



Публичное акционерное общество  
«НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

ПАО «НЛМК», пл. Metallургов 2, г. Липецк, 398040  
тел.: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11  
e-mail: info@nlmk.com | www.nlmk.com

17.04.2024 № 1/395-34-ИСХ  
На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76  
Диссертационный совет 24.2.437.01 на  
базе ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
Ботникова Сергея Анатольевича

на тему «Разработка комплексной технологии получения стали высокой чистоты в условиях современных сталеплавильных цехов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Представленная тема диссертационного исследования является актуальной, так как в настоящее время получения «чистых сталей» с низкой концентрацией оксидных и сульфидных включений, и в том числе вредных примесей и газов востребовано для получения высоких эксплуатационных и служебных характеристик готовой металлопродукции. Крайне интересным является одновременный учёт процессов в единой технологической цепочке «выплавка – выпуск плавки – внепечная обработка – разливка стали», который позволяет решить задачу по разработке эффективного комплекса мероприятий производства высококачественной стали с низким содержанием неметаллических включений, газов и примесей.

Целью работы Ботникова С.А. являлось разработка комплексной технологии получения стали с повышенными требованиями к её чистоте по содержанию неметаллических включений, примесей и газов в условиях современных сталеплавильных цехов с учётом всей технологической цепочки.

Научная новизна.

В результате выполненной работы, диссертантом доработан комплекс интеллектуальных и аппаратных средств (программа SyTherMa/STM), позволяющий разрабатывать инновационные технологии получения чистых и сверхчистых сталей и обеспечивать их стабильное, эффективное функционирование в условиях реального современного сталеплавильного производства. В качестве основной научной идеи развитого комплекса, эффективно работает положение о ведущей роли окислительного потенциала в системе «металл-шлак-газ» и контроле внешнего поступления кислорода из атмосферы, материалов, шлака и футеровки. Эта идея обеспечивает быстрое

определение критических точек в разрабатываемых и действующих технологиях, помогает в определении эффективных способов решения возникающих проблем качества чистых сталей.

Установлено предельное содержание вредных элементов в стали, раскисленной алюминием и модифицированной кальцием для отношения оксидов  $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  от 0,6 до 1,0: общего кислорода – не более 0,0020 масс. %, серы – не более 0,0030 масс. %, оксида алюминия – не более 0,0020 масс. % и магния – не более 0,0008 масс. %, превышение которых приводит к значительному снижению качества готовой металлопродукции за счёт формирования избыточного количества неметаллических включений.

Разработан алгоритм корректировки технологических режимов производства высококачественной стали, базирующийся на непрерывном мониторинге и контроле параметров ключевых элементов всей технологической цепочки от выплавки до разливки (всего 26 параметров), учитывающий взаимосвязанность работы отдельных агрегатов по решению задач получения чистой стали с заданными низкими содержаниями O, S, Mg и водорода, управления качеством поверхности непрерывнолитого металла через мониторинг и оптимизацию характеристик шлакообразующей смеси по основности и вязкости и позволяющий разрабатывать новые технологии, а также совершенствовать действующие.

Предложена новая интерпретация классификации чистоты стали по содержанию в ней общего кислорода, серы, фосфора, азота и введено новое понятие – «суперчистая сталь», которое было запатентовано соискателем диссертации.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке научных основ сквозной технологии получения высококачественной раскисленной алюминием стали с низким содержанием неметаллических включений, газов и примесей.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждена внедренными разработками и технологиями производства высококачественной трубной стали на предприятиях АО «ВМЗ» и АО «ПНТЗ». Теоретические результаты работы могут быть использованы для разработки новых марок стали в приоритетных направлениях развития промышленности: машиностроении, энергетике и транспорте. Удельный суммарный экономический эффект от проделанной работы на металлургическом предприятии может составить около 155,1 рублей на 1 тонну непрерывнолитой стали.

Замечания к выполненной работе:

1. В автореферате не приведены механизмы снижения дефектов из-за неметаллических включений и повышения выхода годного металла. Сколько было и сколько стало дефектов по их видам?

2. Недостаточно полно раскрыто в терминах «чистая сталь» по Гуляеву А.П. и «суперчистая сталь» способы раскисления: алюминием или кремнием.

3. В таблице 1 на странице 14 представлено содержание магния в металле. В автореферате не приведен метод определения содержания магния в металле и какая его погрешность?

Указанные замечания не снижают в целом положительной оценки работы.

Диссертационная работа, Ботникова Сергея Анатольевича на тему «Разработка комплексной технологии получения стали высокой чистоты в условиях современных сталеплавильных цехов» полностью соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.2 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

« 17 » 04 2024 г.


Директор Дирекции по разработке новых технологий процесса, к.т.н.  
Тел.: +7 (4742) 442-151  
E-mail: kovalev\_da@nlmk.com



Ковалев Денис Анатольевич

Руководитель экспертного направления  
Дирекции по развитию новых технологий  
процесса, к.т.н.

Тел.: +7 (4742) 444-348  
E-mail: dagman\_ai@nlmk.com

 Дагман Алексей Игорьевич

Наименование организации: Публичное акционерное общество  
«НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»  
Почтовый адрес: 398040, г. Липецк, пл. Metallургов 2  
Телефон: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11  
Адрес электронной почты: info@nlmk.com



Я, Ковалев Денис Анатольевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Я, Дагман Алексей Игорьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе \_\_\_\_\_

  
(подпись)