

Отзыв

официального оппонента

на диссертацию Могукало Анастасии Вадимовны «Комплексная обработка избыточного активного ила от патогенной обсемененности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4. – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Актуальность темы диссертационной работы

Тема, выбранная соискателем, обусловлена целесообразностью использования активного ила городских очистных сооружений в качестве удобрительного материала для технической и биологической рекультивации почв после обработки избыточного ила в целях удаления патогенной микрофлоры и гельминтов. При этом интерес представляют технологии обработки избыточного ила, позволяющие как можно полнее сохранить его удобрительную ценность. Разработка надежной, экономически и технологически целесообразной технологии обработки избыточного активного ила является актуальной.

Цель проводимых Могукало А.В. исследований является обоснование и разработка технологии комплексной обработки активного ила для снижения его обсемененности, включающий процессы аэробной стабилизации и последующее введение щелочного реагента.

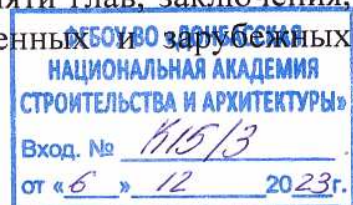
Могукало А. В. были решены следующие **научные задачи**:

- проанализированы современные технологические решения по удалению патогенной обсемененности активного ила городских сточных вод, изучены основные достоинства и недостатки существующих способов;
- теоретически обосновано влияние окислительно-восстановительного потенциала и щелочной обработки на гибель патогенных микроорганизмов активного ила;
- на основании биохимических зависимостей обоснована модель аэробной стабилизации активного ила, описывающая биологические процессы распада беззольного вещества ила и образования окисленных форм азота, повышающих окислительно-восстановительный потенциал;
- путем экспериментальных исследований определены параметры аэробной стабилизации активного ила и щелочной обработки для подавления патогенных микроорганизмов;
- разработаны рекомендации для проектирования технологии комплексной обработки избыточного активного ила с определением экономических показателей.

Оформление работы

Рассматриваемые диссертационная работа и автореферат полностью соответствуют названию.

Диссертация Могукало А.В. состоит из введения и пяти глав, заключения, списка литературы (123 наименований работ отечественных и зарубежных



авторов) и четырех приложений. Работа изложена на 125 страницах текста, включает 31 рисунок, 24 таблицы. Материалы (текстовая часть диссертации и автореферат) изложены в доступной для восприятия форме, хорошо иллюстрированы, отредактированы, наглядны и дают исчерпывающую информацию. Обозначения, величины, определения и понятия, принятые в диссертации, соответствуют общепринятой терминологии, нормам и правилам русского языка и отвечают ГОСТ 29.130-97 «Издание. Термины и определения», Р7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Во введении соискателем обоснована актуальность выбранного исследования, сформулированы цель и научные задачи, которые необходимо решить, представлены основные положения, выносимые на защиту. Во введении сформулированы и логически обоснованы научная новизна работы, ее практическая ценность и теоретическая значимость исследований, представлены объект и предмет исследования, личный вклад автора в полученные научные результаты, включенные в диссертацию, подтверждение достоверности полученных результатов, сведения об апробации результатов диссертации и реализации работы, а также публикации по теме диссертации.

В первой главе (стр. 11-43) представлен анализ состояния вопроса образования осадков городских сточных вод и их обработки с целью снижения патогенной обсеменённости. Анализ использования активного ила, показал, что наиболее рациональным является применение его в качестве удобрительного материала. Основным сдерживающим фактором применения ила в качестве удобрительного материала является патогенная обсеменённость. Существующие методы снижения патогенной обсеменённости основываются на реагентной и тепловой обработке. Однако данные методы не нашли широкого применения на станциях биологической очистки городских сточных вод из-за сложности применяемого оборудования и высоких энергетических затрат.

Во второй главе (стр. 44-57) приведено описание и теоретическое обоснование комплексного биологического и химического методов обработки избыточного активного ила для подавления патогенных микроорганизмов. В основу гипотезы биологического метода положен механизм воздействия растворенного в воде кислорода и окисленных форм азота на повышение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), приводящего к снижению патогенной обсеменённости активного ила. Для повышения эффективности снижения патогенности аэробно-стабилизированного осадка целесообразно его подвергать дополнительной обработке щелочным реагентом, что приводит к повышению pH. Щелочная среда ингибирует активность эндо- и экзоферментов, интенсивность и направление биохимических реакций, что приводит, в конечном счете, к гибели патогенных микроорганизмов.

В третьей главе (стр. 59-64) рассмотрены объекты и методы исследования. Экспериментальные исследования влияния процесса аэробной стабилизации на изменение физико-химических и санитарно-бактериологических показателей

проводились с активным илом, отобранным в производственном аэротенке на канализационных очистных сооружениях (КОС) г. Макеевки. Санитарно-бактериологические исследования активного ила включали определение бактериальной группы кишечной палочки (БГКП) и *Salmonella*, так как эти показатели являются индикатором патогенности ила для возможности его использования в качестве удобрительного материала.

В четвертой главе (стр. 65-88) представлены данные экспериментальных исследований по изучению закономерностей снижения патогенной обсеменённости активного ила при аэробной стабилизации с последующей химической обработкой негашёной известью. Было показано, что динамика изменения ОВП от времени аэробной стабилизации достигают максимальной величины +500 мВ на вторые сутки, после чего значение ОВП стабилизируется. Полученные в процессе экспериментальных исследований данные показали, что распад беззольной части ила приводит к возрастанию концентрации азота нитратов. Накопление нитратов в иловой смеси более чем 35 мг/дм³ обеспечивает повышение ОВП до +500 мВ. Наибольшая удельная скорость образования нитратов также наблюдалась в первые двое суток стабилизации. Максимальное снижение БГКП и *Salmonella* в процессе аэробной стабилизации достигнуто на вторые сутки, после чего процесс стабилизировался и дальнейшего снижения обсеменённости патогенами не происходило. Такая тенденция снижения патогенности ила коррелирует с ростом ОВП среды.

В пятой главе (стр. 90-98) описана реализация способа снижения патогенной обсеменённости избыточного активного ила, на основании которого предложена технологическая схема, включающая в себя аэробную стабилизацию ила с последующим введением негашёной извести. Выполнен технико-экономический расчет, определивший преимущество предложенной технологической схемы обработки избыточного активного ила в удобрительный материал по сравнению с традиционными технологиями при складировании осадка на иловых площадках.

В автореферате диссертации Могукало А.В. достаточно полно охарактеризована сущность и актуальность рассматриваемой проблемы по комплексной обработке избыточного активного ила от патогенной обсеменённости. Считаю, что автор работы в достаточной степени осветил выраженные в заглавии диссертации вопросы по достижению поставленных задач.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных Могукало А.В. результатов подтверждается достаточными объемом и длительностью исследований, проведенных на реальных избыточном активном иле при достаточном количестве параллельных опытов, с применением современного экспериментального оборудования и расчетных программ.

Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации Могукало А.В. определяется следующими результатами:

- выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование снижения патогенной обсеменённости ила в процессе аэробной стабилизации за счет повышения окислительно-восстановительного потенциала и pH среды;

- на основании экспериментальных данных определены стехиометрические коэффициенты биохимической модели ASM 1, описывающие процессы образования окисленных форм азота, влияющих на повышение окислительно-восстановительного потенциала;

- определены дозы щелочного реагента, вводимого после аэробной стабилизации осадка в непроточном режиме, для достижения требований использования ила в качестве удобрительного материала.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Доказано влияние биологического преобразования форм азота в процессе аэробной стабилизации на окислительно-восстановительный потенциал среды.

2. Доказана применимость подходов с биохимическим моделированием ASM 1 для описания процессов аэробной стабилизации избыточного активного ила.

3. Установлено влияние окислительно-восстановительного потенциала на степень снижения патогенной обсеменённости избыточного активного ила очистных сооружений.

4. На основании выполненных экспериментальных исследований предложен комплексный способ обработки активного ила с целью удаления патогенной обсеменённости ила. Комплексный метод включает аэробную стабилизацию активного ила с последующим введением щелочного реагента. Предложенный метод способствует снижению патогенной обсеменённости до требуемых норм при применении ила в качестве удобрительного материала.

5. Результаты диссертационных исследований внедрены в учебный процесс: лекции по курсу «Малоотходные технологии» для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» по программе «Современные методы очистки природных и сточных вод».

6. Разработаны «Рекомендации для проектирования комплексной обработки активного ила от патогенной обсеменённости», утвержденные на техническом совете «Компания «Вода Донбасса», 2023 г.

Публикация результатов работы и их апробация

Основные научные результаты диссертационного исследования опубликованы автором в соавторстве в 10 печатных научных работах. 6 публикаций в рецензируемых научных изданиях, 4 – публикации по материалам научных конференций

Замечания

При этом к работе имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Следует проверить расчет по приросту активного ила, так как он был произведен по ошибочному уравнению 5.1: $P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g + L_{en}$, вместо которого следует использовать уравнение 1.1. $P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot L_{en}$.

2. На стр. 48 представлена уравнение с ссылкой на формулу Нернста в виде $E = E^0 + \frac{0.059}{n} \ln \frac{[Ox] \cdot [H^+]}{[Red]}$. В общем виде во всех литературных источниках формула

Нернста имеет вид
$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{Ox}}{a_{Red}}$$

Если заменить натуральный логарифм десятичным и подставить соответствующие значения постоянных величин, то уравнение имеет вид:

$$E = E^0 + \frac{0.059}{n} \lg \frac{[Ox]^a}{[Red]^b}$$

Где E - ОВП среды; E^0 – нормальный ОВП, при котором концентрации окисленной и восстановленной форм равны между собой; Ox – молярная концентрация окисленной формы; Red – молярная концентрация восстановленной формы; n – число электронов, принимающих участие в процессе. Следует пояснить наличие в числителе концентрации водород-ионов $[H^+]$.

3. На стр. 60. упоминается, что прибором измеряется рН и ОВП описан принцип измерения рН, а о принципе измерения ОВП не сказано.

4. На стр. 64 указано, что «Еще одним из важных показателей активного ила является наличие в нем яиц гельминтов. Ход анализа проводился по следующей методике....., Далее указывается методика, однако в диссертационной работе не представлены данные о воздействии заявляемой технологии обработки избыточного ила на жизнеспособность личинок и яиц гельминтов. Однако, согласно СанПиН 3.2.3215-14 мероприятия по охране окружающей среды от загрязнения яйцами и личинками гельминтов включают обеспечение дезинвазии осадков сточных вод, образующихся на очистных сооружениях канализации, перед их утилизацией.

5. В качестве рекомендации предлагается в технологическом решении подготовки осадка использовать методы его дезинвазии согласно СанПиН 3.2.3215-14, п.16.7.4

6. На стр. 69 приведен результат анализа графика на рис. 4.2 и указано, что расчетные данные по распаду беззольной части активного ила превышают экспериментальные на 2...4%. Однако, на самом деле разница более 10 % и нельзя утверждать, что эти кривые идентично описывают процесс. Для доказательства следует применить метод математической статистики, например, принадлежности значений одной совокупности.

7. Целесообразность определения величины распада беззольной части ила по количеству выделившегося в жидкую фазу минерального азота (Формула 4.1 стр. 68) не представляется целесообразным, так как дополнительно к определению дозы ила и зольности, потребуется определять все формы азота. Кроме этого сам автор полагает, что возможен процесс денитрификации, следовательно концентрация азота нитратов не является показательной величиной.

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления от работы и не снижают научную и практическую значимость проведенных исследований.

Заключение

1. Диссертационная работа Могукало Анастасии Вадимовны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на достаточном теоретическом и экспериментальном уровне. Автором решены актуальные научные задачи. Теоретически обоснованы аспекты повышения окислительно-восстановительного потенциала в процессе аэробной стабилизации. Впервые адаптирована модель ASM 1 с откорректированными стехиометрическими коэффициентами для расчета роста и отмирания гетеротрофных и автотрофных микроорганизмов в процессе аэробной стабилизации в биореакторе периодического действия. Определена минимально необходимая доза негашёной извести. Разработаны рекомендации для проектирования комплексной обработки избыточного активного ила, основанные на аэробной стабилизации с последующей обработкой щелочным реагентом.

Диссертационная работа Могукало Анастасии Вадимовны «Комплексная обработка избыточного активного ила от патогенной обсемененности», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.) и паспорту научной специальности 2.1.4 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, пп. 3 и 7.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук (05.23.04),
доцент, заместитель генерального
директора по научно-образовательной
работе
ООО «НИЦ ЭКОСТЕХ»

Вильсон
Елена Владимировна
«27» 11 2023 г.

ООО «НИЦ ЭКОСТЕХ»

Адрес: 346400, г. Новочеркасск, пр-т. Ермака, д. 106, этаж 3, офис 303

Тел.: 89034353298

e-mail: elena_v58@mail.ru

Я, Вильсон Елена Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Могукало Анастасии Вадимовны, и их дальнейшую обработку.

«27» 11 2023 г.

Подпись доцента Вильсон Е.В. заверяю



Вильсон Елена Владимировна

Генеральный директор ООО «НИЦ ЭКОСТЕХ»

И.М. Сизова