

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Обуховой Марины Витальевны «Повышение эффективности обработки осадков сточных вод с применением СВЧ-излучения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Актуальность темы исследований неоспорима, так как она посвящена решению глобальной проблемы существующей в области очистки сточных вод. Суть проблемы заключается в том, что на сегодня во всех городах и посёлках Российской Федерации накопилось огромное количество органических осадков как обработанных, так и необработанных. Хранение этих осадков на всех объектах открытое: на иловых площадках или площадках депонирования. Осадки, частично прошедшие или не прошедшие анаэробную или аэробную обработку, подвергаются гниению с выделением в окружающую среду неприятно пахнущих, а главное, канцерогенных газов, таких как аммиак, сероводород, индол и меркаптаны. Таким образом, объекты по очистке сточной жидкости являются источником загрязнения воздушного бассейна дурно пахнущими, канцерогенными газами.

Для решения существующей проблемы автор представленной на обсуждение диссертационной работы предлагает использовать на стадии обработки осадка СВЧ-излучение, которое относится к одному из перспективных способов интенсификации процессов сгущения, обезвоживания и обезвреживания осадков городских сточных вод. Метод СВЧ-излучения изменяет свойства осадков, улучшая его седиментационные и водоотдающие характеристики, интенсифицирует процесс выделения ионов тяжелых металлов из твердых частиц осадка в иловую воду. Замена флокулянта на стадии уплотнения или обезвоживания осадка на предварительную обработку осадка СВЧ-излучением обеспечивает при

определенных условиях получение осадка пятого класса опасности, который можно использовать в качестве органоминерального удобрения.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа удобно структурирована: вначале дан глубокий анализ существующим методам подготовки, обработки, обезвоживания, обеззараживания, обезвреживания и утилизации осадков городских сточных вод. Далее, приводится характеристика и обоснование показателей, выбранных в качестве критериев оценки степени воздействия СВЧ-излучения на свойства органических осадков. Основная часть работы посвящена описанию условий проведения и результатов проведенных экспериментальных исследований, выполненных в двух режимах СВЧ-излучения: периодическом (порционном) и непрерывном (проточном). Завершающим этапом диссертационной работы явилось проведение технико-экономического сравнения вариантов, благодаря которому выявлено преимущество рекомендуемого метода обработки осадка СВЧ-излучением и доказана экономическая и практическая целесообразность его применения.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность проведенных экспериментальных исследований predetermined использованием результатов экспериментальных исследований для внедрения на комплексах по очистке сточных вод малой и средней производительности, в том числе и на очистных сооружениях канализации города Тюмени.

Достоверность, представленных на обсуждение научных достижений, безусловно, не вызывают сомнений, так как проведена большая серия многократно повторяющихся опытов с разными видами осадков, разными режимами работы аппарата СВЧ-излучения, имеющих вполне объяснимые закономерности.

Оценка научной новизны. Научная новизна диссертационной работы состоит в получении математических моделей, описывающих влияние мощности и продолжительности СВЧ-излучения порционного действия на: высоту границы раздела фаз при уплотнении смеси сырого осадка и избыточного ила, объём и влажность смеси осадков, кинетику уплотнения, как активного ила, так и смеси активного ила и сырого осадка. Одним из самых ценных результатов исследований метода СВЧ-излучения является возможность отказа от флокулянта при сгущении или обезвоживании осадка за счёт резкого улучшения водоотдающих свойств обработанных осадков.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при обработке осадка методом СВЧ-излучения мощностью излучения 0,8 кВт, продолжительностью обработки 4 минуты удельное сопротивление обрабатываемого осадка снижается с $37 \cdot 10^{10}$ см/г до $7 \cdot 10^{10}$ см/г, при этом в осадке, обработанном флокулянтом, этот показатель имеет такой же порядок ($4,6 \cdot 10^{10}$ см/г).

Автор имеет патент на изобретение установки с использованием СВЧ-излучения, установка «ПОТОК ЭМ-1» может работать в непрерывном режиме и не требует генератора высокой мощности.

Оценка практической значимости диссертации. В ходе исследований воздействия СВЧ-излучения на различные виды осадков городских сточных вод были получены ценные результаты, позволяющие отказаться в процессе сгущения или обезвоживания осадков от дорогостоящих флокулянтов, ввод которых к тому же ещё и повышает класс опасности осадка. Важным моментом при оценке способа СВЧ-излучения является возможность частичного перевода из твердого вещества в иловую воду ионов тяжелых металлов, наличие которых обнаруживается во всех видах осадков, накопленных в 80-90-ые годы прошлого столетия, на всех очистных сооружениях канализации, во всех населенных пунктах, особенно крупных мегаполисах Российской Федерации. В настоящее время на

некоторых объектах из-за высокого содержания ионов тяжелых металлов органические осадки классифицируются как осадки третьего класса опасности, которые можно размещать только на специализированных полигонах, предназначенных для химических осадков.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки. Влияние СВЧ-излучения на осадки многогранно: улучшаются седиментационные и водоотдающие свойства осадка, интенсифицируется переход ионов тяжелых металлов из твердой частицы осадка в иловую воду, изменяется структура осадка, благодаря которой возможно ускорение процессов обработки осадка, как в анаэробных, так и аэробных условиях. Использование результатов исследований данной работы возможно частично или полностью, решив проблемы сгущения, стабилизации, обезвоживания и обезвреживания органических осадков городских сточных вод с минимальными строительными и эксплуатационными затратами.

Благодаря проведенным исследованиям сделан определенный шаг в решении существующей на городских очистных сооружениях канализации проблемы утилизации осадка. Органический осадок, освобожденный от ионов тяжелых металлов и не содержащий флокулянт, можно использовать в качестве органоминерального удобрения при обязательном условии, что он не содержит яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Результаты настоящей работы могут быть использованы как при проектировании новых, так и реконструкции функционирующих комплексов по очистке сточных вод.

Внедрение результатов исследований. Автором изучено влияние СВЧ-излучения в двух режимах порционно (периодическом) и непрерывном (проточном). Результаты работы подтверждены в ходе опытно-промышленных испытаний предлагаемого способа и установки СВЧ-

обработки осадков, выполненные на действующих канализационных очистных сооружениях города Ишим.

Результаты исследований предложены для внедрены на очистных сооружениях канализации поселка Боровский Тюменской области. Полученный на данном объекте предотвращенный экологически ущерб составляет 160 тыс. рублей/год, при этом себестоимость обработки и утилизации осадка снижена в два раза, в сравнении с существующей схемой.

Замечания по диссертационной работе.

1. Если под воздействием тока высокой частоты в иловую воду осадка интенсивно выделяются ионы тяжелых металлов, то, без всякого сомнения, иловая вода будет также обогащаться и другими веществами, например, азотом аммония, фосфатами, сульфатами. Кроме того, в иловой воде будут увеличиваться значения ХПК и БПК_{полн.} При уплотнении или обезвоживании осадка, обработанного СВЧ-излучением, иловая вода, фильтрат, фугат или дренажная вода иловых площадок будут возвращаться в голову сооружений для доочистки. Для оценки степени воздействия возвратных потоков на работу сооружений было бы правильным в каждой серии опытов определять до и после обработки осадков: запах, температуру, рН, влажность осадка или его концентрацию, а иловую воду контролировать по азоту аммонийному, фосфатам, сульфатам, ХПК и БПК_{полн.}

2. СВЧ-излучение даже при кратковременном воздействии может разогревать осадок до температуры 70-90⁰С. Почему в работе отсутствуют полноценные исследования бактерицидного воздействия СВЧ-излучения на жизнеспособность яиц гельминтов и других патогенных микроорганизмов, наличие которых сдерживает применение осадка в качестве органоминерального удобрения. Автором была предпринята попытка оценить влияние электромагнитных волн на живые организмы: бактерии, простейшие и микроскопические животные, однако оценка

жизнеспособности микроорганизмов производилась по их внешнему виду с использованием микроскопа, вместо проведения бактериологических анализов, которые дают возможность определить наличие в осадке патогенных микроорганизмов, в том числе яиц гельминтов.

3. Автором разработана конструкция установки СВЧ-обработки осадков «Поток ЭМ-1» проточного типа, получен патент. Указывается также, что в моделях, защищенных патентом, использованы результаты расчёта и эксперимента для определения оптимальных конструктивных и технологических параметров. Не ясно, какие конкретно технологические и конструктивные параметры подобраны по результатам полученных экспериментальных данных?

4. Почему в работе рассматриваются и предлагаются технологические схемы СВЧ-излучения сырых, а не стабилизированных осадков, например, анаэробно сброженных или аэробностабилизированных? Автор очень деликатно обходит вопрос неприятных запахов и обсемененности осадка яйцами гельминтов и другими патогенными микроорганизмами после обработки СВЧ-излучением, а это основные проблемы, существующие на очистных сооружениях канализации. Обезвоженный осадок с запахом и яйцами гельминтов, несмотря на хорошие водоотдающие свойства и уплотняемость, низкое содержание ионов тяжелых металлов не пригоден не только для использования в качестве органоминерального удобрения для сельскохозяйственных культур, он непригоден даже для рекультивации земель,

5. Почему при изучении водоотдающих свойств осадков применялся осадок с очень низким удельным сопротивлением $37 \cdot 10^{10}$ см/г, то есть с заранее хорошей фильтруемостью? Следовало бы изучить воздействие СВЧ-излучения на сырой осадок, практически не отдающие воду и имеющие УСО $(300-600) \cdot 10^{10}$ см/г, а ещё лучше анаэробно сброженный осадок с УСО $(3000-6000) \cdot 10^{10}$ см/г.

6. Математическую обработку результатов эксперимента автор проводил методом регрессионного анализа. Полученные математические модели описывают влияние того или иного параметра на искомую величину. Для оценки правильности выбранного метода математической обработки экспериментальных данных и наглядности следовало бы показать на рисунках (3.5, 3.6 и 3.15) кривые, полученные экспериментальным и расчётным путём.

7. По выбранным для технико-экономического сравнения схемам имеются вопросы и замечания. По первой схеме (рисунке 4.1), почему не показан отвод от мешковых обезвоживателей иловой воды, обогащенной ионами тяжелых металлов, фосфором и азотом, а также имеющей повышенные значения ХПК и БПК. Почему в этой технологической схеме не показан узел удаления ионов тяжелых металлов из иловой воды, возвращаемой в голову сооружений, с рекомендациями по дальнейшей утилизации образующегося при этом осадка? По второй схеме (рисунок 4.2) непонятно с какой целью для избыточного активного ила используется СВЧ-обработка. В этой схеме было бы правильным использовать для сравнения классический вариант уплотнения и обезвоживания осадка с флокулянтном.

Несмотря на замечания к диссертационной работе, они не умаляют главные теоретические и практические достижения выполненных исследований.

Заключение. Анализ представленной на рассмотрение работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Обуховой Марины Витальевны «Повышение эффективности обработки осадков сточных вод с применением СВЧ-излучения» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для

развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Обухова Марина Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов».**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» кандидат технических наук

Амбросова Галина Тарасовна

21 мая 2021 год

Адрес: 630008, город Новосибирск, ул. Ленинградская, 113,

E-mail: galina-ambrosova@yandex.ru

Тел.: 8-913-933-59-45.



Подпись официального оппонента заверяю

Проректор
по науке

А. Н. Черныш