

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой металлургических технологий и оборудования, заместителя директора по инновациям и развитию Новотроицкого филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Шаповалова Алексея Николаевича на диссертацию Харченко Елены Олеговны «Научное и технологическое обоснование эффективного использования некондиционного агломерата в доменных печах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов

### Актуальность темы.

Одним из ключевых направлений совершенствования технологии металлургического производства России является энергосбережение во всех технологических переделах. На долю производства чугуна в доменных печах приходится около 60 % энергоресурсов, используемых черной металлургией.

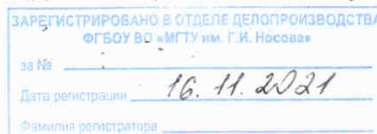
В связи с этим диссертационное исследование, направленное на разработку эффективного режима использования некондиционного агломерата в доменных печах, оснащённых однотоковым компактным БЗУ лоткового типа, для повышения их производительности и снижения удельного расхода кокса является актуальным.

### Общая характеристика работы.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 134 наименований и 2 приложений. Она изложена на 126 страницах машинописного текста.

В первой главе диссертант аргументировал целесообразность научного и технологического обоснования эффективного использования некондиционного агломерата в доменных печах. Рассмотрел вопросы использования мелких фракций агломерата в шихте доменных печей, особенности загрузки их лотковым загрузочным устройством и методы оценки газодинамического состояния в верхней части печи.

Вторая глава посвящена физико-механическим свойствам некондиционного агломерата. Приведена сравнительная оценка холодной прочности, восстановимости некондиционного и кондиционного агломератов фабрик ПАО «ММК». Исследованы внутренний и наружный углы откоса, угол



естественного откоса, насыпная, средняя и истинная плотности, общая пористость и порозность агломерата по фракциям в интервале 0-25 мм.

**В третьей главе** оценено влияние расхода некондиционного агломерата на технико-экономические показатели работы доменных печей № 4, 6 и 10 ПАО «ММК». Физическим и математическим моделированием разработаны зависимости, позволяющие оценивать распределение некондиционного агломерата по ходу его выпуска в смеси с компонентами шихты. Предложен алгоритм выбора печи в условиях ПАО «ММК» для загрузки в нее некондиционного агломерата.

**В четвертой главе** приведены результаты промышленных экспериментов по выявлению рациональных режимов загрузки некондиционного агломерата в доменные печи №№ 4, 6, 9 и 10 ПАО «ММК».

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждена неоднократными экспериментами на реальных доменных печах ПАО «ММК» при исследовании различных режимов загрузки некондиционного агломерата, многочисленными экспериментами на физической модели бесконусного ЗУ с соблюдением основных критериев подобия загрузочному устройству работающей доменной печи.

**Научная ценность и практическая значимость результатов диссертации.**

Научная ценность результатов диссертационного исследования заключается в развитии теории выпуска сыпучей среды из бункера загрузочного устройства в колошниковое пространство доменной печи. Выявлены зависимости распределения некондиционного агломерата по крупности в колошниковом пространстве печи при загрузке его в смеси с компонентами доменной шихты.

Определено влияние распределения некондиционного агломерата по кольцевым зонам колошникового пространства в смеси с окатышами,

коксовой фракцией и марганцевой рудой на газодинамику верхней и нижней зон доменной печи.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработаны новые режимы загрузки некондиционного агломерата в колошниковое пространство печи, обеспечивающие повышение производительности и снижение удельного расхода кокса. Применение разработанного режима по сравнению с существующим порядком загрузки некондиционного агломерата обеспечило снижение удельного расхода кокса на 3,3 кг/т чугуна при повышении производительности печи на 53,5 т/сутки. Результаты подтверждены актом внедрения.

#### **Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.**

По теме диссертации опубликовано 26 научных трудов, из них 7 публикаций в рецензируемых журналах (5 статей – в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ и 2 статьи – в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus), 2 патента РФ на изобретение, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Харченко Е.О. соответствует паспорту специальности 2.6.2. (05.16.02) Metallургия черных, цветных и редких металлов.

#### **Замечания по диссертации**

1. В начале работы приведены критерии признания агломерата некондиционным (крупность, стабильность, прочность...), однако в дальнейшем все сводится к содержанию мелочи.
2. По тексту работы под некондиционным агломератом понимается агломерат после длительного хранения, что не совсем корректно по отношению к агломерату – скорее это «лежалый» агломерат. Кроме того, такое упрощение противоречит указанным в начале работы критериям кондиционности агломерата и не учитывает некондиционный агломерат, полученный с нарушениями технологии.



3. По тексту работы указывается, что среднегодовая доля некондиционного агломерата в условиях ПАО «ММК» составляет 15 %. Как получены эти данные и что относили к некондиционному агломерату?
4. Чем объясняется устойчивое ухудшение прочностных свойств «некондиционного» агломерата, полученное в результате лабораторных исследований?
5. При анализе производственных данных о работе доменных печей (ДП) №№ 4 и 6 ПАО «ММК» при различной доле «некондиционного» агломерата в шихте делается вывод о том, что именно исследуемый фактор определяет ухудшение ТЭП работы печей, однако не оговаривается уменьшение доли окатышей в изучаемые периоды. Кроме того, вызывает вопросы выбор недельного периода работы ДП №4 (аналогичный вопрос о выборе длительности «базового» периода и далее по тексту).
6. При анализе работы ДП №10 с различной долей «некондиционного» агломерата не рассмотрены причины резкого снижения расхода дутья в периоде IV при понижении давления дутья и колошникового газа.
7. В работе нет данных о применяемых режимах загрузки «некондиционного» агломерата на ДП №№ 4, 6 и 10 (главы 3 и 4).
8. В работе не указана привязка «номера станции углового положения лотка» к расположению колошникового пространства, тогда как по тексту количество станций изменяется от 3-х (рис. 3.3) до 6 (рис. 3.4), а говоря о производственных условиях приводятся данные о том, что «для эффективного использования некондиционного агломерата следует его размещать преимущественно в зоне рудного гребня и промежуточной зоне между периферией и рудным гребнем, то есть с позиций углового положения лотка №№ 5-9» (стр. 61). Вероятно, следует разделить понятия - «номер станции», привязав его к положению лотка относительно наклонного моста (для физического моделирования), и «угол наклона лотка», определяющий траекторию движения материалов и их распределение по радиусу колошника.

9. По тексту работы (глава 4) приводятся утверждения об определяющей газодинамические условия зоне доменных печей, однако никакого обоснования этим утверждениям нет.
10. В разработанных режимах не оговорены пределы их использования, как количественно, так и применительно к другим доменным печам.
11. В табл. 3.3 и 3.4, 3.8, 3.11 речь идет об избыточном или абсолютном давлениях дутья и колошникового газа?
12. В выводах главы 4 и заключении говорится о том, что автором работы «разработаны, обоснованы и внедрены режимы...» загрузки некондиционного агломерата. Однако по тексту главы 4 говорится только об анализе производственных данных. Возможно, в выводах было бы уместнее ограничиться вкладом автора в обоснование рациональных режимов...?
13. По тексту работы не понятно, каким образом рассчитывали продолжительность пребывания материалов в противоточной зоне доменной печи.

Вместе с тем, приведенные замечания не снижают в целом высокой оценки выполненной работы и не ставят под сомнение ее завершенность, научную и практическую ценность полученных результатов.

### **Заключение по диссертации**

Диссертация Харченко Е.О. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне.

В ней изложены зависимости распределения некондиционного агломерата по станциям углового положения лотка в смеси с кондиционным агломератом, окатышами и добавочными материалами для условий односкипового и двухскипового режимов наполнения бункера БЗУ. Разработаны эффективные технологически обоснованные режимы загрузки некондиционного агломерата в смеси с коксовой фракцией в кольцевые зоны колошникового пространства доменной печи. Установлены результаты совместной загрузки некондиционного агломерата с марганцевой рудой в

доменные печи, работающие в условиях сдерживания процесса выплавки чугуна интенсивностью его хода в верхней и нижней их частях.

Диссертация соответствует требованиям п.9-11 и 13,14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям и заслуживает положительной оценки, а ее автор Харченко Елена Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент  
заведующий кафедрой  
металлургических технологий и оборудования,  
заместитель директора по инновациям и развитию  
Новотроицкого филиала ФГАОУ ВО  
«Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»,  
доцент, кандидат технических наук  
по специальности  
05.16.02 – Metallургия черных,  
цветных и редких металлов

Шаповалов  
Алексей Николаевич

Подпись  
заверяю Шаповалов А.Н.  
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ

Начальник  
отдела кадров  
В.А. Путилина

*Путилина*



*Шаповалов*  
08.11.2021

Новотроицкий филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НФ НИТУ «МИСиС»)  
462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.  
Сайт: <http://nf.misis.ru/>  
Тел.: +7 (3537) 67-97-29 доб. 116.  
E-mail: alshapo@misis.ru

Я, Шаповалов Алексей Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Харченко Елены Олеговны, и их дальнейшую обработку

*Шаповалов*

ПОДПИСЬ