

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.111.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА», МИНИСТЕРСТВО  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 15.12.2020 г. № 4

О присуждении Ушакову Сергею Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии производства трубной ультранизкосернистой стали в современном кислородно-конвертерном цехе» по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 13.10.2020 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.111.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Ушаков Сергей Николаевич, 1969 года рождения, в 2018 году с отличием окончил ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» с присвоением квалификации магистр по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия. Ушаков С.Н. был прикреплен к кафедре металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки в аспирантуре по научной специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов. В период подготовки диссертации работал в Публичном акционерном обществе «Магнитогорский металлургический комбинат» заместителем генерального директора по производству.

В настоящее время Ушаков С.Н. работает в Публичном акционерном обществе «Магнитогорский металлургический комбинат» заместителем генерального директора по продажам.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Бигеев Вахит Абдрашитович, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», профессор кафедры металлургии и химических технологий, профессор.

Официальные оппоненты:

Смирнов Леонид Андреевич, доктор технических наук, АО «Уральский институт металлов», научный руководитель института, академик РАН, профессор (г. Екатеринбург),

Комолова Ольга Александровна, кандидат технических наук, ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» РАН, старший научный сотрудник (г. Москва)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, в своем положительном отзыве, подписанном Гамовым Павлом Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой пирометаллургических процессов и Роциным Василием Ефимовичем, доктором технических наук, профессором, и утвержденном ректором, доктором технических наук, профессором Шестаковым Александром Леонидовичем, указала, что диссертация Ушакова С.Н. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические разработки производства непрерывнолитых слябов из трубной стали с ультранизким содержанием серы в условиях современного кислородно-конвертерного цеха, имеющие существенное значение для реализации международного проекта строительства газопровода «Северный поток-2». Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842. Автор диссертации – Ушаков Сергей Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, по теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 4 – в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, 2 статьи – в



журналах, индексируемых в международной наукометрической базе Scopus, одна монография и 4 статьи в других изданиях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах. Авторский вклад соискателя объемом 4,01 п.л. в опубликованных работах общим объемом 12,05 п.л. состоит в формировании основных гипотез, их научном обосновании, участии при проведении опытных плавок и широкомасштабного опробования технологии, при обработке и анализе результатов исследований.

К наиболее значимым публикациям относятся:

1. Ушаков, С.Н. Современные процессы ковшевой десульфурации чугуна / С.Н. Ушаков, В.А. Бигеев, А.М. Столяров, М.В. Потапова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2019. – Т.17. – №2. – С. 17–23.
2. Ушаков, С.Н. Технология производства трубной ультранизкосернистой стали / С.Н. Ушаков, В.А. Бигеев, А.М. Столяров, М.В. Потапова // Черные металлы. – №12 (1056), – декабрь 2019. – С. 26-31.
3. Ушаков, С.Н. Десульфурация стали на агрегате «ковш-печь» / С.Н. Ушаков // Теория и технология металлургического производства. – 2020. – №2 (33). – С. 4–10.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все – положительные):

1. ГНЦ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва, директор Центра металлургических технологий, доктор технических наук Куклев А.В.
2. ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), г. Челябинск, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры «Материаловедение и физико-химия материалов», доктор технических наук Михайлов Г.Г.
3. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, ведущий научный сотрудник лаборатории высокоэнергетических систем и новых технологий НИИ прикладной математики и механики, доктор технических наук Зиатдинов М.Х.
4. АО «Уральская сталь», г. Новотроицк, Оренбургская обл., управляющий директор Искаков И.Ф., технический директор, доктор технических наук Куницын Г.А.
5. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, доцент кафедры металлургии стали, новых производственных технологий и защиты стали, кандидат технических наук Еланский М.Г.

6. ООО Научно-техническая производственная фирма «ЭТАЛОН», г. Магнитогорск, заместитель директора по РПКМ, кандидат технических наук Манашев И.Р.

7. ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», г. Липецк, директор Технической дирекции Грачев С.Н.

8. ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, директор Института новых материалов и технологий, заведующий кафедрой металлургии железа и сплавов, профессор, доктор технических наук Шешуков О.Ю.

9. АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ», г. Магнитогорск, генеральный директор Тверской Ю.А.

В отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

– В разделе «Научная новизна» автореферата указано соотношение расхода флюидизированной извести к магнезию, необходимого для получения степени десульфурации 80 %, как 4,3, а в Заключение 4,4 для степени десульфурации 85 %. Более правильно указать одно значение как для соотношения, так и для степени десульфурации.

– Не ясно, почему согласно рисунку 7, увеличение расхода флюидизированной извести с 1,0 до 2,0 кг/т не приводит к повышению коэффициента распределения серы.

– Не приведены данные о влиянии изменения температуры чугуна на степень десульфурации чугуна на УДЧ.

– Из автореферата не ясно, производилась ли проверка на статистическую значимость разницы в полученных результатах степени десульфурации при различных режимах обработки металла на АКП, рис. 4 и 5 автореферата.

– Непонятно, какова эффективность вакуумной обработки такого трубного металла.

– В условиях ненадежной отсечки конвертерного шлака есть ли вообще смысл проводить обработку полупродукта твердой шлакообразующей смесью после слива из конвертера?

– Возможно ли реализовать разработанную технологию на других металлургических предприятиях?

– Рассматривалась ли возможность патентования новой технологии выплавки – десульфурации трубной стали?

– В работе, на рисунке 4, представлена зависимость степени десульфурации металла от отношения массы кусковой извести к массе плавикового шпата, однако не показано влияние других оксидов в том числе и  $Al_2O_3$ , на процесс удаления серы из стали.



– На рисунке 7 представлена зависимость коэффициента распределения серы от удельного расхода флюидизированной извести. Чем можно объяснить, что при увеличении расхода реагентов в два раза (с 1,0 до 2,0) коэффициент распределения серы  $L_s$  не изменяется.

– В разработанной технологии десульфурации стали используется экологически вредный материал в виде плавикового шпата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их научных работ в области металлургии стали, в том числе ковшевой обработки металла.

– Указано на наличие опечаток по тексту диссертации.

**Диссертационный совет** отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** научная концепция технологии производства непрерывнолитых слябов из ультранизкосернистой трубной стали в условиях современного кислородно-конвертерного цеха;

**предложена** оригинальная идея трехстадийной технологии ковшевой десульфурации металла для производства стали марки DNV SAWL 485 FD с содержанием серы не более 0,0015 %;

**доказана** высокая эффективность применения в качестве десульфуратора флюидизированной извести как совместно с гранулированным магнием в потоке азота для ковшевой обработки чугуна, так и самостоятельно в потоке аргона для ковшевой обработки трубной стали.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказано**, что с использованием предложенной формулы для моделирования процесса ковшевой обработки стали на агрегате «ковш-печь» флюидизированной известью с интенсивностью вдувания 14–15 кг/(м<sup>3</sup>·мин) возможно получение гарантированного ультранизкого содержания серы в стали не более 0,0015 %, если вдувание начинается после достижения содержания серы в металле не более 0,0032 % при обработке металла под «белым» шлаком;

**применительно к проблематике диссертации результативно** использованы методика фирмы «Almamet GmbH» (Германия) для определения текучести флюидизированной извести, методика оценки гранулометрического состава флюидизированной

известни с использованием воздухоструйного ситового аппарата «Hosokawa Alpine e200 LS Basic», результаты анализа химического состава извести на энергодисперсионном рентгеновском спектрометре «SPECTROXEPoS», стандартные методики определения химического состава металла с использованием эмиссионного спектрометра SPECTROLAB M8A, анализатора TC-436 фирмы «LECO» (США), анализатора «Hydris Net» (Германия), стандартные методики определения химического состава шлака с использованием спектрометров рентгеновских многоканальных типа ARL 8680S XRF и ARL 8660S XRF, спектрометра рентгенофлуоресцентного ARL 9900 (все – фирмы «ARL», Швейцария), статистическая обработка производственных данных с использованием корреляционно-регрессионного анализа;

**изложены** результаты математического моделирования процесса десульфурации стали на агрегате «ковш-печь» при вдувании флюидизированной извести по определению конечного содержания серы в зависимости от ее начального содержания и удельного расхода извести;

**изучены** зависимости степени ковшевой десульфурации чугуна от отношения массы флюидизированной извести к массе магнезия, степени десульфурации стали на агрегате «ковш-печь» от отношения массы кусковой извести к массе плавикового шпата, а также от интенсивности вдувания флюидизированной извести в потоке аргона;

**проведена модернизация** конструкции фурмы для вдувания флюидизированной извести на агрегате «ковш-печь», что позволило значительно повысить усвоение извести.

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

**разработана** технология производства непрерывнолитых слябов из стали марки DNV SAWL 485 FD с содержанием серы не более 0,0015 %, включающая трехстадийную десульфурацию металла;

**внедрена** разработанная технология производства стали марки DNV SAWL 485 FD в ККЦ ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» ультранизкосернистой стали марки DNV SAWL 485 FD с получением на стане «5000» более 450 тыс. т горячекатаного листа толщиной 30,9 и 34,6 мм для производства в ПАО «Челябинский трубопрокатный завод» электросварных прямошовных труб по проекту «Северный поток-2».

**определены** рациональные значения параметров технологии десульфурации метал-



ла флюидизированной известью и перспективы использования полученных результатов в ПАО «Северсталь», ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» и на других металлургических предприятиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** степень достоверности результатов обеспечивается представительным объемом исходных данных, корректностью применения статистического анализа данных на ЭВМ, получением по разработанной методике производства свыше 450 тыс. т непрерывнолитых слябов из трубной стали с содержанием серы не более 0,0015 %;

**теория** построена на известных положениях теории металлургических процессов;

**идея базируется** на обобщении отечественного и зарубежного передового опыта ковшевой десульфурации чугуна и стали;

**использованы** литературные данные о ковшевой десульфурации чугуна и стали с целью получения трубной стали с низким содержанием серы.

**Личный вклад соискателя** состоит в формулировании цели и задач исследования, руководстве при проведении первых опытных плавов, анализе результатов, выявлении рациональных значений параметров технологии, проведении широкого опробования разработанной технологии, систематизации и обосновании защищаемых положений, подготовке материалов для опубликования.

На заседании 15.12.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Ушакову Сергею Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов по специальности 05.16.02, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Колокольцев Валерий Михайлович

Мезин Игорь Юрьевич

15.12.2020 г.