

## О Т З Ы В

### на автореферат диссертации Нгуена Хю Хоанга

«Цифровая автоматизированная система управления электролитическим рафинированием меди», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производством

**Актуальность темы исследования.** Электролитическое производство катодной меди является одним из самых энергоемких металлургических производств, а также имеет значительные затраты материалов. Основными причинами высокого расхода электроэнергии и неконтролируемого энергетического состояния электролитической ячейки является наличие поверхностных и дендритных образований на электродах, а также, шламовых осадков, приводящим к коротким замыканиям и резкому изменению содержания электролита и потерям ценных компонентов. В большинстве случаев данные отклонения фиксируются и контролируются во время периодических ручных замеров или методом визуального контроля. Существенные отклонения температуры электролита приводят к изменению сопротивления электролита в различных областях межэлектродного расстояния, способствуя активному формированию дендритов и последующему короткому замыканию между парами электродов в ванне. Значительное запаздывание в принятии решений для управляющего воздействия через систему АСУТП или при непосредственном устранении коротких замыканий или сливе шламового осадка снижают энергетическую эффективность процесса и приводят к уменьшению выхода по току

**Научная новизна** работы заключается в том, что установлены связи между ростом площади и объемом дендритных замыканий между электродами электролизной ячейки в зависимости от состава электролита и его температуры при заданном межэлектродном расстоянии; определена скорость роста уровня донных шламовых осадков в электролитической ячейке при различных технологических параметрах, которая зависит от количества и объема ликвидированных дендритных образований, сформировавшихся в контролируемый промежуток времени; разработана модель цифрового двойника для определения высоты осадка, позволяющая после измерений задавать время слива шлама, обеспечивая при этом снижение удельного расхода электроэнергии на 12-15%.

**Практическая значимость:** Разработан и обоснован алгоритм контроля и управления процессом электролитического рафинирования меди, включающий контроль дополнительных параметров, позволяющий локализовать место коротких замыканий на электродах и сократить время их устранения в 3 раза; реализованы в промышленных условиях программные продукты для контроля основных параметров процесса рафинирования катодной меди в электролизных цехах (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022614039 и №2023665289), которые апробированы в условиях действующего производства на типовых электролизных цехах АО «Новгородский металлургический завод» и Медеплавильный завод «Лаокай» во Вьетнаме; получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования, подтверждающий внедрение результатов кандидатской диссертации в АО «СоюзЦМА» для систем АСУ ТП электролиза (№1/23 от 12.04.2023) и Медеплавильного завода «Лаокай» (Институт горной науки и технологии Вьетнам) во Вьетнаме (№1 от 15.04.2024).

Достоверность результатов исследования и личный вклад автора не вызывает сомнения.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 4 печатных работах, в том числе в 1 статье в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени

ОТЗЫВ

ВУ И.О. 469 от 23.09.24

доктора наук, в 2-х статьях в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат в полной мере соответствует требованиям к представлению научного исследования и включает анализ объекта исследования, изложение методологии научного исследования, результаты моделирования и дает целостное представление о содержании диссертационного исследования.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы:

1. Каким образом было рассчитано снижение энергетических потерь на 10-15 %?
2. Можно ли использовать результаты работы на предприятиях Свердловской области, какие изменения потребуются в аппаратном оформлении?
3. При контроле уровня шлама на сколько чаще приходится отправлять шлам на слив в приемник?

Вышеуказанные вопросы не снижают общей положительной оценки данной диссертационной работы и не носят принципиального характера.

Диссертация «Цифровая автоматизированная система управления электролитическим рафинированием меди», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производством, соответствует требованиям полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Нгуен Хю Хоанг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производством.

Шопперт Андрей Андреевич

Доцент кафедры металлургии цветных металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19  
доктор технических наук (специальность 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов),  
Тел.+7 (343) 375-45-07; 375-46-09, E-mail: a.a.shoppert@urfu.ru

20.09.2024

Подпись Шопперта А.А. заверяю

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
УРФУ  
МОРОЗОВА В.А.

