

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию

Нгуен Хю Хоанг

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

Нгуен Хю Хоанг в 2016 году окончил Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» по профилю «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

В 2020 году поступил в очную аспирантуру на кафедру автоматизации технологических процессов и производств по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

За период обучения в аспирантуре Нгуен Хю Хоанг своевременно сдал кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявил себя квалифицированным специалистом, способным самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования. Принимал активное участие в международных научно-практических конференциях: XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (2021 год, Санкт-Петербург); II Международная конференция «SAMSTech-II 2021: «Современные достижения в области материаловедения и технологий» (2021 год, Красноярск); Международный симпозиум «Нанофизика и Наноматериалы» (НИН-2021) (2021 год, Санкт-Петербург); Международная научная конференция, посвященная 80-летию С.С. Набойченко (2022 год, Екатеринбург).

В диссертации Нгуен Хю Хоанг рассматривается вопрос снижения расхода электроэнергии процесса электролитического рафинирования меди и увеличения извлечения полезных компонентов путем установки дополнительных мест контроля для расширения базы данных и создания цифровой системы мониторинга, направленной на повышение управляемости процесса электролитического рафинирования меди.

В процессе обучения в аспирантуре Нгуен Хю Хоанг в установленный срок были выполнены теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертационной работы в достаточном объеме, что позволило разработать алгоритм обнаружения местоположения короткозамкнутой пары электрода с использованием тепловизионной камеры Optiris PI200; разработана цифровая модель (CFD) электролизера, определено влияние шламовых осадков на скорость движения электролита и на качество получаемой катодной меди; разработан алгоритм управления основными параметрами процесса электролитического рафинирования меди, который может быть использован при

производстве меди с учетом качества используемых современных приборов и способов устранения отклонений.

Также на основании проведенных изысканий Нгуен Хю Хоанг разработал программный пакет, который в рамках расширения функций АСУ ТП позволяет повысить производительность электролитического рафинирования меди на 12-15% за счет контроля основных параметров процесса.

Основное содержание диссертации полностью соответствует защищаемым положениям. Все этапы исследований выполнены в соответствии с утвержденным планом.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе в одной статье из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 2 свидетельства на программу для ЭВМ.

Диссертация посвящена актуальной проблеме повышения уровня контроля и управления основными параметрами процесса электролитического рафинирования меди. Анализ показывает, что напрямую контролируются только те параметры, которые непосредственно влияют на качество и эффективность процесса электролитического рафинирования меди, а определение дендритных осадков и обнаружение короткого замыкания производится вручную в процессе контроля. Существует большая группа неконтролируемых параметров ведения процесса, таких как непосредственное измерение температуры электродов и высота шлама в электролизере, что влияет на производительность труда, стабильность работы оборудования и может привести к аварийным ситуациям.

Таким образом, создание автоматизированной системы, проверяющей и выявляющей короткие замыкания, а также предупреждающей о коротких замыканиях, позволит персоналу принимать оперативные и адекватные решения для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и снижения длительности технологических простоев.

Все результаты теоретических и экспериментальных исследований были получены Нгуен Хю Хоанг лично, их достоверность подтверждается применением лицензионного программного обеспечения для проведения обнаружения коротких замыканий и данными экспериментальных исследований.

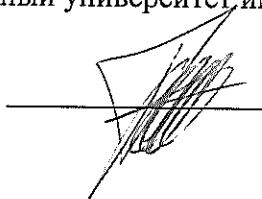
Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке алгоритма контроля и управления процессом электролитического рафинирования меди, включающего контроль дополнительных параметров, позволяющих локализовать место коротких замыканий на электродах и сократить время их устранения в 3 раза. Кроме того, реализованы в промышленных условиях программные продукты для контроля основных параметров процесса рафинирования катодной меди в электролитных цехах (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022614039 и №2023665289), которые апробированы в условиях действующего производства на типовых электролитных

цехах АО «Новгородский металлургический завод» и Медеплавильный завод «Лаокай» во Вьетнаме. Также результаты исследований использованы в деятельности компании АО «Союзцветметавтоматика им. Топчаева В.П.» и Института горной науки и технологии Вьетнама при разработке автоматизированной системы контроля и управления основными параметрами электродитического рафинирования меди.

Научная новизна работы заключается в том, что установлена связь между ростом площади и объемом дендритных замыканий между электродами электролизной ячейки при рафинировании меди и составом электролита и его температуры при заданном межэлектродном расстоянии. Разработана модель цифрового двойника для определения высоты осадка, позволяющая прогнозировать время слива шлама, обеспечивая при этом снижение удельного расхода электроэнергии на 12-15%.

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 производствами, соответствует 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 Горного университета 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 производствами.

Научный руководитель, д.т.н., профессор,  
заведующий кафедрой металлургии  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»



Бажин Владимир Юрьевич

199106, г. Санкт-Петербург,  
Васильевский остров, 21 линия, д.2  
Телефон: +7 (812) 328-8476  
e-mail: bazhin\_vyu@pers.spmi.ru



*В.Ю. Бажин*

Подпись  
Начальник управления делопроизводства  
и контроля документооборота



Е.Р. Яновицкая  
27 МАЙ 2024