



Общество с ограниченной ответственностью
**«Городской институт проектирования
метзаводов»**

107023, г. Москва, ул. Малая Семеновская, 9, стр.3.
Тел.: (495) 225 8355, факс: (495) 225 8356, E-mail: info@gipromez-
msk.ru

ОКПО 78371476, ОГРН 1057748009681, ИНН/КПП 7710597105/771801001

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации
на соискание учёной степени кандидата технических наук
«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в
ковшах малой вместимости»
Краснянского Михаила Викторовича

Актуальность работы обусловлена наличием трудностей с внепечной обработкой стали на металлургических заводах малой производительности, где применяют сталеплавильные агрегаты и сталеразливочные ковши малой вместимости, характеризующиеся большой удельной теплоотдающей поверхностью. В условиях, когда скорость охлаждения металла в ковше малой вместимости в 1,5-2 раза выше, чем крупных ковшах, увязка агрегатов производственной цепочки металлургического мини-завода (ДСП-АКП-МНЛЗ) становится сложной технической и организационной задачей, для решения которой автор исследовал влияние конструктивных и технологических параметров ковшовой обработки стали на тепловые потери и разработал энерго- и ресурсосберегающие режимы подготовки сталеразливочных ковшей к плавке, выдержки металла в стальковшах в ожидании обработки на АКП и др.

Работа, безусловно, обладает научной новизной и практической значимостью. Так, экспериментальным путём была определена степень черноты современных марок периклазоуглеродистых огнеупоров, причём в зависимости от температуры и состояния поверхности футеровки. Также описан и исследован процесс подогрева футеровки стальковшей электрическими нагревателями, которые ранее не применялись в массовом производстве стали. Исследование позволило обоснованно выбрать мощность источника питания для испытания одной из первых таких установок на заводе «Электросталь».

В качестве основного инструмента для исследований автор использовал математические модели собственной разработки, адекватность которых подтвердил сравнением расчётов с производственными данными, сбором которых занимался лично.

Среди обнаруженных в автореферате недостатков работы необходимо отметить следующие:

1. По результатам измерений диссертант представил (рис. 3, стр. 9 автореферата) графики зависимостей степени черноты поверхности периклазоуглеродистых огнеупоров в зависимости от её состояния и температуры. Для нового и ошлакованного кусков получились совершенно разные зависимости степени черноты от температуры

поверхности, однако в автореферате нет ни объяснения характера самих зависимостей, ни причин их различия;

2. Автором предложены две полуэмпирические формулы (2) и (3) для расчёта расхода воздуха на окисление сажи огнеупоров и аргона для создания защитной атмосферы в нагреваемом ковше (стр. 18 автореферата), но в автореферате нет ни слова о том, как они были выведены;
3. Непонятно, как была произведена оценка увеличения стойкости футеровки ковшей (на 10-15 %, стр. 19 автореферата) при использовании предложенного режима нагрева;
4. Представляется, что использование огнеупорных материалов с меньшей теплоёмкостью, помимо преимуществ, имеет и недостатки. Например, пустой ковш при простое будет, при прочих равных условиях, быстрее остывать.

На основании автореферата, можно сделать вывод, что диссертация Краснянского Михаила Викторовича, несмотря на указанные недостатки, является самостоятельной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для выпечной обработки стали и, без сомнения, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Начальник сталеплавильного отдела



Б. М. Шапиро

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича
«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной
обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 — Metallургия черных, цветных и редких металлов

В своей работе Краснянский М.В. затронул проблему высоких тепловых потерь металла при эксплуатации сталеразливочных ковшей малой вместимости (до 50 тонн), против ковшей емкостью от 100 до 300 тонн. Целью работы является исследование влияния конструктивных и технологических параметров внепечной обработки на тепловые потери металла во время внепечной обработки и разработка энергосберегающего теплового режима обработки металла в стальковшах малой вместимости.

В настоящее время в России и за рубежом ведется строительство мини-заводов небольшой производительности, на которых используются агрегаты малой вместимости. В связи с этим, а также с учетом того, что технологические аспекты работы на металлургических агрегатах малой вместимости при производстве рядовых марок стали пока еще мало изучены, работа Краснянского М.В. является актуальной. Считаю, что выбранная соискателем тема, будет интересна как специалистам исследовательских и проектных организаций, так и инженерному составу металлургических предприятий.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- определена степень черноты периклазоуглеродистых огнеупоров, применяемых в рабочем слое футеровки стальковша на большинстве металлургических предприятий;
- установлено влияние конструкции футеровки ковшей малой вместимости (до 50 т) и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом;
- теоретически описан и исследован процесс подогрева футеровки стальковшей электрическими нагревателями и доказана возможность разогрева футеровки ковшей до 1400 °С. Получена теоретическая зависимость тепловых потерь металла в ковше вместимостью до 50 т от начальной температуры его футеровки;
- разработана детерминированная математическая модель охлаждения металла в стальковше во время выпуска и выдержки, которая обладает высокой точностью (± 10 °С) и, в отличие от аналогов, учитывает начальное тепловое состояние футеровки ковша, а также потери струей металла при

выпуске.

Практическая ценность работы заключается в выданных рекомендациях по снижению энергозатрат в процессе внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости. Применение этих рекомендаций в ЭСПЦ ГУП «ЛПЗ» г. Ярцево позволило снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь с 66 до 60 кВт·ч/т стали, что эквивалентно 3 млн. руб. в год. Кроме того, разработан энерго- и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки стальной ванны электрическими нагревателями, позволяющий повысить ее стойкость на 15-20 %. Полученные в ходе работы данные (зависимости, алгоритмы, модели), можно использовать как при проектировании новых заводов, так и на действующих предприятиях, на которых используются ковши малой емкости.

Структура работы и наглядность остаются на понятном и доступном уровне. Представленная на рассмотрение работа является самостоятельным и полноценным научным трудом, количество данных для обоснования выдвинутых решений является достаточным. В автореферате отражены все этапы проведенных исследований, кроме того, присутствуют необходимые пояснения (графики, таблицы, рисунки). Считаю, что диссертация отвечает всем необходимым требованиям, а Краснянский М.В. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Гоменюк Виктор Андреевич,
начальник электросталеплавильного
цеха, ООО «НЛМК-Калуга»





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
Уральского отделения Российской академии наук
(ИМЕТ УрО РАН)

Амундсена ул., д. 101, г. Екатеринбург, 620016

Тел. (343) 267-91-24, факс (343) 267-91-86

E-mail: admin@imet.mplik.ru

ОКПО 04683415

30.09.2015 № 16352-02-6215/110

На № _____ от _____

119049, г. Москва, Ленинский
проспект, д.4,
Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.132.02,
кандидату технических наук,
доценту А.В. Колтыгину

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Краснянского Михаила Викторовича**
«Исследование и совершенствование энергетического режима вне-
печной обработки стали в ковшах малой вместимости», представ-
ленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальностям 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких
металлов»

В 60-х годах XX столетия сформулирована концепция нового типа метал-
лургического производства - сортового мини-завода малой производительности с
целью удовлетворения потребностей конкретных регионов, удаленных от круп-
ных производителей, в арматуре, используя в качестве сырья собственный, регио-
нальный лом черных металлов. Однако, эксплуатация небольших агрегатов типа
ДСП-30 и АКП-30 выявила проблемы, затрудняющие выход на расчетную произ-
водительность, а именно повышенный удельный расход электроэнергии в ДСП и
АКП и ускоренное охлаждение металла в стальковше. Агрегаты малой вместимо-
сти до последнего времени использовались на предприятиях, специализирующихся
на выплавке специальных, инструментальных и коррозионностойких марок
сталей, например, заводы «Ижсталь» (ДСП вместимостью 40 т) и «Электросталь»
(ДСП вместимостью 20 т), где технология выплавки и внепечной обработки за-
метно отличается от комбинатов и заводов, производящих рядовые марки стали.
В тоже время идеология, по которой он построены мини-заводы, набирает попу-
лярность, разработка новых, рациональных энерготехнологических режимов вы-
плавки и внепечной обработки, специально для агрегатов малой вместимости, яв-
ляется актуальной задачей, то представленная диссертационная работа, посвя-
щенная исследованию влияния конструктивных и технологических параметров
внепечной обработки на тепловые потери металла во время внепечной обработки
и разработке энергосберегающего теплового режима обработки металла в сталь-
ковшах малой вместимости, несомненно является актуальной.

Для решения данной задачи автором проведен большой объем экспериментальных исследований, моделирования и расчетов, что в комплексе с хорошим соответствием расчетных и экспериментальных данных и использованием в качестве базы положений неравновесной термодинамики обеспечивает **достоверность и обоснованность** выводов и положений работы.

Проведенные автором исследования отличаются **научной новизной**:

1. Определена эффективная степень черноты периклазоуглеродистых огнеупоров, применяемых в рабочем слое футеровки сталковша на большинстве металлургических предприятий, составляющая от 0,74 до 0,91 в зависимости от температуры и состояния поверхности.

2. С использованием математической модели установлено влияние конструкции футеровки ковшей малой вместимости (до 50 т) и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом.

3. Теоретически описан и исследован процесс подогрева футеровки сталковшей электрическими нагревателями и доказана возможность разогрева футеровки ковшей до 1400 °С. Получена теоретическая зависимость тепловых потерь металла в ковше вместимостью до 50 т от начальной температуры его футеровки.

4. Разработана детерминированная математическая модель охлаждения металла в сталковше во время выпуска и выдержки, которая обладает высокой точностью (± 10 °С) и, в отличие от аналогов, учитывает начальное тепловое состояние футеровки ковша, а также потери струей металла при выпуске.

Значимой является и **практическая часть работы**, а именно:

1. Применение ряда рекомендаций, разработанных по результатам настоящего исследования в ЭСПЦ ГУП «ЛПЗ» позволило снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате «ковш-печь» с 66 до 60 кВт ч/т стали, что эквивалентно 3 млн. руб. в год.

2. Результаты исследования использованы для определения мощности тиристорного источника питания установки электрического нагрева «УЭНК-20» для завода «Электросталь», г. Электросталь.

3. Показано, что регулирование окислительного потенциала атмосферы во время сушки периклазоуглеродистой футеровки электрическими нагревателями позволяет уменьшить выгорание углерода из огнеупоров. Разработан энерго- и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки сталковша электрическими нагревателями, позволяющий повысить ее стойкость на 15-20 % (заявка на патент № 2014116659 от 25.04.2014).

4. Разработанный алгоритм и математическое описание процесса охлаждения металла в ковше могут быть использованы в АСУ ТП плавки для расчета оптимальной температуры металла на выпуске из ДСП.

По автореферату диссертации имеется несколько **вопросов и замечаний**.

1. Футеровка сталеплавильного агрегата в основном состоит из 3- слоев: рабочего, арматурного и теплоизоляционного. В автореферате не представлены данные о теплопроводности арматурного и теплоизоляционного слоя футеровки.

2. Учитывает ли модель изменение теплопроводности материалов при изменении температуры?

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной работы. Она отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Михаил Викторович Краснянский**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Шен

Старший научный сотрудник лаборатории
ПЧМ в ИМЕТ УрО РАН, к.т.н.

Некр

кова О.Ю. и Некрасова И.
рь ИМЕТ Уро РАН.

Пономарев Владислав Игоревич

Отзыв

на автореферат диссертации Краснянского М.В. «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Создание и эксплуатация мини-заводов малой производительности для удовлетворения потребностей ряда регионов России, удаленных от крупных производителей металлопродукции (арматуры и др.) выявили проблемы, связанные с повышенным удельным расходом электроэнергии в ДСП и АКП и ускоренное охлаждение металла в сталеразливочных ковшах малой вместимости. В связи с этим данная тема диссертации является **актуальной**.

Научная новизна выполненной работы прежде всего связана с разработкой математических моделей влияния футеровки сталеразливочных ковшей малой вместимости и технологических режимов обработки металла в них на потери тепла с учетом начального теплового состояния ковша и потерь струей металла при выпуске из печи.

Практическая значимость работы состоит в разработке рекомендаций, позволивших в ЭСПЦ ГУП «ЛПЗ» снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь с 66 до 60 кВт·ч/т стали. Предложенный энерго- и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки ковшей электрическими нагревателями позволяет уменьшить выгорание из нее углерода и повысить стойкость футеровки на 15-20%.

Достоверность полученных результатов работы подтверждается применением современных методов и методик исследования, достаточной сходимостью лабораторных и промышленных экспериментов с расчетными данными и адекватностью разработанных математических моделей.

Значительный интерес в данной работе представляют полученные значения степени черноты периклазоуглеродистой футеровки, что позволяет существенно повысить точность расчетов радиационного теплообмена и измерения температуры такой футеровки по сравнению с использованием данных по периклазовым огнеупорам.

Весьма практически важные результаты получены автором по снижению температуры металла на выпуске и за время его выдержки в ковше. Показано, что применение покровного шлака толщиной не более 25-50 мм совместно с теплоизоляционной крышкой ковша позволяет значительно снизить тепловые потери, что позволяет экономить расход электроэнергии до 15 кВт·ч/т стали. Установлено, что повышение температуры футеровки ковша подогревом на каждые 100 °С позволяет

снизить температуру выпуска металла из ДСП на 11 °С. При этом по данным автора электроподогрев эффективнее топливно-воздушного и газокислородного. Вместе с тем, из автореферата не ясна равномерность распределения температуры футеровки по высоте ковша.

Разработанный способ сушки футеровки ковшей с помощью электронагревателей позволяет на 20% повысить стойкость рабочих огнеупоров и в 1,5-2 раза снизить длительность подготовки нового ковша к плавке по сравнению с газовым подогревом.

Следует отметить, что сделанные рекомендации в данной работе весьма полезны для обеспечения успешного рафинирования стали в ковшах малой вместимости.

В целом, судя по автореферату, диссертация М.В. Краснянского является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточно высоком научном уровне, имеет большое практическое значение для дальнейшего совершенствования внепечной обработки стали. Она отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Краснянский Михаил Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, профессор



Смирнов Н.А.

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

Подпись руки	<u>Н.А. Смирнова</u>	заверяю
Начальник общего отдела	<u>В.Д. Манова</u>	
"02"	03	



ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича на тему:
«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание
учетной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02.

В автореферате убедительно показана актуальность работы для мини-заводов малой производительности, сформулированы пункты научной новизны и практической значимости работы.

Во второй главе описаны комплексная математическая модель тепловой работы 30-т ковша, которая включает субмодель охлаждения пустого ковша, подогрева ковша двумя разными нагревателями и охлаждения металла в ковше.

В третьей главе исследованы тепловые потери металла в ковше.

В четвертой главе предложен новый режим сушки и подогрева новой футеровки ковша электрическими нагревателями до температуры $\sim 1400^{\circ}\text{C}$ за 12 часов, вместо 24 часов сушки и подогрева газовой горелкой.

В пятой главе разработаны прогнозные модели охлаждения металла в ковше и усвоения раскислителей: марганца и кремния. В этой главе использованы излучение по закону Стефана-Больцмана, дифференциальное уравнение Фурье для нестационарной теплопроводности, что показывает теоретическую подготовку диссертанта для решения сложных задач охлаждения металла в ковше.

Замечания по автореферату.

1. В автореферате нет объяснений того, что степень черноты ошлакованного огнеупора уменьшается линейно с ростом температуры, а степень черноты нового огнеупора имеет криволинейную зависимость от температуры с максимумом при $t \approx 1050^{\circ}\text{C}$. Не приведено уравнение этой зависимости, но показан $R^2=1$ на рис. 3 стр.9. Через три точки можно провести много криволинейных зависимостей и прямую горизонтальную линию с учетом погрешностей определения степени черноты в каждой точке.

2. В таблице 1 на стр.10 автореферата приведены результаты замеров температур металла до и после выпуска из печи в ковш на 5-ти конкретных плавках. На 4-ой плавке при высокой температуре футеровки ковша 1000-1050°C металл охладился на 49°C, а на остальных плавках при меньших температурах нагрева футеровки ковша металл охладился меньше, чем на 49°C.

Эти результаты противоречат основной задаче диссертанта: показать, что предварительный разогрев футеровки ковша до высоких температур должен уменьшить охлаждение металла при выпуске его из печи в ковш.

Эти замечания не влияют на хорошее впечатление о работе диссертанта, который заслуживает присвоения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02.

Доктор технических наук
главный научный сотрудник

ОАО «Металлургический завод «Электросталь»

144002, г. Электросталь, Московская обл., ул. Железнодорожная, 1

Тел. 8 (496) 577-09-61; e-mail: info@elsteel.ru.

Падерин

С.Н. Падерин

4.03.2015г.

*Подпись Падерина С.Н.
подтверждено*

А.Ю. Барашенков



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 — Metallurgy черных, цветных и редких металлов

В современных экономических условиях остро встают задачи минимизации затрат и повышения эффективности использования материальных и энергетических ресурсов электросталеплавильного производства. На решении этих задач построена концепция региональных сортовых мини-заводов малой производительности, на которых используются агрегаты малой вместимости. Строительство таких заводов позволяет удовлетворить потребности конкретных регионов, удаленных от крупных производителей, в арматуре, не добавляя в ее себестоимость дополнительные расходы на сырье и транспортировку. Однако, принятые в современной металлургии энерготехнологические режимы выплавки и внепечной обработки, предназначенные для крупных сортовых заводов, нельзя применять для агрегатов малой вместимости без изменений из-за повышенных тепловых потерь металла в них. Поэтому тема диссертационной работы является безусловно актуальной.

Краснянский М.В. в автореферате грамотно сформулировал цель и задачи диссертационной работы, обосновал научную новизну результатов исследований, показал их практическую значимость. К основным научным результатам можно отнести разработанную автором детерминированную математическую модель охлаждения металла в стальковше во время выпуска и выдержки, которая, в отличие от аналогов, учитывает начальное тепловое состояние футеровки ковша и потери струей металла при выпуске, и позволяет с высокой точностью прогнозировать температуру металла в ковше во время обработки.

Практическая значимость работы состоит в разработанном в виде рекомендаций энерго- и ресурсосберегающем режиме обработки стали в ковшах малой вместимости, применение которого позволяет снизить удельный расход электроэнергии, а также повысить производительность электросталеплавильного цеха.

В целом работа не лишена недостатков:

1. В работе представлены несколько исследований, на первый взгляд не связанных с основной темой диссертации, в частности статистический анализ усвоения кремния и марганца во время ковшевой обработки стали.

2. В предлагаемом режиме сушки и подогрева футеровки ковшей (рис. 10) на последней стадии скорость разогрева достигает 250 °С/час. Вызывает сомнения, что огнеупоры рабочего слоя выдержат такой резкий подъем температуры без растрескивания и скалывания из-за возникающих термических напряжений.

Несмотря на замечания, в целом, представленная работа имеет важное теоретическое и практическое значение и является законченным научным трудом, который отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автор, Краснянский Михаил Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Буцкий Евгений Владимирович, к.т.н.,
начальник центральной исследовательской лаборатории
ОАО «Металлургический завод «Электросталь»,
144002, Россия, г. Электросталь Московской обл.,
ул. Железнодорожная, 1.
Тел. (49657) 29-369, e-mail: EV-Butsky@yandex.ru





ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 — Металлургия черных, цветных и редких металлов

В современной практике металлургического производства внепечная обработка становится обязательным технологическим этапом. При этом, обработка стали в ковшах малой вместимости является относительно малоизученным вопросом, ввиду того, что до последнего времени они использовались на предприятиях, специализирующихся на выплавке специальных, инструментальных и коррозионностойких марок сталей, например, заводы «Электросталь» и «Ижсталь», где технология внепечной обработки заметно отличается от комбинатов и заводов, производящих рядовые марки стали. С учетом того, что агрегаты и ковши малой вместимости в последнее время стали использоваться на современных сортовых мини-заводах с циклом ДСП-АКП-МНЛЗ (ГУП «ЛПЗ», г. Ярцево, ООО «Электросталь», г. Курахово, ООО Новоросметалл, г. Новороссийск, CMC Steel Arizona, США), разработка энергосберегающей технологии внепечной обработки стали в таких ковшах является актуальной задачей.

Для решения данной задачи автором проведен большой объем промышленных исследований, моделирования и расчетов, что в комплексе с хорошим соответствием расчетных и экспериментальных данных обеспечивает достоверность и обоснованность выводов и положений работы.

Большое внимание диссертантом уделено сушке и предварительному нагреву футеровки ковшей, в том числе альтернативными способами, а именно электрическими нагревателями и газокислородными горелками. При этом автором теоретически и практически доказана возможность разогрева футеровки ковшей до 1400 °С, а также получена теоретическая зависимость тепловых потерь металла в ковше вместимостью до 50 т от начальной температуры его футеровки. Значительный интерес представляют полученные автором температурные зависимости степени черноты периклазоуглеродистой футеровки, которые можно использовать при тепловых расчетах агрегатов и ковшей, в которых применяются упомянутые огнеупоры.

Практическая значимость работы заключается в выданных рекомендациях по оптимизации энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости, применение которых на ГУП «ЛПЗ» позволило снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь с 66 до 60 кВт·ч/т стали, что эквивалентно 3 млн. руб. в год. Кроме того, разработан энерго- и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки стальной ковша электрическими нагревателями, позволяющий повысить ее стойкость на 15-20 %.

По содержанию автореферата имеются отдельные замечания:

1. В таблице 3 приведен упрощенный расчет экономической эффективности различных видов подогрева, не учитывающий стоимости оборудования и эксплуатационных расходов.
2. Из автореферата не ясно, учитывалось ли при моделировании сушки и подогрева новой футеровки сталеразливочного ковша удаление физически и химически связанной воды, которое значительно влияет на тепловые потери при сушке.

Данные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Диссертационная работа соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-

технической задачи повышения энергоэффективности внепечной обработки стали, имеющей существенное значение для металлургии. Автор диссертации Краснянский М.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Заместитель Генерального директора
Главный инженер ОАО «ТМК»



А.А.Клачков

Клачков Александр Анатольевич, к.т.н.
тел служ.+7(495) 775 76 00
e-mail: KlachkovAA@tmk-group.com



ТРУБОДЕТАЛЬ

Филиал Открытого
акционерного общества
«Трубодеталь»
в г. Чусовой
Пермского края

Россия, 618200,
Пермский край,
г. Чусовой,
ул. Трудовая, д. 13
тел.: +7 (34256) 6-44-09
факс: +7 (34256) 6-14-31
e-mail: office@chf-trubodetal.ru
www.omk.ru

№ 37002-18-101/15 от 17.02 20 15 г.

на № _____ от _____ 20 15 г.

ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС»
Техническому секретарю
диссертационного совета
Митевой Л.
Тел. +7 903 675-55-91

Россия, 119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 4

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Краснянского М.В, на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Исследование и совершенствование энергетического режима обработки стали в ковшах малой вместимости».

Приложение: 2 экз. заверенного печатью отзыва на 2-х стр.

Технический директор

И.И. Лубе

Ботников С.А.
Тел. +7 (34256) 6-14-89

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Краснянского Михаила Викторовича

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ В КОВШАХ МАЛОЙ ВМЕСТИМОСТИ

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.16.02 - «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Производство непрерывнолитых заготовок в электросталеплавильных цеха в ковшах малой вместимости (30...50 т) в настоящее время широко распространено в мире. Для производства стали не более 200 тыс. тонн в год возникает необходимость использовать ковши малой вместимости. Хотелось также отметить, что в последнее время эффективно работают ЭСПЦ (микро-милы) с годовой производительностью менее 250...500 тыс. тонн и даже 50-250 тыс. тонн (нано-милы). Поэтому представленная диссертационная работа Краснянского М.В. имеет значимость и актуальность в современной металлургии.

В своей работе автор провёл обзор литературы по тематике исследования и определил эффективную степень черноты периклазоуглеродистых огнеупоров для существующих условий эксплуатации сталеразливочных ковшей малой вместимости.

Используя методы математического моделирования автор диссертационной работы установил влияние конструкции футеровки ковшей малой вместимости (до 50 т) и технологических режимов внепечной обработки на установке ковш-печь на потери тепла металлом.

Предложен интересный и совершенно новый подход к разогреву футеровки сталеразливочных ковшей малой вместимости. Автор диссертации предлагает производить подогрев с использованием электрических нагревателей и показал возможный разогрев футеровки ковшей до 1400 °С.



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 научную новизну и практическую ценность.

По автореферату диссертации имеются замечания:

1. В тексте автореферат не представлено количество анализируемых плавок при доказательстве влияния конструктивных параметров ковша на тепловые потери металла в ковше.
2. В расчете экономической эффективности различных видов подогрева футеровки в условиях ГУП «ЛПЗ» показано, что электрический подогрев эффективнее топливно-воздушного подогрева. Для применения предложенного способа подогрева ковшей необходимо было проверить надежность такого способа в действующем производстве.

Высказанные замечания не снижают ценности проведенных исследований и разработок.

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

Краснянский Михаил Викторович предметно решил поставленные задачи и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Технический директор
Лауреат Премии Правительства РФ
в области науки и техники

Ведущий инженер-технолог, к.т.н.



И.И. Лубе

С.А. Ботников

16.02.2015 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 — Metallurgy черных, цветных и редких металлов

Диссертация Краснянского М.В. посвящена важной и насущной проблеме повышения энергоэффективности отечественного сталеплавильного производства, в частности внепечной обработки стали. Объектом исследования выбраны агрегаты и ковши малой вместимости (до 50 т), что объясняется малой изученностью тепловой работы ковшей именно этого диапазона при современной схеме «ДСП-АКП-МНЛЗ». С учетом перспективности строительства региональных мини-заводов, на которых эксплуатируются агрегаты малой вместимости, исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали на таких заводах является актуальной научной и производственной задачей.

Конечной целью диссертации была разработка энергосберегающего теплового режима обработки металла в сталковшах малой вместимости. В автореферате достаточно полно и логично представлены этапы и методы исследования, необходимые для решения поставленной цели:

- Разработана комплексная тепловая CFD-модель сталеразливочного ковша, учитывающая весь цикл его эксплуатации, включая разогрев футеровки.

- Проведены лабораторные эксперименты по определению степени черноты современных периклазоуглеродистых огнеупоров для повышения точности моделирования, результаты которых представляют значительный научный и практический интерес.

- Осуществлены промышленные эксперименты на ГУП «ЛПЗ» и «МЗ Электросталь», в том числе на единственной в России установке электрического подогрева сталковшей для определения адекватности модели.

- Проведены модельные эксперименты для определения влияния конструкции футеровки и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом. В частности, получена зависимость тепловых потерь металла в ковше малой вместимости от начальной температуры его футеровки, что можно отнести к научной новизне работы.

- На основании проведенных теоретических и практических исследований выданы рекомендации по рационализации энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости, применение которых на ГУП «ЛПЗ» позволило

снизить средний удельный расход электроэнергии на 10 %.

По автореферату диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Ряд пунктов научной новизны сформулирован в общем виде, например, «...установлено влияние конструкции футеровки...и технологических режимов выпечной обработки на потери тепла металлом». Правильнее было бы привести конкретные зависимости, формулы и т.д.

2. В табл. 4 автореферата, при расчете затрат на сушку и подогрев не учитывается стоимость используемого для создания инертной атмосферы аргона.

Тем не менее, сделанные замечания не снижают научной и практической значимости работы, которая является законченным научным трудом. Диссертационная работа соответствует специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» и п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Автор работы Краснянский Михаил Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Директор департамента металлургического производства
ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»



Н.К. Анисимов

Начальник отдела сталеплавильного производства
ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», к.т.н.

А.И. Потапов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича

«ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

В КОВШАХ МАЛОЙ ВМЕСТИМОСТИ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких

металлов»

Диссертация Краснянского М.В. посвящена **решению актуальных задач** разработки высокоэффективных энерготехнологических режимов внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости (до 50 т) на основе исследования методами математического моделирования. теплофизических процессов, происходящих в сталеразливочных ковшах по всему циклу их эксплуатации.

Цель работы - исследование влияния конструктивных и технологических параметров внепечной обработки на тепловые потери жидкой стали при внепечной обработке и разработка энергосберегающего температурного режима обработки металла в сталеразливочных ковшах малой вместимости.

Научная новизна работы характеризуется следующими результатами:

- впервые определена эффективная степень черноты периклазоуглеродистых огнеупорных материалов для рабочего слоя футеровки сталеразливочных ковшей, составляющая от 0,74 до 0,91 в зависимости от температуры и состояния поверхности;

- с использованием методов математического моделирования установлено влияние конструкции футеровки ковшей малой вместимости и технологических режимов внепечной обработки на теплотери металла;

- теоретически описан и исследован процесс подогрева футеровки сталеразливочных ковшей электрическими нагревателями до 1400°С; установлена зависимость тепловых потерь металла в ковше вместимостью до 50 т от начальной температуры его футеровки;

- разработана детерминированная математическая модель охлаждения металла в сталеразливочном ковше во время выпуска из печи, раскисления, легирования и выдержки, обладающая высокой точностью ($\pm 10^\circ \text{C}$) и, в отличие от аналогов, учитывающая начальное тепловое состояние футеровки ковша, а также теплопотери металла в струе при выпуске.

Практическая значимость работы:

- промышленное применение рекомендаций, разработанных по результатам выполненных исследований в ЭСПЦ ГУП «Литейно-прокатный завод» (г. Ярцево Смоленской области), позволившее снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь на 5 кВт·ч/т стали, что эквивалентно 3 млн руб. в год;

- результаты исследований использованы для определения мощности тиристорного источника питания установки электрического нагрева «УЭНК-20» для завода «Электросталь», г. Электросталь;

- разработан энерго- и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки сталеразливочного ковша электрическими нагревателями, позволяющий повысить её стойкость на 15-20 % (заявка на патент № 2014116659 от 25.04.2014);

- показано, что регулирование окислительного потенциала атмосферы в ковше с использованием аргона во время сушки периклазоуглеродистой футеровки электрическими нагревателями позволяет уменьшить угар углерода из огнеупоров;

- разработанный алгоритм и математическое описание процесса охлаждения металла в ковше могут быть использованы в АСУ ТП плавки для расчета оптимальной температуры металла на выпуске из ДСП.

Результаты работы доложены на 4-х международных научно-технических конференциях и представлены 9-ю печатными публикациями в научно-технических журналах и сборниках трудов, 3 из которых в журналах, рекомендованных ВАК.

К недостатку представленной работы следует отнести: отсутствие материалов по температурным режимам внепечной обработки стали в вакууме, в связи с чем наименование работы следовало бы уточнить следующим добавлением: «...с использованием агрегатов ковш-печь».

Однако, указанный недостаток не снижают общей ценности рассматриваемой работы, представляющей законченное исследование.

Отмечая важность выполненных исследований, их высокий методический уровень и несомненную практическую значимость считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, а ее автор, Краснянский Михаил Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заместитель заведующего лабораторией
теории и практики сталеплавильного производства
и ковшовой металлургии Центра физической химии,
материаловедения, биметаллов и
специальных видов коррозии
ФГУП ЦНИИчермет им. И.П.Бардина
тел. (495) 777-95-80

Подпись С.И. Ябурова заверяю,
Заведующий научно-техническим отделом
ФГУП ЦНИИчермет им. И.П.Бардина


С.И. Ябуров
14.03.2015

Т.П. Москвина

Отзыв

на автореферат диссертации инженера Краснянского М.В. «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

В России развитие нового типа металлургического производства с малыми объемами производства, например, мини-заводов по выпуску сортового проката, очень актуально. Преимущества мини-заводов - это близость к источникам сырья и потребителям, а следовательно, возможность оперативно выполнять заказы; значительная экономия на транспортных расходах; низкие удельные капитальные затраты; высокая производительность. Имеет значение и экологический аспект.

Примером такого мини-завода может быть Литейно-прокатный завод (ГУП ЛПЗ) в г. Ярцево Смоленской области. Однако в период опытно-промышленной эксплуатации были выявлены недостатки, затрудняющие выход завода на его проектную мощность. К таким недостаткам можно отнести повышенный удельный расход электроэнергии на (ДСП-30 и АПК-30) и ускоренное охлаждение металла в стальковше. Важной особенностью малых плавильных агрегатов является то, что тепловые потери и скорости охлаждения металла в них значительно выше из-за более высокой удельной поверхности на тонну металла, чем в крупных. Поэтому исследование, направленное на совершенствование работы плавильного комплекса ГУП «Литейно-прокатный завод», увеличение его производительности и экономичности производства сортовой заготовки, вывод предприятия на проектную мощность, является весьма актуальной. При этом, полученные в работе практические методики расчета, установленные закономерности и сформулированные выводы, а также результаты моделирования, имеют значение для промышленного производства стали и служат достижению поставленной цели – изучению влияния конструктивных и технологических параметров внепечной обработки на тепловые потери в процессе производства стали и разработке эффективного и энергосберегающего режима обработки металла в ковшах малой вместимости.

Представленную работу отличает удачное сочетание теоретических исследований, термодинамических расчетов и испытаний, проведенных непосредственно на ДСП-30, что повышает ценность представленных к защите материалов.

В качестве новых научных результатов нужно отметить, что:

- определена эффективная степень черноты периклазоуглеродистых огнеупоров, применяемых в рабочем слое футеровки сталковшей на большинстве металлургических предприятий, составляющая 0,74-0,91 в зависимости от температуры и состояния поверхности;

- с использованием математической модели установлено влияние конструкции футеровки ковшей малой вместимости и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом;

- теоретически описан и исследован процесс подогрева сталковшей электрическими нагревателями, доказана возможность прогрева ковшей до 1400°C, получена теоретическая зависимость тепловых потерь металла в ковше малой вместимостью от начальной температуры его футеровки;

- разработана детерминированная математическая модель охлаждения металла в сталковше во время выпуска и выдержки (с точностью $\pm 10^\circ\text{C}$), учитывающая начальное тепловое состояние футеровки и тепловые потери струей металла при выпуске.

Автором предложен энергетически эффективный и ресурсосберегающий режим сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки сталковша электрическими нагревателями, позволяющий повысить на 15-20 % стойкость огнеупоров и снизить в 1,5-2,0 раза время подготовки нового ковша к плавке, по сравнению с газовым обогревом (заявка на выдачу патента РФ №2014116659 от 25. 04. 2014). Необходимо отметить, что применение рекомендаций, разработанных на основании проведенных исследований в электросталеплавильном цехе ГУП «ЛПЗ», позволило снизить средний удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь с 66 до 60 кВт·ч/т стали, что эквивалентно 3 млн. руб.

В целом диссертационное исследование М.В. Краснянского является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором на хорошем научном уровне. Полученные результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Результаты работы достаточно полно отражены публикациями в журналах, входящих в перечень ВАК и представлены на конференциях.

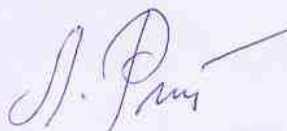
Диссертация «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости» соответствует требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор

Краснянский Михаил Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02- «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Ведущий научный сотрудник

АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

кандидат технических наук



Л.Г. Ригина

Подпись ведущего научного сотрудника Ригиной Л. Г. заверяю

Заместитель генерального директора

по управлению персоналом



И.А. Пермякова

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

В настоящее время в Российской Федерации и за рубежом введено в эксплуатацию множество мини-заводов малой и средней производительности с технологией производства стали, предусматривающей внепечную обработку металла в ковшах малой вместимости. В связи с этим диссертационная работа М.В. Краснянского, направленная на разработку энергосберегающего режима обработки металла в сталеразливочных ковшах малой вместимости в условиях мини-завода на базе ДСП, является важной и актуальной.

Для достижения поставленной цели М.В. Краснянским выполнен комплекс исследований, включающий:

- разработку комплексной математической CFD-модели тепловой работы сталеразливочного ковша ГУП «Литейно-прокатный завод»;
- исследование влияния конструктивных параметров сталеразливочного ковша на тепловые потери металла;
- разработку энерго- и ресурсосберегающего способа сушки футеровки сталеразливочных ковшей с помощью электронагревателей;
- разработку прогнозных моделей охлаждения металла в сталеразливочном ковше и усвоения легирующих.

Научная новизна работы состоит в установлении влияния конструкции футеровки ковшей вместимостью до 50 тонн и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом и получении теоретической зависимости тепловых потерь металла в ковше от начальной температуры его футеровки.

Результаты исследования использованы при разработке энергетического режима внепечной обработки металла в условиях ГУП «Литейно-прокатный завод» и ОАО «МЗ «Электросталь».


Замечания по работе:

1. Зависимости, представленные на рис. 1 (стр. 6), являются очевидными, и нет необходимости их приводить в автореферате;
2. В автореферате отсутствует информация о влиянии продувки аргоном и ее интенсивности на выбор энергетического режима внепечной обработки в ковшах различной вместимости?

3. Из текста автореферата неясно, какие конкретные рекомендации позволили снизить средний удельный расход электрической энергии при обработке металла в агрегате ковш-печь ГУП «ЛПЗ» на 6 кВт·ч/т стали?

В целом, считаю, что выполненная диссертантом работа по своей актуальности и научной новизне соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, М.В. Краснянский, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Кандидат технических наук, доцент,
начальник отдела «Обеспечение
работы Научно-технического Совета
и Ученого Совета» ФГУП «ВИАМ»



12.03.2015г.

Шишимиров
Матвей Владимирович

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский
научно-исследовательский институт авиационных материалов»
Государственный научный центр Российской Федерации
Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, 17. Телефон: (499) 263-89-45. E-mail:
smatvej@yandex.ru

Подпись к.т.н., доцента Шишимирова Матвея Владимировича удостоверяю.

Начальник Управления «Научно-
образовательная деятельность»



Алешина
Елена Анзоровна

13.03.2015 № 0211/2015
На № _____ от _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Краснянского Михаила Викторовича
«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной
обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 —
Металлургия черных, цветных и редких металлов

Снижение энергоемкости и ресурсосбережение в сталеплавильном производстве являются важнейшими задачами металлургической отрасли. Особенно это относится к мини- и микрозаводам, эксплуатирующих сталеразливочные ковши малой вместимости, в которых из-за высокой удельной поверхности металл охлаждается в 1,5-2 раза быстрее, чем в более крупных ковшах. Для достижения необходимых технико-экономических показателей такие ковши следует дополнительно утеплять, а также разрабатывать специальные энерготехнологические режимы внепечной обработки стали в них. На решение этих актуальных и насущных для металлургов проблем и направлена диссертационная работа Краснянского М.В.

Для достижения поставленных целей диссертантом с использованием методов математического моделирования проведено исследование по выявлению зависимостей между конструктивными и технологическими параметрами внепечной обработки и тепловыми потерями металла в ковшах

малой вместимости. Например, показано, что в ковшах малой вместимости для снижения тепловых потерь металла целесообразнее применять монокристаллические футеровки. Действительно, широко применяемые в настоящее время периклазоуглеродистые (ПУ) и алюмопериклазоуглеродистые (АПУ) огнеупоры несмотря на высокую стоимость (100 и более плавов) в теплофизическом плане хуже, чем традиционные шамотные или муллитокорундовые, т.к. их теплопроводность и теплоемкость выше, в результате чего повышаются тепловые потери стали. Высокоглиноземистые огнеупорные бетоны также обладают высокой стоимостью, сравнимой с ПУ, но к тому же имеют низкие показатели теплопроводности ($\sim 2,5$ Вт/м·К).

Кроме того, диссертантом исследован перспективный способ подогрева футеровки стальной с помощью электрических нагревателей и доказана возможность разогрева футеровки ковша до 1400 °С.

Особую научную ценность имеют уточненные экспериментальные значения степени черноты ПУ огнеупоров, позволяющие повысить точность теплотехнических расчетов при проектировании огнеупорных футеровок сталеразливочных ковшей, а также точность пирометрического измерения температуры такой футеровки.

Практическая значимость работы заключается в разработке и внедрении рекомендаций по оптимизации энергетического режима выпечки на ГУП ЛПЗ, которые можно перенести и на другие заводы. Кроме того, большую практическую ценность представляет разработанный и запатентованный способ сушки и подогрева футеровки с помощью электрических нагревателей.

Можно сделать следующие замечания:

- для обоснования рекомендации по замене периклазоуглеродистых кирпичей на неформованный огнеупорный бетон в рабочем слое сталеразливочных ковшей следовало дополнительно привести данные по составу, пористости и прочности упомянутых материалов;
- в автореферате отсутствует информация о расходе электрических

нагревателей;

– вызывает сомнения целесообразность и экономическая эффективность использования электрических нагревателей для сушки монокристаллических огнеупорных футеровок. Большое количество паров воды, выделяющихся при их сушке, может оказывать неблагоприятное влияние на материал нагревателей (карбид кремния), а именно, ускорить процесс его «старения», что в конечном итоге приведет к повышенным удельным расходам на подогрев.

Текст автореферата изложен четким и технически грамотным языком и в полной мере отражает суть работы. Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, которая является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение задач, имеющих существенное значение для черной металлургии. Таким образом, Краснянский М.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заместитель генерального директора
по производственным и техническим
вопросам ООО «Кералит»



Егоров И. В.



ЭЗТМ



ISO 9001
FM 90597



ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ЗАВОД ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОАО «ЭЗТМ»
144000 Россия, Московская обл.,
г. Электросталь, ул. Красная 19
Тел.: (495)702-97-57, (496)577-72-42
Канцелярия: тел. (496)577-73-20
Факс: (496)577-73-04, (496)577-73-42
e-mail: eztn@eztm.ru website: www.eztm.ru
телетайп №346326, «Береза»
Расчетный счет: № 40702810606100540246
В ЭФ Банк «Возрождение» г. Электросталь
к/с 30101810900000000181, БИК 044525181
ОАО Банк «Возрождение» г. Москва
ИНН 5053000564, КПП 509950001
ОКПО 05744403, ОКВЭД 29.51

От 06.03.15 № 99-13/14

На № _____ от _____

119049, г. Москва,
Ленинский пр., 4
НИТУ «МИСиС»

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости»

Краснянского Михаила Викторовича.

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию и внедрению энергосберегающих режимов, технологий и материалов в металлургическом производстве.

На всем протяжении развития техники и технологии производства жидкой стали, специалисты предприятий старались повысить эффективность производства, улучшить качество и сократить издержки, особенно это актуально в последнее время, когда в условиях жесткой конкуренции, на рынке остаются организации, способные с минимальными затратами удовлетворить всем запросам потребителей. Несмотря на то, что наука и техника активно развивается в данном направлении и проблемы, на которые стоит обратить внимание для повышения эффективности производственных показателей всем известны, такие, например, как сокращение потерь температуры металла в ковше и при выпуске, сокращение затрат энергоресурсов на нагрев футеровки и выплавку стали, применение специальных современных материалов с лучшими

теплофизическими характеристиками и т.д., многие предприятия, пренебрегая по разным причинам решением перечисленных задач, несут серьезные, убытки.

Настоящая диссертационная работа направлена на исследование и практическое применение современных способов снижения затрат при производстве жидкой стали. Особую актуальность этой квалификационной работе придают такие факты, как постоянный рост тарифов на энергоресурсы, увеличение стоимости на огнеупорную продукцию и обострение конкурентной борьбы на рынках сбыта.

Проектирование и получение точной и достоверной комплексной модели, учитывающей весь цикл процессов от нагрева футеровки ковша при сушке различными способами (газовым, газокислородным и электрическим) до выдержки жидкой стали в ковше и разливки, является большим достижением для предприятий, заинтересованных в использовании имеющихся резервов для снижения затрат энергоресурсов и повышения технико-экономических показателей производства. Важно отметить, что достоверность разработанной комплексной тепловой модели подтверждена в реальных производственных условиях на предприятии ГУП «ЛПЗ», а некоторые примененные в ЭСПЦ рекомендации автора позволили снизить удельный расход электроэнергии и получить годовой экономический эффект эквивалентный 3 млн.руб. Результаты работы и представлялись не только на отечественных, но и международных конференциях и конгрессах сталеплавыльщиков.

Кроме этого, в работе проведены исследования и получены данные о физических характеристиках периклазоуглеродистых огнеупорных изделий, сведения о которых отсутствовали в технической литературе, но имеющих большое значение при разработке достоверной комплексной тепловой модели, особенно при использовании моделей в АСУ ТП плавки и обработки на АКП.

Решению вышеперечисленных важных практических вопросов при производстве жидкой стали и посвящена представленная работа, что делает ее результаты актуальными в современных условиях.

В диссертации представлен широкий аналитический обзор научной литературы. Проведены многочисленные производственные и лабораторные исследования и опытные работы. Выполнены математические расчеты и созданы

модели технологических процессов производства стали в ДСП и на АПК. Оценены, в том числе и с помощью компьютерного моделирования, преимущества и недостатки различных способов сушки футеровки сталеразливочных ковшей с разными типами футеровок. Проанализированы существующие проблемы металлургических цехов, где используются плавильные агрегаты и ковши небольшой емкости (до 50 тонн). Выведены зависимости тепловых потерь металла от различных факторов.

В результате исследований и разработок автором достигнут требуемый положительный результат и предложен новый способ нагрева и сушки футеровки электрическими нагревателями, по которому подана заявка на патент на изобретение.

Диссертантом корректно оформлен автореферат. Четко поставлена цель работы, выбраны объекты для разработки и исследований, определены методы их изучения, грамотно представляются полученные теоретические и практические результаты.

Приведенные диссертантом теоретические, расчетные, экспериментальные и практические данные и результаты являются серьезным вкладом в металлургическую науку и практику и свидетельствуют о высокой научной квалификации диссертанта.

Выводы по работе отражают все полученные результаты диссертации.

При общей положительной оценке работы имеются следующие замечания: слишком много внимания уделено очевидным фактам, данные о которых известны специалистам на каждом заводе таким, как удельной теплоотводящей поверхности зеркала металла в ковше, степень усвоения легирующих элементов, потери температуры при выдержке металла в зависимости от нагрева, толщины и материала футеровки; также вызывают сомнения правильность экономических заключений, приведенных в тексте работы, от увеличения стойкости огнеупоров на 10-15%, а именно: указана стойкость ковша 80 плавов, цена за тонну ПУ изделий 30 000 руб. при этом экономия на одной тонне стали 4500 руб., однако, на один 30 тонный ковш требуется около 11 тонн огнеупоров, при увеличении стойкости на 12 плавов (15%), экономия составит всего около 18,0 руб/тн стали. Кроме этого, в работе не

оценена более высокая трудоемкость и дополнительные затраты на оборудование при переходе на предлагаемую автором новую схему футеровки ковша огнеупорными бетонами.

Основное содержание работы полно отражено в печатных работах.

Считаю, что в целом выполненная работа имеет актуальный поисковый научный характер, отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор работы – Михаил Викторович Краснянский – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - “Металлургия черных, цветных и редких металлов”.

Технический директор
ОАО «ЭЗТМ», к.т. н.



Степанов А. В.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Краснянского Михаила Викторовича

по теме: **«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Работа посвящена оптимизации теплоэнергетического режима для сталеразливочного ковша малой вместимости (30 тонн) при выпуске стали из ДСП и обработке металла на АКП.

В период опытно-промышленной эксплуатации автором были выявлены проблемы, затрудняющие выход на расчетную производительность, а именно: повышенные тепловые потери, приводящие к ускоренному охлаждению металла, что ведет к увеличению времени плавки, необходимости дополнительного подогрева металла, повышенному удельному расходу электроэнергии в ДСП и АКП. В итоге имеет место пониженная производительность сталеплавильного цеха.

Работа имеет как научную новизну, так и практическую значимость. Научная новизна заключается в том, что была разработана комплексная математическая модель тепловой работы сталь ковша с учетом конвекции и массо- и теплопереноса в жидком металле. Практическая значимость работы состоит в том, что в результате проведенных исследований предложены рекомендации, которые позволят оптимизировать тепловой режим работы сталковша, уменьшат выявленные недостатки, повысят производительность и позволят снизить удельный расход электроэнергии на агрегате ковш-печь (по расчетам с 66 до 60 кВт.час на тонну стали, что эквивалентно 3 млн. руб. в год).

Достоверность результатов подтверждается достаточно высокой их сходимостью при проведении лабораторных и промышленных экспериментов и адекватностью математических моделей.

Кроме того, в работе значительное внимание уделено исследованию возможности снижения тепловых потерь за счет конструкционных особенностей ковша малой вместимости, изменения толщины рабочей футеровки и своевременной замены ошлакованного огнеупора на новый.

Интересным в работе представляется исследование влияния различных видов подогрева (газовый, газо-кислородный, электрический) на среднюю температуру внутренней стенки футеровки сталковша в зависимости от длительности подогрева.

Разработана прогнозная математическая модель охлаждения металла на базе хороших тепловых расчетов, учитывающих законы Стефана-Больцман, Фурье, Ньютона. Эта модель позволяет рассчитать возможное снижение температуры жидкой стали от выпуска ее из ДСП до установки ковша на стенд АКП, учитывая все тепловые потери за этот период: потери тепла струей жидкого металла при сливе в ковш, потери тепла, аккумулированного футеровкой ковша, потери тепла конвекцией и излучением от кожуха ковша,

потери тепла излучением с зеркала металла в ковше, покрытого слоем шлака различной толщины, потери тепла при подаче легирующих материалов (ферромарганец, ферросилиций).

Положительным в работе является значительное количество рисунков, хорошее качество графического материала.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

- 1) На наш взгляд имеет место некоторое несоответствие темы диссертации и ее внутреннего содержания.
- 2) Отсутствует описание методик проведения экспериментов, используемых материалов, оборудования, инструментов, приборов.
- 3) На странице 9 автореферата указывается, что абсолютная погрешность измерения температуры футеровки 900° снижается с «плюс-минус» (!) 131 до 32° С.
- 4) В таблице 1 приведено малое количество результатов замера температуры.
- 5) На рис 11 указан график сравнения экспериментальных и расчетных температур с указанием коэффициента $R^2 = 0,959$, что также сомнительно.

Приведенные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Считаем, что работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор-Краснянский Михаил Викторович вполне заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Профессор кафедры металлургии
и металловедения Старооскольского
технологического института,
филиала НИТУ МИСиС, д.т.н.
309516 г. Старый Оскол,
м-н Макаренко, 42
тел. 8-903-885-61-02
e-mail:merker@inbox.ru



Э.Э. Меркер

Доцент кафедры металлургии
и металловедения, к.т.н.,
тел. 9-919-28-777-21
e-mail:tpv119@mail.ru



П.В. Тимофеев



Начальник ОК СТИ НИТУ МИСиС



О.Н. Перминова

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Краснянского Михаила Викторовича «Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки стали в ковшах малой вместимости», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Диссертация Краснянского М.В. посвящена исследованию влияния конструктивных и технологических параметров внепечной обработки на тепловые потери расплава металла и разработке энергосберегающих тепловых режимов внепечной обработки металла в ковшах малой вместимости. В условиях развития металлургических мини-заводов тема исследования актуальна и имеет отраслевое значение.

Научная новизна диссертации заключается в разработке детерминированной математической модели охлаждения металла в сталеразливочном ковше, установлении влияния конструкции футеровки ковшей малой емкости и технологических режимов внепечной обработки на потери тепла металлом, теоретическом описании электроразогрева футеровки сталеразливочных ковшей, определении степени черноты периклазо-углеродистых ковшевых огнеупоров.

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в открытой печати в 9 публикациях, в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК, доложены и обсуждены на конференциях различного уровня.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1) В автореферате не представлена структура теплового баланса ковша с расплавом или при разогреве на стенде, количественные данные (в абсолютных и относительных единицах) различных приходных и расходных статей, которые позволили бы оценить и проанализировать структуру тепловых потерь, тепловую эффективность различных способов разогрева.

2) Какова стойкость или срок службы электронагревателей при температурах эксплуатации 1350 °С, не потребует ли электростенд частых остановок работы на замену и обслуживание нагревателей?

Сделанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертационная работа Краснянского М.В. является завершённой научно-квалификационной работой, она в полной мере соответствует требованиям п. 9, предъявляемым «Положением о присуждении учёных степеней» к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Краснянский Михаил Викторович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Проректор по научной работе и инновациям

Профессор кафедры теплоэнергетики и экологии

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный

индустриальный университет»,

доктор технических наук

654007, Кемеровская область,

г.Новокузнецк, ул.Кирова, д.42

Тел.(3843) 46-58-83

Факс.(3843) 46-57-92, (3843) 46-58-83

E-mail: uchebn_otdel@sibsiu.ru

«10» марта 2015 г.



Краснянцев Михаил Викторович

Отзыв
на автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук Краснянского Михаила Викторовича
«Исследование и совершенствование энергетического режима внепечной обработки
стали в ковшах малой вместимости»
по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность работы связана с развитием сортовых мини – заводов малой производительности и недостаточной изученностью тепловой работы ковшей малой вместимости, имеющих высокую удельную поверхность. Научная новизна работы связана с разработкой уточненной математической модели ковша, работающего в условиях мини – завода.

По работе имеются следующие замечания:

1. На стр.14 автор доказывает, что подогрев ковше менее эффективен, чем мероприятия по логистике производства, тем не менее далее разрабатывает дорогостоящую систему электроподогрева ковша.
2. На стр.22 автор утверждает, что может прогнозировать с точностью до 10^0C температуру металла, зная «примерное» время выдержки металла в ковше и определять «оптимальную» температуру выпуска металла из ДСП. Как она может быть оптимальной при неизвестном времени выдержки и зачем это делать, если далее идет обработка в АКП?
3. Гистограмма усвоения кремния (стр.23 рис.12) показывает разброс усвоения в широких пределах, зависящий от сочетания множества случайных факторов, тем не менее, на основе исследований выводится уравнение (20), где учитывается только ввод ферросплавов. Можно ли пользоваться этим уравнением для условий других предприятий? В чем научность сделанных выводов?
4. На стр.19 утверждается, что «применение нового режима приведет к увеличению стойкости футеровки на 10 – 15%», однако эти утверждения ничем не подкреплены
5. В разделе «Практическая значимость» на стр.4 в выводах на стр.25 отмечается, что «применение ряда рекомендаций» позволило снизить удельный расход электроэнергии, однако не раскрывается – что же это за рекомендации и в каком виде они внедрены.
6. На стр.25 - 4-й вывод по результатам работы связан с разработкой режима сушки ковша, что не коррелирует с названием работы или требует дополнительных пояснений

Заведующий кафедрой Теплотехнических и энергетических систем
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

Агапитов Е.Б.

пр. Ленина, 38

e-mail: ties_magtu@mail.ru

тел.: 8 (3519) 29-84-21

Дата: 25 марта 2015г.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОД ФГБОУ ВПО
"МГТУ" им. Г.И. Носова
Полтв. Г. В. Богданов