

Отзыв  
на автореферат диссертации

Никитина Макса Станиславовича на тему «Исследование комплексного рафинирования серосодержащей стали с применением модификаторов на основе бария и кальция с целью повышения ее качества», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Работа актуальна, научно значима, имеет широкое практическое промышленное применение. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в центральной отечественной и зарубежной рецензируемой печати. Из основных научных результатов диссертационной работы, полученных автором, следует отметить:

1. Экспериментальные данные демонстрируют дискретный характер влияния бария на процесс формирования и фазовый состав включений. На первой стадии модифицирования на подложках (корунд или магнезиальная шпинель) происходит осаждение оксидных соединений с барием, имеющих состав  $m\text{BaO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$ . Из-за стремительного окисления бария в расплаве основным активным модификатором становится кальций. Он участвует в образовании алюминатов кальция на поверхности возникающих включений – преимущественно майенита ( $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ) с температурой плавления около  $1415^\circ\text{C}$ . Вероятность формирования таких соединений увеличивается при повышении доли кальция в составе модификатора.

2. Выявлена корреляция между элементным составом модификатора и температурой плавления неметаллических включений (НМВ). Исследования показали: при применении модификатора со следующим содержанием компонентов – Ca (18-35 масс. %), Ba (13-20 масс. %), Si (35-45 масс. %) – в стали преимущественно формируются глобулярные легкоплавкие алюминаты кальция типа  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ . Такие включения эффективнее усваиваются шлаком в процессе внепечной обработки. Использование данного модификатора позволяет уменьшить среднюю температуру плавления всех типов неметаллических включений до значений, не превышающих  $1550^\circ\text{C}$ . Это способствует существенному снижению отложений на стенках сталеразливочных стаканов.

3. Экспериментально подтверждена возможность уменьшения общей загрязнённости углеродистой стали неметаллическими включениями. При обработке расплава барийсодержащим модификатором объёмная доля включений снижается до 0,0090 об. %. Эффект достигается за счёт сокращения суммарного содержания тугоплавких алюминатов кальция, таких как  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Результаты работы защищены патентом на изобретение RU 2 828 048, имеющим мировую новизну и международный приоритет.

Несмотря на высокую степень проработки, к работе выявлены следующие замечания:

1. Автором не раскрыта степень разработанности темы представителями ведущих научных металлургических школ.
2. На стр. 13 и 14, при рассмотрении механизма модифицирования неметаллических включений при применении проволоки марки Ba17Ca9Si50, отмечен факт не полного модифицирования тугоплавких неметаллических включений и их доля в затвердевшей заготовке может достигать 40%, что диссертант обуславливает недостаточным содержанием кальция в составе модификатора. При этом им не рассматривается возможность увеличения объема присадки модификатора и увеличения за счет этого содержания кальция. И, соответственно, достижения более полного модифицирования тугоплавких неметаллических включений.

Несмотря на указанные замечания, работу можно считать цельной и завершённой.

Заключение. Диссертация, выполненная Никитиным М.С., является законченной, самостоятельной научной квалификационной работой. Диссертационная работа «Исследование комплексного рафинирования серосодержащей стали с применением модификаторов на основе бария и кальция с целью повышения ее качества» соответствует требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки).

Начальник Отдела по разработке моделей металлургических процессов ПАО «Трубная металлургическая компания», к.т.н.



Сафронов Александр  
Афанасьевич

10.04.2026г.

E-mail: [aleksandr.safronov@tmk-group.com](mailto:aleksandr.safronov@tmk-group.com)

Я, Сафронов Александр Афанасьевич, согласен на автоматизированную обработку данных, приведенных в этом документе.

Адрес: 101000, Москва, Покровка ул., д. 40, стр. 2А

Телефон: +7 (495) 775-76-00

Адрес электронной почты: [tmk@tmk-group.com](mailto:tmk@tmk-group.com)

Публичное акционерное общество «Трубная Металлургическая Компания»

Должность, учёную степень и подпись

Сафронова Александра Афанасьевича заверяю:

*Юлия Бударина*  
*подтверждаю*

РУКОВОДИТЕЛЬ ГРУППЫ  
КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
И ВУС КЦ

Бударина А.М.

