

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Стародубцева Бориса Игоревича на тему: «Совершенствование конструкции и обоснование параметров мини-конвертера для переработки металлосодержащих отходов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки)

1. Актуальность избранной темы

Тема диссертационной работы Стародубцева Бориса Игоревича является актуальной, поскольку направлена на разработку перспективных образцов технологического оборудования, позволяющего получать сталь приемлемого качества из шихты с повышенным содержанием вредных примесей в виде серы и фосфора с частичной заменой её твёрдой части металлосодержащими отходами, десятилетиями лет накапливавшимися в отвалах и шламохранилищах. Это даёт возможность в условиях функционирования микро-заводов реализовать достаточно рентабельное производство металлопродукции за счёт использования сравнительно дешевого исходного сырья, а также инициировать начало процесса постепенной ликвидации свалок промышленных отходов, оказывающих негативное влияние на экологическую обстановку в зонах размещения крупных предприятий горно-металлургического комплекса.

Успешное решение поставленной задачи станет возможным при наличии специальных сталеплавильных агрегатов, отвечающих комплексу требований, к которым следует отнести: обеспечение интенсивного перемешивания расплава, возможность регулирования в широких пределах расхода вдуваемых мелкодисперсных материалов, эффективную отсечку конечного технологического шлака при выпуске стали в разливочный ковш. Модернизированный диссертантом мини-конвертер в значительной мере соответствует требуемому уровню совершенства благодаря научно обоснованным его конструктивным и технологическим параметрам. В связи с этим можно считать,

тему диссертации Стародубцева Бориса Игоревича имеющей важное научно-практическое значение в современных условиях.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность предложенных соискателем зависимостей, конструктивных решений, научных положений и выданных рекомендаций, выносимых на защиту, подтверждается результатами математического моделирования и лабораторных исследований, благодаря которым автор впервые дал качественную и количественную оценку процессов, протекающих в полости кислородного конвертера при взаимодействии в его ванне жидкой и твёрдой составляющих шихты, а также вдуваемых в струе кислорода порошкообразных реагентов с зеркалом расплава.

Теоретические исследования были направлены на установление особенностей процесса взаимодействия жидкого чугуна и металлического лома в ванне разрабатываемого конвертера, что позволило установить положение их центров тяжести относительно наклонной продольной оси корпуса агрегата во время его вращения при различных скоростях и определить значения возникающих при этом технологических нагрузок на привод данного механизма.

Изучение на физической модели процесса вдувания через водоохлаждаемую фурму порошкообразных реагентов в полость агрегата и характера их взаимодействия с его жидкой ванной дало возможность предложить рациональный способ ввода в глубь расплава мелкодисперсных частиц, наносимых путем напыления на поверхность футеровки вращаемого корпуса конвертера.

На основании результатов экспериментальных исследований динамики развития свободной плоской воздушной струи и ее воздействия на слой имитатора шлакового расплава диссертант обосновал условия функционирования в автоматическом режиме системы газодинамической отсечки конечно-

го технологического шлака во время выпуска стали через горловину конвертера, что обеспечено за счет поддержания постоянства угла атаки газовой струи, истекающей из щелевого сопла навстречу потоку жидкого металла. Эксперименты проведены с учетом базовых положений теории механики жидкости и газа с использованием оригинальных методик.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Полученные научные положения, представленные в работе, достоверны и применимы для системы усовершенствованного кислородного конвертера. Математические модели его механизмов, позволяющие обосновать их конструктивные и энергосиловые параметры, разработаны с использованием принципа Д'Аламбера. Они дают возможность адаптации конструкции модернизированного кислородного конвертера к различным производственным условиям его применения с учётом возможных вариантов сочетаний масс жидкой и твёрдой частей шихты, загружаемых в плавильный агрегат; а также для различных траекторий движения в его полости сопла фурмы, обеспечивающей вдувание в струю кислорода порошкообразных реагентов.

Экспериментальное изучение энергосиловых параметров механизмов и устройств мини-конвертера для переработки металлосодержащих отходов базировалось на методе тензометрии с применением аналого-цифрового преобразователя и лицензированного программного продукта.

Зависимости, отображающие уменьшение осевых скоростей плоских воздушных струй по мере удаления от среза щелевого сопла, полученные за счёт комплексного использования методов визуализации формы газовых потоков и контроля их скоростных характеристик, дают достоверную картину изучаемого процесса и позволяют назначить практические рекомендации относительно проектирования системы газодинамической отсечки шлака для модернизированного конвертера.

Качественная и количественная оценка повышения интенсивности массообменных процессов при совместном использовании механического и газодинамического перемешивания жидкой ванны кислородного конвертера, выполненные на его физической модели, убедительно свидетельствуют о целесообразности применения системы донной продувки на совершенствуемом сталеплавильном агрегате.

Наиболее значимые новые научные результаты, представленные в диссертации Стародубцева Б.И., следующие:

- впервые разработана математическая модель механизма вращения корпуса конвертера относительно его наклонной продольной оси, включающая формулу для расчёта суммарного момента (M_0), действующего на привод данного механизма. Модель обеспечивает учёт смещения центров тяжести шихты в зависимости от вместимости конвертера и частоты вращения его корпуса;

- впервые разработана математическая модель комбинированного привода механизма качания наклонной фурмы системы вдувания порошкообразных реагентов в ванну конвертера, включающая формулы для расчёта момента сопротивления вращению эксцентрика ($M_{\text{э}}$), обеспечивающего качание фурмы в вертикальной плоскости, и силы, передаваемой шатуном ($F_{\text{ш}}$) механизма качания фурмы в наклонной плоскости. Модель позволяет определить силовые параметры работы приводов в зависимости от заданного закона движения фурмы;

- впервые экспериментально установлена зависимость снижения скорости плоской свободной воздушной струи по её длине, истекающей из щелевого сопла, что позволяет обосновать его требуемое удаление от горловины кислородного конвертера и размеры сопловой части системы газодинамической отсечки конечного шлака, при которых обеспечивается удержание шлакового расплава в полости плавильного агрегата при сливе стали в разливочный ковш.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 11-ти рецензируемых научных изданиях, неоднократно обсуждены на конференциях различного уровня. Техническая новизна предложенных в диссертации решений подтверждена патентом РФ на изобретения.

В целом научно-технические результаты, полученные соискателем в диссертационной работе, являются новыми научными знаниями для металлургической отрасли и имеют широкие перспективы дальнейшего практического применения.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. При моделировании процесса взаимодействия твёрдой части шихты с её жидкой составляющей диссертант в качестве определяющего критерия подобия использовал критерий Архимеда и не даёт пояснений относительно того, почему не учитывались другие безразмерные комплексы, например, Рейнольдса или Фруда.

2. В конце второго раздела было бы уместным привести результаты расчётов мощности привода для нескольких мини-конвертеров садкой от 5 до 10 тонн.

3. В тексте диссертации довольно часто встречается термин «металлосодержащие отходы», а также говорится о возможности их переработки в виде твёрдой части исходной шихты для исследуемого конвертера. Однако при этом не приводится информации о том, в каком виде отходы будут использоваться.

4. При моделировании процесса плавления твёрдой части шихты с целью оценки степени влияния интенсификации перемешивания ванны конвертера за счёт её донной продувки газом не учитывался подвод тепла к зеркалу расплава, который будет осуществляться в реальных условиях за счёт сжигания кислорода, подаваемого через наклонную фурму.

5. Зафиксированное при модельных исследованиях степень отсечки конечного шлака 97%, в производственных условиях реально может составить

только 80-90%, т.е. планируемый результат следует считать несколько завышенным.

6. В качестве одного из направлений дальнейшего совершенствования предложенного сталеплавильного агрегата в диссертации предлагается использовать в его системе газоотсоса специальный вентилятор, новизна которого защищена российским патентом, однако при этом автор не приводит сведений об энергопотреблении такого вентилятора в сравнении с вентиляторами радиального и осевого типов, широко применяемых в настоящее время.

7. В разделе, посвящённом оценке технико-экономической эффективности выполненной разработки, отсутствуют сведения о том, как отразятся на стоимости шихтовых материалов затраты, связанные с необходимостью предварительной подготовки части из них к плавлению путем окускования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация, представленная Стародубцевым Борисом Игоревичем на соискание учёной степени кандидата технических наук, является завершённой научно-квалифицированной работой, содержащей решение актуальной задачи создания усовершенствованной конструкции и обоснования параметров механизмов кислородного конвертера, обеспечивающего переработку некачественной шихты и металлосодержащих отходов в условиях функционирования микро-заводов. В работе описаны новые технические решения, позволяющие получать сталь приемлемого качества из побочных продуктов промышленного производства, накопленных в отвалах и негативно влияющих на экологию.

Работа содержит новые научные и практические результаты, свидетельствующие о личном вкладе соискателя в теорию и практику проектирования механизмов и устройств кислородного мини-конвертера с двумя осями вращения.

Научные положения, выводы и рекомендации работы обоснованы и достоверны, полностью освещены в научных изданиях и апробированы на международных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

По совокупности научных и практических результатов работа соответствует п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней» и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальностям 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки), а ее автор, Стародубцев Борис Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

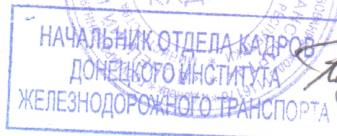
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Подвижной состав
железных дорог» Государственной
образовательной организации высшего
профессионального образования «Донецкий
институт железнодорожного транспорта»
(ДОНИЖТ), 283018, г.Донецк,
ул. Артёма, 184, тел.: +38(062) 319-03-43,
email: institute-transporta@mail.ru



Паламарчук Николай Владимирович

Я, Паламарчук Николай Владимирович,
согласен на автоматизированную
обработку персональных данных,
приведенных в этом документе

Подпись прор. Паламарчук Н.В.
подтверждаю:



Н. Н. Тоннари