



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

10.04.2024 № 1/395-31-УРХ
на № _____ от _____

Ученый совет
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
пр. им. В.И. Ленина, 76, г. Челябинск,
454080
e-mail: sbotnikov@bk.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы 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 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Работа посвящена важнейшей проблеме – получению стали высокой чистоты в условиях действующего современного сталеплавильного производства. Актуальность тематики работы связана с тем, что в настоящее время все более востребована высококачественная сталь с низким содержанием вредных примесей, включений и газов. В то же время в условиях действующего современного сталеплавильного производства зачастую отсутствует возможность реализовать универсальный подход к разработке, реализации и обеспечению стабильного функционирования технологии получения стали высокой чистоты, что создает проблемы в производстве металла качества, требуемого потребителем.

Следует особо отметить следующие результаты работы:

1. Результаты анализа современного состояния технологии производства высококачественных сталей с низким содержанием неметаллических включений, примесей и газов.
2. Отмечена необходимость комплексного подхода к решению научно-технической проблемы известной, как «технология производства чистой стали».
3. Усовершенствованный и развитый термодинамический модуль программы STM для промышленных расчётов состава и массы металла, шлака и газа с использованием принципов термодинамики, обеспечивающий оценку окисленности системы «металл-шлак-газ» и уровня внешних потоков кислорода из атмосферы, материалов и огнеупорной футеровки.
4. Элементы сквозной технологии производства чистых сталей, разработанные с применением программного модуля STM и прогнозной модели температуры металла в промежуточном ковше УНРС.
5. Теоретическое обоснование и разработка методики оценки влияния качества огнеупорных материалов и шлакообразующих смесей на формирование экзогенных и эндогенных включений в высококачественных сталях, включая вопрос влияния продуктов затягивания канала сталеразливочного стакана на качество неметаллических включений в металле. Разработаны и доказана эффективность мероприятий, снижающих вероятность попадания соответствующих неметаллических включений в слиток.

6. Степень влияния физико-химических свойств огнеупорного материала промежуточного ковша УНРС, а именно, содержания кислых оксидов SiO_2 и Fe_2O_3 на вторичное окисление стали, установленная с применением расчётов в STM и промышленных экспериментов.
7. Результаты классификации высококачественной стали по содержанию вредных примесей.
8. Апробированы на практике ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации металлургических агрегатов сталеплавильного передела с достижением качества металла, определенного, как задача программой «суперчистая сталь». Определены ключевые параметры технологии, которые необходимо мониторить в режиме реального времени. Предложен оригинальный метод мониторинга и контроля производства чистых сталей в сталеплавильном производстве.
9. Комплекс технологических мероприятий от выплавки жидкого полупродукта до разлива и кристаллизации металла на УНРС для обеспечения производства чистых сталей.
9. Созданный алгоритм корректировки технологических режимов производства чистых сталей, базирующийся на непрерывном мониторинге и контроле выбранных параметров на всей технологической цепочке.
10. Разработана технология получения чистых сталей на базе комплекса предложенных мероприятий и подхода к организации промышленного производства, охватывающая все переделы получения высококачественной стали от выплавки до разлива и обеспечивающая высокий выход годной металлопродукции.

Научную новизну работы составляют представленные выше результаты, а также основная идея определения и контроля критических точек в разрабатываемых и действующих технологиях поступления кислорода в металл извне (материалы, шлак, футеровка и воздух), что в итоге позволяет определить эффективные мероприятия и способы решения возникающих проблем качества чистых и сверхчистых сталей.

Практическая значимость работы обусловлена не только представленным в работе примером разработки технологии производства трубной стали, раскисленной алюминием, но в целом продемонстрированным подходом.

В главе 1 рассмотрены литературные данные, касающиеся производства высококачественных сталей с низким содержанием неметаллических включений, примесей и газов. Глава 2 посвящена развитию программы STM на основании взаимодействия компонентов в системе «металл-шлак-газ», а также в этой главе приведен пример разработки модели прогнозирования температуры металла в промежуточном ковше МНЛЗ в зависимости от последнего замера температуры металла в сталеразливочном ковше. Глава 3 и 4 посвящены разработке технологии получения высококачественной стали от выпуска плавки из сталеплавильного агрегата до кристаллизации металла в кристаллизаторе УНРС. В главе 5 приведена разработка классификации чистоты стали. В главе 6 обобщены результаты предыдущих глав и представлен общий подход и алгоритм корректировки технологии производства чистых сталей.

В автореферате часто используется единица измерения концентрации вредных газов и примесей в масс. %, хотя в общей металлургической практике используется измерения в ppm (ppm, от англ. parts per million – частей на миллион).



Указанное замечание не снижает в целом положительной оценки диссертационной работы, которая полностью соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ботников Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Эксперт
Дирекции по разработке
новых технологий процесса
ПАО «НЛМК», к.т.н.

02.04.2024



Л.М. Аксельрод

Почтовый адрес: 398040, г. Липецк, пл. Metallургов 2
Телефон: +7 (981) 744-67-83
Адрес электронной почты: akselrod_lm@nlmk.com

Даю согласие на использование и дальнейшую обработку персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Подпись Аксельрода Л.М. подтверждаю

Директор
Дирекции по разработке
новых технологий процесса
ПАО «НЛМК», к.т.н.

09.04.2024

Д.А. Ковалев