

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Михаила Анатольевича Бойко**

«Совершенствование электротехнологических устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники применением неоднородных электромагнитных полей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки)

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Представленная к защите диссертация Михаила Анатольевича Бойко на тему «Совершенствование электротехнологических устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники применением неоднородных электромагнитных полей» соответствует паспорту специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки) и отрасли науки – технические:

- отрасль науки – технические (раздел I паспорта специальности);
- формула специальности – исследования отвечают разделу II паспорта;
- область исследований соответствует пунктам 1-4 раздела III паспорта специальности.

2. Актуальность темы диссертации

Диссертация Бойко М.А. направлена на разработку устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники после их механической очистки. Тема диссертации актуальна, так как решает ряд вопросов, имеющих научное и практическое значение, а именно: повышение качества очистки, экологической безопасности, математическое описание технологических процессов. Качество очистки достигается созданием в сточной воде неоднородного электрического поля, механизм действия которого мало изучен, публикации практически отсутствуют.

Основной проблемой, решаемой в диссертации, является снижение повторного загрязнения очищаемых сточных вод в процессе растворения стальных электродов и повышения содержания железа в воде. В современной литературе эти вопросы освещены недостаточно в теоретическом и практическом плане.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Научная новизна полученных результатов и научных положений, выносимых на защиту, состоит в следующем:

- впервые в установке очистки использовано неоднородное электрическое поле для электрохимической коагуляции загрязнений сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники, что в отличие от однородного электрического поля, позволило уменьшить энергозатраты на очистку, не ухудшая ее показатели; на защиту выносятся результаты теоретических и экспериментальных исследований электрохимической коагуляции загрязнений сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники;
- разработана макетная модель извлечения коагулята из очищаемых сточных вод, отличающаяся применением в одном устройстве электрической и магнитной флотации, что обеспечило эффективное снижение концентрации загрязнений до установленных показателей;
- разработана методика инженерного расчета электродной системы электрокоагулятора, отличающаяся учетом количества электричества, необходимого для образования требуемой дозы коагулянта;
- научно обоснованы технологические параметры электрохимической очистки, реализованной в устройстве очистки, отличающиеся применением неоднородных электромагнитных полей, обеспечивающих очистку сточных вод до нормативных значений. Техническая новизна устройства очистки подтверждена патентом Республики Беларусь на изобретение;
- разработана эмпирическая модель минимизации энергозатрат на очистку сточных вод, отличающаяся учетом концентрации загрязнений, а также ограничений по производительности установки и плотности тока электрокоагуляции.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выводы и рекомендации, сделанные в диссертации, получены на основе применения научно-обоснованных и принятых при исследовании методик проведения экспериментов, результатов испытаний в аккредитованных аналитических лабораториях, использовании поверенных средств измерений.

Выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, обоснованы, согласуются между собой, не противоречат результатам, изложенным в литературе. Теоретические положения адекватны экспериментальным результатам.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов состоит в углублении понимания механизмов влияния энергии неоднородного электромагнитного поля на процессы коагуляции примесей сточных вод, определении технических и технологических параметров обработки. В том числе:

- методики расчета неоднородного электрического поля электрохимического коагулятора, неоднородного магнитного поля для флотатора, применение которых позволяет снизить расход электроэнергии и концентрацию примесей в очищенной воде;
- зависимости повторного загрязнения очищаемых сточных вод продуктами растворенного анода от количества электричества и плотности тока;
- математическая модель минимизации энергетических затрат в функции исходной и конечной концентраций загрязнений, плотности тока на электродах и производительности установки.

Практическая значимость результатов.

Создан физический макет установки, позволяющий моделировать параметры и энергетические характеристики электромагнитной установки очистки сточных вод, включая геометрию электродных систем и индуктивной катушки.

Установлены технологические параметры и режимы очистки сточных вод, снижающие энергозатраты, создающие возможность их повторного использования в оборотном водоснабжении.

Практическая значимость результатов исследований подтверждена двумя актами их использования в учебном процессе, справкой о возможных областях использования методик расчета.

Экономическая значимость работы обусловлена высокими технико-экономическими показателями разработанной электромагнитной установки, низким расходом водных ресурсов и электроэнергии, уменьшением рисков

загрязнения окружающей среды. При очистке сточных вод в объеме 660 м³ в год ожидаемый экономический эффект составляет 65 тыс. рублей.

Социальная значимость результатов определяется возможностью создания на их основе новых более эффективных очистных сооружений с использованием электротехнологических устройств доочистки сточных вод, что повышает экологическую безопасность наружной мойки сельскохозяйственной техники, культуру производства и комфортность условий труда в этой зоне.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные научные результаты диссертации полностью опубликованы в 30 печатных работах, в том числе: 9 статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь; 21 – тезисы докладов и материалы конференций. Общий объем опубликованных работ составляет 7,2 авторских листа.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации. Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты исследования.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Научно-технический уровень диссертации, значимость результатов теоретических и экспериментальных исследований, корректность методов исследования и математического аппарата, средств компьютерного моделирования подтверждают соответствие научной квалификации М. А. Бойко ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки).

9. Замечания по диссертационной работе

1. Механизм коагуляции загрязнений сточных вод, описанный в диссертации на основе теории электрической коагуляции коллоидных растворов (ДЛФО), не учитывает энергию диполь-дипольного взаимодействия частиц примесей, которая зависит от дзета-потенциала поверхности коагулирующих частиц и наиболее сильно влияет на их агрегацию.

2. Основной исходной предпосылкой коагуляции примесей сточных вод является предположение, что их частицы имеют заряд, вызванный поляризацией молекул примесей и образованием диполей. Известно, что полярные молекулы (частицы), будучи диполями зарядом не обладают.

3. Формула для расчета удельных энергозатрат (2.32) в диссертации не корректна. Она не учитывает энергию электрического поля в дисперсной среде, равную $\frac{\epsilon_a E^2}{2}$.

4. В диссертации имеет место расхождение параметров обработки сточных вод. На рис. 3.2 (с.50) очистка до 98 процентов от нефтепродуктов достигнута при количестве электричества 1600...1800 Кл/дм³, необходимых для образования коагулянта, в заключении рекомендовано 135 Кл/дм³.

5. Энергоемкость очистки сточных вод не однозначна. В заключении диссертации 2,4...2,5 кВт·ч/м³. В тексте диссертации (с.52) указано, что сточные воды нагреваются на 6...8 °С, что соответствует затратам энергии примерно 7 кВт·ч/м³.

Заключение

Диссертация М.А. Бойко соответствует требованиям, установленным главой 3 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки) за научные результаты, включающие:

– разработку устройства электрохимической очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники в электромагнитном флотокоагуляторе, отличающимся использованием неоднородных электрических и магнитных полей, повышающем удаление примесей сточных вод до 98 процентов, снижающим энергозатраты на 40 процентов;

- разработку макетной модели электрокоагулятора, отличающейся совмещением электрической и магнитной флотации, обеспечивающей снижение концентрации загрязнений до установленных показателей;
- технологические параметры электрохимического способа очистки, отличающиеся применением неоднородного электромагнитного поля, обеспечивающие повышение качества очистки;
- разработку эмпирической модели минимизации энергозатрат на очистку сточных вод, отличающуюся учетом концентрации нефтепродуктов, ограничений по производительности установки и плотности тока электрокоагуляции;
- разработку методик расчета электрокоагулятора, индукционной катушки генерирующей неоднородное электромагнитное поле, **что в совокупности** позволяет создать электромагнитную установку очистки сточных вод, снижающую концентрацию загрязнений до предельно допустимых показателей применения технической воды в системах оборотного водоснабжения наружной мойки сельскохозяйственной техники.

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Энергетика»
учреждения образования «Белорусский
государственный аграрный технический
университет», доктор технических наук,
профессор

 Е. М. Заяц

25 марта 2026 г.



Е. М. Заяц





6

Ознакомлен 

Бойко М. А. /
25.03.2026 г.