

Ученому секретарю
диссертационного совета Д 212.246.05,
д. т. н., профессору
В.Н. Хетагурову

362021, Республика Северная Осетия-Алания,
г. Владикавказ, ул. Николаева, 44,
ФГБОУ ВО "СКГМИ (ГТУ)"

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу БАХТЕЕВА ЭРКИНА МАРАТОВИЧА

«Исследование технологии и разработка устройства для производства титановых окатышей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Постоянно сохраняющаяся тенденция к улучшению технико-экономических показателей работы восстановительных агрегатов – как обжиговая машина, обуславливает поиск и исследование новых подходов к повышению качества окатышей. Разработка и реализация новых технических решений, обеспечивающих существенное улучшение металлургических свойств окатышей, определяет конкурентоспособность этого продукта, получаемого из руд всех без исключения месторождений, как на внутренних, так и на международных рынках железорудного сырья.

Многолетний опыт работы фабрик окомкования горно-обогажительных комбинатов в последние годы, показывает, что одним из перспективных направлений повышения металлургических свойств окатышей различного назначения – для металлизации и доменного производства является необходимость корректировок в технологии производства окатышей,

начиная со стадии подготовки шихты. Поэтому для развития и совершенствования технологии производства окатышей, особенно для металлизации, поиск новых эффективных решений зон окомкования и сушки окатышей является исключительно **актуальным**.

Во **введении** обосновывается актуальность работы; приводятся сведения о степени разработанности темы исследований; сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна полученных результатов и положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы; приведены методология и методы диссертационного исследования; обосновывается степень достоверности полученных результатов и приводятся периодические издания и форумы различного уровня, свидетельствующие о широкой апробации результатов исследований.

Первая глава посвящена анализу состояния исследований по проблематике диссертации, где рассмотрены основные способы переработки титана, данные об их ресурсах и добыче, роль титана при переделе титаномагнетитовых концентратов. Дана характеристика руд титаномагнетитовых месторождений в отношении титана. Рассмотрены способы получения титана и возможность использования титаномагнетитового концентрата в производстве окатышей. Определение эффективных решений интенсификации производства, с непременным повышением качественных характеристик обожженных окатышей, может быть достигнуто путем детальных исследований и оптимизации процессов гранулирования и сушки окатышей методами математического моделирования.

Во **второй главе** обосновывается необходимость математического моделирования как эффективного научного метода изучения физико-химических особенностей процесса формирования окатышей из титаносодержащего концентрата, получение необходимых данных для опытной проверки этого процесса. Процесс формирования сырых окатышей

производится в барабанном окомкователе. В качестве связующего вещества используется сульфитно-спиртовая барда. Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что количественное соотношение и расход шихты – связующего вещества оказывает важное влияние на формирование окатышей. Также она способствует поддержанию правильного баланса между молекулярными и поверхностными силами для сохранения структуры окатышей, позволяет избежать предварительного плавления частиц при высоких температурах в зоне обжига.

В **третьей главе** рассмотрена задача оптимизации режима сушки окатышей из титансодержащего сырья методами математического моделирования. Усовершенствовано математическое описание процессов сушки и переувлажнения слоя окатышей на обжиговой машине с использованием современных представлений о поведении влаги. Разработаны математические модели оптимизации процесса сушки многослойной массы окатышей, позволившие оптимизировать эффективность системы. Определены практически применимые условия уменьшения степени переувлажнения окатышей посредством оптимизации тепловой схемы обжиговой машины. Это позволяет предотвращать появление горизонтов переувлажнения, негативно влияющих на газопроницаемость слоя окатышей, что приводит к необоснованному росту энергопотребления и снижению производительности агрегата в целом.

Четвертая глава посвящена в разработке математической модели в виде уравнений регрессии, связывающая основные технологические параметры процесса. При обработке экспериментальных данных использован расчетно-теоретический анализ, основу которого составили методы регрессии, расчет погрешностей интерполяции и графическая иллюстрация результатов вычислений обработки данных, при этом противоречий известным физическим и химическим положениям установлено не было.

Из анализа полученных данных разработано устройство для производства титановых окатышей, которое содержит систему

экстремального регулирования, непрерывно поддерживающая оптимальную влажность шихты, обеспечивающая максимальную газопроницаемость слоя шихты и наилучшие показатели технологических параметров процесса при воздействии неуправляемых помех.

Данное устройство по сравнению с существующими установками позволит упростить управление процессом обжига, повысит качество готового продукта за счет оперативного управления элементами устройства и оптимизации газопроницаемости слоя шихты.

Вопросы и замечания по работе следующие:

1. Неудачно применение термина "титановые окатыши". Лучше было бы использовать термин "титансодержащие окатыши" для отличия окатышей из металла от окатышей из оксидов металлов.

2. Пункт 4 научной новизны о способе контроля газоплотности шихты, системе регулирования и устройстве для их реализации относится к практической значимости.

3. Почему выбрана сульфитно-спиртовая барда (ССБ) в качестве связующего вещества? Содержащаяся в ССБ сера переходит в продукты процесса и может снижать их качество.

4. Исследованы только отдельные начальные стадии (окомкование и сушка) в сложной технологической схеме производства титана. Отсутствуют сведения о получаемом в конечном итоге продукте.

5. Проверка адекватности полученных моделей проведена только в целом по критерию Фишера. Было бы полезно оценить значимость каждого из коэффициентов уравнений регрессий по критерию Стьюдента. Не указаны также доверительные интервалы для экспериментальных точек на графиках.

6. В модели карботермического восстановления оксидов металлов углеродом не учитывается образование растворов, что снижает точность расчётов.

Высказанные замечания не снижают общую, безусловно, положительную оценку диссертационной работы Бахтеева Э.М., отличительной особенностью которой является моделирование сложных технологических процессов из "первых" принципов.

В работе использованы современные и оригинальные методики, широко используются компьютерные технологии, обеспечивающие моделирование процессов и обработку экспериментальных данных.

Диссертация и автореферат по содержанию полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.2 – Metallургия черных, цветных и редких металлов: п. 15 «Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья», п. 26 «Математическое моделирование процессов производства черных, цветных и редких металлов, формирования техногенных месторождений и способов их утилизации. Управление и оптимизация металлургическими процессами».

Диссертационная работа Бахтеева Э.М. является самостоятельной исследовательской работой, в которой содержатся научно обоснованные положения, выводы и рекомендации, достоверность которых подтверждена адекватностью расчетных и экспериментальных данных, а новизна – полученными патентами и апробацией результатов. Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в научных изданиях, в том числе из перечня ВАК.

Полученные результаты имеют существенное значение для развития металлургической промышленности, повышения качества агломерата и окатышей, получаемые из черных и цветных металлов.

Считаю, что диссертационная работа Бахтеева Эркина Маратовича «Исследование технологии и разработка устройства для производства титановых окатышей» полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор за

разработку математических моделей формирования и спекания титано-содержащих окатышей и созданном на их основе устройстве для производства окатышей заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

25 сентября 2023 года

Профессор кафедры металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов ФГАОУ ВО Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
доктор технических наук, профессор

 А.В. Павлов

Павлов Александр Васильевич
119049, Россия, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1
Институт технологий
Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов
Тел. (495) 955-00-32 pav957@mail.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Проректор по общим вопросам и общим вопросам
НИТУ МИСИС И.М. Исаев

