

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук **Русинова Л.А.** на диссертационную работу **Николаева А.Н.** «Автоматизированные системы управления процессами переработки никелевых концентратов с использованием статистических методов анализа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

**Актуальность темы диссертации.** В диссертационной работе рассмотрены процессы переработки никелевого концентрата в печах взвешенной плавки и печах кипящего слоя. Такие процессы являются одними из важнейших в металлургии, а значит, повышение эффективности управления данными объектами, что является целью рецензируемой работы, является актуальной задачей.

Основная идея рецензируемой работы – это применение результатов статистических методов анализа производственных данных при управлении сложными металлургическими объектами, что позволяет повысить их эффективность. Учитывая, что в отечественной металлургии существует множество такого рода процессов, этот подход представляется перспективным и актуальным. Фактически здесь появляется возможность получить адекватные модели процесса, которые могут быть применены для реализации прогнозного управления (advanced process control). При этом обработка статистических данных и их дальнейшее использование для управления процессами также требуют некоторой оптимизации.

Совокупность этих факторов подтверждает важность и актуальность диссертационной работы Николаева А.Н.

**Научная новизна** работы определялась результатами исследования большого объема архивных данных о функционировании рассматриваемых в работе процессов. Здесь, прежде всего, следует отметить разработку на

№ 10-11  
от 09.06.2017

основании результатов, полученных при исследовании процесса сгущения медно-никелевого концентрата, алгоритма стабилизации плотности суспензии, учитывающего действующие возмущения на процессе и предполагающего в качестве управляющих воздействий использование управление загрузкой и разгрузкой сгустителей.

По результатам исследования процесса взвешенной плавки предложено по полученной модели, связывающей расход дутья в печь и содержание сернистого никеля в штейне, использовать регулятор со статистической моделью и набором правил нечеткой логики.

Следует также отметить определение автором характера зависимости между расходом концентрата в печь кипящего слоя и температурой потока огарка из этой печи.

**Основная практическая ценность работы**, по мнению оппонента, состоит в разработке алгоритма стабилизации плотности суспензии посредством загрузки и разгрузки сгустителей. На основании этого алгоритма разработана автоматизированная система управления процессом сгущения медно-никелевого концентрата, которая позволяет уменьшить колебания плотности до  $0,05 \text{ т/м}^3$ , что доказывают результаты имитационного моделирования.

На основе регуляторов со статистической моделью разработаны автоматизированные системы управления для процессов переработки никеля во взвешенной плавке и в печи кипящего слоя, позволяющие стабилизировать исследуемые процессы, а также повысить качество управления.

Существенное значение для практики имеет также разработка программного тренажера для тренажа сотрудников, работающих на переделе сгущения (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015614355).

**Достоверность и обоснованность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы** подтверждается корректным проведением имитационного моделирования с применением известных методов обработки данных и использованием современных программных пакетов, применением при проектировании разработанных систем автоматизации архивных производственных данных, полученных при различных режимах работы объектов исследования, а также результатами обсуждений работы на конференциях различного уровня (в том числе и международных, проведенных в России и Германии).

По работе есть следующие **вопросы и замечания**.

1. Во второй главе диссертации, в разделе разработки системы автоматизированного управления, автор представляет графики, показывающие значения плотности при работе регулятора параллельного управления загрузкой и разгрузкой сгустителей. При этом упоминается, что в качестве возмущения принимается загрузка реагента и слив сгустителей. Остается непонятным характер зависимости приведенных возмущений и целевого параметра, также непонятно как реагирует система на возмущающее воздействие, такой информации автор не приводит.

2. В пятой главе, в разделе моделирования процесса взвешенной плавки, автор представляет результаты работы модели, созданной в программном продукте ReactOp. Результаты выглядят логичными, однако автор не приводит информации о проверке данной модели на адекватность, что является недостатком, ведь в дальнейшем, эта модель используется для исследования объекта и его управления.

3. В ходе разработки автоматизированной системы управления автор определяет оптимизационные параметры для предлагаемого регулятора и блока оптимизации дутья, но не приводит информации по расчету этих значений.

4. Автор заявляет, что для управления процессом взвешенной плавки для прогноза используется разработанная статистическая модель и набор правил нечеткой логики, при этом сами правила не приведены в тексте диссертации.

5. Автор очень часто пользуется жаргонными выражениями, например, «плотность сгустителя» (а не плотность продуктов в сгустителе), «оптимизационный регулятор», «прогнозирующий регулятор», «прогнозирующая модель» и т.п.

Указанные недостатки не принципиальны и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Основные результаты имеют существенную, как научную, так и практическую значимость, их целесообразно использовать при повышении эффективности сложных металлургических процессов и, в частности, рассмотренных в диссертации процессов переработки никелевых концентратов.


Диссертация написана достаточно ясным языком, основные результаты диссертационной работы освещены в опубликованных работах. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация представляет собой самостоятельное, законченное и актуальное научное исследование, содержащее решение научной задачи, связанной с повышением эффективности управления процессами переработки никелевых концентратов.

Анализ содержания диссертации показывает, что выбранное направление и тема исследования соответствуют пунктам 4 «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация», 5 «Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др.» и 16 «Теоретические основы, методы и алгоритмы построения экспертных и диалоговых подсистем, включенных в АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др.» паспорта научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Все вышеизложенное позволяет заключить, что работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г., №842) и другим требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Николаев Александр Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).


Официальный оппонент, заведующий кафедрой Автоматизации процессов химической промышленности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", доктор технических наук

 Русинов Леон Абрамович

**Данные официального оппонента**

Адрес: 190013 Санкт-Петербург 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26  
Телефон: +7 (812) 4949253  
e-mail: lrusinov@yandex.ru

08.06.2017

Подпись	
Начальник отдела кадров	