


## УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
ГОУ ВО ЛНР «Луганский  
государственный университет  
имени Владимира Даля»  
доктор технических наук,  
профессор

 Витренко В.А.  
«13» ~~декабря~~ 2023 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Беззуб Александры Андреевны на тему «Повышение эффективности процессов тепломассопереноса в технологии внепечной обработки стали», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика.

### Актуальность для науки и практики

Вопросы повышения эффективности процессов тепломассопереноса на различных этапах плавильного передела являются основополагающими в металлургии. С оптимизацией этих процессов связано обеспечение повышенного качества металла, а также улучшение технико-экономических характеристик и экономии энергетических ресурсов. Особое место в структуре технологий внепечной обработки стали занимает продувка металла аргоном через днище ковша при атмосферном давлении под слоем синтетического шлака, предохраняющего расплав от переохлаждения и поступления в него газов из атмосферы. Совершенствование этой технологии может заключаться в нахождении оптимизированных параметров тепловых технологических процессов. В совершенствовании режимов продувки аргоном жидкой стали и температурного режима покровного шлака кроются значительные резервы энергоресурсосбережения. До сих пор не решен вопрос выбора оптимизированного распределения пористых элементов (пористых пробок) в днище, который, с одной стороны, позволял бы достичь заданный уровень рафинирования металла, а, с другой стороны, уменьшение износа футеровки и экономии энергоресурсов. Таким образом, применительно к технологии внепечной обработки стали изучение и совершенствование процессов тепломассопереноса при продувке жидкого металла аргоном через днище ковша является актуальной научной задачей промышленной теплоэнергетики, связанной с достижением повышенных показателей энергоресурсосбережения в металлургии стали.

### Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

1. Впервые проведено учитывающее пространственную структуру температурного поля в расплаве и несимметричность расположения продувочных устройств в днище ковша компьютерное моделирование процессов конвективного

23  
195/01-42

теплопереноса атомов азота в жидком металле при его внепечной деазотации, согласующееся с данными заводских и лабораторных исследований.

2. Получили развитие научные представления о влиянии характера нагрева шлака, покрывающего жидкий металл, на его температурный режим. Показано, что режимы нагрева шлака с периодическим включением и отключением электродов обеспечивают как поддержание температуры металла на необходимом уровне, так и сокращение энергозатрат при его внепечной обработке.

3. Впервые исследована разрушающая способность вихревого движения жидкого металла, вызывающего истощение футеровки ковша. Выявлены области наиболее подверженные фактору данных высокотемпературных деструктивных воздействий. Показано, что разработка защитных мер, по усилению этих областей повышает длительность эксплуатации футеровки стенок ковша, и, таким образом, является фактором ресурсосбережения.

4. Впервые получена допускающая определение экстремальных значений и являющаяся основой в достижении максимального показателя энергоресурсосбережения зависимость степени деазотации расплава железа от интенсивности продувки аргоном через несимметрично расположенные в днище ковша пористые элементы.

**Значимость результатов исследования для науки** заключается в разработке рекомендаций по обеспечению оптимизированных параметров энергоресурсосбережения при нагреве шлака, покрывающего расплав металла; о необходимости принятия и характере защитных мер для минимизации факторов разрушительного воздействия вихревого движения разогретого жидкого металла на футеровку стенок ковша; по выбору оптимизированных параметров интенсивности продувки жидкой ванны аргоном.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Получен акт № 43204-337 от 07.12.2022 о внедрении результатов диссертационного исследования в условиях ООО «ЮГМК» Филиала №2 «Енакиевский металлургический завод». Рекомендуются дальнейшее использование результатов на металлургических предприятиях.

#### **Общие замечания**

Имеются следующие замечания по работе:

1. Предложения имеют сложную структуру, что затрудняет восприятие информации. Стиль изложения материала местами недостаточно научный.

2. В некоторых формулах при описании переменных не указана размерность.

3. В разделе 3 при описании методики определения теплового баланса ковшевого агрегата не приведен общий вид установки.

#### **Заключение**

Несмотря на вышеизложенные замечания, работа выполнена на высоком уровне. Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему.

Научные труды, опубликованные соискателем, в полной мере отображают содержание диссертации. Научные результаты диссертации опубликованы в 6 работах, в том числе в 3 статьях, входящих в перечень ВАК ДНР. Технические решения, полученные автором в процессе работы, подкреплены актом № 43204-337 от 07.12.2022 о внедрении результатов диссертационного исследования в условиях ООО «ЮГМК» Филиала №2 «Енакиевский металлургический завод».

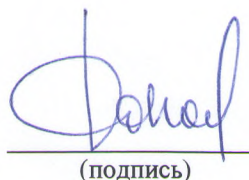
Диссертационная работа по актуальности, научной новизне и обоснованности результатов соответствует паспорту научной специальности 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика, а именно, в части:

- теоретических и экспериментальных исследований процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло;
- разработки новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками;
- оптимизации параметров тепловых технологических процессов и разработки оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах.

Работа отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

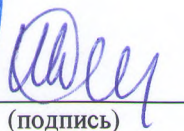
Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» от «17» января 2023 г., протокол № 5.

Профессор кафедры  
вентиляции, теплогазо- и  
водоснабжения,  
ГОУ ВО ЛНР  
«ЛГУ им. В. Даля»  
д.т.н., профессор



Соколов Владимир Ильич

Подпись Соколова Владимира Ильича  
подтверждаю: Ученый секретарь  
Ученого совета ГОУ ВО ЛНР  
«ЛГУ им. В. Даля»  
д.т.н., профессор



Дейнека Инесса Григорьевна

Государственное образовательное учреждение высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный университет имени Владимира Даля». 91034, г. Луганск, квартал Молодежный, 20-А, телефон +380(642) 34-48-18, e-mail: dahl.univer@yandex.ru