

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Пупышевой Елены Александровны на тему «Система усовершенствованного управления процессом противоточной промывки красного шлама глиноземного производства» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Пупышева Елена Александровна в 2021 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» с присуждением квалификации магистр по специальности 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

В 2021 году поступила 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 Пупышева Елена Александровна своевременно сдала кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявила себя квалифицированным специалистом, способным самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования. Принимала активное участие в международных и всероссийских научно-практических конференциях: XVIII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (май 2022 года, Санкт-Петербург), XXII Международная научно-техническая конференция «Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых» (май 2022 года, Донецк), V Международный семинар «Новые средства и системы автоматизации в горно-обогатительном производстве, металлургии и экологии» (октябрь 2022 года, Москва), XI Форум вузов инженерно-технологического профиля Союзного государства (декабрь 2022 года, Минск), XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка – 2023» (февраль 2023 года, Москва), научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (апрель 2023 года, Санкт-Петербург), XIX Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (май 2023 года, Санкт-Петербург), XX Всероссийская конференция-конкурс студентов выпускного курса и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (декабрь 2024 года, Санкт-Петербург).

В диссертации Пупышевой Е.А. рассматривается вопрос снижения объемной доли жидкой фазы в пульпе из-под конуса каждого промывателя и содержания гидроксида натрия в красном шламе (КШ) на последнем этапе процесса противоточной промывки красного шлама глиноземного производства, что снизит негативное влияние гидроксида натрия на окружающую среду, замедлит рост карты шламового поля за счёт модернизации

существующей системы управления (СУ): перехода от АСУ ТП (автоматизированной системы управления технологическим процессом) к СУУ ТП (системе усовершенствованного управления технологическим процессом) с переработкой архитектуры системы, приведения уровня базовой автоматизации к состоянию готовности к внедрению СУУ ТП.

В процессе обучения в аспирантуре Пупышевой Е.А. в установленный срок были выполнены теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертационной работы в достаточном объеме, что позволило разработать математические модели, которые легли в основу основных программных модулей СУУ ТП: программно-управляемого датчика (soft sensor) или виртуального анализатора параметра «средневзвешенный диаметр флокул» из-под питающего стакана промывателя и прогнозной модели противоточно работающих промывателей.

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

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в 2 статьях — в изданиях 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), и в 3 статьях — в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 3 свидетельства на программы для ЭВМ.

Диссертация посвящена актуальной задаче модернизации классической структуры АСУ ТП с переходом на СУУ ТП при управлении процессом противоточной промывки КШ в глиноземном производстве, где основополагающими модулями являются прогнозная модель процесса и программно-управляемые датчики или виртуальные датчики, в основе которых лежит математическая модель. Процесс промывки шламов является одним из завершающих этапов перед транспортировкой шламов на шламовое поле в производстве глинозема и его условия в значительной степени определяют объемы рециркуляции ценных компонентов Al_2O_3 и Na_2O в производственном цикле, степень негативного влияния гидроксида натрия на окружающую среду, скорость роста шламовых полей. Каскад промывателей как объект управления характеризуется наличием взаимных связей между технологическими переменными, инерционностью каналов управления, изменением динамических характеристик аппарата в ходе эксплуатации и влиянием ненаблюдаемых возмущений со стороны внешней среды на режим процесса. Существующие экспериментально-аналитические модели, в том числе применяемые на исследуемых предприятиях, используются для планирования объемов производства и оптимизации технологических процессов в глобальных решениях, но не в точечных регулировках отдельных узлов производства или старшими мастерами по технологии.

Поэтому задача создания экспериментально-статистических моделей в связке с алгоритмами адаптации для применения в системе управления в режиме реального времени является актуальной. Еще одной из ключевых проблем является отсутствие технической возможности прямого измерения качества процесса флокуляции в питающих стаканах сгустителей и промывателей на глиноземных предприятиях, например, по параметрам «средневзвешенный диаметра флокул» и/или «распределение флокул по размерам» на выходе из питающего стакана, что ограничивает возможные концепции управления в классической структуре АСУ ТП. В существующих исследованиях недостаточно разработаны методы, позволяющие учитывать динамику формирования флокул и использовать косвенные параметры для построения устойчивых алгоритмов управления.

Все результаты теоретических и экспериментальных исследований были получены Пупышевой Е.А. лично, их достоверность подтверждается использованием математических методов обработки статистических данных, применением лицензионного программного обеспечения для проведения расчетов и данными экспериментальных исследований.

Научная новизна работы заключается в установлении зависимости средневзвешенного диаметра сфлуктурированных частиц из-под питающего стакана промывателя от исходного гранулометрического состава пульпы КШ и разработке математической модели агрегации и деагрегации красного шлама в присутствии флокулянта на базе модели популяционного баланса, позволяющей рассчитывать средневзвешенный диаметр сфлуктурированных частиц из-под питающего стакана промывателя и распределение флокул по размерам в питающем стакане в зависимости от исходного гранулометрического состава пульпы. В работе также предложена структура СУУ ТП противоточной промывки КШ глиноземного производства с непостоянным потоком на входе на базе прогнозной модели процесса противоточной промывки и программно-управляемого датчика (soft sensor) для определения неизмеряемого параметра.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке и обосновании математических моделей, позволяющих описывать поведение флокул и прогнозировать процессы промывки в условиях нестабильного потока питающей пульпы; создании программных модулей, обеспечивающих цифровое сопровождение процесса и применение в составе СУУ ТП.

Результаты исследований использованы в деятельности компании АО «Моделирование и Цифровые двойники», актуальность выбранного направления исследований подтверждается актом внедрения от 12.03.2025.

Диссертация «Система усовершенствованного управления процессом противоточной промывки красного шлама глиноземного производства», 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 Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Пупышева Елена Александровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Научный руководитель, к.т.н., доцент,
Доцент кафедры Автоматизации технологических
процессов и производств
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»



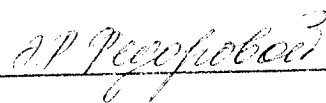
Федорова Эльмира Рафаэлевна

199106, г. Санкт-Петербург,
Васильевский остров, 21 линия, д.2
Телефон : +7 (812) 328-83-93
e-mail: Fedorova_ER@pers.spmi.ru



Подпись
заверю:

Начальник управления делопроизводства
и контроля документооборота



Е.Р. Яновицкая

01 АПР 2025