

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

*кандидата технических наук Нечкина Георгия Александровича
на диссертационную работу Бардавелидзе Гоги Гурамовича на тему
«Научно обоснованные технические и технологические решения производства
окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых
кварцитов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности*

2.6.2. Metallurgy черных, цветных и редких металлов

Актуальность работы

Диссертационная работа Бардавелидзе Гоги Гурамовича посвящена разработке технологии получения железорудных окатышей из концентрата окисленных железистых кварцитов (ОЖК), полученного из хвостов обогащения магнетитовой руды Михайловского месторождения. До настоящего времени в России и в странах СНГ отсутствует промышленный опыт получения обожженных окатышей из гематитовых (окисленных) концентратов и работа Гоги Гурамовича является, пожалуй, первым полноценным исследованием, позволяющим раскрыть технологические аспекты и потенциальные преимущества вовлечение нового концентрата ОЖК в производство окатышей.

Вовлечение в промышленное использование гематитового концентрата, полученного из хвостов обогащения магнетитовой руды, позволит существенно расширить сырьевую базу металлургической промышленности и будет способствовать снижению экологической нагрузки в регионе Курской магнитной аномалии посредством высвобождения занятых плодородных земель Черноземья.

Таким образом, тема диссертационной работы «Научно обоснованные технические и технологические решения производства окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых кварцитов» является актуальной в свете сохранения и развития промышленного потенциала экономики России.

Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации включает следующие пункты:

1. Впервые исследованы физико-химические свойства и минеральный состав концентрата ОЖК, получены новые данные для понимания его поведения при различных стадиях обработки.
2. Впервые исследованы физические свойства сырых, сухих обожженных окатышей из концентрата ОЖК, получены новые данные для разработки технологии их получения.
3. Обосновано использование органического полимерного связующего «Alcotac CS» для улучшения комкуемости шихты и улучшения качественных характеристик сырых и сухих окатышей из концентрата ОЖК, что способствует повышению эффективности производственного процесса.
4. Усовершенствована методика определения комплексных экспериментальных параметров обжиговой машины. Разработана новая методика определения коэффициента пересчета прочности на сжатие

лабораторных обожженных окатышей из вертикального пробника на прочность промышленных окатышей, которая повышает точность и надежность оценки их механических свойств.

5. Усовершенствована математическая модель термообработки окатышей ОЖК, включающая интеграцию блока горения углерода и расчет количества теплоты при выгорании на каждом расчетном шаге модели, которая позволяет более точно прогнозировать температурно-временной режим обжига.
6. Выполнен научно обоснованный выбор технических и технологических решений производства окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых кварцитов, которые обеспечивают повышение эффективности процесса производства и качество готовой продукции.

Обоснованность и достоверность научных положений диссертации

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается проведением большого объема лабораторных и полупромышленных исследований на современном оборудовании, использованием современных сертифицированных физико-химических методик исследования и методов анализа. Полученные результаты исследований и выводы согласованы между собой, что подтверждается как лабораторными, так и полупромышленными испытаниями.

Автором опубликовано 10 научных работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, из них 6 статей – в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus, WoS.

Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость диссертационной работы Бардавелидзе Г.Г. заключается в перспективе создания промышленного производства окатышей из концентрата ОЖК Михайловского месторождения на обжиговых машинах АО «Михайловский ГОК им. А.В. Варичева» и в, сопутствующем при этом, высвобождении плодородных земель Черноземья от техногенного месторождения.

Содержание диссертации и ее оформление

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений, изложена на 144 с. машинописного текста и содержит 38 таблиц (без приложений), 57 иллюстраций (без приложений), список использованной литературы, содержащий 112 наименований и 4 приложения.

Во введении обоснованы актуальность и значимость проводимых исследований, сформулированы цель работы, задачи исследования и научная новизна.

В первой главе представлен аналитический обзор технологии получения железорудных окатышей на обжиговой конвейерной машине, в том числе из гематитового концентрата. Рассмотрено расчетное замещение углеродом снижения начального содержания FeO в окатышах. Выявлено, что оптимальная дозировка твердого топлива (коксик) в окатыши, при начальном содержании в шихте FeO=3-

5% в шихте, составляет 1%, что подтверждает анализ опыта производства окатышей из гематитовых руд за рубежом.

Анализ литературных данных показал, что в России отсутствует промышленный опыт производства окатышей из окисленных железистых кварцитов и гематитовых концентратов, в том числе с использованием твердого топлива. Вовлечение в производство окатышей концентрата ОЖК лимитировалось отсутствием технологии по производству концентрата, вследствие этого дальнейшие исследования по производству окатышей необходимого качества из данного концентрата не осуществлялись.

По результатам аналитического обзора были сформированы задачи исследования.

Во **второй главе** представлены результаты исследований химического состава и физических свойств шихтовых компонентов окатышей ОЖК и методики их определения. АО «Михайловский ГОК им. А.В. Варичева» предоставил дополнительно два вида концентрата: «Деррики 67% пром.» и «Деррики 70%» для исследований окатышей из смеси данных концентратов с концентратом ОЖК. У концентратов определялось следующее: химический состав, влажность, удельная поверхность, минералогический анализ, седиментационный анализ.

Полученные данные химического состава и влажности использовались как исходные данные для расчета материальных балансов окомкования и обжига окатышей ОЖК.

В **третьей главе** представлены материальные балансы окомкования и обжига, шихтовых составов и физические свойства сырых и сухих окатышей ОЖК, а также методики расчетов, наработки партий сырых и сухих окатышей ОЖК и определения их физических свойств. Расчет материальных балансов окомкования и обжига проводился на основании требований потенциальных потребителей к составу обожженных окатышей. Результаты исследований использовались как исходные данные для дальнейших расчетов технологических параметров производства окатышей ОЖК на математической модели ООО «НПВП ТОРЭКС». Также, полученные данные позволили оценить принципиальную возможность получения сырых окатышей из концентрата ОЖК Михайловского месторождения.

В **четвертой главе** представлены результаты исследований полупромышленных обожженных окатышей ОЖК, технические и технологические решения по их производству. Целью данных исследований было выявление максимально возможной производительности ОМ, при которой качество обожженных окатышей будет удовлетворять требованиям потенциальных потребителей

Автором разработана методика экспериментальных исследований с целью расчета коэффициента пересчета прочности на сжатие лабораторных окатышей, обожженных в вертикальных пробниках на ОМ, на прочность в условиях производства окатышей на обжиговой машине.

Развита математическая модель ООО «НПВП ТОРЭКС». Развитие осуществлено посредством включения в расчет блока горения углерода, в результате чего представилась возможность подбора дополнительных коэффициентов адаптации модели: предэкспоненциальный множитель горения углерода и энергия активации горения углерода - позволяет учитывать ввод коксика в шихту в перспективе внедрения в производство концентрата ОЖК. Так же, в математическую модель, для исходных данных, включен коэффициент пересчета прочности обожженных окатышей из вертикального пробника на окатыши с производства.

Необходимо отметить, что по результатам проведенных расчетов при потенциальном внедрении в производство окатышей ОЖК не потребуется реконструкция и модернизация обжиговых машин в силу возможности производства окатышей ОЖК на действующих тепловых схемах ОМ. Представлены разработанные технические и технологические решения для производства окатышей с использованием концентрата ОЖК.

В **заключении** содержатся выводы о решении поставленных задач, основные результаты, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Материал диссертационной работы изложен грамотно, логично, последовательно, разделы диссертации связаны и формируют единое, целостное описание проведенных исследований и полученных результатов.

Количество научных работ и состав изданий, в которых они опубликованы, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2.

Материалы диссертации доложены и обсуждены на следующих конференциях:

1. XXII Международная научно-практическая конференция «Металлургия: технологии, инновации, качество» «Металлургия-2021». Россия, г. Новокузнецк, СибГИУ, 2021 г.;
2. XI Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2023) с международным участием. Россия, г. Екатеринбург, УрФУ, 2023 г.;
3. XII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2024) с международным участием. Россия, г. Екатеринбург, УрФУ, 2024 г.

Вопросы по диссертации

Необходимо выделить следующие вопросы и замечания по диссертации:

1. На каком этапе внедрение концентрата ОЖК в производство окатышей на сегодняшний день?
2. В работе вы используете математическую модель ООО «НПВП ТОРЭКС», но при этом в диссертации нет информации о применении результатов ее расчетов на каких-либо других предприятиях. Чем вы можете подтвердить эффективное использование результатов расчета данной модели?

3. Какой был гранулометрический состав сырых лабораторных окатышей?
4. Увеличение в 2 раза времени накатки на лабораторном грануляторе партий окатышей из концентрата ОЖК в сравнении с рядовым концентратом МГОК связано с минералогией концентрата ОЖК или это следствие более высокой площади удельной поверхности и наличие гидрофобного коксика в шихте?
5. В качестве основного недостатка работы можно выделить то, что, к сожалению, в диссертационной работе не представлено сравнение технологических режимов получения окатышей из концентрата ОЖК с классической технологией получения окатышей из магнетитовых концентратов. Было интересно видеть в сопоставлении как влияет принципиально другой минералогический состав ОЖК (15% игольчатых кристаллов гетита) на процессы получения сырых окатышей, как меняется комкуемость концентрата и гранулометрические составы сырых окатышей, полученных при равных условиях окомкования? Как бы повлияло повышение удельной поверхности рядового магнетитового концентрата с 1600-2100 см²/г до 2500 см²/г как у концентрата ОЖК?
6. Требуется дальнейшей проработки вопрос добавки полимера. Ввод полимера улучшил прочностные свойства сырых и сухих окатышей. При этом с полимером на 0,68% выше влажность сырых окатышей. Эту дополнительную влагу нужно будет удалять, что вероятно приведет к снижению производительности и повышению расхода газа. Кроме того, на практике окатыши с полимером, как правило, имеют более низкие показатели по прочности на сжатие. Возможно, при дальнейшем развитии данной технологии для оптимизации себестоимости окатышей из концентрата ОЖК необходимо будет отрабатывать технологию без полимера или искать недорогие эффективные связующие материалы.
7. В работе не показана экономическая составляющая получения товарных окатышей из концентрата ОЖК. Затраты на получение концентрата, использование дорогостоящего полимерного связующего с достаточно высоким расходом, покупка и подготовка коксовой мелочи, одновременно с более низкой производительностью ОМ и более высоким расходом газа требуют серьезной проработки финансовой модели проекта.

Приведенные вопросы, в целом, не влияют на высокий научный уровень и практическую значимость диссертационной работы соискателя Бардавелидзе Г.Г.

Заключение по диссертации

Диссертация Бардавелидзе Гоги Гурамовича написана грамотным научно-техническим языком с выполнением требований по научной новизне, актуальности, практической значимости, представлению результатов в публикациях и является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические и

технологические решения по производству железорудных окатышей на обжиговых машинах из концентрата окисленных железистых кварцитов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие металлургии в Российской Федерации.

Считаю, что диссертационная работа соответствует п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор – Бардавелидзе Гога Гурамович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,
АО «Уральский институт металлов»,
исполнительный директор Научно-исследовательского
центра подготовки сырья и руднотермических процессов
Печкин Георгий Александрович



Контактная информация:

Акционерное общество «Уральский институт металлов».
620062, Россия, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, д. 14, +7 343 3740499
Адрес электронной почты: ggg3686@gmail.com

«09» октября 2024 г.

Подпись исполнительного директора Научно-исследовательского центра подготовки сырья и руднотермических процессов АО «Уральский институт металлов», кандидата технических наук Г.А. Печкина подтверждаю:

ученый секретарь АО «Уральский институт металлов»,
к.т.н.



А.И. Селетков

