



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе  
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,  
доктор технических наук, доцент

Коржов А.В.

« 18 » ноября 2021 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу 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 работы и ее содержание.* Диссертация Харченко Е.О. посвящена разработке эффективного режима использования некондиционного агломерата в доменных печах, оснащённых однократным компактным БЗУ лоткового типа с целью повышения их производительности и снижения удельного расхода кокса.

*Во введении* обоснованы актуальность, цель и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость, представлены сведения об апробации, достоверности полученных результатов, личном вкладе автора.

*В главе 1* приведен анализ современного состояния исследований по рассматриваемому вопросу. Отражены требования, предъявляемые к качеству железорудного сырья, опыт использования мелких фракций агломерата в шихте доменных печей, особенности их загрузки лотковым загрузочным устройством, способы оценки газодинамического состояния в верхней части печи. Показана целесообразность научного и технологического обоснования эффективного использования некондиционного агломерата в доменных пе-

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГАОУ ВО «ИГТУ» им. Г.И. Носова	
за № _____	_____
Дата регистрации _____	26.11.2021
Фамилия регистратора _____	_____

чах, учитывающая индивидуальность условий режимов загрузки, связанных с видом загрузочного устройства, составом шихтовых материалов.

В главе 2 приведены результаты лабораторных испытаний физико-механических свойств некондиционного агломерата по фабрикам ПАО «ММК» и в сравнении с агломератом текущего производства. Представлены результаты определения гранулометрического состава; плотности (насыпная, средняя и истинная); общей пористости, порозности; угла естественного откоса; внутреннего и наружного углов откоса при поступлении материала на горизонтальную поверхность по наклонной стальной поверхности, расположенной под углом к вертикали 30 и 50°; прочностных свойств агломерата в холодном состоянии и после восстановления при температуре 500 °С.

В главе 3 приведены результаты промышленных исследований по влиянию расхода некондиционного агломерата на работу доменных печей № 4, 6 и 10 ПАО «ММК». Представлены результаты физического и математического моделирования распределения некондиционного агломерата по крупности при движении со станций углового положения лотка в колошниковое пространство в смеси с кондиционным по крупности агломератом, окатышами и добавочными материалами для условий односкипового и двухскипового режимов наполнения бункера БЗУ лоткового типа. Предложен алгоритм выбора печей в доменном цехе ПАО «ММК» для загрузки в нее некондиционного агломерата, разработанный на основе времени пребывания материалов в противоточной зоне печи и показателя уравнивания силы тяжести железорудного сырья подъёмной силой газового потока.

В четвертой главе представлены результаты разработки и обоснования эффективных режимов загрузки некондиционного агломерата в колошниковое пространство проведением промышленных испытаний на доменных печах №№ 4, 6, 9 и 10 ПАО «ММК». Эффективность использования некондиционного агломерата в доменных печах ПАО «ММК» обеспечивалась загрузкой некондиционного агломерата преимущественно в зону рудного гребня и промежуточное пространство между периферией и рудным гребнем в

смеси с коксовой фракцией или агломератом повышенного качества агло-  
фабрики № 5.

**Научная новизна и достоверность результатов работы.** Автором  
получены следующие наиболее важные, новые научные результаты:

1. Разработаны зависимости распределения некондиционного агломерата по  
крупности в колошниковом пространстве печи при загрузке его в смеси с  
кондиционным агломератом, окатышами и добавочными материалами для  
условий односкипового и двухскипового режимов наполнения бункера БЗУ  
лоткового типа.
2. Определено влияние распределения некондиционного агломерата и коксо-  
вой фракции по кольцевым зонам колошникового пространства на изменение  
коэффициента сопротивления шихты в верхней части печи. В ПАО «ММК»  
уменьшение отношения содержаний некондиционного агломерата и коксо-  
вой фракции с 2,43 до 0,73 на периферии при увеличении данного отношения  
с 0,98 до 1,09 в зоне рудного гребня и с 0,66 до 0,97 в промежуточной зоне  
между периферией и рудным гребнем обеспечило снижение величины коэф-  
фициента сопротивления шихты на 3,78 % отн.
3. Установлено влияние на газодинамику верхней и нижней зон доменной  
печи совместной загрузки некондиционного агломерата с марганцевой ру-  
дой. В ПАО «ММК» стабильную работу печи обеспечило применение мар-  
ганцевой руды Ниязгуловского месторождения в количестве 3,34 кг на  
1 % некондиционного агломерата при сдерживании процесса доменной плав-  
ки высоким взаимосопротивлением шихты и газов в верхней части печи и  
1,98 кг на 1 % некондиционного агломерата в условиях определяющей роли  
газодинамики нижней части.

**Достоверность результатов работы** подтверждается применением  
критериев подобия при моделировании режимов загрузки некондиционного  
агломерата на модели лоткового ЗУ, неоднократными экспериментами на  
производстве при исследовании различных режимов загрузки некондицион-  
ного агломерата.

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

*Личный вклад автора* заключается в формулировании цели и задач исследования, организации и проведении лабораторных и промышленных экспериментов, анализе и интерпретации результатов исследования, разработке алгоритма выбора печи в доменном цехе для загрузки в нее некондиционного агломерата, формулировке основных положений и выводов.

*Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов.* Значимость диссертационного исследования для науки заключается в расширении знаний о закономерностях движения сыпучего материала. В работе представлен характер распределения мелких фракций агломерата по ходу выпуска его из бункера загрузочного устройства совместно с кондиционным агломератом, окатышами и добавочными материалами для различных шихтовых условий.

Значимость работы для производства заключается в следующем:

- разработаны и внедрены в производство ПАО «ММК» новые эффективные режимы загрузки некондиционного агломерата, обеспечивающие энергосбережение (подтверждено актом внедрения).
- получено 2 патента Российской Федерации на изобретение и 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

*Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.* Результаты, полученные Харченко Е.О. в диссертационном исследовании, рекомендуется применять при выплавке чугуна в доменных печах, оснащённых лотковым загрузочным устройством. Такие доменные печи имеют следующие предприятия: ПАО «НЛМК», ПАО «Северсталь», ПАО «ЕВРАЗ НТМК», ПАО «ММК».

Результаты диссертационного исследования будут полезны для применения в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров по направлению «Металлургия» и кадров высшей квалификации по направлению «Технологии материалов».

### *Замечания по диссертационной работе:*

1. Некондиционным агломерат может быть по нескольким параметрам: химическому составу, крупности, прочности. В диссертационном исследовании подобно анализируется и существенно используется лишь характеристика крупности агломерата. Непонятно, как использовать агломерат, некондиционный по другим свойствам.
2. Среди задач исследования заявлена задача «...оценить физико-химические свойства некондиционного агломерата», но в диссертации нет результатов такой оценки и рекомендаций по использованию агломерата с отличающимися физико-химическими характеристиками.
3. Согласно результатам главы 2 некондиционный агломерат по сравнению с кондиционным имеет повышенную восстановимость. Требуется пояснения причин повышенной восстановимости и как повышенная восстановимость некондиционного агломерата отражается на работе доменной печи.
4. Среди использованных источников информации отсутствуют зарубежные работы.

Следует отметить, что изложенные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации Харченко Е.О. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

**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 кандидатским 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 научное и технологическое обоснование эффективного использования некондиционного агломерата в доменных печах. Харченко Елена Олеговна заслуживает при-

суждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертация рассмотрена и обсуждена, отзыв на нее утвержден на заседании кафедры пирометаллургических и литейных технологий протокол № 11 от 16 ноября 2021 г.

**Отзыв подготовили:**

Профессор кафедры пирометаллургических  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»,  
доктор технических наук, профессор,  
(05.16.02. – Metallургия черных,  
цветных и редких металлов)

Рощин Василий Ефимович

Заведующий кафедрой пирометаллургических  
и литейных технологий  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»,  
кандидат технических наук, доцент,  
(05.16.02. – Metallургия черных,  
цветных и редких металлов)

Гамов Павел Александрович

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76.

Тел.: +7 (351) 267-99-00.

Email: [info@susu.ru](mailto:info@susu.ru)

Подпись *Василий Ефимович Рощин*  
Удостоверено  
Начальник управления по работе с кадрами Южно-Уральского государственного университета  
Управление по работе с кадрами  
ИИТ