введении рассмотрены актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, отражены научная новизна и значимость работы, методология и методы исследования, изложены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов диссертационной работы.

В первом разделе выполнен анализ публикаций в научно-технической литературе и рассмотрено современное состояние вопроса об особенностях дутьевого и шлакового режимов конвертерной операции с использованием высокомагнезиальных флюсов, способах нанесения огнеупорных покрытий на футеровку агрегатов с применением различных дутьевых устройств для снижения расхода огнеупоров на производство стали.

Во втором разделе представлены результаты исследования особенностей нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертера вихревыми газовыми струями. С использованием низкотемпературного моделирования рассмотрено поле скоростей струи, установлен механизм и аэрогидродинамические режимы взаимодействия вихревой газовой струи со шлаковым расплавом. Результаты численных исследований позволили автору обосновать оптимальное для нанесения шлакового гарнисажа соотношение незакрученной и закрученной составляющих скорости вихревой газовой струи.

В третьем разделе рассмотрены теплообменные процессы в рабочем пространстве конвертера при нанесении огнеупорных покрытий на футеровку 350-т кислородного конвертера АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с

использованием специальных дутьевых устройств. Изучение процессов, сопровождающих одновременное выполнение операций ошлакования и торкретирования футеровки, и раздувку шлакового расплава газопорошковыми струями выполнено с использованием численных методов, что позволило автору оценить температурные нагрузки на их конструктивные элементы и обосновать охлаждение гарнисажных фурм азотом, подаваемым на раздувку шлака.

В четвертом разделе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований минерального состава, текстурно-структурных, кристаллофизических и кристаллохимических характеристик конвертерного магнезиального шлака; фазовых превращений и изменения концентрации насыщения шлакового расплава оксидом магния в различные периоды продувки металла. Определены рациональные параметры технологии продувки металла и нанесения огнеупорных покрытий на футеровку агрегата, проведены опытно-промышленные плавки с использованием высокомагнезиального флюса ФОМИ в 350-т конвертерах АО «ЕВРАЗ ЗСМК» и переданы к промышленному внедрению рекомендации по совершенствованию процесса.

5. Замечания по работе

– В диссертационной работе выполнено исследование особенностей дробления жидкого шлака в конвертере при его раздувке вихревой струей. При этом определены технологические преимущества нового способа нанесения огнеупорных покрытий на футеровку агрегата и установлены оптимальные характеристики вихревой газовой струи. Несмотря на некоторые допущения при описании физического механизма диспергирования шлакового расплава, рассчитывали объемный расход шлака, поступающего в зону взаимодействия, однако непонятно влияние при этом характеристик вихревой струи;

– выполненное в диссертационной работе теоретическое обоснование газового охлаждения специальных дутьевых устройств для нанесения

огнеупорных покрытий на футеровку конвертера выполнено с некоторыми допущениями, что вполне оправдано при исследовании теплообменных процессов и не должно искажать достоверность полученных результатов. Однако хотелось бы понимать, что именно обеспечивает снижение теплопередачи на внутренние элементы специальных дутьевых устройств для нанесения огнеупорных покрытий: азот, подаваемый на раздувку шлака, конструктивные параметры рассматриваемых дутьевых устройств, технологические параметры процесса и др.;

– в диссертационной работе выполнен большой объем экспериментальных промышленных исследований с анализом технологических параметров процесса, в том числе стойкости огнеупорного покрытия на футеровке конвертера. Дополнительно, методом термогравиметрического анализа, исследованы фазовые и структурные превращения в гарнисажном шлаке. Однако, в работе отсутствуют сведения о влиянии температурных условий на процесс формирования шлакового гарнисажа на футеровке агрегата. Как влияет температура шлакового расплава на характеристики огнеупорного покрытия.


6. Общая оценка

В целом диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом имеют существенное значение для технологии конвертерной плавки и обеспечения высокой стойкости огнеупорной кладки агрегата. Приведенные в работе выводы и рекомендации достаточно обоснованы, а результаты их применения позволяют оценить личный вклад диссертанта в решение поставленных задач. Сформулированные автором цель и практические задачи исследований решены на современном техническом уровне. Диссертация написана на хорошем научно-техническом языке, достаточно иллюстрирована и оформлена. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Выполненные в работе исследования можно квалифицировать как научно-обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики отрасли, что соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Учитывая вышеизложенное можно считать, что диссертационная работа «Исследование и совершенствование технологии нанесения огнеупорных покрытий на футеровку большегрузных конвертеров с использованием высокомагнезиальных флюсов» полностью соответствует требованиям п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Калиногорский Андрей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Главный специалист по теплотехнике
электросталеплавильного цеха
АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н.



М.В. Матвеев

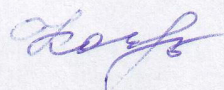
14.11.2016

Матвеев Максим Валерьевич
654000, г. Новокузнецк, ш. Космическое, 16
т. +7 (3843) 79-3734, maxim.matveev@evraz.com

Подпись М.В. Матвеева заверяю:



Начальник отдела кадров
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»



И.Н. Кочкина