

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Метелкина Анатолия Алексеевича

на тему «Развитие технологических основ комплексной ковшевой обработки расплава после выпуска из сталеплавильного агрегата»,  
представленной на

соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
2.6.2 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Современная технологическая система производства стали развивается в условиях непрерывного ужесточения требований к экологической безопасности, что вызывает, в частности, отказ от применения плавикового шпата как шлакообразующего материала, повышение требований к стойкости огнеупорной футеровки агрегатов, и пр. Вместе с тем традиционная тенденция производства стали, как и прежде, выражается в обеспечении непрерывно растущих требований к степени рафинирования расплава. В создавшихся условиях экстракционные процессы ковшевой обработки металла рафинирующим шлаком и вакуумом требуют дополнительного научного осмысления с целью поиска новых возможностей совершенствования технологического процесса.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа, представленная Метелкиным Анатолием Александровичем, является актуальной.

Диссертационная работа Метелкина А.А. состоит из введения, пяти глав, содержание которых достаточно подробно изложено в автореферате, заключения, списка литературы и приложений. По теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, опубликовано 16 статей, имеются 3 монографии и 2 патента РФ на изобретение.

Во второй главе автор исследовал гомогенную и гетерогенную формы существования безфтористого рафинирующего шлака в ходе ковшевой обработки и предложил методику расчёта его сульфидной ёмкости. Далее автор оценил влияние шлака с максимальной серопоглотительной способностью на износ огнеупорной футеровки сталеразливочного ковша.

В третьей главе при анализе механизмов экстракционного рафинирования жидкой стали в вакууме автор определил, что основной механизм удаления углерода, при его концентрации менее 0,003-0,006 % масс., реализуется на пузырьках нейтрального газа, подаваемого во впускной патрубок.

В четвертой главе приведены результаты физического моделирования процесса циркуляционного вакуумирования, а также представлена идея оценки геометрических параметров впускного патрубка и интенсивности продувки аргоном. Применение разработки в промышленном производстве позволило увеличить стойкость футеровки патрубка на 27 %.

Пятая глава посвящена изучению и оптимизации технических и технологических параметров обезуглероживания стали в циркуляционном вакууматоре. В частности, показано, что целесообразно регулировать расход аргона при увеличении площади внутреннего сечения патрубка вакууматора в результате износа огнеупоров.

Изложенные в автореферате научные положения, технологические рекомендации, а также выводы обоснованы и подтверждены результатами промышленных испытаний.

Особую значимость данной работе придают исследования влияния оксида алюминия на сульфидную ёмкость рафинирующего безфтористого шлака и механизма обезуглероживания в камере циркуляционного вакууматора. Проведенные комплексные исследования с учетом параллельных процессов (износ огнеупоров сталеразливочного ковша и впускного патрубка вакууматора) выявили некоторые интересные эффекты, что позволяет более тонко регулировать параметры технологии.

Основные замечания к автореферату диссертации:

ВХ. № 05-19/1-137  
от 13.05.2024 г

1. В тексте автореферата отсутствует информация о методике холодного моделирования на лабораторной установке циркуляционного вакууматора, поэтому неясно каким критериям подобия соответствует процесс, каков масштаб моделей для 140 и 300-тонных сталеразливочных ковшей, с какой целью применяли углекислый газ для продувки и пр.

2. В некоторых местах текста автореферата вызывает разночтения отсутствие единства терминологии и некорректное применение известных терминов, например, на странице 22 G это «количество металла, поступающего в вакуум-камеру (скорость массопереноса), т/мин», а на странице 27 «скорость массопереноса расплава во впускном патрубке G». В подписи к рисунку 10, на котором показано изменение концентрации водорода в ходе вакуумирования, указано «Общее удаление водорода ..... в зависимости от времени.....», трудно понять значение величин в столбце «изменение интенсивности удаления углерода, %/мин» в таблице 6 на странице 36.

3. В тексте автореферата отсутствует информация о методике построения графика, представленного на рисунке 7 (страница 17). Неясно, каким образом определяли среднюю температуру стали и шлака в ходе нагрева расплава.

Высказанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа Метелкина Анатолия Алексеевича «Развитие технологических основ комплексной ковшевой обработки расплава после выпуска из сталеплавильного агрегата» полностью отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов, а ее автор, Метелкин Анатолий Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Отзыв составил:

Профессор кафедры Электromеталлургия  
Выксунского филиала НИТУ «МИСИС»,  
д.т.н., доцент  
Тел.+7(987)538-73-97  
E-mail: [wmsafonov@gmail.com](mailto:wmsafonov@gmail.com)

Сафонов Владимир Михайлович

Полное название организации, направляющей отзыв:

Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», 607036, Нижегородская область, г. Выкса, р.п. Шиморское, ул. Калинина, 206, тел. 8(83177) 4-12-43, e-mail: [vfmsis@misis.ru](mailto:vfmsis@misis.ru).

Подпись профессора кафедры Электromеталлургия Выксунский филиал НИТУ «МИСИС», д.т.н., доцента Сафонова Владимира Михайловича подтверждаю:

Начальник отдела кадров  
Выксунского филиала НИТУ «МИСИС»

Чубарова Н.Ю.

Я, Сафонов Владимир Михайлович, автор отзыва, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.