

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
**«ВОЛГОГРАДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(ВолгГТУ)

им. В.И.Ленина пр-кт, 28, г. Волгоград, 400005,
Телефон 23-00-76, факс 23-41-21
e-mail: rector@vstu.ru
<http://www.vstu.ru>
ОГРН 1023403440818
ОКПО 02068060
ИНН/КПП 3444049170/344401001

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
профессор, доктор технических наук
Кузьмин Сергей Викторович



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Божескова Алексея Николаевича «Исследование и совершенствование технологии внепечной обработки и непрерывной разливки стали с нормируемым нижним пределом содержания алюминия и серы с целью повышения её разливаемости» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов

В настоящее время непрерывная разливка является приоритетным направлением сталеплавильного производства за счёт обеспечения высокой производительности и повышения конкурентоспособности получаемых изделий. Широкое распространение этой технологии во всём мире объясняется достаточно очевидными её преимуществами, однако существуют некоторые марки сталей, для которых получение качественной непрерывнолитой заготовки представляет определённые проблемы. В частности, это касается стали С45Е с нормируемым нижним пределом содержания алюминия и серы, наличие которых создаёт сложности при разливке металла в связи с застыванием огнеупорного погружного стакана включения на основе этих элементов, возможным прекращением разливки, возврату плавки, а также повышенным содержанием неметаллических включений в самой заготовке.

Для устранения возникающих проблем необходимо установить механизм зарастания стакана, состав и вид неметаллических включений, участвующих в этом процессе, гидродинамические и тепловые факторы, воздействующие на расплав при его движении из промежуточного ковша в кристаллизатор, исследовать и оптимизировать состав шлакообразующих смесей с целью повышения их ассимиляционной способности. Все эти направления исследования приведены в представленной диссертационной работе, посвящённой улучшению разливаемости стали с нормируемым содержанием алюминия и серы, что свидетельствует об её актуальности.

Актуальность работы обусловлена высокой научной и практической значимостью проблемы снижения зарастания погружных стаканов при разливке стали на МНЛЗ. В работе сформулированы новые принципы решения данной проблемы, выражающиеся в контроле и оптимизации состава ШОС в промежуточном ковше, обеспечивающего повышение эффективности рафинирующей способности покровного шлака и существенное снижение неметаллических включений, участвующих в процессе зарастания погружного стакана.

Научная новизна рассматриваемой работы заключается в следующем:

1. Расширены и дополнены представления и существенном влиянии шлака сталеразливочного ковша на состав и свойства шлака промежуточного ковша применительно к условиям разливки среднеуглеродистой низколегированной стали с нормируемым нижним пределом алюминия и серы. Показано, что при высокой основности шлака сталеразливочного ковша (2,5-3,0) меняется химический состав и рафинирующая способность шлака промежуточного ковша за счёт попадания шлака сталеразливочного ковша в промежуточный ковш в конце разливки каждой плавки в серии.
2. Уточнены области концентраций алюминия и серы, при которых наблюдается перераспределение состава неметаллических включений в сторону большего количества алюминатов кальция и снижения его сульфидов. При уменьшении содержания алюминия от 0,050 до 0,020 и серы от 0,035 до 0,020 % количество связанного в сульфиды кальция снижается примерно в 3 раза – с 0,0080 до 0,0030 %, а количество кальция, связанного в оксиды возрастает с 0,0050 до 0,0100 %, что обеспечивает лучшую разливаемость стали.
3. Предложен алгоритм разработки химического и компонентного состава шлакообразующих смесей для сталеразливочного ковша при непрерывной разливке, в основе которой лежит комплексный подход формирования шлакообразующих смесей, который учитывает достижение необходимых свойств ШОС (вязкость 0,7 – 1,5 Па·с, температура растекания не выше 1250 °С, быстрое расплавление в ковше) при низкой стоимости смеси.

4. Сформулированы с помощью физического моделирования гидравлических потоков для 4-х ручьевого Т-образного промежуточного ковша МНЛЗ при разливке стали С45Е, научно обоснованные требования по снижению средней скорости потока металла до 0,004 – 0,005 м/с, увеличению времени его пребывания в ковше до 7-8 мин. и снижению локально скорости потоков у границы металл-шлак до 0,10-0,15 м/с для обеспечения лучшей ассимиляции шлаком всплывающих неметаллических включений.

Практическая значимость работы состоит в том, разработан состав шлакообразующей смеси, обладающий повышенной ассимилирующей способностью к глинозёмистым и сульфидным включениям. Установлен новый шлаковый режим в ковше при внепечной обработке стали с нормируемым нижним пределом содержания алюминия и серы, обеспечивающий снижение степени зарастания огнеупорных погружных стаканов и повышение серийности плавки.

Разработана новая конструкция промежуточного ковша увеличенной ёмкости и нового металлоприёмного устройства, обеспечивающие лучшую ассимиляцию включений покровным шлаком. Разработаны и запатентованы состав шлакообразующей смеси в промежуточном и сталеразливочном ковшах, и способ внепечной обработки стали. Предложенные решения позволили в 5,86 раз снизить средний показатель по числу замен стаканов на одну плавку. Внедрение указанных мероприятий на АО «Волжский трубный завод» обеспечило экономический эффект в размере 31, 86 млн. руб. в год.

Полученные в работе результаты можно рекомендовать и для других предприятий, производящих близкую по сортаменту продукцию.

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, по её содержанию можно сделать следующие замечания.

1. Расчёт тепловых потоков от поверхности шлака в сталеразливочном ковше проводился только для условий конвективного теплообмена, без учёта турбулентных перемещений расплава. С. 68 -69.

2. При физическом моделировании поведения металла в промежуточном ковше на с. 101 приводится обязательное условие сопоставимости процесса на модели и объекте, заключающееся в близости числовых значений рассматриваемых критериев подобия, как на модели, так и на объекте моделирования ($Kp = idem$). Однако расчётных данных выполнения этого условия в диссертации не представлено.

3. В диссертации подробно представлены составы и виды неметаллических включений, образующихся на стенке разливочного стакана при обычных условиях разливки. Изменение состава этих включений после использовании опытной ШОС в диссертации не отражено.

4. На с. 115 указывается, что в результате применения опытной технологии в металле уменьшилось содержание неметаллических включений на 50%, однако в диссертации не приведены количественные данные (таблицы, графики), подтверждающие этот результат.

5. Не полностью раскрыт механизм перераспределения состава неметаллических включений в стали (алюминатов и сульфидов) при уменьшении концентраций алюминия и серы в расплаве.

6. По тексту диссертации в единичных случаях встречаются грамматические ошибки и стилистические неточности.

Указанные замечания не затрагивают основных научных результатов, полученных в рассматриваемой работе, и не снижают её общей положительной оценки.

Диссертация написана технически грамотным языком, оформлена в соответствии с общепринятыми нормами. Автореферат диссертации соответствует её содержанию.

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в публикациях в 9 рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК. 7 публикаций представлены в наукометрических базах Scopus и Wos. Получены 2 технических решения на состав шлакообразующей смеси и способ внепечной обработки стали, которые защищены патентами РФ и экономически обоснованы при разливке стали для непрерывнолитых заготовок. По результатам работы сделано два доклада на международной и Всероссийской конференциях.

Общее заключение

Представленная диссертация является законченной научно квалификационной работой, в которой на основании теоретических и экспериментальных исследований представлены научные и технические решения по повышению качества непрерывнолитых заготовок за счёт использования новых высокоэффективных шлакообразующих смесей, совершенствования конструкции промежуточного ковша, которые успешно прошли апробацию и могут быть рекомендованы к широкому внедрению. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842. Автор диссертации Божесков Алексей Николаевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Диссертация и отзыв на неё рассмотрен на заседании кафедры «Технология материалов».

Присутствовали на заседании кафедры 17 человек. Результаты голосования: «за» - 17 человек, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет. Протокол №6 от 12 декабря 2019 года.

Заведующий кафедрой
«Технология материалов»

доктор технических наук, профессор

 Зюбан Николай Александрович

Учёный секретарь кафедры
«Технология материалов»

кандидат технических наук, доцент

 Руцкий Дмитрий Владимирович

400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д. 28.

тел. (8442) 24-81-58

E-mail: tecmat49@vstu.ru



Подпись Зюбан Н.А., Руцкий Д.В.
УДОСТОВЕРЯЮ 17 декабря 2019
Нач. общего отдела В.А. Антонов
(подпись)