

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

Адрес: 190013, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 26
тел.: +7 812 494-93-02; e-mail: sa@sa.lti-gti.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Лиу Цзыфэнг «Моделирование и управление процессом восстановления закиси никеля в трубчатых вращающихся печах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)

1. Актуальность темы

Диссертационная работа посвящена разработке эффективной автоматизированной системы управления процессом восстановления огарка, в производстве никеля из медно-никелевых руд.

Тема диссертации безусловно актуальна, так как от степени металлизации и стабильности качества частично замещенной закиси никеля (ЧВЗН) зависит качество конечного никеля и расход электроэнергии на единицу продукции. Детальная математическая модель позволит также прогнозировать содержание побочных примесей в продукте, что весьма актуально для правильной организации комплексной схемы переработки медно-никелевых руд.

2. Научная новизна работы

Научная новизна работы также не вызывает сомнения. Разработаны детальные математические модели для статического и динамического режимов работы трубчатой вращающейся печи, определен оптимальный температурный профиль процесса, выбран оптимальный закон регулирования, обеспечивающий стабилизацию качества конечного продукта. Анализ результатов моделирования процесса восстановления в динамическом режиме с использованием трех различных законов

238-9
08.09.20

регулирования: ПИД-регулятор, Регулятор Смита и Фаззи-регулятор, позволил рекомендовать использование Фаззи-регулятор, обеспечивающий наилучшее качество регулирования.

3. Структура диссертационной работы и её содержание.

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложения. Во введении обусловлена актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе рассмотрена технология и теория процесса восстановления закиси никеля в трубчатых печах, выполнен анализ технологических схем процесса восстановления.

Вторая глава посвящена изложению методов расчета процесса восстановления в трубчатых печах.

В третьей главе рассмотрены особенности математического описания металлургического производства с позиции интернета вещей. Показано значение создания математических моделей отдельных стадий производства при создании «умного» завода.

В четвертой главе рассмотрено создание математических моделей для стационарного режима работы и определение оптимальных условий в статических условиях и методы моделирования динамики в аппаратах с распределенными параметрами при использовании ячеечной модели.

В четвертой главе показано, как с помощью полученной ранее математической модели можно определять оптимальный температурный профиль печи при использовании шихты различного состава.

Пятая глава посвящена получению статических и динамических характеристик процесса по его статическим и динамическим моделям. В этой главе выбран и оптимальный статический режим, и получены оптимальный закон регулирования.

Шестая глава посвящена созданию структурно-технической схеме автоматизации на основе полученных материалов об оптимальных законах регулирования и управляемых параметрах процесса.

В 7-й главе приведены результаты технико-экономического анализа процесса с учетом предложенных результатов моделирования. Выводы, сформулированные автором в заключение, соответствуют сути диссертационной работы и полученным в ней результатам.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автором довольно полно изучены и критически проанализированы теоретические положения процесса восстановления и полученные математические модели, и результаты моделирования статических и динамических характеристик процесса. Список литературы содержит 108 наименования. Выводы и рекомендации, полученные автором, достаточно обоснованы и не противоречат теории автоматического управления.

5. Новизна исследований и полученных результатов.

Первым защищаемым научным положением является то, что оптимальное распределение температур по длине барабана может быть определено на основе анализа статической модели процесса, описывающей стационарный режим работы. На основе анализа статической модели показано, что процесс восстановления в печи зависит не только от совокупности тепломассообменных и гидродинамических условий, при которых происходят процессы восстановления, но и от скорости химических реакций. Последнее и было учтено в разработанной математической модели и её достоверность подтверждена сопоставлением с результатами промышленной эксплуатации.

Второе защищаемое положение, а именно, выбор оптимального закона регулирования, обеспечивающего минимальный разброс качества продукта. В качестве критерия оптимизации было выбрано минимальное перерегулирование и время переходного процесса. По этому критерию был выбран Фаззи-регулятор, который и рекомендован к использованию в разработанной схеме автоматизации. Результатом явилась разработка новой структурной схемы системы управления работой трубчатой печи.

6. Значимость выводов и рекомендаций для науки и практики.

Совокупность теоретических и практических результатов диссертационной работы представляет решение важной научной проблемы – математического моделирования процессов восстановления закиси никеля в трубчатых вращающихся печах. Создание новой схемы управления позволит, в случае её применения, повысить эффективность управления температурным режимом в печи.

7. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Результаты, полученные в процессе работы над диссертацией, достаточно апробированы на конференциях и семинарах кафедры «Автоматизации технологических процессов и производств» Санкт-Петербургского горного университета и на международных конференциях, результаты которых приведены в издательстве «Интернаука», а также опубликованы в достаточном количестве печатных работ в сроки, позволяющие научной общественности ознакомиться с содержанием работы.

Результаты работы опубликованы в 6 печатных работах, три из которых входят в перечень ВАК, а одна входит в базу Scopus.

8. Общие замечания к диссертационной работе

1. Так как в этой работе по-новому и очень подробно рассматривается роль математического моделирования при создании «умного» производства с позиции интернета вещей, следовало бы более детально показать роль математических моделей основных стадий производства при функционировании общей АСУ ТП производства.

2. Следовало бы показать роль нелинейностей при исследовании динамики нелинейных систем методом линеаризации.

3. При изложении результатов работы использовано слишком детальное структурирование. Следовало бы уменьшить количество отдельных глав.

4. В работе не проведен анализ влияния точности измерений на динамические характеристики объекта управления.

9 Заключение

Рассматриваемая диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Представленные научные результаты можно квалифицировать как научно-технические разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области математического моделирования процессов, осуществляемых в трубчатых вращающихся печах.

Полученные автором результаты достоверны, выводы обоснованы. Работа базируется на достаточном количестве исходных данных и расчётов.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. По содержанию и оглавлению диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, а также п.2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 №839адм, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Работа заслуживает положительной оценки, а её автор – Лиу Цзыфэнг присуждения ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Официальный оппонент, профессор кафедры системного анализа и информационных

технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт

(технический университет)», д.т.н., профессор

/Холоднов В. А/

Подпись официального оппонента, д.т.н., проф.

УДОСТОВЕРЯЮ

Подпись *Хасориева Висерислав Александровна*
Начальник отдела кадра
Жен *Исхреева Л.В.*