

Утверждаю:
Проректор по науке ФГАОУ ВО
«УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

А.В. Германенко



13.02 2023 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Сергея Дмитрия Владимировича по теме «Технология получения полых заготовки методом электрошлакового переплава по одноэлектродной схеме», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Представленная диссертация посвящена совершенствованию техники и технологии электрошлакового переплава (ЭШП), с целью получения полых литых заготовок с повышенными свойствами при оптимизированных затратах.

Несмотря на бытующее мнение о том, что ЭШП является «нишевым» решением, процесс сохраняет ряд преимуществ, которые обеспечивают его не только его актуальность, но перспективу развития. Сталь массовой выплавки, получаемая по интенсивной технологии в ковшах с магниальной футеровкой и обрабатываемая высокоосновными шлаками, кальций-содержащими модификаторами, оказывается поражена вредными типами магнийсодержащих и коррозионно-активных неметаллических включений (НВ). В связи с этим в литературе высказываются предложения об отказе от интенсивного рафинирования, и даются рекомендации о рациональности не глубокого удаления примесей и НВ, а изменения их морфологии и более равномерном распределении по слитку.

Однако особенности формирования слитка при литье на современных МНЛЗ приводят к тому, что даже весьма чистая по НВ и однородная жидкая сталь, попадая в кристаллизатор, загрязняется крупными агрегатами НВ и кристаллизуется с химической неоднородностью. Далее, в процессе прокатки иковки НВ «раскатываются» в строчки и становятся причиной дефектов. Металл ЭШП, в большинстве случаев, лишён подобных недостатков из-за особой конструкции агрегата и технологии процесса, приводящих к тому, что слитки данного процесса можно использовать для дальнейшего производства без прокатки иликовки (что дополнительно снижает затраты).

Технические особенности процесса (отсутствие огнеупорной футеровки, контроль состава шлака, возможность использования тока сложной формы, компактность и т.д.) позволяют реализовывать при ЭШП уникальные технологические приёмы – электрохимическое рафинирование и легирование, азотирование, модифицирование НВ высококальциевым шлаком, а не силикокальцием, формирование сложной и даже композитной структуры слитка – что свидетельствует о потенциале развития процесса, в том числе с привлечением новых цифровых средств контроля, управления, моделирования.

Таким образом, представленная работа, направленная на дальнейшее совершенствование техники и технологии электрошлакового переплава, **актуальной**.

Автором диссертационной работы получены следующие **новые научные результаты**:

1. Впервые показано, что в случае вращения расходуемого электрода тепловой центр трансформируется в тепловое кольцо, у которого внутренний периметр располага-

ется на некотором расстоянии от оси формируемого слитка, что обусловлено величиной центробежных сил.

2. Разработана математическая модель изменения гидродинамической обстановки в шлаковой и металлической ваннах при ЭШП с вращением расходуемого электрода вокруг собственной оси, показывающая, что траектория движения капель жидкого металла в шлаковой ванне зависит от пропорционального отношения квадрата скорости вращения расходуемого электрода к силе подводимого тока.

3. Выявлена зависимость влияния размеров прошивающего дорна, кристаллизатора и расходуемого электрода на скорость его вращения и место доставки электродного металла в жидкую металлическую ванну.

Обоснованность научных положений, достоверность результатов и выводов диссертации:

Использование современных методов анализа и математического моделирования с привлечением цифровой техники, физического моделирования, обеспечивают корректность представленных результатов. В исследованиях также использовалась полупромышленная установка ЭШП А-550, осуществлено внедрение результатов, что подтверждает правильность сделанных в работе научных выводов и перспективность разработанных технических решений.

Практическая ценность и значимость результатов диссертации:

1. Методом физического моделирования подтверждена возможность воздействием центробежных сил менять гидродинамическую обстановку в шлаковой ванне, обеспечивать радиальное течение жидкого металла на оплавленном торце и смещать тепловой центр в металлической ванне.

2. Создана компьютерная программа «Тепловая картина кристаллизующейся полой заготовки при ЭШП», позволяющая определять необходимые технологические параметры (величину тока, скорость вращения) для каждого конкретного случая реализации предлагаемой технологии.

3. Разработана конструкторская документация и проведена модернизация полупромышленной установки электрошлакового переплава А-550 для реализации технологии получения полой заготовки по одноэлектродной схеме.

4. Проведены опытные переплавы с вращением расходуемого электрода для получения полой заготовки с использованием прошивающего дорна на постоянном и переменном токе.

5. Результаты, представленные в диссертационной работе, внедрены и используются в учебном процессе при подготовке студентов по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 «Металлургия» в филиале ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте.

Основные положения и результаты работы опубликованы в 14 печатных работах, в том числе, в пяти изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых в базе Scopus. По результатам проведенных работ получены патент на изобретение, патент на полезную модель и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы докладывались и обсуждались на семи Международных и Российских научно-технических конференциях.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания и вопросы:**

1. Достаточно ли в данной работе, посвященной тепловым процессам, было уделено внимания свойствам шлака ЭШП, являющегося тепловыделяющим элементом?

2. Название рисунка 2 автореферата необходимо уточнить. На данный момент не ясно, что имеется в виду под «поток электронов», если шлак обладает ионной проводимостью.

3. Может ли дорн (после конструктивной доработки) стать средством доступа в ванну для осуществления дополнительных технологических воздействий на гидродинамику расплавов – продувки инертным газом или газо-порошковой смесью?

4. Попробуйте спрогнозировать будущее процесса ЭШП. Как вы считаете, можно ли классический процесс «доработать» до своеобразного варианта аддитивных технологий, с получением слитков более сложной формы и структуры? В работе был изучен один способ управления движением капель, но, что если таких способов может быть несколько – в комплексе направленных на организацию и управление гидродинамикой ванны? Например, за счёт дополнительных электромагнитных полей (влияющих на металл, но не влияющих на оксиды, шлак и НВ), продувки газом, ввода проволок с испаряющимся наполнителем (NaCl) или приварки подобной проволоки к электроду.

Сделанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение:

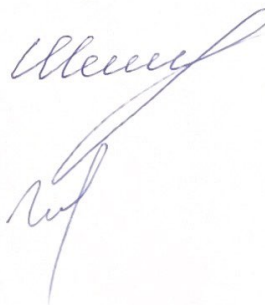
Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладающей внутренним единством, в которой на основании проведенных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны. Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Научные и прикладные результаты диссертации могут быть рекомендованы для внедрения на металлургических предприятиях.

Соискатель Сергеев Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Доклад по диссертационной работе был заслушан и обсужден на научно-техническом семинаре (НТС) кафедры Металлургии железа и сплавов (МЖиС), протокол № 2 от 08 февраля 2023 года.

Председатель НТС,
Зав.кафедры МЖиС,
Директор Института новых
материалов и технологий УрФУ
д.т.н. проф.



О.Ю. Шешуков

Секретарь НТС,
доцент кафедры МЖиС Института
новых материалов и технологий,
к.т.н., доцент

Л.Ю. Гилева

Сведения о ведущей организации:

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира д. 19

Телефон: +7 (343) 375-44-44

e-mail: contact@urfu.ru

Я, Шешуков Олег Юрьевич, даю свое согласие согласен на автоматизированную обработку данных, приведенных в данном отзыве.

Я, Гилева Лариса Юрьевна, согласна на автоматизированную обработку данных, приведенных в данном отзыве.

