

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Матюшенко Евгения Николаевича на тему «Реагентное удаление фосфора из стоков внутриплощадочной канализации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Представленная диссертационная выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» на кафедре «Водоснабжение и водоотведение».

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационное исследование посвящено решению проблемы удаления растворенного фосфора из сточных вод в процессе их очистки в связи с негативным воздействием сточных вод, содержащих фосфаты на водные объекты: по современным представлениям эвтрофикацию водоемов, прежде всего, вызывает избыток растворенного фосфора. Несмотря на то, что в связи с вводом технологического нормирования требования по содержанию фосфора в очищенной воде стали менее жесткими (от 0,5 до 1,5 мг/л), для большинства объектов, к сожалению, в большинстве случаев обеспечить эти нормативы не представляется возможным, в частности, из-за устаревших технологических решений, принятых при проектировании, а также неудовлетворительного состояния многих очистных сооружений.

При этом следует отметить, что большая часть исследований посвящена биологическому или реагентному удалению фосфора из сточных вод на стадиях механической или биологической очистки, и не уделяется внимания очистке возвратных потоков сточных вод, образующихся, в частности, в результате обезвоживания осадков, а также отводимых от метантенков сбраживания избыточного активного ила или от иловых карт для депонирования осадков, перед сбросом этих потоков сточных вод в «голову» очистных сооружений. Тем не менее, именно они являются высоконцентрированными, прежде всего, по содержанию соединений

фосфора, азота, а также взвешенных веществ, в отдельных случаях - по общей загрязненности (ХПК).

Автор диссертации называет эти потоки стоками внутриплощадной канализации и обосновывает необходимость их отдельной очистки перед сбросом на очистные сооружения.

Таким образом, с точки зрения общей постановки задачи и её конкретизации в работе **тема диссертационного исследования является актуальной.**

Целью диссертационного исследования являлось обоснование способа очистки стоков внутриплощадочной канализации от фосфора реагентным методом с последующим сбросом на очистные сооружения для обеспечения эффективной очистки смешанного потока сточных вод.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- выявление мест интенсивного обогащения сточных вод внутриплощадочной канализации фосфором;
- определение влияния скорости и времени центрифугирования на процесс высвобождения фосфора из биомассы хлопьев активного ила;
- экспериментальное исследование эффективности реагентов (извести, хлорида кальция, хлорида и сульфата магния, хлорного железа, оксихлорида алюминия) при добавлении гидроксида натрия на эффективность удаления фосфатов из сточных вод;
- анализ влияния ионов кальция и магния, содержащихся в сточной воде, на эффективность удаления фосфора при различных значениях pH среды;
- разработка технологических основ очистки возвратных потоков внутриплощадной канализации от фосфора с определением технико-экономических показателей по сравнению с известными в практике методами удаления фосфора.

Рецензируемая работа представлена на 161 странице машинописного текста и включает в себя 146 страниц основного текста диссертации, в том числе 28 таблиц и 36 рисунков, список литературы из 138 наименований и 15 страниц приложений к диссертации.

Диссертационная работа классически структурирована и включает введение; аналитический обзор литературы, посвященный анализу современного состояния вопроса удаления из бытовых сточных вод фосфора;

методический раздел; 2 раздела экспериментальных исследований и раздел технико-экономического обоснования технологических схем удаления фосфора из сточных вод согласно задачам, поставленным в работе. По каждому разделу сформулированы выводы, что представляется целесообразным в данной работе, и в целом по диссертации сделано общее заключение.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи, положения, выносимые на защиту, определены квалификационные признаки диссертации.

В первом разделе основательно проработаны причины и последствия попадания биогенных элементов в водоём, представлена характеристика методов удаления из сточной жидкости фосфора с перечислением их достоинств и недостатков.

Во втором разделе определены стратегия и методики проведения экспериментальных работ, охарактеризованы объекты и методы аналитических исследований. Показано, что исследования проводились в несколько этапов в период с 2014–2019 г.г. на реальных сточных водах очистных сооружениях канализации (ОСК) г. Новосибирск и г. Искитим, с анализом возвратных потоков: фугата и фильтрата после обезвоживания осадков, иловой и дренажной вод.

В третьем разделе представлен аналитический экспериментальный материал по выявлению мест интенсивного обогащения фосфором стоков внутриплощадочной канализации, а именно фугата, фильтрата ленточных фильтр-прессов и сгустителей, дренажной воды иловых площадок, иловой воды илоуплотнителей избыточного активного ила, а также иловой воды совместного сгущения сырого осадка и избыточного активного ила.

Кроме того, автор проанализировал элементы технологических схем очистки сточных вод, поступающих на очистные сооружения канализации г. Новосибирска и г. Искитима, на предмет насыщения сточных вод растворенным фосфором в процессе самой очистки (преаэраторы, ренераторы активного ила).

С особой тщательностью автор рассмотрел вопрос по удалению фосфора химическими реагентами (коагулянтами на основе железа и алюминия, известью) отдельных потоков внутриплощадочной канализации с проведением большого объема исследований. Важнейшим аспектом

исследований на данном этапе было сравнение эффективности применения традиционных коагулянтов и солей жесткости (кальция и магния) в различных диапазонах pH. В частности, указано, что для сточных вод, богатых ионами кальция и магния, наиболее целесообразно применять кальциевый или магниевый метод дефосфатации с подщелачиванием до значений pH от 10 и выше. Сделан вывод, что для обеспечения максимальной эффективности реагентную дефосфатацию для всех реагентов следует проводить при pH выше 10.

Многочисленные экспериментальные данные обработаны статистически с применением процедур дисперсионного и регрессионного анализа и получением линейной и квадратичной функциональных зависимостей содержания концентрации фосфора от значений pH раствора, pH раствора от содержания гидроксида натрия и др.

Для трех предложенных вариантов проведения очистки сточных вод на ОСК г. Новосибирск (без очистки потоков внутриплощадной канализации и без применения реагента для очистки поступающих сточных вод; с применением реагента для очистки поступающих сточных вод; с отдельной очисткой потоков внутриплощадной канализации) составлено технико-экономическое обоснование и проведены расчеты узла физико-химической очистки вод (последние приведены в Приложениях).

Таким образом, в целом, работа выстроена методически грамотно, написана ясным языком, не лишенным, однако, грамматических и стилистических неточностей. Так, например, на с. 62 под дефосфатированием в первичных отстойниках, на самом деле, имеется ввиду выделение в воду фосфора фосфатов.

Представляется, что **личный вклад автора диссертационной работы** заключается в проведении всех экспериментальных исследований, обсуждении полученных результатов, формулировании основных выводов и положений, выносимых на защиту, представлении и широкой апробации результатов на специализированных конференциях и форумах, проведенных в России, Белоруссии, Грузии в 2016-19 г.г., оформлении результатов в виде публикаций и заявок на изобретения.

Научная новизна и практическая значимость результатов

Научная новизна полученных в диссертации результатов заключается в следующем:

- экспериментально установлены закономерности высвобождения фосфора фосфатов при обезвоживании в поле центробежных сил сырого осадка и уплотнённого избыточного активного ила при различной скорости и продолжительности центрифугирования;
- получены новые экспериментальные данные по влиянию катионов кальция и магния, содержащихся в сточной воде, на эффективность удаления фосфора при различных значениях pH среды;
- разработана и обоснована технологическая схема очистки высококонцентрированных стоков внутриплощадочной канализации от фосфора фосфатов для повышения эффективности процесса очистки сточных вод на очистных сооружениях.

Диссертационное исследование имеет **большую практическую значимость**, которая заключается в выявлении мест наибольшего обогащения фосфором потоков сточных вод в процессах их очистки и образовании возвратных потоков сточных вод, экономическом обосновании способов и схем очистки возвратных потоков, позволяющих при минимальных строительных затратах в сочетании с биологической очисткой добиться требуемых показателей при сбросе сточной жидкости в водный объект любой категории.

Степень достоверности основных положений и апробация результатов работы

Достоверность научных положений, сформулированных в диссертационной работе Матюшенко Е.Н. и выносимых на защиту, не вызывает сомнений, т.к. базируется на использовании и анализе большого числа данных аккредитованного лабораторно-производственного комплекса станций аэрации Новосибирской области и выполнением аттестованных методик контроля, получении многочисленных воспроизводимых результатов собственных исследований и их статистической обработке.

Основные результаты диссертационного исследования широко представлены на конференциях Международного и Всероссийского уровня, а также опубликованы в 7 работах в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из

которых 2 работы индексируются в международной наукометрической базе Scopus; получены 3 патента на изобретения.

Результаты диссертационной работы использованы в МУП г. Новосибирска «ГОРВОДОКАНАЛ» для внедрения в проект модернизации ОСК г. Новосибирска.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В разделе 2.1 «Стратегия исследований» уже содержатся результаты по выявлению мест обогащения фосфором стоков внутриплощадной канализации, представляемые и обсуждаемые в разделе 3. В этом смысле – это повтор.

2. Для уточнения полученных закономерностей недостатком следует признать отсутствие данных с модельными растворами сточных вод, а не только с реальными сточными водами.

3. Какие имеются основания считать, что центробежное сепарирование (центрифугирование) способствует выделению фосфатов из микробной клетки, тем более при скорости вращения ротора до 4000 мин^{-1} , а не из межклеточного пространства в хлопьях активного ила или в общем случае из осадка? Подтверждением этому возражению служат данные рис. 3.5 диссертации (рис. 2 автореферата): в сыром осадке микробных клеток минимальное количество по сравнению с активным илом, а фосфор выделяется аналогичным образом.

4. Обработка полученных экспериментальных данных не сопровождается важнейшими регламентными критериями: для дисперсионного анализа не приведены критические значения Фишера F , с которым сравниваются полученные данные для выводов о достоверности экспериментальных данных; для регрессионных зависимостей не указаны коэффициенты детерминации R^2 для выводов об адекватности зависимостей экспериментальным данным и выборе линейной или квадратичной зависимостей для описания эксперимента.

5. Имеются ли у автора документальные доказательства возможности использования осадков сточных вод, полученных в результате исследований, в смеси с известью, солями кальция и магния и гидроксидом натрия в качестве органоминерального удобрения?

6. На с. 64 указано, что «...в зимний период происходит снижение фосфора в аэротенках до норм ПДК. Это связано, возможно, с относительно большим приростом активного ила, потребляющим фосфор на синтез клетки. Однако на выходе из вторичных отстойников концентрация фосфора значительно увеличивается (примерно в три раза). Связано это с длительным нахождением активного ила в отстойниках и выносом его из сооружения».

Представляется сомнительным, что большой прирост активного ила наблюдается в зимний период в условиях г. Новосибирск. Далее, представляется очевидным то, что концентрация фосфора (фосфатов) значительно увеличивается вследствие анаэробных условий во вторичном отстойнике и внутриклеточном распаде полифосфатов в этих условиях, а не с выносом активного ила из сооружения.

7. На с.116 в разделе 4.4 «Рекомендации и предложения по внедрению узла реагентной очистки возвратных потоков на городских очистных сооружения канализации» указано, что приведенные ниже рекомендации рекомендуется учитывать для сооружений мощность не ниже средних.

В связи этим возникает вопрос: оправданы ли результаты, полученные в работе, для производительных ОСК г. Новосибирск? Насколько повышается содержание фосфора и других компонентов в сточной воде, поступающей на очистку, вследствие смешения её с концентрированным (неочищенным) стоком внутриплощадной канализации? Нужно ли вообще проводить отдельную очистку стока внутриплощадной канализации с учетом того, что на основании балансовой схемы ОСК г. Новосибирск расход этого стока составил $10\,500\text{ м}^3/\text{сут}$ при фактической средней производительности ОСК $450\,000\text{ м}^3/\text{сут}$, т.е. немногим более 2% (раздел 5, с. 120), а с учетом рециркулирующего ила менее 2 % (табл. 5.1, с. 123). Значимо ли влияние внутриплощадного стока на процесс очистки и нужно ли нести затраты на его отдельную очистку? На основании чего в табл. 5.1 концентрация фосфора (в пересчёте на Р) в сбрасываемых стоках для варианта I (без очистки внутриплощадных стоков и без применения реагента для очистки сточных вод) принята 2 мг/л, в то время как по двум другим вариантам 0,7 мг/л?

8. На с. 120 (раздел 5) приведены средние значения показателей сточных вод г. Новосибирска, в частности, БПК=320 мг/л, ХПК=283 мг/л.

Как это возможно? Значение БПК всегда меньше ХПК и составляет долю (от 0 до 1) от величины ХПК для одной и той же пробы.

9. Расчеты по результатам производственных испытаний на Горводоканале г. Новосибирск показали 65 млн. руб. капитальных затрат и ~ 19 млн. руб./год эксплуатационных затрат при сроке окупаемости 0,44 года. За счет чего обеспечен такой малый срок окупаемости затрат?

Указанные замечания имеют частный, рекомендательный характер и не касаются существа диссертационной работы – её основной концепции, полученных экспериментальных результатов, выводов и рекомендаций.

Автореферат в целом, отражает основные положения диссертационной работы.

Полученные в работе результаты могут с успехом использоваться в научных и университетских комплексах соответствующего профиля, а также в проектных организациях и на предприятиях водоотведения промышленных предприятий и населенных пунктов.

Заключение

Диссертация Матюшенко Евгения Николаевича является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки по повышению эффективности удаления фосфора фосфатов из сточных вод путем отдельной очистки возвратных потоков на внутриплощадной территории очистных сооружений, имеющие существенное значение для развития технологий водоотведения городов и промышленных предприятий и обеспечения охраны водных ресурсов.

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями от 26.05.2020 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор - Матюшенко Евгений Николаевич заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 05.23.04 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по
специальностям 03.00.23 –
Биотехнология и 03.00.16 – Экология,
профессор, заведующий кафедрой
«Промышленная биотехнология»
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический
университет»



Сироткин
Александр Семенович

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Россия, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68;
тел.: +7(843)231-95-91, +7(843) 231-89-19;
e-mail: asirotkin66@gmail.com

Подпись Сироткина А.С.

удостоверяется.

Начальник ОКИД ФГБОУ ВО «КНИТУ»

О.А. Перельгина

20.2.21

