

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Черменева Евгения Александровича “Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности плавки стали”, специальность 05.16.02 “Металлургия черных, цветных и редких металлов”, представленной к защите в диссертационный совет Д.212.132.02 при НИТУ “МИСиС”

Известно, что одним из перспективных направлений производства стали в дуговых сталеплавильных печах является применение непрерывной подачи железорудных металлизированных окатышей в ванну агрегата. Однако, достижение заданных технико-экономических показателей процесса, повышение качества стали и металлопродукции из неё, снижение энергоёмкости производства, требует изучения и уточнения закономерностей совместного протекания процессов нагрева и плавления окатышей в сложной полифазной системе “Дуга-шлак-металл”, осложняемых подачей железорудных окатышей через полые электроды в область горения дуги.

В этой связи **диссертационная работа Черменева Евгения Александровича** “Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности плавки стали”, посвященная исследованию физико-химических и тепломассообменных процессов плавления массы окатышей в шлако-металлической ванне ДСП, разработке математических моделей и алгоритма оптимального управления параметрами электроплавки стали, **является безусловно актуальной.**

Следует особо отметить корректно сформулированную **цель и задачи**, подлежащие решению для её достижения, соотнесенные с практическими условиями работы ОАО “ОЭМК”.

Научная новизна работы заключается в том, что автором работы, **Черменевым Е.А.**, установлена взаимосвязь между условиями подачи металлизированного сырья через осевые отверстия электродов и увеличением удельной скорости нагрева расплава ванны в подэлектродном пространстве агрегата. При этом им уточнены закономерности кинетики и сформулирован механизм нагрева и плавления окатышей на поверхностях менисков жидкой стали. Полученные научные результаты позволили разработать и апробировать комплексную математическую модель теплового состояния шлако-металлической ванны и процессов в ней.

Следует отметить и практическую ценность диссертационной работы соискателя **Черменева Е.А.** Так, в частности, им обоснован энергосберегающий режим получения сталей в ДСП, включающий такой технологический прием, как подача железорудных окатышей через полые электроды в область горения дуги, технологическая новизна которого подтверждена рядом патентов РФ на изобретения. Практические результаты работы, как следует из автореферата, использованы на таком высокотехнологичном предприятии металлургического комплекса РФ, как ОАО “ОЭМК”.

Достоверность полученных результатов обусловлена, как следует из автореферата, использованием современных аттестованных методик и приборов, а также методов статистической обработки массивов экспериментальных данных.

Апробацию работа прошла в достаточном объеме, результаты исследования опубликованы, в том числе и в ведущих научных изданиях, что соответствует требованиям ВАК. Основные результаты получены лично автором работы **Черменевым Е.А.**

Замечания по работе.

1. Имеются неудачные, на мой взгляд, термины и общеизвестные данные:

- ...осевые отверстия электродов;
- ...поверхности менисков жидкой стали;
- ...на основе телесных углов, выведенных из рис. 3... (см. с.10, строка 2-ая сверху)/
- Внешнее давление на пузырьки ... см. формулу 18, с.14.

2. В п.5 **Основных задач** (с.3) автор упоминает об оптимальном управлении параметрами... Однако в тексте автореферата нет сведений о средствах и методах оптимизации исследуемых процессов.

3. Из данных, приведенных на с. 10 автореферата и посвященных исследованию и моделированию распределения тепловых потоков, не ясно, зачем автор использует понятие о расчетной точке "Д" на стене ванны, определяя при этом распределение теплового потока по поверхности ванны. При этом автор не учитывает и изменение положения точки "Д" при изменении уровня шлака вследствие его вспенивания, что, судя по рис. 3, является важным в представленных геометрических построениях.

В заключение следует отметить, что несмотря на имеющиеся, на мой взгляд, недостатки и замечания, они не имеют принципиального значения и потому диссертационная работа **Черменева** Евгения Александровича "Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности плавки стали", посвященная исследованию физико-химических и тепломассообменных процессов плавления окатышей в шлако-металлической ванне ДСП, разработке математических моделей и алгоритма оптимального управления параметрами электроплавки стали, специальность 05.16.02 "Металлургия черных, цветных и редких металлов", представленная к защите в диссертационный совет Д.212.132.02 при НИТУ "МИСиС", полностью соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, старший
научный сотрудник, заведующий кафедрой
"Технология конструкционных материалов"
ГОУ ВПО «Донской государственный
технический университет»

А.Ю.Кем

Подпись докт. техн. наук, зав. каф. «ТКМ»
ГОУ ВПО «ДГТУ» Кема А.Ю. заверяю.

Ученый секретарь Совета, к.т.н., доц.



ОТЗЫВ

об автореферате диссертации Черменева Е.А. «Исследование процесса нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Снижение качества используемого металлолома приводит к ухудшению качества выплавляемой стали, в частности, ее загрязнению цветными металлами. Одним из способов улучшения качества является использование в процессе плавки железорудных металлизированных окатышей. Таким образом, повышение технико-экономических показателей процесса выплавки стали с использованием металлизированных окатышей является актуальной проблемой электрометаллургии стали.

Научный интерес в работе Черменева Е.А. представляет комплексная математическая модель, включающая описание теплового состояния шлако-металлической ванны, процесс обезуглероживания металла, нагрев и плавление окатышей, и позволяющая определить энерготехнологические показатели работы агрегата и управлять режимом плавки. Достоверность полученной модели в целом сомнений не вызывает, так как имеется хорошая сходимость с результатами экспериментальных исследований.

Практическая ценность работы заключается в разработке алгоритма расчёта энерготехнологических параметров плавки стали, позволяющих улучшить технико-экономические показатели работы печи.

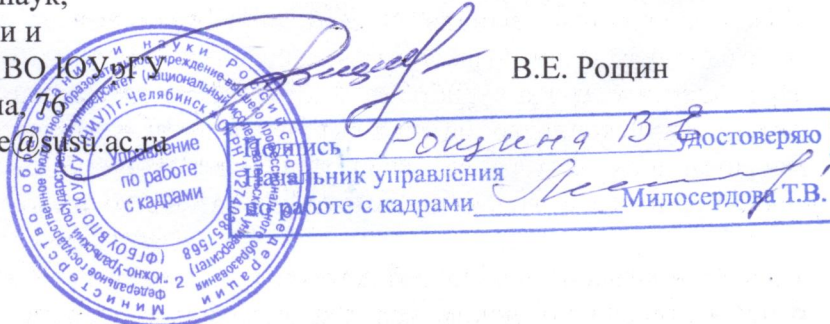
В качестве замечаний по автореферату следует отметить следующее:

1. В пункте 7 раздела «Основные выводы и результаты» отмечено улучшение ряда показателей плавки в связи с использованием загрузки окатышей через осевые отверстия электродов. Вместе с тем, в тексте автореферата (с. 7-8) на основе анализа литературных данных показано такое же улучшение этих параметров при использовании трубчатых электродов без загрузки через них окатышей. В связи с этим неясен вклад такой подачи материалов в улучшение параметров плавки.
2. Метод подачи сыпучих шихтовых материалов через осевое отверстие электрода не является новым. По-видимому, первым опытом использования полых электродов являются промышленные эксперименты фирмы «Юнион Карбайд» (патент США № 626623, 1960). В последние годы прошлого века были проведены обширные исследования по использованию полых электродов и загрузки шихтовых материалов через осевые отверстия электродов на печах постоянного тока ферросплавных заводов ряда фирм, в частности, наиболее детальные выполнены южно-африканской фирмой «Mintek». Они не выявили преимуществ такой загрузки, и от использования полых электродов на ферросплавных печах отказались. В настоящее время эти печи переведены на подачу сыпучих мелких материалов через отверстия в своде, расположенные на расстоянии ~500 мм от центра электрода. В сталеплавильных печах вследствие использования электродов меньшего по сравнению с руднотермическими печами диаметра загрузка через осевые отверстия является ещё более проблематичной.

Несмотря на это, в целом работа Черменева Е.А. является, безусловно, полезной. Она позволила разработать математическую модель, с помощью которой можно определять и улучшать энерготехнологические показатели работы печи. В целом диссертация отвечает квалификационным требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Черменев Евгений Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

профессор доктор технических наук,
профессор кафедры металлургии и
литейного производства ФГОУ ВО ЮУрГУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76
Тел. 267-91-61, e-mail: roshchinve@susu.ac.ru

В.Е. Рошин



Отзыв

на автореферат диссертации Черменева Е.А. на тему «Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Одним из перспективных направлений производства электростали в дуговых сталеплавильных печах является применение непрерывной подачи железорудных металлизированных окатышей в ванну агрегата через осевые отверстия электродов в пространство высокотемпературных электрических дуг и на поверхность расплава под их воздействием, что является существенным отличием от типовой технологии электроплавки стали. В этой связи представляется актуальным и целесообразным изучить закономерности совместного протекания процессов нагрева и плавления окатышей в сложной многофазной системе дуга-шлак-металл, проанализировать физико-химические и тепломассообменные особенности плавления, потоки железорудных металлизированных окатышей в шлако-металлической ванне печи, разработать математическую модель и алгоритм оптимального управления параметрами хода электроплавки стали.

Черменев Е.А. грамотно сформулировал цель и задачи диссертационной работы, обосновал новизну научных результатов исследований, показал их практическую значимость. К основным научным результатам следует отнести комплексную математическую модель, включающую описание теплового состояния шлако-металлической ванны, процесс обезуглероживания металла, нагрев и плавление окатышей, загружаемых в печь, позволяющую определять энерготехнологические показатели работы агрегата и управлять режимом плавки.

Практическая значимость работы состоит в разработке нового способа подачи и устройства для регулирования загрузки железорудных металлизированных окатышей, извести и других сыпучих материалов в подэлектродное пространство дуговой печи, в том числе и под давлением газовых смесей.

Достоверность результатов работы подтверждается удовлетворительным соответствием результатов, полученных в работе, с опытными и литературными данными.

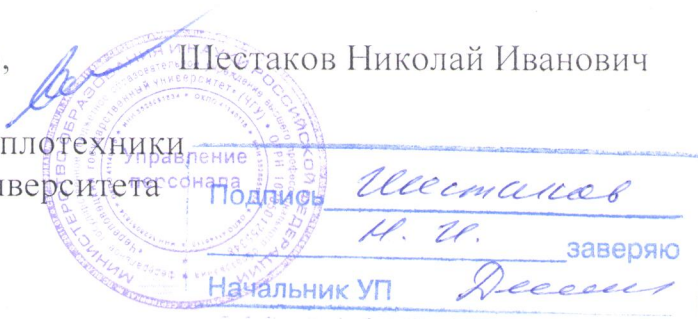
По теме диссертации опубликовано 19 научных работ в центральных и региональных изданиях, в том числе 6 статей в цитируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ.

По автореферату диссертационной работы имеются замечания:

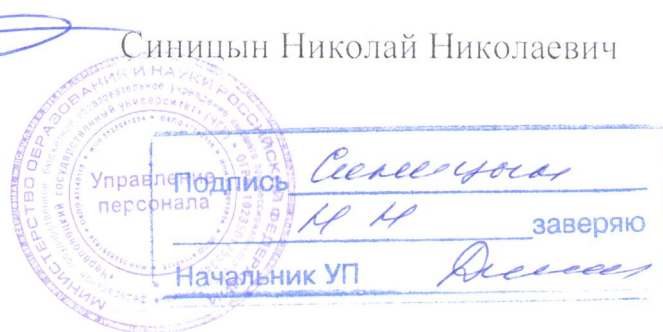
1. Из автореферата диссертационной работы неясно, как задавались коэффициенты теплопроводности, удельная теплоемкость и степень черноты?
2. Из автореферата диссертационной работы неясно, как задавалось значение коэффициента поверхностного натяжения расплава при расчете скорости всплытия пузырьков?

Однако замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, которая является законченным научным трудом. Диссертационная работа Черменева Евгения Александровича соответствует специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», п.9 «Положения о присуждении ученых степеней». Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Доктор технических наук, профессор,
засл. работник высшей школы РФ,
зав. кафедрой Теплоэнергетики и теплотехники
Череповецкого государственного университета
раб. телефон +7(8202)51-78-29;
e-mail: shestakovni@chsu.ru



Доктор технических наук,
профессор, зам. зав. кафедрой
Теплоэнергетики и теплотехники
Череповецкого государственного
университета,
раб. телефон +7(8202)51-78-29;
e-mail: sinitsyn@chsu.ru



162600 г. Череповец Вологодской обл. пр. Луначарского, 5

22.09.2014г.

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации **Черменёва Евгения Александровича** «Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия о черных цветных и редких металлов».

Диссертационная работа посвящена интересному и важному направлению: исследованию и разработке технологии непрерывной подачи жидкометаллических окатышей в ванну электросталеплавильной печи через полые электроды, с целью повышения эффективности тепло- и массообменных процессов в зоне дуги.

В реферате достаточно полно и логично представлены этапы и методы исследования, необходимые для решения поставленной задачи, в том числе:

- экспериментальные исследования на горячей физической модели с полыми электродами;
- модельные эксперименты на созданной автором трехмерной модели теплопроводности с учетом схем подающих тепловых потоков от электрических дуг на ванну, на основе которых получены температурные поля для изучаемого и стандартного способа подачи железометаллических окатышей, а также ряд других интересных результатов, в том числе повышение степени экранирования дуг за счет более интенсивного вспенивания ванны и увеличение коэффициента использования энергии;
- представляет интерес исследование кинетических закономерностей обезуглероживания и нагрева при плавлении железометаллических окатышей, что позволило автору создать математическую модель и алгоритм расчета энерготехнологических параметров электроплавки ЖМО в дуговой печи, а также показать и обосновать возможность существенного улучшения технико-экономических показателей электроплавки стали.

Работа в целом смотрится достаточно логично и содержательно.

Можно сделать следующие замечания:

1. Из реферата непонятно, какие из результатов исследований на горячей модели и каким образом перенесены на реальный объект.
2. Не совсем четко сформулировано выражение, приведенное в п. 2 научной новизны: «... перегретый металл с образованием соответственно шлаковой и металлической корочки, теплоемкость последней в 2-3 раза ниже». Непонятно в 2-3 раза ниже чего теплоемкость, и как это обстоятельство способствует ускорению режима их плавления».

Работа в целом представляет научный и практический интерес и отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, ее автор **Черменёв Евгений Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 “Металлургия о черных цветных и редких металлов”

Профессор кафедры
информационных технологий в металлургии
Сибирского государственного индустриального
университета, доктор технических наук,
заслуженный деятель науки РФ

дом. адрес: 654027, г. Новокузнецк, ул. Кирова 6а, 18
раб.тел. 8(3843) 70-15-63
E-mail: tsymbal33@mail.ru



В.П. Цымбал

Подпись профессора Цымбала В.П. удостоверяю

Начальник отдела кадров



Н.В. Бессонов

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Черменева Евгения Александровича

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА И ПЛАВЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ В ВАННЕ ДУГОВОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ СТАЛИ

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 -
«Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Производство стали с использованием железорудных металлизированных окатышей (ЖМО) в достаточном большом количестве в сверхмощных дуговых электропечах позволяет получать жидкий полупродукт с очень низким содержанием цветных примесей, азота, фосфора и серы благодаря низкому содержанию этих примесей в шихте. Это очень важно для производства следующих сталей: конструкционных, подшипниковых, котельных, пружинно-рессорных и др. С другой стороны использование ЖМО приводит к снижению технико-экономических показателей работы электропечей: расход электроэнергии, производительность печи, выход годной жидкой стали и др. Также ЖМО имеет низкую теплопроводность, что затрудняет его нагрев и плавление в дуговой печи и усложняет технологию выплавки. Таким образом, диссертационная работа Черменева Евгения Александровича является значимой и актуальной в современной металлургии.

В своей работе автор предложил новое устройство и способ загрузки металлизированных окатышей в дуговую сталеплавильной печи (ДСП) через осевые отверстия электродов в пространство высокотемпературных электрических дуг. Экспериментально и теоретически показано, что данная подача ЖМО в печь существенно ускоряет процессы нагрева и плавления потока окатышей, при этом полые электроды используются в качестве элементов оборудования ДСП для непрерывной загрузки сыпучих материалов. Исходя из диссертационной работы это обстоятельство способствует повышению интенсификации процессов плавки, при этом энергетическая положительная роль электродов заключается в том, что дуги, образующиеся на выходе из отверстий в их мощность повышается, что

способствует увеличению удельной скорости нагрева расплава ванны в подэлектродном пространстве ДСП.

Также автор в диссертационной работе предложил комплексную математическую модель, включающая описание теплового состояния шлако-металлической ванны, процесс обезуглероживания металла, нагрев и плавления ЖМО, загружаемых в печь. Данная модель позволяет определять энерготехнологические показатели работы ДСП и управлять режимом плавки.

В своей работе автор, используя методы математического моделирования и усовершенствованные методы расчета и анализа лабораторных экспериментов получает важные теоретические и практические результаты, позволяющие в будущем применить их на действующей ДСП.

Основные результаты диссертационной работы доложены автором на научно-технических конференциях и опубликованы в научно-технических изданиях.

В целом полученные автором результаты выполненных исследований теоретически обоснованы, достоверны, содержат новизну и практическую ценность.

В качестве замечаний, не снижающих ценность работы, можно указать следующее:

1. Имеются сомнения в безупречной подаче окатышей в печь через отверстия электродов. Для возможного применения предложенного способа подачи ЖМО необходимо проверить надежность такого способа на действующей ДСП в электросталеплавильном цехе.
2. Применение в больших количествах металлизированного сырья для выплавки рядовых сталей, как правило, нерационально вследствие его высокой стоимости.

Текст автореферата изложен четким и техническим грамотным языком и в полной мере отражает суть работы, которая соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа содержит эффективные решения актуальной научно-технической задачи и вносит существенный вклад в развитие теории и технологии производства электростали.

Черменев Евгений Александрович предметно решил поставленные задачи и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Технический директор

Ведущий инженер-технолог
проекта ЭСПЦ, к.т.н.

01.07.2014 г.



И.И. Лубе

С.А. Ботников

Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации Черменева Евгения Александровича по теме: «Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

В современных условиях развития технологии электроплавки стали с применением непрерывной подачи металлизированных окатышей в ванну дуговой печи, важным остаются проблемы достижения высоких энерготехнологических показателей, повышения качества металлопродукции и технико-экономических показателей производства. Поэтому тема диссертационной работы, на наш взгляд, является безусловно актуальной.

Диссертантом в работе изучены закономерности совместного протекания процессов нагрева и плавления окатышей в сложной многофазной системе дуга-шлак-металл, а также досконально проанализированы физико-химические и тепло-массообменные особенности плавления потока металлизированного сырья в шлако-металлической ванне дуговой печи и разработана математическая модель и алгоритм оптимального управления параметрами хода электроплавки стали.

Большой теоретический и практический интерес представляют результаты исследования по установлению закономерностей многостадийного протекания режима обезуглероживания металла в системе шлак-металл при непрерывной загрузке окатышей в ванну печи с учетом воздействия на нее топливно-кислородных горелок (ТКГ) и параметров теплового состояния агрегата.

Впервые также обоснованы и систематизированы технологические условия нагрева металлизированных окатышей в электрической дуге с последующим их плавлением на высокотемпературных поверхностях менисков металла в условиях осуществления непрерывной подачи окатышей в подэлектродное пространство агрегата.

Однако в работе недостаточно подробно и убедительно рассмотрены вопросы, связанные с более интенсивным плавлением окатышей и испарением железа, при достижении электрическими дугами поверхности металла под шлаком в условиях регулируемой и непрерывной подачи металлизированного сырья через осевые отверстия электродов в объем дуги, на шлак и высокотемпературные поверхности контакта дуг с жидким металлом, что также в недостаточной степени экономически подтверждено расчетами или опытными данными.

Тем не менее, несмотря на отмеченные недостатки, работа в целом имеет важное теоретическое и практическое значение, обладает существенной научной новизной и является законченным научным трудом, который отвечает требованиям ВАК, а диссертант Черменев Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».


Начальник

теплотехнической лаборатории

ОАО «ОЭМК»

тел.: 8 903 885 2694

Попов Сергей Викторович



Начальник группы лаборатории

окомкования и металлизации

Тех. управления ОАО «ОЭМК»

доцент, кандидат технических наук

тел.: 8 909 209 4410

Шевченко Александр Александрович



309515, Белгородская обл., Старый Оскол, ОЭМК

Подпись Попова
Югашкин



Подпись Югашкина
М.И. Югашкин
26.08.2014



открытое акционерное общество
НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

Россия, 398040, г. Липецк, пл. Metallургов, 2 | факс: (4742) 44 11 11 | e-mail: info@nlmk.ru

13.08.2014 № 211/00082

на № _____ от _____

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования НИТУ «МИСиС»,
Ученый совет
119049, г. Москва,
Ленинский пр-т, д.4

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Черменева Евгения Александровича «Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

В диссертационной работе Черменева Е. А. разработаны теоретические основы и обоснована эффективность технологии электроплавки на основе применения оригинального способа подачи металлизированных окатышей через осевые отверстия электродов в подэлектродное пространство ванны дуговой печи. При этом выполнены экспериментальные исследования на горячей модели с анализом теплообмена в системе дуга-металл, исследованы процессы электроплавки стали при подаче железорудных металлизированных окатышей (далее - ЖМО) через осевые отверстия электродов дуговой печи садкой 150 тонн для осуществления оптимального управления параметрами плавки. Установлено, что для условий 150-тонной электропечи за счёт уменьшения времени плавки её производительность возрастает на 10%, при этом удельный расход электроэнергии снижается на 3-5%, выход годного увеличивается на 1,2%.

Для решения поставленных задач автором разработаны математические модели теплового состояния ванны, процесса обезуглероживания, уточнён механизм нагрева и плавления окатыша, разработан алгоритм электротехнологических параметров плавки ЖМО.

Научная новизна рассматриваемой диссертационной работы заключается в следующем:

- показано, что подача металлизированного сырья через осевые отверстия электродов существенно ускоряет процессы нагрева и плавления потока окатышей, при этом трубчатые (полые) электроды используются в качестве элементов оборудования дуговой печи;

- уточнены закономерности кинетики и механизма нагрева и плавления металлизированных окатышей;

- предложена комплексная математическая модель, включающая описание теплового состояния шлакометаллической ванны, процесс обезуглероживания металла, нагрев и плавление окатышей, загружаемых в печь, позволяющая определять электротехнологические параметры работы агрегата и управлять режимом плавки.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные в работе научные результаты по распределению тепловых потоков в шлакометаллической ванне, режиму обезуглероживания, а так же механизму их кинетики и плавления использованы для разработки оптимальных температурно-шлакового и энергетического режимов плавки.

В качестве замечания следует отметить отсутствие сведений об изменении расхода электродов, поскольку в данном случае электроды, кроме формирования электрической дуги, выполняют ещё функцию канала для транспортировки ЖМО.

В целом представленная работа является комплексом законченных теоретических и экспериментальных исследований, выполненных на достаточно высоком научном уровне. Работа отвечает требованиям Положения присуждения ученых степеней, а ее автор, Черменев Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. – Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Технический директор, к.т.н.



 А.И. Дагман



Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации Черменева Евгения Александровича по теме: «Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Диссертационная работа Черменева Е.А. посвящена совершенствованию технологических и энергетических аспектов электросталеплавильных процессов и поэтому тема диссертации является безусловно актуальной.

В работе изучены и обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований в лабораторных условиях по разработке новых методов подачи металлизированного сырья в дуговую печь, позволяющих совершенствовать технологический режим электроплавки с целью повышения эффективности сталеплавильного производства в целом.

Диссертантом в работе также изучены закономерности совместного протекания процессов нагрева и плавления окатышей в сложной многофазной системе дуга-шлак-металл, а также досконально проанализированы физико-химические и тепло-массообменные особенности плавления потока металлизированного сырья в шлако-металлической ванне дуговой печи и разработана математическая модель и алгоритм оптимального управления параметрами хода электроплавки стали.

Большой теоретический и практический интерес представляют результаты исследования по установлению закономерностей многостадийного протекания режима обезуглероживания металла в системе шлак-металл при непрерывной загрузке окатышей в ванну печи с учетом воздействия на нее топливно-кислородных горелок (ТКГ) и параметров теплового состояния агрегата.

Впервые также обоснованы и систематизированы технологические условия нагрева металлизированных окатышей в электрической дуге с последующим их плавлением на высокотемпературных поверхностях менисков жидкого металла в

условиях осуществления непрерывной подачи окатышей в подэлектродное пространство агрегата.

Большой практический интерес представляют результаты исследования интенсификации процессов нагрева и плавления металлизированных окатышей при непрерывной их подаче в зону высоких температур для снижения энергоемкости самого электросталеплавильного процесса.

Впервые показано, что при регулируемой подаче окатышей на поверхности менисков в зонах контакта дуг с жидким металлом существенно снижается пылевыведение из ванны агрегата.

Однако в работе недостаточно подробно и убедительно рассмотрены условия влияния в этом случае электрических дуг на нагрев шлака и испарение железа в нем, а также вопросы, связанные с интенсивным перегревом самих окатышей при попадании в объем высокотемпературной электрической дуги.

Тем не менее, несмотря на отмеченные недостатки, работа в целом имеет важное теоретическое и практическое значение, обладает существенной научной новизной и является законченным научным трудом, который отвечает требованиям ВАК, а диссертант Черменев Евгений Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заведующий кафедрой

металлургических технологий,

Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС»

доцент, кандидат технических наук

Братковский Е.В.

тел.: 8 (3537) 675950; mtnfmisis@yandex.ru

462359, Оренбургская область, г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д. 8.



Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Черменева Евгения Александровича
«Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали»

В автореферате представлены комплексные исследования различных процессов, происходящих при производстве стали в дуговой печи. На основании исследований разработаны математические модели распределения тепловых потоков от электрической дуги, процесса обезуглероживания металла в печи и процесса плавления окатышей в ванне ДСП.

Особую значимость имеет разработанная комплексная математическая модель, описывающая множество процессов, происходящих в дуговой печи при выплавке стали. Данная модель при заданных параметрах позволяет прогнозировать время плавки, содержание углерода в металле, окисленность шлака, температуру металла и многие другие параметры, что является её несомненным достоинством. Расхождение расчетных значений температуры, полученных с помощью комплексной математической модели с производственными данными, не превышает 5%, что свидетельствует об адекватности разработанной тепловой модели.

Материал, предложенный в работе, в достаточной мере опубликован в изданиях по списку ВАК и различных сборниках научных трудов.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. При расчете теплоусвоения ванны - формула (1), нельзя использовать одно значение теплоемкости c_m и для окатышей и для расплава, который не представляет собой однородную массу, нет учета скрытой теплоты плавления окатышей.
2. Нет оценки, каким образом подача ЖМО через полые электроды увеличивает вспенивание шлака.
3. Разработанная в пятой главе математическая модель позволяет определить 7 параметров плавки, однако адекватность ее проверялась только по одному – температуре металла. Адекватность модели по другим параметрам остается под вопросом.
4. При вводе окатышей в объем электрической дуги её стабильность нарушается, в худшую сторону изменяются электрические характеристики, что приводит к снижению активной мощности дуги, росту расхода электроэнергии. Заявленное в работе повышение эффективности нагрева на 3-5% в этом случае подвергается сомнению.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОД ФГБОУ ВПО
"МГТУ" им.Г.И.Носова
Полт. М. В. Богдариенко

Отзыв

на автореферат диссертации Черменева Е. А. по теме:

«Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Рост производства стали в электродуговых печах (ДСП) как в России, так и в мире, актуализировал проблему обеспечения его шихтой требуемого качества. Рост цен на стальной лом и ухудшение его качества вызывает необходимость расширения использования железа прямого восстановления в шихте ДСП.

Однако, увеличение доли металлизированного сырья влечет за собой увеличение расхода электроэнергии, шлакообразующих и огнеупоров при выплавке полупродукта стали в ДСП.

В связи с вышесказанным рассматриваемая диссертация, посвященная повышению энергоэффективности выплавки стали в ДСП из шихты, содержащей прямовосстановленное железо, является актуальной.

Работа гармонично соединяет в себе эксперименты на физической модели, разработку и использование математических моделей и разработку энергосберегающего режима переплава металлизированных окатышей в ДСП.

Научная новизна работы Черменева Е.А. заключается в том числе и в теоретическом и экспериментальном обосновании технологии электроплавки стали при использовании нового метода загрузки металлизированных окатышей, извести и других сыпучих материалов в подэлектродное пространство печи через осевые отверстия в электродах. При этом показано, что подача металлизированного сырья через осевые отверстия электродов существенно ускоряет процессы их нагрева и плавления. Это обеспечивает повышение производительности печи, снижение угара и увеличение выхода годного металла.

В третьей главе диссертации «Исследование кинетических закономерностей процессов обезуглероживания металла в дуговой сталеплавильной печи при электроплавке ЖМО», в соответствии авторефератом Черменевым Е.А. на основе известных теоретических

положений и экспериментальных данных по обезуглероживанию металла в ванне дуговой печи была разработана математическая модель процесса окисления углерода в ванне переменной массы с учетом его составляющих и термодинамических особенностей. Результаты сравнения расчетных и фактических содержаний углерода для 150 т ДСП показали адекватность модели.

В результате моделирования было получено, при снижении содержания углерода в металлической ванне ниже $[C] = 0,2 \pm 0,05 \%$ доля кислорода на окисление углерода уменьшается, а на окисление железа соответственно увеличивается. Таким образом утверждается, что при $[C] = 0,2\%$ изменяется механизм взаимодействия углерода и кислорода в ДСП. Хотя результаты наших исследований показали, что величина составляет около 0,1%.

Анализируя диссертационную работу, в целом, считаю, что диссертация представляет собой законченное научно-техническое исследование. Работа выполнена на высоком научном уровне, имеет теоретическое и практическое значение в области электрометаллургии стали.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости, диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Черменев Евгений Александрович, заслуживает учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Кац Яков Львович,

Рязанский проспект, д. 8а, Москва, 109428,

т. (495) 730 49 74,

e-mail: jlkatz@vniimetmash.ru,

ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ» им. академика Целикова,

заместитель начальника отдела, к.т.н.

Подпись Я.Л. Каца заверяю:

Ученый секретарь



В.Г. Дрозд

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Черменева Евгения Александровича
«Исследование процессов нагрева и плавления окатышей в ванне дуговой
печи с целью повышения энергоэффективности электроплавки стали»,
представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Диссертационная работа посвящена актуальной теме – моделированию и исследованию процессов электроплавки стали в дуговой печи для осуществления оптимального управления параметрами температурно-шлакового и энергетического режимов с обеспечением энергоэффективности и ресурсосбережения.

Работа обладает научной новизной, заключающейся в: 1) предложенном способе подачи сырья, существенно ускоряющем процессы нагрева и плавления потока окатышей; 2) Уточнении закономерностей по кинетике и механизму нагрева и плавления металлизированных окатышей; 3) математической модели процесса обезуглероживания металла, нагрева и плавление окатышей.

Практическая значимость работы обусловлена применением результатов для разработки оптимальных режимов плавки, позволяющих снизить энергоемкость и пылевыведение, повысить энергетический КПД и производительность.

Также достоинством работы является большой объем публикаций по его результатам, включая шесть статей в журналах, рекомендованных ВАК, два патента, и широкое представление работы на научных конференциях.

Из замечаний можно выделить следующее:

1. В формуле (1) некорректное сочетание дифференциалов и абсолютных величин.

2. В пятой главе рассматривается непрерывный процесс плавки, поэтому включение в уравнения теплового баланса усвоенной теплоты, идущей на нагрев ванны (теплоусвоения), представляется спорным.

3. В автореферате не приведены результаты расчета теплового баланса печи. Не понятно, за счет каких статей снижается расход электроэнергии на плавку на 3-5%.

Несмотря на указанные незначительные недостатки, в целом работа выполнена на должном уровне, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и Черменев Евгений Александрович заслуживает присвоения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Профессор кафедры Энергетики теплотехнологии

Энергетического института

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный

технологический университет им. В.Г. Шухова»,

доктор технических наук

(05.17.08 – Процессы и аппараты химической

технологии; 05.17.11 – Технология силикатных

и тугоплавких неметаллических материалов)



П.А. Трубаев

Контактные данные:

308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В. Г. Шухова

тел.: (4722) 55-04-86

e-mail: trubaev@gmail.com

Подпись Трубаева П.А. заверяю

Первый проректор БГТУ им. В.Г. Шухова

Н.А. Шаповалов

