

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный
индустриальный университет»
доктор технических наук,
профессор
Е.В. Протопопов



2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Харченко Александра Сергеевича «Интерактивная система энергоресурсосбережения при выплавке чугуна в доменных печах, оснащенных лотковым загрузочным устройством: научно обоснованные технологические решения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

1. АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ И ЕЕ СОДЕРЖАНИЕ

Диссертация Харченко А.С. посвящена разработке научно обоснованных способов энергоресурсосбережения снижением удельного расхода кокса на производство металла, повышением производительности доменных печей, улучшением качества чугуна, уменьшением износа футеровки и увеличением межремонтного периода работы агрегатов. Она содействует решению стратегических задач, указанных Министерством промышленности и торговли Российской Федерации по развитию чёрной металлургии до 2030 гг. Для этого разработана и применена оригинальная методология, включающая интерактивную систему, позволяющую выявлять лимитирующие зоны и процессы доменной плавки, воздействием на них достигать цели. Система внедрена на доменных печах, оснащённых загрузочным устройством нового поколения в мировой практике – лоткового типа.

Во введении обоснованы актуальность, цель и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость, представлены

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
№	_____
Дата регистрации	04.02.2020
Фамилия регистратора	_____

сведения об апробации, достоверности полученных результатов, личном вкладе автора.

В главе 1 приведен анализ современного состояния исследований по рассматриваемому вопросу. Показана целесообразность разработки новых научно обоснованных технологических решений, структурированные в интерактивную систему для энергоресурсосбережения в металлургии чугуна.

Глава 2 посвящена физическому и математическому моделированию загрузки шихтовых материалов в доменную печь бесконусным загрузочным устройством лоткового типа. Полученные закономерности позволяют решать задачу локального воздействия режимами загрузки на лимитирующие зоны и процессы промышленной доменной печи.

В главе 3 представлена созданная и апробированная в ПАО «ММК» новая статистическая методика определения коэффициента, отражающего соответствие технологическому регламенту распределения шихтовых материалов и газов по окружности доменных печей. Внедрение в ПАО «ММК» разработанных диссертантом рациональных параметров загрузки и дутья на этой основе обеспечило ресурсо и энергосбережение снижением удельного расхода кокса и повышением производительности.

Четвертая глава посвящена обоснованию и исследованию режимов загрузки шихтовых материалов, обеспечивающих устранение искажений рабочего профиля доменной печи. Диссертантом разработаны и внедрены рациональные режимы загрузки материалов, обеспечивающих удаление настывей в шахте печи, предотвращение излишнего истирания футеровки в ней, формирование защитного гарнисажа в горне.

В пятой главе представлены результаты локального воздействия параметрами загрузки и дутья на лимитирующую процесс выплавки чугуна по газодинамике зону, располагающуюся в верхней части доменных печей. Разработаны рациональные технологические решения, внедрение которых обеспечило снижение удельного расхода кокса и повышение производительности.

В шестой главе представлены результаты по локальному воздействию параметрами загрузки и дутья на ход процессов в печах при определяющей роли горна с применением Марковских цепей (математических) и нейросетевых моделей. Научно обосновано и внедрено новое направление снижения удельного расхода кокса совместным повышением его

реакционной способности и потребления природного газа. Разработанные внедрённые технологии загрузки промывочных материалов в зону горна с наихудшей дренажной способностью обеспечили дополнительное энергоресурсосбережение.

2. НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Автором получены следующие наиболее важные, новые научные результаты:

- дополнена теория локального воздействия на лимитирующие зоны и процессы доменной плавки для энергоресурсосбережения в металлургии чугуна применением интерактивной системы с приёмами цифровизации;

- установлены закономерности совместного поступления железорудных и добавочных материалов из бункера лоткового загрузочного устройства в колошниковое пространство доменной печи;

- разработана теоретически обоснованная методика оценки неравномерности распределения шихтовых материалов и газов по окружности доменных печей на основе χ^2 - статистики, используя квантили χ_k^2 - статистики для вычисления $p = p(\chi_k^2)$, дополняющая теорию доменного процесса;

- обнаружено и научно обосновано прямое и обратное влияние горячей прочности кокса по CSR и его реакционной способности по CRI на коэффициент сопротивления шихты движению газового потока;

- выявлена, научно обоснована и доказана новая зависимость рационального уровня потребления природного газа от реакционной способности кокса.

Для достижения цели автор правильно выбрал метод адаптированного математического и физического моделирования с проведением опытных плавок на крупном предприятии и внедрением полученных результатов в технологию доменной плавки.

Достоверность результатов работы подтверждается следующим:

- корректностью постановки задач при проведении исследований;

- использованием для лабораторных исследований уникальной физической модели, изготовленной в масштабе 1:5 загрузочных устройств, установленных на доменных печах № 2, 4 и 6 ПАО «ММК»;
- соблюдением требований критериев подобия;
- сходимостью результатов физического и математического моделирования с промышленными экспериментами;
- использованием современных лицензированных измерительных приборов и математического аппарата;
- внедрением результатов работы в действующее промышленное предприятие.

Из рассмотрения диссертационной работы следует, что все научные результаты получены диссертантом самостоятельно.

Личный вклад автора заключается в разработке методологии исследования, участии в математическом моделировании, а также в проведении лабораторных и опытно-промышленных исследований. Опытно-промышленный эксперимент выполнен на действующем производстве.

3. ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУЧЕННЫХ АВТОРОМ ДИССЕРТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Научным результатом диссертации являются теоретические положения интерактивной системы энергоресурсосбережения при выплавке чугуна в доменных печах. Для достижения цели она включает диагностику и локальное воздействие параметрами загрузки и дутья на лимитирующие зоны и процессы плавки. При этом расширяет знания о закономерностях движения сыпучих материалов и газов, тепломассообмене между ними, горении топлива, формировании чугуна и шлака, воздействии процессов на футеровку. Областью приложения теории явились доменные печи, модернизированные в соответствии с мировыми тенденциями.

Значимость работы для производства заключается в следующем:

- реализованы новые технологические режимы, обеспечивающие энергоресурсосбережение при проведении доменной плавки, которые охарактеризованы 9 актами внедрения;
- получен патент №2700977 Российской Федерации на изобретение и 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ;

- полное использование разработок, протестированных успешными опытными плавками, обеспечивает экономический эффект около 200 руб/т чугуна;
- результаты используются в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров и кадров высшей квалификации.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИИ

Результаты, полученные Харченко А.С. в диссертационном исследовании, рекомендуется использовать в следующих основных направлениях:

1. На предприятиях, выплавляющих чугун в доменных печах, оснащённых лотковым загрузочным устройством: ПАО «НЛМК», ПАО «Северсталь», ПАО «ЕВРАЗ НТМК», ПАО «ТУЛАЧЕРМЕТ».
2. В ПАО «ЕВРАЗ ЗСМК» в условиях замены существующих роторных загрузочных устройств на лотковые, с учётом особенностей работы печей по шихтовым материалам, дутьевым параметрам, полезному объёму.
3. На доменных печах, имеющих проблемы в связи с формированием настывей на футеровке, загромождением горна, износом огнеупорной кладки и холодильников: ПАО «Мечел», АО «Уральская Сталь».
4. В учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров по направлению «Металлургия» и кадров высшей квалификации по направлению «Технологии материалов».

5. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. В условиях ПАО «ММК» для энергоресурсосбережения переработкой местного титаномагнетитового сырья целесообразно, дополнительно к существующей технологии, начинать развитие непрерывного металлургического процесса струйно-эмульсионного типа (СЭР).

2. В диссертации не отражены причины значительного отставания металлургических предприятий Российской Федерации по минимизации удельного расхода кокса в сравнении с лучшим мировым уровнем.

3. В работе не отражена применимость разработанной интерактивной системы локального воздействия параметрами загрузки и дутья на лимитирующие зоны и процессы доменных печей, не имеющих лотковые загрузочные устройства.

4. Работа выглядела бы ещё веселее, если бы, описание действия изменения режима использования лоткового загрузочного устройства на удельный расход кокса сопровождалось бы указанием механизма его влияния.

5. Не изложена методика выявления локальной зоны горна с наихудшей дренажной способностью коксовой насадки.

6. В работу следовало бы отразить необходимость улучшения качества сырья и кокса.

Отмеченные недостатки не оказывают существенного влияния на оценку качества выполненных исследований и не изменяют основные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

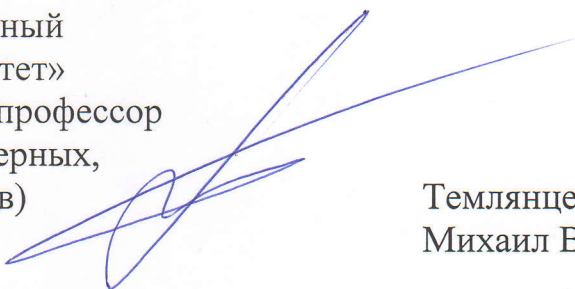
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная к защите диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу. Ее выводы и рекомендации достаточно обоснованы, имеют научное и практическое значение. Сформулированные в диссертации научные выводы полностью отвечают ее содержанию и непосредственно следуют из основных результатов. Она соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям в пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. В ней содержатся научно обоснованные технологические решения, вносящие значительный вклад в развитие экономики металлургической промышленности страны энергоресурсосбережением в результате снижения удельного расхода кокса, повышения производительности доменных печей, улучшения качества чугуна, уменьшения износа футеровки и увеличения межремонтного периода работы агрегатов.

Харченко Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертация рассмотрена и обсуждена, отзыв на нее утвержден на заседании кафедры металлургии черных металлов протокол № 1 от 22 января 2020 г.

Председательствующий на заседании
кафедры металлургии черных металлов
проректор по научной работе
и инновациям
«Сибирский государственный
индустриальный университет»
доктор технических наук, профессор
(05.16.02 – Metallургия черных,
цветных и редких металлов)



Темлянецв
Михаил Викторович

Отзыв составил
профессор кафедры
металлургии черных металлов,
доктор технических наук, профессор
(05.16.02 – Metallургия черных,
цветных и редких металлов)



Нохрина
Ольга Ивановна

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Адрес: 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42.

Тел.: +7 (3843) 46-35-02.

Факс: +7 (3843) 46-57-02.

Email: rector@sibsiu.ru