

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Тимкина Виктора Андреевича
на диссертационную работу Хтет Аунг на тему

**«Разработка технологии получения воды питьевого качества из
подземных источников Мьянмы»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.15 – Мембраны и мембранная технология (технические
науки)

Актуальность темы диссертации. Диссертация посвящена решению актуальной задачи обеспечения населения качественной питьевой водой, особенно в регионах, где подземные источники содержат повышенные концентрации железа, марганца и солей жёсткости. Для подземных вод Мьянмы такая проблема носит массовый характер, что обуславливает необходимость разработки эффективных и надёжных технологий водоочистки.

Автором обоснован выбор баромембранных процессов — ультрафильтрации и обратного осмоса — в сочетании с предварительным окислением, как перспективного подхода к очистке подземных вод. При этом в работе учитываются особенности химического состава воды, подбираются оптимальные режимы эксплуатации и проводится технико-экономическая оценка предлагаемой схемы.

Таким образом, выполненное исследование имеет высокую степень прикладной значимости, а тема диссертации соответствует современным научным и технологическим приоритетам в области водоподготовки.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Все научные положения, представленные в диссертационной работе, логично вытекают из цели и задач исследования и подтверждаются

результатами экспериментальных и расчетных исследований. Автор последовательно и обоснованно строит исследование, начиная от анализа состава подземных вод Мьянмы и заканчивая разработкой и оптимизацией технологической схемы очистки с применением баромембранных процессов.

Выводы диссертации опираются на обширный массив экспериментальных данных, полученных в ходе лабораторных испытаний с использованием модельных растворов, воспроизводящих реальные условия. Приведённые в работе графики, таблицы и зависимости подтверждают корректность анализа и интерпретации результатов. Также обоснованы предложения по режимам эксплуатации мембран, частоте и способам их очистки, а также по рациональному распределению потоков внутри системы.

Предложенные технические решения и рекомендации для практического применения в условиях Мьянмы имеют высокую степень достоверности, подтверждённую воспроизводимостью данных и соответствием общепринятым принципам мембранной технологии и водоочистки.

Достоверность и новизна результатов. Достоверность результатов подтверждена применением современных методов анализа, повторяемостью экспериментов, а также корректной интерпретацией данных. Новизна работы заключается в комплексном подходе к очистке подземных вод с высокой минерализацией и содержанием железа и марганца, а также в оптимизации режимов промывки и химической очистки мембран, что позволяет повысить эффективность и экономичность технологии.

Разработанная технология может быть адаптирована к условиям других регионов с аналогичными проблемами водоснабжения.

Степень апробации и публикационной активности. Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе, прошли всестороннюю апробацию. Они опубликованы в рецензируемых научных изданиях, включая журналы, индексируемые в международных базах данных

«Scopus», «GeoRef» и «Chemical Abstracts», что подтверждает высокий научный уровень представленных материалов. Кроме того, положения диссертации докладывались на профильных конференциях, в том числе с международным участием, где получили положительную оценку со стороны профессионального сообщества. Это свидетельствует о высокой степени апробации и признания научным сообществом.

Общая характеристика диссертационной работы. Диссертация Хтет Аунг имеет логичную структуру и чётко выстроенное содержание. Она включает введение, обзор литературы, методическую часть, экспериментальные исследования, технико-экономические расчёты, заключение, список использованной литературы и приложения. Общий объём диссертации составляет 131 страницу, работа содержит 26 рисунков, 17 таблиц и список литературы из 115 источников, включая актуальные зарубежные и отечественные публикации

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет, научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту, а также структура и краткая характеристика содержания диссертации.

В главе 1 представлен литературный обзор современных методов очистки подземных вод, содержащих железо, марганец и ионы жёсткости, с акцентом на использование баромембранных процессов. Рассмотрены особенности подземных вод Мьянмы, проанализированы действующие нормативы и определены направления дальнейших исследований.

В главе 2 изложены методы подготовки модельных растворов, приведены схемы очистки воды с использованием ультрафильтрации и обратного осмоса, описано оборудование, а также методики проведения экспериментальных исследований и расчётов.

В главе 3 представлены результаты экспериментальных исследований: определено влияние технологических параметров на удельная производительность и селективность ультрафильтрационных и

обратноосмотических мембран при очистке модельных растворов подземных вод, обоснован выбор оптимальных условий работы установок. Проведена оценка степени удаления примесей и эффективности очистки воды до питьевых нормативов.

В главе 4 выполнена технико-экономическая оценка предложенной технологии: рассчитаны затраты на электроэнергию, потребление реагентов, частота и продолжительность регенерации мембран, приведены капитальные и эксплуатационные затраты.

В заключение подведены итоги работы, сформулированы основные выводы по результатам каждого этапа исследования, а также обозначены направления возможного практического применения и перспективы дальнейших исследований.

Замечания и рекомендации по диссертации.

1. Аспирант отмечает как научную новизну своей работы, разработанную стадию предподготовки воды перед обратным осмосом. Считаю, что это практическая значимость работы, а не научная новизна.
2. В работе сказано, что после каждых 30 минут фильтрации выполнялась обратная промывка. Во-первых, это не фильтрация, а УФ разделение. Во-вторых, что значит обратная промывка? Обратный ток через мембрану?
3. Показано, что в работе разработана методика расчета баромембранных установок с использованием половолоконных мембран для ультрафильтрации и рулонных мембранных элементов для обратного осмоса. Однако такой методики я не нашел.

Эти замечания имеют рекомендательный характер и не снижают научной и практической значимости проведённого исследования.

Заключение

Диссертационная работа Хтет Аунга на тему «Разработка технологии получения воды питьевого качества из подземных источников Мьянмы» представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, в

котором решена важная прикладная задача в области мембранной технологии водоподготовки. Работа выполнена в рамках научной специальности 2.6.15 – Мембраны и мембранная технология, что подтверждается как содержанием диссертации, так и характером применённых методов и полученных результатов.

Диссертационная работа Хтет Аунг отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД. Соискатель Хтет Аунг заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15 – Мембраны и мембранная технология.

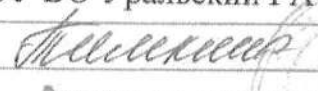
Официальный оппонент,

к.т.н., доцент

04.06.2025

кафедры «пищевая инженерия
аграрного производства»

ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

Подпись 
Завер 

 В. А. Тимкин

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Уральский ГАУ); 620000, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42

Тел./факс.: +79122407050

E-mail: vik.timckin@yandex.ru