



Акционерное общество «Корпорация Красный Октябрь»

• ИНН 3459080648 • ОГРН 1203400006072  
• ОКПО 44397917 • КПП 345901001

Юридический (почтовый) адрес: проспект имени В.И.Ленина, д. 10,  
комната 4.20, Волгоград, Российская Федерация, 400007

Тел.: +7 (8442) 748-777 факс: +7 (8442) 748-888  
E-mail: info@vmkko.ru www.vmkko.ru

## 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. – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Целью своей диссертационной работы Никитин М.С. определил совершенствование технологии модифицирования НМВ на основе изучения влияния комплексных модификаторов с барием и кальцием на изменение их морфологии, а также изучения влияния НМВ конкретного состава на стабильность протекания процессов разливки и изменение ударной вязкости металла труб.

Проблема неметаллических включений остается одной из ключевых в сталеплавильной промышленности. Формирование отложений на стенках сталеразливочных стаканов, препятствующих нормальному истечению металла из промежуточного ковша в кристаллизатор, снижает производительность машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и увеличивает количество брака, связанного с образованием поверхностных и внутренних дефектов непрерывнолитых заготовок (НЛЗ). Особое значение это имеет для трудно разливаемых типов стали, таких как серосодержащие марки стали, нормированное содержание серы в которых достигает от 0,020 до 0,040 масс. %.

Отрицательное влияние на качество сталей неметаллических включений, имеющих металлургическое происхождение, требует их изучения и комплексного подхода с применением современных методов исследования. Высокие требования к качеству металла, а также трудности, связанные с использованием силикокальция (малое усвоение, нестабильность результатов и др.) обуславливают поиск более эффективных способов модифицирования неметаллических включений, что **является актуальной научно-практической задачей** и вызывает необходимость проведения дальнейших исследований в этой области.

В ходе проведения научно-исследовательской работы, диссертантом было установлено дискретное воздействие бария на формирование и фазовый состав включений, заключающееся в том, что на начальном этапе процесса модифицирования на имеющихся подложках в виде корунда или магнезиальной шпинели выделяются оксиды с барием типа  $mBaO \cdot nAl_2O_3$ . В результате быстрого окисления бария, активным модификатором в расплаве остается Са, который расходуется на образование на поверхности формирующихся включений алюминатов кальция преимущественно состава  $12CaO \cdot 7Al_2O_3$  (майенит) с температурой плавления около 1415 °С, вероятность образования которых возрастает с увеличением содержания кальция в составе модификатора.

Также установлено влияние комплексных барий и кальцийсодержащих модификаторов на получение мелких, в среднем до 2 мкм, оксидных и оксисульфидных НМВ за счет большей модифицирующей способности бария по сравнению с кальцием.

Выявлена взаимосвязь между соотношением элементов в составе модификатора и изменением температуры плавления НМВ. Показано, что при использовании модификатора, содержащего Са – 18-35 масс. %, Ва – 13-20 масс. %, Si – 35-45 масс. %, в

стали образуются преимущественно глобулярные легкоплавкие алюминаты кальция типа  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ , в большей степени ассимилирующиеся шлаком внепечной обработки. Обработка расплава данным модификатором позволяет снизить среднюю температуру плавления получаемых неметаллических включений всех типов до уровня, не превышающего  $1550\text{ }^\circ\text{C}$ , что позволяет минимизировать отложения на стенках сталеразливочных стаканов.

Также показана возможность снижения общей загрязненности углеродистой стали неметаллическими включениями при обработке расплава барийсодержащим модификатором до 0,0090 об. % за счет снижения суммарной доли тугоплавких алюминатов кальция  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Установлено, что использование бария в составе модификатора обеспечивает более равномерное распределение по сечению непрерывнолитой заготовки оксидных, сульфидных и комплексных оксисульфидных включений, по сравнению с модификаторами, содержащими не менее 30 масс. % кальция и не менее 48 масс. % кремния (ГОСТ 4762).

Кроме того, внедрение результатов выполненных исследований в условиях действующего промышленного производства АО «ВТЗ» позволило повысить серийность разлива до 6,00 плавов серосодержащей стали марки С45Е. На всех опытных сериях не фиксировалось затягивания сталеразливочных стаканов, влияющего на стабильность поступления металла в кристаллизатор в процессе производства НЛЗ.

В результате исследования разработан способ модифицирования стали, заключающийся в двухступенчатом вводе модифицирующей проволоки с комплексным смесевым наполнителем  $\text{Ba}_{16}\text{Ca}_{25}\text{Si}_{40}$  в предварительно раскисленный металл (Патент РФ № 2828048 от 07.10.2024). Фактический экономический эффект от использования результатов исследовательской работы составил порядка 28,3 млн рублей, что связано со снижением доли образования технологических отходов в 2,8 раза при производстве серосодержащей стали марки С45Е за счет стабилизации процесса разлива НЛЗ.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач работы, подготовке и проведении теоретической и экспериментальной работы, обработке полученных результатов, их обобщении и формулировании выводов, в подготовке и публикации полученных результатов.


Содержание представленных технологических приемов доходчиво изложено, и, кроме того, реализованы при разработке и внедрении технологии производства серосодержащей стали марки С45Е.

Результаты работы, проведенной Никитиным М.С., **соответствуют требованиям ВАК** к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.2. – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Считаю, что диссертационная работа Никитина М.С. полностью удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 и заслуживает положительной оценки, а автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

• Рецензент:

Начальник технологического управления  
АО «Корпорация «Красный Октябрь»

 Gladysheva Ольга Викторовна  
03.04.2026

400007, Волгоградская область, город Волгоград, пр-кт Им. В.И. Ленина, д. 110  
email: [o\\_gladysheva@vmzko.ru](mailto:o_gladysheva@vmzko.ru)

Я, Gladysheva Ольга Викторовна, согласна на автоматизированную обработку данных, приведенных в этом документе.



