

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 21 декабря 2016 г. протокол № 11

О ПРИСУЖДЕНИИ

Ткачеву Михаилу Юрьевичу

ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Обоснование параметров и совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша при производстве слябовой заготовки» по специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)» принята к защите 23 сентября 2016 г., протокол № 9 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.).

Соискатель Ткачев Михаил Юрьевич 1991 года рождения в 2014 году окончил Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет» по специальности «Металлургическое оборудование». В 2016 году окончил аспирантуру Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет». Работает в должности ассистента кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» 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» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Еронько Сергей Петрович, заведующий кафедрой «Механическое оборудование заводов черной металлургии» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Официальные оппоненты:

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

2. **Провоторов Дмитрий Алексеевич**, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (ТулГУ), инженер кафедры «Технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств»; 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 19 октября 2016 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 (докторским) диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)».

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 (металлургия)», что следует из содержания трудов, опубликованных в ведущих научных изданиях.

По теме диссертации соискатель имеет 19 работ (7,85 а. л.), в том числе 5 статей (3,14 а. л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 публикацию (0,67 а. л.), входящую в перечень ВАК Украины, 2 патента на изобретения (0,70 а. л.), 11 апробационных работ (3,34 а. л.). Единично опубликовано 6 работ (1,66 а. л.), остальные – в соавторстве (доля автора 5,68 а. л.).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Eron'ko, S.P. Fast Replacement of Submersible Tundish Nozzles in a Continuous Slab-Casting Machine / S.P. Eron'ko, E.V. Oshovskaya, **M.Yu. Tkachev** // Steel in Translation. – 2016. – Vol. 46. – P. 33-38. (Еронько, С.П. Исследование и совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша слябовой МНЛЗ / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, М.Ю. Ткачев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2016. – № 1. – С. 49-56.).

2. Использование компьютерного и физического моделирования при разработке систем быстрой смены погружных стаканов / С.П. Еронько, **М.Ю. Ткачев**, В.Ф. Борисенко, А.И. Землянский // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2016. – № 2. – С. 38-44.

3. Еронько, С.П. Разработка и исследование импортозамещающих разливочных систем промежуточных ковшей слябовых МНЛЗ / С.П. Еронько, **М.Ю. Ткачев** // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2016. – № 3. – С. 62-69.

На диссертацию поступили положительные отзывы от двух официальных оппонентов и ведущей организации. На автореферат поступило 13 отзывов, в том числе 9 от специалистов образовательных учреждений, 1 – проектно-конструкторского технологического института, 1 – научно-производственного и 2 – промышленных предприятий. Все отзывы положительные. В них отражены актуальность исследования, дана оценка основным результатам, указаны замечания, а также сделаны поло-

жительные заключения о соответствии работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие критические замечания.

1. Заплетников Игорь Николаевич, д.т.н. 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):

1.1. На стр. 13 и 16 автореферата приведены данные о расхождении расчетных и экспериментальных значений крутящего момента, преодолеваемого приводом манипулятора, и силы технологического сопротивления, действующей на гидропривод переталкивающего устройства. При этом следовало бы указать информацию о погрешности предварительно полученных результатов измерений.

1.2. В автореферате на стр. 15 охарактеризовано влияние на работу гидропривода переталкивающего устройства толщины настыли, образующейся на стенках сталевыпускного канала промежуточного ковша, однако ничего не сказано о том, каким образом в производственных условиях во время разливки контролировать толщину указанных отложений.

1.3. При оценке эффективности применения усовершенствованного разливочного устройства приводятся данные об уменьшении в 4,6 раза числа его разборок и количества отработанных пружин в 1,2 раза в сравнении с импортными аналогами. Следовало бы дать пояснение, за счет чего это может быть достигнуто.

2. Кыткин Владимир Петрович, директор Государственного предприятия «Проектно-конструкторский технологический институт» (ГП «ДонПКТИ») (г. Донецк):

2.1. В системах быстрой смены погружных стаканов известных зарубежных фирм Interstop, Vesuvius для исключения потери упругих свойств пружинами, прижимающими погружной стакан к опорной поверхности стакана промежуточного ковша, предусмотрено их охлаждение с помощью сжатого воздуха. Из автореферата нельзя понять, применена ли система воздушного охлаждения упругих

элементов в опорно-прижимном узле разработанного автором разливочного устройства.

2.2. На странице 14 приведена зависимость для нахождения значения диаметра плунжера гидроцилиндра, полученная на основании его динамической жесткости. Для лучшего ее восприятия следовало бы привести также формулу, по которой рассчитывается сама динамическая жесткость.

2.3. Автор в автореферате не привел информацию относительно огнеупорных погружных стаканов, которыми должна быть укомплектована разработанная им система их быстрой смены. Как известно, за рубежом разработчиком аналогичных систем и поставщиком к ним огнеупорных изделий является одна и та же фирма.

3. Прилепский Юрий Валентинович, к.т.н. по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов», доцент, проректор по учебной работе Донецкой академии автомобильного транспорта (г. Донецк):

3.1. Из автореферата не ясно, проводилась ли прочностная оценка материала стакана в местах концентрации напряжений по линии контакта с прижимными роликами.

4. Пенчук Валентин Алексеевич, д.т.н. по специальности 05.05.04 – «Машины для земляных и дорожных работ», профессор, профессор кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования», **Бабанин Анатолий Яковлевич**, к.т.н. по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных металлов», доцент, доцент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», (г. Макеевка):

4.1. Нет сведений, касающихся интервала границ применимости уравнений, входящих в состав математической модели манипулятора для быстрой замены погружных стаканов.

4.2. Не вполне ясно, почему не были применены во время гидромоделирования процесса замены погружного стакана в качестве трассеров такие общеизвест-

ные средства визуализации потоков, например, как полистироловые шарики, алюминиевая пудра и т.д.

5. Недопекин Федор Викторович, д.т.н. 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):

5.1. При получении исходной информации для принятия рациональных решений (с. 5) в качестве одного из учитывавшихся факторов автор рассматривает влияние условий смены погружных стаканов на гидродинамику потоков металла в кристаллизаторе, однако при этом приводит только результаты визуального контроля, а следовало бы привести также и картины их скоростей.

5.2. Рис. 7 автореферата и пояснения к нему не позволяют разобраться в принципе действия механизмов предложенного манипулятора с механической автоматикой.

5.3. Из приведенной информации в пятом разделе (с. 17) сложно понять, каким образом при эксплуатации усовершенствованной системы быстрой смены погружных стаканов удастся повысить выход годного, благодаря чему получена главная доля экономического эффекта.

6. Жильцов Александр Павлович, к.т.н. по специальности 05.03.05, доцент, заведующий кафедрой металлургического оборудования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (РФ, г. Липецк):

6.1. Из сведений, приведенных в автореферате, не ясен уровень достоверной вероятности экспериментальных исследований.

6.2. Также отсутствует информация о значении точности позиционирования двух захватных устройств манипулятора, и, как следствие, о классе его точности.

7. Киричков Анатолий Александрович, к.т.н. по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением», советник управляющего директора по научно-

техническому развитию АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (РФ, г. Нижний Тагил):

7.1. Обоснование актуальности исследования местами избыточно переполнено сложными техническими терминами, что затрудняет понимание сути задачи.

7.2. Не указаны начальные погрешности использованного при проведении экспериментов измерительного оборудования.

7.3. При описании конструкции манипулятора, показанного на рисунке 6, не указано за счет чего достигается требуемая кинематическая точность (в особенности в момент контакта подводимого нового стакана с направляющими) и может ли на нее оказывать влияние возможная тепловая деформация элементов, удерживающих погружной стакан.

7.4. Во втором пункте Теоретической значимости работы непонятно значение термина «механическая автоматика СБС».

8. Горбатюк Сергей Михайлович, д.т.н. по специальности 05.02.09 – «Технологии и машины обработки давлением», профессор, заведующий кафедрой инжиниринга технологического оборудования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (РФ, г. Москва):

8.1. Из текста автореферата не ясно, при помощи каких методов было получено значение радиуса дуги, представляющей собой образующую поверхности ролика опорно-прижимного узла разливочного устройства.

8.2. В автореферате не указана продолжительность эксплуатации системы быстрой смены погружных стаканов, с учетом которой определялись значения годового экономического эффекта и срока окупаемости разработки.

9. Золотухин Владимир Иванович, д.т.н. по специальности 05.13.06 – «Автоматизация технологических процессов и производств», генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Вулкан-ТМ» (РФ, г. Тула):

9.1. В рецензируемой работе отсутствует информация, отражающая оценку наличия и величины зазоров в шарнирных соединениях манипулятора на точность позиционирования рабочего органа.

9.2. Не представлен диапазон значений диаметра плунжера гидроцилиндра переталкивающего устройства системы быстрой смены, получаемый при расчете по предлагаемой зависимости (10), и его сравнение с существующими аналогами.

10. Гадалов Владимир Николаевич, д.т.н. по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», профессор, профессор кафедры машиностроительные технологии и оборудование Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (РФ, г. Курск):

10.1. Какие материалы применяются для изготовления губок захватов манипулятора, ролика, пальца, поворотного элемента и др. деталей прижимного узла?

10.2. Какому именно виду погружных стаканов (кварцевым или корундографитовым с цирконовыми вставками) отдается предпочтение при работе системы? Почему?

11. Дворников Леонид Трофимович, д.т.н. по специальности 05.05.06, профессор, профессор кафедры механики и машиностроения, **Жуков Иван Алексеевич**, к.т.н. по специальности 01.02.06, доцент, заведующий кафедрой теории и основ конструирования машин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» (РФ, г. Новокузнецк):

11.1. Как видно из рисунка 7, приведенного на странице 10 автореферата, нахождение манипулятора в непосредственной близости к кристаллизатору может создать неудобства разлившнику во время управления работой стопорного механизма промежуточного ковша в ручном режиме.

11.2. В реферате на странице 14 при описании методики проведения эксперимента отсутствует обоснование использования свинца в качестве материала имитатора настыли, образующейся на стенках канала погружного стакана в реальных условиях непрерывной разливки стали.

12. Пильгаев Владимир Михайлович, главный инженер Государственного предприятия «Донецкгормаш» (г. Донецк):

12.1. Из автореферата не ясно, каким именно образом осуществляется транспортировка нового погружного стакана от стенда разогрева к захватному устройству механизма подачи манипулятора системы быстрой смены.

12.2. Учитывая расположение оборудования на разливочной площадке слябовой МНЛЗ, целесообразнее было бы применить мобильный манипулятор, устанавливаемый, например, на тележке.

13. Витренко Владимир Алексеевич, д.т.н. по специальности 05.03.01 – «Процессы механической обработки, станки и инструменты», профессор, проректор по научной работе, **Шевченко Святослав Владимирович**, к.т.н. по специальности 05.02.02 – «Машиноведение», доцент, заведующий кафедрой «Машиноведение» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Луганский Государственный университет имени Владимира Даля» (Луганская Народная Республика, г. Луганск):

13.1. В тексте отсутствуют сведения о предполагаемом изменении технического состояния опорно-прижимного узла разливочного устройства новой конструкции в зоне действия повышенных температур.

13.2. Не приведены рекомендации по смазке посадочной поверхности ролика опорно-прижимного узла.

13.3. Не ясно, учитывался ли при проведении технико-экономических расчетов эффект от высвобождения рабочей силы благодаря использованию манипулятора в составе системы быстрой смены погружных стаканов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложена новая научная идея построения иерархической структуры системы быстрой смены погружных стаканов, заключающаяся в совмещенном выполнении во времени различных этапов операции ее структурными элементами, что дополнило теорию конструирования этого типа оборудования;

- создана математическая модель манипулятора, позволяющая учитывать влияние ряда факторов на значения мощностей его приводов;

- предложены новые методики оценки конструкций манипуляторов с механической автоматикой систем быстрой смены погружных стаканов с точки зрения совершенства их кинематических схем и определения размеров плунжера гидроцилиндра переталкивающего устройства с учетом динамической жесткости.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- выявлены противоречия в общеизвестных концепциях построения систем быстрой смены погружных стаканов, порождающие несоответствие их технических характеристик предъявляемым производством требованиям;

- математическая модель манипулятора позволяет на этапе адаптации конструкции системы к производственным условиям учитывать наличие в рабочей зоне вспомогательного оборудования МНЛЗ;

- критериальная оценка совершенства конструкции манипулятора позволила по количественному показателю проводить выбор более эффективного решения;

- благодаря учету в расчетной зависимости определения диаметра плунжера гидроцилиндра таких факторов, как динамическая жесткость, плотность и модуль Юнга материала, из которого он изготовлен, удалось повысить эффективность передачи энергии удара в системе «переталкивающее устройство – комплект стаканов», особенностью которой является наличие огнеупора в защемленном состоянии.

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

- представлены рекомендации для проведения технологической операции замены погружных стаканов на более высоком уровне организации;

- математическая модель и критериальная оценка совершенства конструкции манипулятора, методики определения параметров системы использованы при разработке проекта ее промышленного образца и внедрены в ООО «О-МЕТ» (г. Донецк);

- результаты исследований, в том числе физические модели системы быстрой смены погружных стаканов и методики расчета ее параметров, внедрены в учебный процесс подготовки студентов специальности 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» в ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Оценка достоверности результатов исследования. Автором использованы современные методы сбора и источники научно-технической информации, в том числе базы данных патентов. Идея, касающаяся построения системы, базируется на анализе преимуществ и недостатков эксплуатируемых в настоящее время образцов и обобщении опыта их проектирования. Зависимость диаметра плунжера от динамической жесткости получена на основании результатов проведенных автором исследований энергосиловых параметров привода переталкивающего устройства, в достаточной мере совпадающих с выводами ранее проводившихся предшественниками экспериментов. Математическая модель манипулятора разработана с использованием основополагающих законов теоретической механики, теории механизмов и машин, подход к оценке совершенства его конструкции выработан с применением основных понятий робототехники. Экспериментальные исследования проводились на поверенном оборудовании, включая современный контрольно-измерительный комплекс, оснащенный тензопреобразователями, подвергавшихся тарированию.

Личный вклад соискателя состоит в:

- развитию теории построения манипуляционной системы замены погружных стаканов, обеспечивающей одновременное изменение координат структурных звеньев при минимально возможном числе приводов;
- конструировании, а также изготовлении опытно-промышленного образца и физических моделей системы, гидравлической модели кристаллизатора;
- разработке методик проведения экспериментов на лабораторных стендах системы и получении с их помощью эмпирических результатов.

Таким образом, диссертация Ткачева Михаила Юрьевича на тему: «Обоснование параметров и совершенствование системы быстрой смены погружных ста-

канов промежуточного ковша при производстве слябовой заготовки», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)» и п. 2.2. раздела II «Положения о присуждении ученых степеней». В работе решена актуальная научно-техническая задача совершенствования систем быстрой смены погружных стаканов и обоснования их параметров, имеющая важное хозяйственное значение, состоящее в повышении выхода годной слябовой заготовки, получаемой на МНЛЗ, и направленная на повышение эффективности работы оборудования для непрерывной разливки стали.

На заседании от 21 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Ткачеву Михаилу Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)».

При проведении тайного голосования из 24 членов, входящих в состав диссертационного совета, присутствовали 18, из них 6 докторов наук по специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)», проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Заместитель председателя диссертационного
совета Д 01.019.03

д.т.н., доц.



Н.А. Ченцов

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 01.019.03

д.т.н., проф.

А.В. Яковченко