

## Отзыв официального оппонента

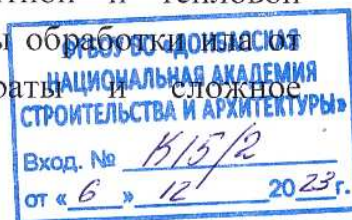
на диссертацию Могукало Анастасии Вадимовны «Комплексная обработка избыточного активного ила от патогенной обсемененности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

**Актуальность темы исследования** подтверждается отсутствием технологических решений, направленных на обработку избыточного активного ила с целью его повторного использования в качестве удобрительного материала. Сдерживающим фактором использования активного ила в качестве удобрительного материала, является его повышенная патогенная обсеменённость, что приводит к накоплению ила на иловых площадках. Накопление избыточного активного ила на иловых площадках представляет экологическую опасность из-за выделения дурнопахнущих веществ и вероятности загрязнения патогенными бактериями грунтовых и поверхностных вод. Существующие технологические решения по обработке избыточного активного ила от патогенной обсеменённости характеризуются значительными энергозатратами. Актуальной задачей является, разработка комплексного метода по снижению патогенной обсеменённости активного ила, основанного на аэробной стабилизации с последующим введением щелочного реагента.

### Структура и содержание работы

**Во введении** изложена общая характеристика работы, представлено обоснование актуальности темы, сформулированы цели и задачи исследований, представлены объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, практическая и теоретическая ценность результатов работы, а также методология и методы исследования. Указана связь исследований с научно-исследовательскими работами кафедры.

**В первой главе** автором приведена характеристика избыточного активного ила, позволяющая сделать вывод о целесообразности использования его в качестве удобрительного материала. Однако, препятствием повсеместного использования ила, для внесения его в почву, является высокая патогенная обсеменённость. Применяемые в практике эксплуатации канализационных очистных сооружений методы снижения патогенной обсеменённости основываются на реагентной и тепловой обработке. Автор справедливо отметил, что данные виды обработки ила от патогенности имеют высокие энергетические затраты и сложное аппаратное оформление.



**Во второй главе** автором убедительно 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 рН.

**В третьей главе** рассмотрены объекты и методы исследования. Экспериментальные исследования влияния процесса аэробной стабилизации на изменение физико-химических и санитарно-бактериологических показателей проводились с активным илом, отобраным в производственном аэротенке на канализационных очистных сооружениях различных городов ДНР.

**В четвертой главе** автором представлены собственные полупромышленные исследования по изучению закономерностей снижения патогенной обсеменённости активного ила при аэробной стабилизации с последующей химической обработкой негашёной известью. Было установлено, что динамика изменения окислительно-восстановительного потенциала от времени аэробной стабилизации достигают максимальной величины +500 мВ на вторые сутки. Процесс жизнедеятельность автотрофных бактерий приводит к окислению восстановленных форм азота до нитратов. Накопление нитратов в иловой смеси более 35 мг/дм<sup>3</sup> повышает ОВП до +500 мВ. Экспериментально установлено, что с целью снижения патогенной обсеменённости ила по показателям БГКП и *Salmonella* требуется не менее двух суток аэробной стабилизации в непроточных условиях. При этом эффективность снижения патогенности ила в среднем составила для БГКП – 76%, *Salmonella* – 71,6%. Такая тенденция снижения патогенности ила напрямую коррелируется с ростом ОВП среды. Неполное удаление БГКП и *Salmonella*, автор связывает со строением флокулы ила, а также диффузионными ограничениями проникновения растворенного кислорода и окисленных форм азота. Полной гибели патогенных микроорганизмов можно достичь введением негашёной извести в дозе 10% от массы сухого вещества осадка с повышением рН до 9.

**В пятой главе** описана реализация способа снижения патогенной обсеменённости избыточного активного ила, на основании которого предложена технологическая схема. Разработаны рекомендации для проектирования комплексной обработки избыточного активного ила, основанная на аэробной стабилизации с последующей обработкой щелочным

реагентом. Полученные экономические расчеты позволяют сделать вывод о целесообразности и экономической привлекательности использования данного способа. Полученный удобрительный материал может использоваться под рекультивацию неплодородных почв.

### **Научная новизна диссертации**

В диссертации, на основе проведенных исследований, автором получены следующие результаты, отличающиеся научной значимостью.

1. Выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование снижения патогенной обсеменённости ила в процессе аэробной стабилизации за счет повышения окислительно-восстановительного потенциала и рН среды.

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

3. 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 результатов исследований**

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в следующем:

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».

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. В теоретическом обосновании указывается образование неоднородности ОВП внутри флокулы ила полученные при микроэлектродных измерениях. Однако ссылка на литературный источник не приведена.

2. В третьей главе диссертации не следует уделять большого внимания описанию работы универсального иономера ЭВ-74. Принцип работы этого прибора не представляет научного интереса.

3. Не корректно выбран масштаб отображающий зависимость снижения количества санитарно-бактериологических показателей (*Salmonella*) от времени аэробной стабилизации (рис.4.5). По этому графику нельзя определить эффективность снижения *Salmonella*.

4. В пятой главе не приведены некоторые технологические параметры, а именно время и интенсивность перемешивания обезвоженного осадка с негашеной известью в смесителе и изменение температуры осадка.

5. Не корректно проведено технико-экономическое сравнение предложенной комплексной обработки избыточного активного ила от патогенной обсеменённости. Следовало бы произвести экономическое сравнение предлагаемого способа с тепловой или реагентной обработкой.

6. В работе не отображено воздействие предлагаемой обработки избыточного активного ила, основанной на аэробной стабилизации с последующим введением негашеной извести на жизнеспособность яиц гельминтов, которые также являются нормируемым показателем согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости, выполненной автором работы, не затрагивают оценки достоверности выводов.

#### **Оценка оформления и содержания диссертации и автореферата**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, включающего 123 источника, в том числе 19 иностранных. Работа изложена на 125 страницах машинописного текста, в том числе 100 страниц основного, 25 таблиц, 31 рисунок. Текст изложен грамотно, на высоком научном уровне.

Автореферат составлен по материалам диссертации и в полной мере отражает ее содержание.

#### **Публикация результатов работы и их апробация**

Список опубликованных научных работ свидетельствует о полноте публикации результатов исследования в открытой печати и непосредственно.

в профессиональных научных изданиях. Основные положения и результаты по материалам диссертационной работы представлены в 10 печатных научных работах, из них 6 включены в рецензируемые научные издания, 4 публикации по материалам научных конференций.

### **Заключение**

Диссертационная работа Могукало Анастасии Вадимовны представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Автором решены актуальные научные задачи. В работе изложены научно обоснованные технологические решения по снижению патогенной обсеменённости ила в процессе аэробной стабилизации с последующим введением щелочного реагента.

Диссертационная работа Могукало Анастасии Вадимовны «Комплексная обработка избыточного активного ила от патогенной обсеменённости», 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, а ее автор – Могукало Анастасия Вадимовна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

### **Официальный оппонент:**

Доктор технических наук (05.23.04),  
профессор кафедры «Водоснабжение,  
водоотведение и гидротехника» ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
технический университет»

Щербаков Владимир Иванович  
«30» 11 2023 г.

Тел.: 8-980-345-99-00 e-mail: vshcherbakov@cchgeu.ru

Я, Щербаков Владимир Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Могукало Анастасии Вадимовны, и их дальнейшую обработку.

«30» 11 2023 г.

Щербаков В.И.

Личную подпись д.т.н., профессора Щербакова В.И., заверяю  
Ученый секретарь ученого совета  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»



Трофимов В.П.