

ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело №

Решение диссертационного совета от 09.11.2023 г. №13

О присуждении **Авдеенкову Павлу Павловичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Очистка высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц» по специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов принята к защите 05 сентября 2023 года, протокол № 12 диссертационным советом 24.2.377.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказ Минобрнауки Российской Федерации о создании диссертационного совета № 523/нк от 25 мая 2022 г.

Соискатель Авдеенков Павел Павлович, 05.09.1995 года рождения, в 2019 г. окончил с отличием магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по специальности 08.04.01 «Строительство». В период подготовки диссертационной работы Авдеенков Павел Павлович с 2019 по 2022 гг. обучался в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по научной специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. С 2019 по 2020 гг. не работал, а с 2020 года по настоящее время работает инженером кафедры «Водоснабжение и водоотведение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Степанов Сергей Валериевич, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» в ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

**Официальные оппоненты:**

- **Павлинова Ирина Игоревна**, доктор технических наук, профессор, начальник

«Учебного центра» АО «МосводоканалНИИпроект», г. Москва;

- **Вильсон Елена Владимировна**, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научно-образовательной работе ООО «НИЦ ЭКОСТЕХ», г. Новочеркасск.

- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»)**, г. Москва, в своем положительном отзыве, утвержденном Врио ректора, кандидатом технических наук, доцентом Кайтуковым Таймуразом Батразовичем, подписанном заведующим кафедрой «Водоснабжение и водоотведение», доктором технических наук, профессором Алексеевым Евгением Валерьевичем и профессором кафедры «Водоснабжение и водоотведение», доктором технических наук, профессором Залетовой Ниной Анатольевной, указала, что диссертация Авдеенкова Павла Павловича 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 науки. 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 Авдеенков Павел Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Научные работы соискателя содержат основные положения диссертационной работы и посвящены физико-химической и биологической очистке сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, включают результаты исследований, проведенных на лабораторных и пилотных установках. В работах, выполненных в соавторстве, вклад соискателя является определяющим при постановке задач, обработке и анализе результатов эксперимента, оформлении и подготовке материалов к публикации; вклад составляет 34%. Общий объем научных изданий – 4,5 п. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

#### **Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Степанов С. В., Авдеенков П. П., Пономаренко О. С., Морозова К. М. Результаты исследований физико-химической очистки сточных вод предприятий переработки яиц // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 5. С. 32-39. (К1)
2. Степанов С. В., Авдеенков П. П., Пономаренко О. С., Морозова К. М. Результаты исследований биологической очистки сточных вод предприятия переработки яиц // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 9. С. 35-43. (К1)
3. Степанов С. В., Авдеенков П. П., Пономаренко О. С., Морозова К. М. Определение кинетических констант и коэффициентов процессов биологической очистки сточных вод предприятий глубокой переработки яиц // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 10. С. 40-47. (К1)

4. Степанов С. В., Авдеенков П. П., Пономаренко О. С., Морозова К. М. Результаты исследований биологической очистки сточных вод предприятия переработки яиц в пилотном мембранном биореакторе // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 12. С. 21-30. (К1)

5. Степанов С. В., Авдеенков П. П., Пономаренко О. С., Морозова К. М. Оптимизация и технико-экономическая оценка технологических схем очистки сточных вод предприятия глубокой переработки куриных яиц // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 5. С. 37-47. (К1)

**На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы официальных оппонентов.**

В отзыве официального оппонента **Павлиновой И.И.** указаны замечания:

1. В материалах второй главы хотелось бы увидеть обоснование выбора коагулянтов. Почему именно эти коагулянты используют для ФХО (сульфат алюминия, хлорид железа и ряд полиоксихлоридов алюминия (ПОХА) – низкоосновный «Аква-Аурат™-14», среднеосновные «Аква-Аурат™-10М» и «Аква-Аурат™-30»), а не рассматривались другие?

2. При разработке технологической схемы автору целесообразно было бы привести методику расчета напорного флотатора, показать определение объема образующегося флотошлама.

3. Какой качественный состав флотошлама и какова влажность осадка, получаемого от смешивания активного ила и флотошлама, после прохождения шнекового дегидрататора? К какому классу опасности относится этот осадок и возможно ли его утилизация?

В отзыве официального оппонента **Вильсон Е.В.** сформулированы основные замечания:

1. В работе недостаточно уделено внимание анализу образования исходных сточных вод. Следовало бы описать технологические процессы глубокой переработки яиц, места формирования сточных вод. Возможен ли рассредоточенный сбор производственных сточных вод.

2. Целесообразно понять, чем вызваны высокие колебания ХПК и *pH*. Эти факторы влияют на дозу и вид реагента.

3. На этапе ФХО следовало бы опробовать вариант совместного применения коагулянта и флокулянта (катионного), невысокие дозы которого позволили бы минимум на 50% сократить дозу коагулянта. На стр. 43 указано: «После добавления коагулянта сточную воду быстро перемешивали в цилиндре со скоростью 300 об/мин в течение 10 с, затем со скоростью 100 об/мин в течение 60 с, однако в соответствии с ГОСТ Р 51642-2000 время перемешивания - 3 мин. при скорости 140 об/мин., после этого скорость перемешивания в течение 10 с плавно снижают до 40 об/мин и перемешивают 15 мин. Возможно, дозу реагента при выполнении пробного коагулирования в соответствии с ГОСТ, можно было бы снизить.

4. Для понимания процессов, протекающих в биореакторе, целесообразно использовать дополнительно показатель  $\text{rH}_2$ , так как иногда даже при низкой концентрации кислорода денитрификация не протекает, если  $\text{rH}_2$  остается более 15.

5. Расчет усреднителя можно рекомендовать не только с учетом изменения расхода, но и концентраций загрязняющих веществ.

6. Для более глубокого понимания процессов биотрансформации соединений азота (рис. 3.20) следовало бы привести баланс по азоту, в отсутствие баланса не понятно, почему на графике 3.20 (а) одновременно возрастают азот аммонийный и азот нитратов (в начале графика) и почему при снижении содержания азота аммонийного 5 мг/л, и азота нитритов 10 мг/л, азот нитратов возрастает на 28 мг/л?

7. Целесообразно было бы опробовать технологическую схему (SBR) с дробным введением исходных сточных вод в различные аноксидные зоны.

8. В диссертации упоминается, что при очистке до норм ПДК<sub>рыбхоз</sub> необходима доочистка на сорбционных фильрах. Рекомендовано провести исследования по определению адсорбционной емкости загрузки и режиме ее регенерации или замены, а также по расчету количества фильтров.

#### **На автореферат поступило 10 положительных отзывов от:**

1. Профессора кафедры «Теплоэнергетика и водоснабжение на транспорте» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, к.в.н., профессора Кузьминского Р.А. Замечания: - почему при ХПК 12200 мг/л не применили анаэробную биологическую очистка?; - не понятен выбор коагулянтов.

2. Доцента кафедры «Инженерные системы и сооружения» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, к.т.н., доцента Вялковой Е.И. Замечания: - какая минимальная концентрация БПК была достигнута; - какие качественные и количественные характеристики осадка, возможна ли утилизация?

3. Главного научного сотрудника, руководителя лаборатории «Технология очистки природных и сточных вод» ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), г. Москва, кандидата технических наук, доцента Гогиной Е.С. Замечания: - плохое качество рис. 2 и 4; - не указаны максимальные, средние и минимальные концентрации загрязнений как в исходной сточной воде, так и после очистки.

4. Заведующего кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, д.с.-х.н., профессора, академика РАН Овчинникова А.С. и доцента кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», к.с.-х.н. Пустовалова Е.В. Замечания: - не приведены микробиологические и паразитологические показатели сточных вод.

5. Заведующего кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, к.т.н., доцента Бутко Д.А. Замечания: - не приведены данные об остаточных концентрациях алюминия после ФХО; - не описана методика пробного коагулирования.

6. Профессора кафедры «Строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения» ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», г. Москва, д.т.н., профессора Гандуриной Л.В. Замечания: - не обоснован выбор коагулянтов; - на рис. 9 не показаны точки ввода реагентов и непонятно применение флокулянта, в том числе его тип и марка.

7. Доцента кафедры «Теплогазоводоснабжение» ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», г. Вологда, к.т.н., доцента Гудкова А.Г. Замечания: - какова погрешность кинетических констант и коэффициентов?; - для размещения

рециркуляционных насосов следовало предусмотреть насосную станцию; - как утилизируется флотошлам и избыточный активный ил?

8. Главного технолога ООО «Архитектура Водных Технологий», г. Москва, к.т.н., доцента Харькиной О.В. Замечания: - не выполнено экономическое сравнение с технологией «аэротенк-вторичный отстойник»; - не обоснован выбор коагулянтов.

9. Доцента кафедры «Водоснабжение, водоотведение, инженерная экология и химия» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», г. Нижний Новгород, к.т.н., доцента Катраевой И.В. Замечания: - нет данных о фосфатах в исходной сточной воде; - на сколько была стабильна работа МБР?

10. Заведующего кафедрой «Водоснабжение, водоотведение и санитарная техника» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Республика Крым, д.т.н., профессора Николенко И.В. Замечания: - блок-схема алгоритма не наглядна; - диапазоны технологических параметров для технологических режимов не привязаны ко времени, не указаны концентрации загрязнений на разных этапах работы; - как утилизируются осадок и избыточный активный ил, и как это учтено в СЖЦ?

В целом, в отзывах отмечается, что тема диссертационного исследования является актуальной. Достоверность, обоснованность и новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования не вызывают сомнений. Диссертация Авдеенкова Павла Павловича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. Содержание и качество оформления диссертации и автореферата соответствуют предъявляемым требованиям. Тема и результаты научной работы имеют существенное значение для развития технологий очистки высококонцентрированных сточных вод в целом и глубокой переработки куриных яиц в частности. Отмечается, что представленные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую высокую оценку диссертационной работы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью среди специалистов в области физико-химической и биологической очистки промышленных сточных вод, совершенствовании действующих и разработки новых технологий, позволяющих повысить эффективность очистки сточных вод, а также компетентностью и профессиональными знаниями, что подтверждается публикациями в научных изданиях.

**Диссертационный совет отмечает, что на основе выполненных соискателем исследований:**

**разработана** технология очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, включающая физико-химическую обработку с применением коагулянта и биологическую очистку в аноксидных и аэробных условиях;

**предложены:**

- эффективный коагулянт и условия его применения для сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц;

- технологические схемы и алгоритм расчета сооружений очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц с предварительной физико-химической и дальнейшей биологической очисткой в сооружениях с активным илом, включающих аноксидную и аэробную зоны;

**доказана** необходимость предварительной физико-химической обработки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц для их последующей эффективной биологической очистки;

**введены** технологические условия, рекомендуемые для расчета процессов биологической очистки с учетом полученных значений кинетических констант и коэффициентов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано**, что предварительная коагуляция загрязнений исходных сточных вод определяет характеристики процессов последующей биологической очистки;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)**

**использованы** уравнения ферментативной кинетики для описания процессов окисления органических веществ, нитрификации и денитрификации применительно к очистке высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц;

**изложено** влияние концентрации активного ила и глубины удаления органических загрязнений на удельные скорости их окисления;

**раскрыты** особенности работы реактора периодического действия в режиме двойного чередования аноксидных и аэробных фаз;

**изучено** влияние температуры,  $pH$ , концентрации биомассы на эффективность физико-химической и биологической очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц;

**проведена модернизация:**

- экспериментальных методов получения значений кинетических констант и коэффициентов биологической очистки высококонцентрированных сточных вод при относительно высоком содержании органических загрязнений в очищенной воде;

- контроля работы реактора периодического действия с помощью измерения скорости потребления кислорода.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** технологические схемы очистки сточных вод для предприятий глубокой переработки куриных яиц, которые использованы в ходе проектирования, при поставке оборудования и выполнении пуско-наладочных работ на ЗАО «Рузово» и ООО «Лето Групп»;

**определены** значения технологических параметров физико-химической и биологической ступеней очистки;

**создан** алгоритм расчета технологических схем очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц;

**представлен** расчет стоимости жизненного цикла сооружений очистки сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц, как инструмент обоснования конструктивно-технологических решений.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** были использованы современные лабораторные и пилотные установки, все исследования были проведены на реальной сточной воде предприятий глубокой переработки куриных яиц;

**теория** построена на современных представлениях коллоидной химии и фундаментальных закономерностях ферментативной кинетики;

**идея базируется** на эффективности применения коагуляции в качестве предварительного этапа перед аэробной биологической очисткой высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц;

**использовано** сертифицированное, аттестованное и поверенное оборудование аккредитованных лабораторий для выполнения химических анализов;

**установлено**, что полученные автором результаты способствуют развитию научного направления, связанного с исследованием процессов очистки производственных сточных вод, содержащих высокие концентрации органических загрязнений и согласуются с основными выводами и положениями научно-практических разработок ведущих ученых по указанной тематике;

**использованы** апробированные методики определения параметров биохимических процессов.

**Личный вклад соискателя состоит** в формулировке целей и задач исследований, поиске и анализе литературных данных, изготовлении лабораторной установки, разработке методик и проведении экспериментов, обработке и анализе полученных результатов, формулировании выводов и заключения, оптимизации технологических параметров предлагаемых сооружений на основании технико-экономического расчета, внедрении полученных результатов на действующих предприятиях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Авдеенков П.П. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 09 ноября 2023 года диссертационный совет принял решение за обоснование и разработку эффективной технологии очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий глубокой переработки куриных яиц до нормативов водных объектов рыбохозяйственного значения по соединениям азота, являющейся решением научной задачи, имеющей значение для развития технологий очистки сточных вод, присудить Авдеенкову Павлу Павловичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали; за – 10, против – нет.

Председатель  
диссертационного совета 24.2.377.05



Быков Дмитрий Евгеньевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.377.05

Тупицына Ольга Владимировна

09.11.2023 г.