

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Глухова Ильи Васильевича «Совершенствование тепловой работы дуговой сталеплавильной печи при «скрап-карбюраторном» процессе выплавки полупродукта стали», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

**Актуальность.** Дуговые сталеплавильные печи (ДСП) являются одним из основных технологических агрегатов черной металлургии и эффективность их работы в значительной степени определяет экономические показатели производства стали. Рациональная конструкция средств интенсификации плавки в ДСП – важный резерв повышения их производительности и снижения эксплуатационных затрат.

Рецензируемая диссертация посвящена разработке и исследованию эффективной конструкции и режимов работы газокислородных горелок, которые в качестве мощного средства интенсификации плавки широко используются в современных ДСП.

В то же время, недостаточно изученными остаются вопросы повышения производительности и сокращения расхода электроэнергии за счет нагрева шихты продуктами сгорания природного газа и кислорода. В связи с этим диссертационная работа Глухова И.В., посвященная исследованию тепловой работы дуговой сталеплавильной печи и газодинамики, при введении дополнительной тепловой энергии от сжигания природного газа с кислородом в объеме шихты является актуальной.

**Научная новизна** заключается в следующем:

1. Получены новые результаты исследования температурного состояния и газодинамики при радиальной и тангенциальной схеме размещения горелок в рабочем пространстве ДСП.
2. Научно обоснована целесообразность тангенциального размещения горелок в рабочем пространстве ДСП.
3. Предложена новая методика расчета горения для определения действительной температуры продуктов сгорания природного газа с кислородом с учетом диссоциации  $\{CO_2\}$  и  $\{H_2O\}$  и теплоотдачи в окружающую среду.
4. Предложена методика расчета времени нагрева шихты, в рабочем пространстве ДСП при «скрап-карбюраторном» процессе.

**Практическая значимость работы** заключается в следующем:

1. Предложен кинетический режим сжигания природного газа с кислородом в ДСП при «скрап-карбюраторном» процессе.

2. Разработана конструкция новой газокислородной горелки, обеспечивающей сжигание природного газа без «проскока» пламени в корпус горелки при кинетическом режиме горения.

3. Предложен способ рациональной загрузки шихты в рабочее пространство ДСП при «скрап-карбюраторном» процессе в зависимости от насыпной плотности и доли компонентов в шихте.

**Структура работы.** Диссертационная работа выполнена в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Диссертация состоит из введения, пяти глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы. Диссертационная работа изложена на 155 страницах текста и содержит 64 рисунка, 25 таблиц и 15 приложений.

*Во введении* обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и поставлены задачи исследования.

*В первой главе* представлен обзор литературы по теме диссертации, в результате, которого обоснована цель и задачи исследования.

*Во второй главе* определен расход технологического кислорода, количество и концентрация компонентов продуктов сгорания и их температура по предложенной методике расчета горения стехиометрической смеси природного газа рабочего состава с технологическим кислородом с учетом диссоциации водяных паров и диоксида углерода.

*В третьей главе* приведены результаты исследований газокислородных горелок конструкций, применяемых на действующих ДСП, предназначенных для сжигания природного газа с кислородом в диффузионном режиме и разработанной конструкции горелки, обеспечивающей сжигание в кинетическом режиме. Проведено расчетное исследование зависимости температуры факела предложенной горелки при изменении концентрации кислорода в КВС от 20 до 95 масс. % с целью выбора рационального кинетического режима горения природного газа.

*В четвертой главе* предложена рациональная загрузка шихтовых материалов в рабочее пространство ДСП, уточнены физические параметры и теплофизические свойства исходных материалов и комбинированного слоя шихты.

*В пятой главе* представлены результаты исследований газодинамических и температурных полей продуктов сгорания в рабочем пространстве ДСП при радиальном и тангенциальном размещении горелочных устройств. Предложена методика расчета нагрева шихты первой корзины.

**Достоверность** научных и практических результатов диссертации Глухова И.В. полученных результатов обеспечивается надёжностью исходных данных, применением общепризнанных вычислительных методов

и программных средств и подтверждается удовлетворительным совпадением результатов моделирования с экспериментальными данными.

**Апробация работы и публикации.** Следует отметить достаточную апробацию работы. Основные результаты были представлены на 9 всероссийских и международных научных конференциях, опубликовано 28 научных работ, среди которых 12 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus, WoS, получен 1 патент РФ на изобретение.

### **Замечания и вопросы по диссертации**

1. На стр.16 автор указывает на недопустимость использования части шихты в ДСП в качестве топлива. А в выводах по главе 5 сказано, что угар железа вносит более 30 % в приход теплоты от экзотермических реакций. Как объясняется такое противоречие?

2. Предложенное тангенциальное расположение горелок может усилить опасность прогорания стеновых панелей под действием отраженного от шихты пламени. Анализ этого фактора отсутствует.

3. Чем обосновано расположение горелок под углом именно 45° к стенам печи в горизонтальной плоскости. Было бы полезным выполнить анализ оптимального угла расположения горелок.

4. В выводах по главе 4 сказано, что у горелки предлагаемой автором конструкции факел короче в 1,5 -5 раз, чем у известных горелок. Разве при сокращении длины факела не снижается интенсивность его теплоотдачи шихте?

5. Следовало бы, помимо расчетов, привести и другие доказательства надежности предлагаемого решения по исключению проскока в предлагаемой конструкции горелки при различных эксплуатационных режимах.

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности проведенных исследований и не влияют на общую положительную оценку.


### **Заключение по диссертации**

Диссертационная работа Глухова И.В. «Совершенствование тепловой работы дуговой сталеплавильной печи при «скрап-карбюраторном» процессе выплавки полупродукта стали», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и соответствует требованиям, определенным п.9 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Оценивая уровень работы в целом, считаю, что содержание диссертации соответствует научной специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов, область исследования соответствует пункту 12 «Газо- и аэродинамика в металлургических агрегатах» и пункту 13 «Тепло- и массоперенос в низко- и высокотемпературных процессах» паспорта специальности, а ее автор Глухов Илья Васильевич – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.


Официальный оппонент  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Электроснабжения  
промышленных предприятий и электротехнологий»  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Национальный исследовательский  
университет «МЭИ»

«22» сентября 2023 г.

  
Нехамин Сергей Маркович

Подпись профессора кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий, доктора технических наук С.М. Нехамина заверяю



  
Заместитель / Начальника  
Управления по работе с персоналом  
Л.И. Полевая


Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»;

Почтовый адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д.14, стр.1;

e-mail: universe@mpei.ac.ru;

Телефон: +7 495 362-75-60

Я, Нехамин Сергей Маркович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в данном отзыве.

  
\_\_\_\_\_