

Заключение диссертационного совета Д 01.019.03
на базе ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета Д 01.019.03 от 19 декабря 2019 г. протокол № 6

О ПРИСУЖДЕНИИ

Стародубцеву Борису Игоревичу

ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Совершенствование конструкции и обоснование параметров механизмов мини-конвертера для переработки промышленных металлосодержащих отходов» по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки) принята к защите 12 сентября 2019 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 01.019.03 на базе ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58 (приказ о создании диссертационного совета № 593 от 02 июня 2016 г. и №775 от 24.07.2017 г. в составе 25 человек).

Соискатель Стародубцев Борис Игоревич 1991 года рождения в 2015 году окончил Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет» по специальности «Металлургическое оборудование». В 2019 году окончил аспирантуру ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ». Работает в должности ассистента кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я. ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Диссертация выполнена на кафедре «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я. ГОУВПО «ДОННТУ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ерньоко Сергей Петрович, заведующий кафедрой «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я. ГОУВПО «ДОННТУ».

Официальные оппоненты:

1. **Данилов Владимир Львович**, доктор технических наук, профессор, Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, профессор кафедры «Прикладная механика»;

2. **Паламарчук Николай Владимирович**, доктор технических наук, профессор, ГОУ ВПО «Донецкий институт железнодорожного транспорта», заведующий кафедрой «Подвижной состав железных дорог».

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» (г. Алчевск) в своем положительном заключении, подписанном Вишневым Дмитрием Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой машин металлургического комплекса и утвержденном 10 октября 2019 г. и. о. ректора, кандидатом экономических наук, доцентом Зинченко Андреем Михайловичем, указала, что диссертация отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата техни-

ческих наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и общеизвестными достижениями в области исследуемой темы и специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки), что следует из содержания трудов, опубликованных в ведущих научных изданиях.

По теме диссертации соискатель имеет 15 работ (6,78 а. л.), в том числе 5 статей (2,16 а. л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 5 публикаций (2,63 а. л.), входящую в перечень ВАК ДНР, в библиографической базе Scopus 1 (0,375 а. л.), в 1 патент на изобретения (0,75 а. л.), 2 апробационные работы (0,56 а. л.). Единолично опубликовано 1 работа (0,38 а. л.), остальные – в соавторстве (доля автора 1,95 а. л.).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Еронько, С.П. Повышение интенсивности перемешивания расплава в ванне конвертера с вращающимся корпусом / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, **Б.И. Стародубцев** // Чёрная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2017. – № 4. – С. 49 - 54.

2. Еронько, С.П. Модельные исследования системы отсечки шлака при выпуске стали из конвертера с вращающимся корпусом / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, **Б.И. Стародубцев** // Чёрная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2017. – № 6. – С. 48 - 55.

3. Еронько, С.П. Совершенствование системы вдувания газопорошковых смесей в ванну конвертера с вращающимся корпусом / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, **Б.И. Стародубцев** // Чёрная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2017. – № 7. – С. 75 - 81.

4. Еронько, С.П. Моделирование процессов движения шихты в полости конвертера с вращающимся корпусом / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская,

Б.И. Стародубцев // Чёрная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2017. – № 10 – С. 81 - 86.

На диссертацию поступили положительные отзывы от двух официальных оппонентов и ведущей организации. На автореферат поступило 9 отзывов, в том числе 6 от специалистов образовательных учреждений, 1 – проектно-конструкторского технологического института и 2 – промышленных предприятий. Все отзывы положительные. В них отражены актуальность исследования, дана оценка основным результатам, указаны замечания, а также сделаны положительные заключения о соответствии работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Обзор поступивших отзывов и содержащихся в них замечаний.

1. Заплетников Игорь Николаевич, д-р техн. наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств», профессор, заведующий кафедрой «Оборудование пищевых производств» Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» (г. Донецк).

Отзыв положительный с замечаниями:

1.1. Из-за интенсивного механического перемешивания жидкой ванны и находящейся в ней твердой шихты при вращении корпуса кислородного конвертера износ рабочей поверхности его футеровки тоже будет ускоренным, однако этому вопросу не уделено достаточного внимания.

1.2. Стационарно размещенный рычажный механизм системы газодинамической отсечки конечного технологического шлака вызовет известные неудобства при проведении регламентных и ремонтных работ при обслуживании самого плавильного агрегата.

2. Витренко Владимир Алексеевич, д-р техн. наук по специальности 05.03.01 – «Процессы механической обработки, станки и инструменты», профессор, Проректор по научной работе и инновационной деятельности Луганского Национального Университета им. Владимира Даля (г. Луганск).

Отзыв положительный с замечаниями:

2.1. Как в математической модели механизма вращения корпуса конвертера относительно наклонной продольной оси учитывается переход твердого лома в жидкую фазу и, каково влияние данного фактора на силовое нагружение привода механизма?

2.2. Из автореферата диссертации не ясно, как влияют температурные нагрузки на конструктивные и силовые параметры механизмов кислородного конвертера.

3. Косоруков Николай Данилович, Заместитель директора Государственного предприятия «Проектно-конструкторский технологический институт» (ГП «ДОНПКТИ») (г. Донецк).

Отзыв положительный с замечаниями:

3.1. В автореферате не представлены траектория движения фурмы системы подачи в расплав мелкодисперсных реагентов, которые реализуются с помощью ее усовершенствованного комбинированного механизма.

3.2. Из автореферата не понятно, как и где расположена система газодинамической отсечки шлака относительно корпуса конвертера.

4. Пенчук Валентин Алексеевич, д-р техн. наук по специальности 05.05.04 – «Машины для земляных и дорожных работ», профессор, профессор кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования», Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», (г. Макеевка).

Отзыв положительный с замечаниями:

4.1. Автору следовало детализировать применяемый в диссертационной работе общий термин «металлсодержащие отходы» и обозначить их технологические функции во время ведения плавки.

4.2. В 5 разделе автореферата приведен в денежном выражении экономический эффект, получаемый за счёт возможности снижения себестоимости стали, выплавляемой в разработанном кислородном конвертере, однако ничего не сказано благодаря каким расходным статьям достигается это снижение.

5. Недопекин Федор Викторович, д-р техн. наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и молекулярная физика», профессор, профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» (г. Донецк).

Отзыв положительный с замечаниями:

5.1. При рассмотрении газо - гидродинамических процессов автор принимал ряд допущений и упрощений, которым не давалось глубокое обоснование.

5.2. Стремление соискателя рассмотреть весь комплекс вопросов, связанных с практическим применением модернизированного сталеплавильного агрегата, привело к избыточному объему приведенной информации, которая не получила отражения в тексте автореферата.

6. Литвинов Виталий Геннадиевич, главный механик, Филиал №3, «Макеевский металлургический завод», ЗАО «Внешторгсервис» (г. Макеевка).

Отзыв положительный с замечаниями:

6.1. Приведены обоснования энергосиловых параметров структурных механизмов, входящих в систему кислородного конвертера с двумя осями вращения, но сделано это без разработанной технологии, что является несколько преждевременным.

6.2. При отсутствии действующего агрегата невозможно определить точность предложенной математической модели механизма вращения относительно наклонной продольной оси корпуса мини-конвертера.

7. Цыхмистро Александр Иванович, И.о. зам. начальника Электросталеплавильного цеха по оборудованию ГП «Юзовский металлургический завод» (г. Донецк).

Отзыв положительный с замечаниями:

7.1. В разделах не оговорены способы смазки узлов трения механизмов мини-конвертера, работающих в экстремальных условиях.

7.2. Во время выполнения газодинамической отсечки конечного технологического шлака истечение воздуха из щелевого сопла под избыточным давлением бу-

дет сопровождаться значительным шумовым эффектом, а это вызовет необходимость принятия специальных защитных мер с целью выполнения требований по охране труда рабочего персонала.

8. Сафонов Владимир Михайлович, д-р техн. наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия чёрных и цветных металлов и специальных сплавов», доцент, профессор кафедры «Электрометаллургия» Выксунского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технический университет «МИСиС» (г. Выкса).

Отзыв положительный с замечаниями:

8.1. Не ясно, как необходимо согласовывать частоту вращения конвертера и долю твердой части шихты.

8.2. Насколько значимо влияние сил и моментов инерции звеньев кривошипно-шатунного механизма качания фурмы для продувки расплава в конвертере газопорошковыми смесями, входящих в систему уравнений (3) для определения силы, действующей в шатуне.

9. Смирнов Евгений Николаевич, д-р техн. наук по специальности 05.03.05 – «Процессы и машины обработки металла давлением», профессор, профессор кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Старый Оскол).

Отзыв положительный с замечаниями:

9.1. Как известно, среди промышленных отходов значительная их часть содержит не только черные, но цветные металлы. Автору следовало бы дать информацию о возможности применения усовершенствованного им кислородного конвертера для переработки побочных промышленных продуктов с включением, например, меди.

9.2. Вызывает вопрос о способах выполнения и ремонта футеровки модернизированного агрегата, у которого будет наблюдаться ее повышенный износ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 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_{III}) 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.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлены закономерности процесса перемещения тяжеловесного лома в полости кислородного конвертера и значения смещений центров масс жидкой и твёрдой составляющих шихты относительно продольной оси корпуса плавильного агрегата при различной частоте его вращения, вызывающих повышение технологической нагрузки на привод механизма, реализующего это вращение;

- описан механизм динамического взаимодействия с поверхностью жидкой ванны порошкообразных реагентов различной плотности, вдуваемых в полость конвертера в газовой струе через наклонную водоохлаждаемую фурму, благодаря чему

предложен способ ввода легких фракций мелкодисперсных материалов под уровень расплава путем их нанесения равномерным слоем на участок огнеупорной футеровки непосредственно перед его погружением в жидкий металл;

- обоснованы условия возможности эффективного функционирования в автоматическом режиме системы газодинамической отсечки конечного шлака при выпуске стали из кислородного конвертера, предполагающие обеспечение постоянства угла атаки истекающей из щелевого сопла плоской газовой струи относительно поверхности шлакового расплава.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- отработаны новые методики экспериментальных исследований с применением физических моделей.

- обоснованы параметры механизмов сталеплавильного агрегата, позволяющего перерабатывать некачественное сырье и металлосодержащие отходы накопленные в отвалах (мощность привода вращения корпуса 10 т конвертера 75 кВт, частота вращения корпуса 30 об/мин);

- результаты диссертационной работы в виде методик расчёта конструктивных и энергосиловых параметров механизмов, обеспечивающих эффективную работу модернизированного кислородного конвертера, переданы ГП «ДОНПКТИ» (г. Донецк) для использования при разработках перспективных образцов технологического оборудования, предназначенного для реализации технологии переработки металлосодержащих промышленных отходов;

Оценка достоверности результатов исследования. Достоверность полученных теоретических результатов подтверждена данными экспериментальных исследований, выполненных с использованием современных контрольно-измерительных средств, включающих тензометрические и аналого-цифровые преобразователи. При обработке данных измерений применен лицензионный программный продукт.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке математических моделей: механизма вращения корпуса конвертера относительно наклонной продольной оси, обеспечивающей учёт смещения центров тяжести шихты в зависимости от вместимости конвертера и частоты вращения его корпуса; комбинированного привода механизма качания наклонной продувочной фурмы системы вдувания порошкообразных реагентов, позволяющей определить силовые параметры работы приводов в зависимости от заданного закона движения фурмы;

- установлении на основе экспериментальных данных зависимости снижения скорости плоской свободной воздушной струи по её длине, истекающей из щелевого сопла системы газодинамической отсечки конечного шлака;

- конструировании, а также изготовлении действующих лабораторных установок и физических моделей систем качания наклонной продувочной фурмы, газодинамической отсечки конечного шлака, донной продувки инертным газом;

- разработке методик проведения экспериментов на лабораторных стендах систем и механизмов, получении с их помощью эмпирических результатов.

Таким образом, диссертация Стародубцева Бориса Игоревича на тему: «Совершенствование конструкции и обоснование параметров механизмов мини-конвертера для переработки промышленных металлсодержащих отходов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки) и п. 2.2. раздела II «Положения о присуждении ученых степеней». В диссертационной работе изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития ДНР. Решена актуальная научно-техническая задача совершенствования конструкции механизмов мини-конвертера с двумя осями вращения для переработки промышленных металлсодержащих отходов. Обоснованы конструктивные и энергосиловые параметры механизмов: вращения конвертера относительно его наклонной продольной оси; качания наклонной продувочной фурмы; вдувания в расплав порошкооб-

разных реагентов; газодинамической отсечки конечного шлака, которые обеспечивают эффективное функционирование усовершенствованного плавильного агрегата.

На заседании от 19 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Стародубцеву Борису Игоревичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки).

При проведении тайного голосования из 25 человек, входящих в состав диссертационного совета, присутствовали 18, из них 8 докторов наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки), проголосовали: за - 17, против - 1, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя диссертационного совета Д 01.019.03
д-р техн. наук, доц.



Н.А. Ченцов

Ученый секретарь диссертационного совета Д 01.019.03
д-р техн. наук, проф.




А.В. Яковченко