

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Авдеенкова Павла Павловича «Очистка высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4. – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Актуальность диссертационной работы. На данный момент в Российской Федерации насчитывается более десяти специализированных предприятий глубокой переработки куриных яиц, продукция которых пользуется спросом в кондитерской и хлебобулочной промышленности, при производстве мясных изделий и полуфабрикатов, в спортивном питании, в масложировой отрасли при производстве майонезов, соусов, макарон, мороженого и десертов, кормов для животных, косметики, напитков. Публикации по очистке сточных вод данной категории предприятий в нашей стране до настоящих исследований отсутствовали. Рассматриваемые сточные воды, как и для большинства предприятий пищевой промышленности, являются высококонцентрированными: ХПК достигает 14800 мг/л, БПК₅ – 11475 мг/л, взвешенные вещества – 5580 мг/л. Очистка таких сточных вод является весьма сложной задачей. На существующих предприятиях пищевой промышленности наибольшее распространение получила предварительная реагентная напорная флотация, которая, как правило, не позволяет очищать сточные воды даже до норм приема в сети городской канализации. Очистить высококонцентрированные сточные воды до норм сброса в водные объекты рыбохозяйственного значения (ПДК рыбхоз) возможно только при применении ступени аэробной биологической очистки. Поэтому исследования Авдеенкова П.П. по очистке сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц являются актуальными.

Исследования в рамках диссертационной работы Авдеенкова Павла Павловича связаны с решением важных задач указанной отрасли и состояли в научном обосновании и разработке эффективной технологии обработки высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц с предварительной физико-химической и полной биологической очисткой с обеспечением выполнения рыбохозяйственных нормативов по соединениям азота.

Научная новизна диссертационной работы Авдеенкова П.П. обоснована и не вызывает сомнений. Она заключается в следующем:

1. Впервые разработана технология очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, сочетающая физико-химические и биологические методы.

2. Определены основные технологические параметры, кинетические константы и коэффициенты биологической очистки исходных сточных вод и сточных вод после ФХО предприятий глубокой переработки куриных яиц.

3. Впервые установлено влияние предварительной коагуляции на кинетические характеристики дальнейшей биологической очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что соискателем:

1. Получены кинетические зависимости процессов биологической очистки исходных сточных вод и сточных вод после ФХО предприятий глубокой переработки куриных яиц в технологических схемах с предварительной денитрификацией.

2. Разработаны технологические схемы очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, включающие физико-химические и биологические методы с предварительной денитрификацией.

3. Разработан алгоритм расчета технологических схем очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц.

4. На основании расчета стоимости жизненного цикла (СЖЦ) доказана технико-экономическая целесообразность предварительной ФХО с последующей одноступенчатой биологической очисткой сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц.

Приведенные автором теоретические выводы и практические предложения имеют техническую и экономическую ценность.

Структура и содержание диссертационной работы. Автореферат по содержанию полностью соответствует диссертационной работе. Диссертация Авдеенкова Павла Павловича общим объемом 167 страниц состоит из введения, пяти глав и приложения, содержит 20 таблиц и 51 рисунок. Список литературы включает 255 наименований источников отечественных и зарубежных авторов.

Во введении представлена актуальность диссертационного исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также основные положения диссертации, выносимые на защиту. Теоретическая и практическая значимость работы не вызывает сомнений. Автором грамотно сформулированы цели и задачи работы. Во введении научно обоснована необходимость и целесообразность проведения комплекса запланированных исследований.

В первой главе выполнен глубокий анализ литературных источников по качественному составу сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, который позволил охарактеризовать данные сточные воды как

высококонцентрированные по органическим загрязнениям. Рассмотрены методы очистки исследуемых высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности, выявлена перспективность физико-химических и аэробных биологических методов.

Во второй главе представлены натурные данные о качественном составе сточных вод изучаемого предприятия, которые являются характерными для фабрик глубокой переработки куриных яиц. Описаны методики проведения исследований на лабораторной и пилотной установках.

Физико-химическая очистка проводилась методом пробного коагулирования. В качестве коагулянтов были использованы сульфат алюминия, хлорид железа и ряд ПОХА – низкоосновный «Аква-Аурат-14», среднеосновные «Аква-Аурат-10М» и «Аква-Аурат-30». Выбор оптимального коагулянта производился по эффективности снижения концентрации ХПК, взвешенных веществ, концентрации вторичных загрязнений, удельной стоимости коагулянта.

Биологическая очистка в лабораторном SBR, работающим по циклу заполнения сточной водой, аноксидной и аэробной фазы, седиментации и декантации, количество и продолжительность которых изменялись в зависимости от целей опыта, и результатов работы установки. Все исследования по биологической очистке проводились на исходной сточной воде и сточной воде после физико-химической очистки (ФХО) – низкоосновным полиоксихлоридом алюминия марки «Аква-Аурат-14» с дозой 125 мг Al_2O_3 /л.

В третьей главе представлены результаты лабораторных исследований по физико-химической и биологической очистке реальных сточных вод предприятия глубокой переработки куриных яиц.

На первом этапе исследований проведен выбор наиболее эффективного коагулянта и его дозы. В качестве наиболее эффективного коагулянта для дальнейших исследований, как и указывалось ранее во второй главе, был выбран низкоосновный полиоксихлорид алюминия марки «Аква-Аурат-14» с дозой 125 мг Al_2O_3 /л.

Автором установлено, что в диапазоне концентраций активного ила 1,5–4,5 г/л ФХО положительно влияет на удельную скорость биохимических процессов, а свыше 4,5 г/л наблюдается снижение максимальной удельной скорости потребления кислорода по механизму неконкурентного ингибиования, которое может быть вызвано присутствием в сточной воде остаточного алюминия и/или повышенным солесодержанием.

В четвертой главе представлены результаты исследований на пилотной установке МБР на исходной сточной воде и сточной воде после ФХО предприятия глубокой переработки куриных яиц.

На основании эксперимента, проведенного в условиях действующего предприятия глубокой переработки куриных яиц на пилотном МБР с

предварительной денитрификацией доказано, что диктующим загрязнением, на которое необходимо вести расчет сооружений биологической очистки, является БПК_{полн}.

По результатам работы МБР на исходной сточной воде и сточной воде после ФХО были определены значения кинетических констант, необходимых для расчета промышленных сооружений биологической очистки.

Полученные автором кинетические константы и коэффициенты позволяют рассчитать объем реакторов для сточных вод предприятий данной категории с любой заданной степенью очистки и могут быть рекомендованы для проектирования.

Автором определено, что удельная скорость окисления органических веществ по БПК_{полн} при концентрации активного ила 1,5-3 г/л и глубине очистки до 5 мг/л для исходной сточной воды и сточной воды после ФХО предприятия глубокой переработки куриных яиц была практически одинаковой, а при больших дозах ила и концентрациях субстрата удельная скорость была выше для исходной сточной воды.

В пятой главе разработан алгоритм расчета технологических схем сооружений очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц.

По результатам всех проведенных исследований предложены технологические схемы очистки, которые позволяют очистить исследуемую сточную воду до следующих показателей, мг/л: БПК_{полн} – 12, N-NH₄ < 0,4, N-NO₂ < 0,02, N-NO₃ < 9.

Анализ содержания и структуры материалов диссертации показывает, что выводы, сформулированные автором, полностью соответствуют полученным результатам и логично вытекают из них.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и предложений базируется на экспериментальных исследованиях автора, на применении современных методов теоретических и лабораторных исследований, физических и химических методов анализа.

Публикации и апробирование. Представленные статьи, опубликованные в журнале ВСТ, содержат теоретические выкладки и основные результаты исследований автора.

По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе пять статей в журналах, рекомендованных ВАК. Основные результаты работы доложены и обсуждены на Международной конференции «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК, г. Москва, 2021 г., XIII Международной научно-практической конференции «Техновод», г. Сочи, 2021 г., конференции, посвященной памяти

академика РАН С.В. Яковлева, г. Москва, 2022 и 2023 гг., 79 и 80 научно-технических конференциях АСА СамГТУ «Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика», г. Самара, 2022–2023 гг., Международной конференции *EcwaExpo*, г. Москва, 2022 г., Международной научно-практической конференции «Водоснабжение, химия и прикладная экология», г. Гомель, 2023 г.

Результаты диссертационной работы использованы ООО «Эколос Проектстрой» при разработке технологии очистки сточных вод, поставке оборудования и выполнении пуско-наладочных работ на локальных очистных сооружениях двух предприятий глубокой переработки куриных яиц: Яйцеперерабатывающая фабрика ЗАО «Рузово», локальные очистные сооружения «ЛОС-КН-600»; ООО «Лето Групп», комплекс очистных сооружений производственных сточных вод.

Несмотря на большую научно-практическую ценность полученных результатов, по диссертационной работе необходимо сделать ряд замечаний:

1. В материалах второй главы хотелось бы увидеть обоснование выбора коагулянтов. Почему именно эти коагулянты используют для ФХО (сульфат алюминия, хлорид железа и ряд поликсихлоридов алюминия (ПОХА) – «Аква-АуратTM-14», среднеосновные «Аква-АуратTM-10М» и низкоосновный «Аква-АуратTM-30») а не рассматривались поликсихлорид «Аква-АуратTM-13М», «Аква-АуратTM-14М» «Аква-АуратTM-15М», «Аква-АуратTM-18М», «Аква-АуратTM-102М», «Аква-АуратTM-105М», «Аква-АуратTM-110М» и др.

2. В пятой главе указано, что «расчет напорной флотации или гравитационного уплотнения может быть выполнен по рекомендациям производителей». При разработке технологической схемы автору целесообразно было бы привести методику расчета напорного флотатора, показать определение объема образующегося флотошлама.

3. При разработке технологических схем автором предлагается собирать в емкость флотошлам и избыточный активный ил. Хотелось бы знать качественный состав флотошлама и какова влажность осадка, получаемого от смешивания активного ила и флотошлама после прохождения шнекового дегидратора. К какому классу опасности относится этот осадок и возможна ли его утилизация?

Отмеченные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки и достоинств рецензируемой диссертационной работы.

Рекомендации к применению результатов исследований:

Автором была показана зависимость скорости окисления органических веществ от концентрации субстрата и дозы активного ила, при постоянных

значениях концентрации растворенного кислорода, температуры и *pH*. Материалы исследования Павла Павловича представляют научный интерес, а их анализ имеет практическую значимость для специалистов, занимающихся очисткой высококонцентрированных сточных вод.

Представленные Авдеенковым П.П. выводы исследований логичны, а полученные кинетические константы и коэффициенты, позволяющие рассчитать биореакторы, несомненно, могут быть рекомендованы для проектирования.

Интересен представленный материал по определению влияния ФХО на кинетические характеристики биологической очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц. Показанная возможность совмещения ФХО и биологической очистки в биореакторе заслуживает внимания технологов и проектировщиков и может быть рекомендована к применению в практических целях.

Заключение

В целом диссертационная работа представлена наглядно и логично, оформлена в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов. По содержанию работы последовательно раскрыты и решены все поставленные задачи, сделаны соответствующие выводы. Выполненные исследования, обобщения и выводы позволяют объективно решать вопросы по повышению эффективности очистки высококонцентрированных стоков пищевой промышленности и, в частности, высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой.

По объему и научному уровню работа отвечает требованиям, предъявляемым пп. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней, утв. Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. к кандидатским диссертациям, а соискатель Авдеенков Павел Павлович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Официальный оппонент:

доктор технических наук (03.00.23), профессор,
начальник «Учебного центра» АО
«МосводоканалНИИпроект»

Павленова
Ирина Игоревна

«10 » 10 2023 г.

АО «МосводоканалНИИпроект»

Адрес: 105005, г. Москва, Плетешковский пер., д. 22

Тел.: +7(968)9469014

e-mail: i-pavlinova@mail.ru

Я, Павлинова Ирина Игоревна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Авдеенкова Павла Павловича, и их дальнейшую обработку.

«10» 10 2023 г.

Павлинова Ирина Игоревна

Подпись профессора Павлиновой И.И. заверяю

Начальник отдела кадров
АО "Мосводоканалнвест"
С.В. Чинчиков

