

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и качеству образования
ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)»

д.п.н., доцент

Станкевич Галина Викторовна



« 1 » июня 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический
институт (государственный технологический университет)»**

Диссертация «Исследование технологии и разработка устройства для производства титановых окатышей» выполнена на кафедре «Металлургия цветных металлов и автоматизация металлургических процессов».

В 2018 г. аспирант Бахтеев Эркин Маратович окончил магистратуру в Дальневосточном федеральном университете по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов» с присвоением квалификации «Магистр».

С 1 сентября 2019 г. по настоящее время обучается в очной аспирантуре на кафедре «Металлургия цветных металлов и автоматизация металлургических процессов» по специальности «Металлургия черных, цветных и редких металлов» (приказ №59/Асп от 30.08.2019 г.).

Бахтеев Э.М. сдал кандидатские экзамены: иностранный язык (английский) – отлично, история и философия науки – отлично, спец. дисциплина 2.6.2 (05.16.02) Металлургия черных, цветных и редких металлов – отлично.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)».

Научный руководитель – Рутковский Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор кафедры «Металлургия цветных металлов и автоматизация металлургических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

В диссертации поставлена и решена актуальная научная задача – совершенствование и исследование существующей технологии в производстве титановых окатышей в направлении оптимизации технологического режима с использованием методов математического моделирования, а также разработка устройства для производства титановых окатышей.

Актуальность темы диссертационного исследования определяется тем, что технология производства титана из титаномагнетитового сырья в настоящее время достигла высокого технического уровня, поэтому дальнейшее совершенствование производства возможно на основе методов моделирования и оптимизации. Получение окатышей является первоначальной стадией в технологической схеме производства титана и качественные показатели окатышей оказывают влияние на выход титана из исходного сырья. Эффективность работы зон термообработки является определяющим фактором в обеспечении требуемых характеристик окатышей. В последние десятилетия становится актуальной задача увеличения производительности обжиговых машин, в частности, интенсификации режима термообработки окатышей. Для её решения целесообразно привлечь методов математического моделирования для оптимизации технологического процесса.

Личное участие автора состоит в участии во всех этапах работы: разработке математических моделей технологического процесса получения окатышей, планировании и проведении экспериментально-вычислительных исследований, обработке экспериментальных данных, разработке конструкции

устройства для производства титановых окатышей и его режимом работы, подготовке публикаций по выполненной диссертации.

Основные научные положения, выносимые на защиту, состоят в следующем:

1. Математическая модель процесса формирования окатышей в виде системы дифференциальных уравнений и обобщение полученных результатов экспериментально-статистическими методами, описывающие взаимодействие твердых компонентов шихты с сульфитно-спиртовой бардой (ССБ).

2. Математическая модель процесса сушки в обжиговой машине, входами которых являются только контролируемые параметры технологического процесса.

3. Процедура оптимизации режима, которая позволяет осуществлять поиск максимальной газопроницаемости слоя шихты и оптимальные показатели технологических параметров процесса в группах зон обжиговой машины, при которых обеспечивается оптимальная влажность.

4. Устройство для производства титановых окатышей. Управление количеством влаги подаваемой в окомкователь осуществляется системой регулирования разрежения и расхода воздуха. При стабильном разрежении и оптимальном расходе воздуха достигается максимальная газопроницаемость.

Степень достоверности результатов проведённых исследований

Обоснованность и достоверность научных исследований, выводов и рекомендаций базируется на применении современных методов исследования, анализе существующих технологий и схем в производстве окатышей; хорошей сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований; результатами разработанного устройства для производства титановых окатышей.

Научная новизна выполненной диссертации:

1. Синтезирована детерминированная математическая модель образования сырых окатышей с использованием органического связующего вещества – сульфитно-спиртовой барды, учитывающая массу и количество

частиц, позволяющая характеризовать взаимодействие исходного концентрата с ССБ.

2. Впервые предложена детерминированная математическая модель процесса сушки движущейся плотной многослойной массы окатышей, позволяющая оптимизировать энергоресурсоэффективность сложной динамической теплотехнологической системы производства титановых окатышей.

3. Разработана математическая модель в виде уравнений регрессии, связывающая основные параметры технологического процесса. Получены новые результаты, впервые установлены зависимости газопроницаемости слоя шихты, усадки слоя, насыпной массы и скорости перемещения в зоны сушки от влажности шихты.

4. Разработано устройство для производства титановых окатышей (Патент РФ № 2791307). Предложена система экстремального регулирования, непрерывно поддерживающая оптимальную влажность шихты, обеспечивающая максимальную газопроницаемость слоя шихты и оптимальные показатели технологических параметров процесса при воздействии неуправляемых помех.

Практическое значение работы

1. Разработанные математические модели могут быть использованы для проектирования технологических процессов в производстве титановых окатышей и исследования их вычислительными экспериментами.

2. Разработано устройство для производство титановых окатышей, которое защищено патентом РФ №2791307 и может использоваться в титановом производстве.

3. Материалы исследований внедрены в учебный процесс для направления подготовки 2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Ценность научных работ соискателя

1. Предложен механизм процесса образования окатышей и разработаны математические модели описывающие процессы формирования окатышей в окомкователях барабанного типа.

2. Рассмотрены механизмы сушки и обжига окатышей на основе разработанных математических моделей и предложено устройство позволяющее оптимизировать процесс производства титановых окатышей.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Количество опубликованных работ по теме диссертации свидетельствует о достаточно полном изложении результатов исследований.

Основные результаты исследований изложены в 12 опубликованных научных работах: в том числе 1 патенте РФ, 3 статьях, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Рутковский А.Л., Салихов З.Г., Ковалева М.А., Бахтеев Э.М. Оптимизации режима технологического процесса сушки титановых окатышей в агрегате туннельного типа // Цветные металлы, №5, 2021, С. 89-94.

2. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Макоева А.К., Бутов Х.А. Моделирование газодинамических параметров шихты в процессе получения титановых окатышей с целью оптимизации // Вестник ГГНТУ. Технические науки, Т. 18, № 2 (28), 2022, С. 63-71.

3. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Бутов Х.А. Моделирование процесса формирования титановых окатышей в барабанном окомкователе // Вестник ГГНТУ. Технические науки, № 2, 2023.

Патенты на изобретение:

1. Патент РФ №2791307. Устройство для производства титановых окатышей // Авторы: Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М. Бюл. №7, опубл. 07.03.2023.

Публикации в других изданиях:

1. Рутковский А.Л., Зароченцев В.М., Бахтеев Э.М., Болотаева И.И. Некоторые особенности моделирования процесса теплообмена при рекуперации нагретого воздуха // Современные тенденции развития информационных технологий в научных исследованиях и прикладных областях: Сборник докладов I Международной научно-практической конференции, Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2020, С. 73-78.

2. Зароченцев В.М., Рутковский А.Л., Макоева А.К., Бахтеев Э.М. Моделирование процесса карботермического восстановления оксида металла с помощью итерационного алгоритма в системе Mathcad // Современные научно-технические и социально-гуманитарные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции, Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2021, С. 77-81.

3. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Ачилов А.М. Исследование оптимальных режимов процесса формирования титановых окатышей // Современные тенденции развития информационных технологий в научных исследованиях и прикладных областях: Сборник докладов III Международной научно-практической конференции, Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2022, С. 78-83.

4. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М. Разработка системы контроля газопроницаемости шихты в производстве титановых окатышей // Труды Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), Владикавказ, Вып. 29, 2022, С. 19-22.

5. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Бутов Х.А. Исследование процесса подготовки шихты в производстве титановых окатышей с целью оптимизации // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей LXIX Международной научно-практической конференции, Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2022, С. 66-71.

6. Bakhteev E.M., Rutkovskiy A.L., Butov H.A. Optimization of the charge preparation process in the production of titanium pellets // Colloquium-journal, Wydawca «Interdruk», Warszawa, №30 (153), 2022, P. 15-19.

7. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Бутов Х.А., Ачилов А.М. Оптимизация режима процесса формирования титановых окатышей // Современные научно-технические и социально-гуманитарные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции, Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2023, С. 48-52.

8. Рутковский А.Л., Бахтеев Э.М., Багаева М.Э., Макоева А.К. Устройство для оптимизации подготовки шихты в производстве титановых окатышей // Современные научно-технические и социально-гуманитарные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции, Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2023, С. 52-56.

Стиль и оформление диссертации

Диссертационная работа является завершенным научным исследованием. Общий объем 120 стр. машинописного текста.

Результаты работы характеризуются последовательностью, четкой постановкой цели и задач, строгостью формулировок, конкретностью выводов и рекомендаций. В диссертации использованы общепринятые в данной области науки и техники термины, определения и обозначения. Изложение материалов ясное и четкое. Оформление текстовой и графической части диссертации имеет высокое качество, обусловленное использованием вычислительной техники и на современной полиграфической базы.

Содержание и качество представленной работы полностью отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Заслушав сообщение и обменявшись мнениями, члены совета единогласно

Постановили:

1. Диссертационная работа Бахтеева Эркина Маратовича «Исследование технологии и разработка устройства для производства титановых окатышей» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям п. 9 Положения ВАК РФ, предъявляемым

диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

2. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические и технические разработки по оптимизации процессов тепло- и массообмена, формирования и спекания окатышей.

3. Диссертация рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Присутствовали на расширенном заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» - 15 чел, «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол №11 – от 07 апреля 2023 г.

Председательствующий, зав. кафедрой
«Металлургия цветных
металлов и автоматизации
металлургических процессов»,
д.т.н., проф.

Хадзарагова Е.А.

Подпись д.т.н., проф. Хадзараговой Е.А. заверяю

Начальник службы по документационному
обеспечению и контролю СКГМИ (ГТУ)



Якушина М.М.