

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Бойко Михаила Анатольевича, «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)

### *Научная оценка диссертации*

Диссертационная работа соискателя Бойко Михаила Анатольевича выполнена на кафедре электроснабжения и электротехники учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». Она направлена на повышение качества очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственных машин и автотракторной техники до показателей, позволяющих использовать очищенную воду в системах оборотного технического водоснабжения. Электрообработка сточных вод в предложенной электромагнитной установке позволяет снизить концентрацию содержащихся в них таких опасных загрязнителей окружающей среды как углеводородные продукты, механические примеси, а также обеспечить обеззараживание стоков от патогенных микроорганизмов. Существующие установки очистки извлекают до 95...97 % нефтесодержащих веществ и других загрязнений. Соискатель разработал электромагнитную установку очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники, которая показала более эффективное снижение показателей загрязнения. В диссертации обосновано воздействие неоднородных электромагнитных полей на очищаемые сточные воды, когда электрохимическим путем в процессе разложения стального анода образуется коагулянт, возникают условия наиболее полной агрегации углеводородных и других включений, их выделение и удаление. В работе теоретически описаны механизмы воздействия неоднородных электрических и магнитных полей на изменение концентрации загрязнений в процессе очистки, определены и экспериментально подтверждены требуемые технологические режимы.

Составлена математическая модель минимизации энергозатрат процесса очистки, которая устанавливает кинетику коагуляции углеводородных соединений в зависимости от производительности установки, плотности тока, напряженности неоднородного электрического поля в электролизере и исходной загрязненности стоков. Соискателем предложена конструкция

электромагнитной установки с интенсификацией отделения коагулята под воздействием неоднородного магнитного поля. Разработаны методики расчета электродной системы коагулятора, расчета напряженности неоднородного магнитного поля и изготовлен макет лабораторной установки, проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования диссертационной работы подтвердили достоверность теоретических положений, определили оптимальные параметры электрокоагуляции, позволили сформулировать технические требования к установке, сочетающей процессы электрохимической коагуляции и электромагнитной флотации загрязнений. В работе также установлено, что очистка в предложенной установке обеззараживает стоки от патогенных микроорганизмов.

Научная новизна диссертации заключается в разработке:

- устройства электрохимической очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники в электромагнитном флотокоагуляторе, отличающегося использованием неоднородных электрических и магнитных полей, получением коагулянта (гидроксида железа III) при меньших энергозатратах;
- комбинированного удаления из очищаемых стоков коагулята, перемещая его на поверхность и концентрируя в центре под воздействием магнитной флотации в неоднородном магнитном поле;
- полученной экспериментально математической модели минимизации энергозатрат на очистку сточных вод, отличающейся учетом исходной концентрации нефтепродуктов, производительности установки и плотности тока электрокоагуляции;
- методик расчета электродной системы электрокоагулятора, магнитной системы катушки индуктивности, отличающихся учетом создания напряженности неоднородных электромагнитных полей, тока, протекающего в электромагнитной установке и углов уклона к ее оси, соответственно, катода электрокоагулятора и витков обмотки, что обеспечивает требуемую степень очистки сточных вод.

По теме диссертации опубликовано 30 работ, из них: 9 научных статей в научных журналах и сборниках, рекомендованных ВАК Республики Беларусь, 21 статья в материалах научных конференций. Получен патент на изобретение по теме диссертации.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена важная для народного хозяйства научно-техническая задача – повышение качества очистки стоков

наружной мойки сельхозмашин и автотракторной техники электрокоагуляцией углеводородных включений, их обеззараживанием, снижением техногенного загрязнения окружающей среды, путем использования очищенных стоков в системе оборотного технического водоснабжения. Работа теоретически и экспериментально обоснована, внутренне взаимосвязана, логична, выполнена на должном научно-методическом уровне, обладает новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий» (пп. 19 и 20), утвержденного Указом Президента Республики Беларусь, требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

*Характеристика научной и научно-педагогической деятельности соискателя*

Соискатель Бойко М.А. за время работы над диссертацией показал себя грамотным и квалифицированным специалистом в области электротехнологий и электрооборудования, ответственным и зрелым ученым, способным самостоятельно формулировать и решать научные и технические задачи и анализировать полученные результаты. Проявил способность к исследовательской работе, приверженность к поставленной цели работы, настойчивость при ее достижении. Сдержан, вдумчив, научные идеи стремиться проверить на практике, имеет склонность к конструкторской работе, обладает навыками технического творчества. Принимает активное участие в научно-исследовательской работе кафедры со студенческих лет. В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры, выполняет все виды учебной нагрузки, на высоком научно-методическом уровне преподает дисциплины «Теоретические основы электротехники», а также «Электрические машины». Окончил Институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» по специальности переподготовки «Педагогическая деятельность специалистов». Отличается высокой требовательностью к себе и студентам за освоение учебных программ. Имеет авторитет и пользуется уважением коллег по работе. Является членом общественной организации «Белая Русь».

*Выводы*

Поставленная цель исследования соискателем достигнута. Уровень научной квалификации и научные результаты, полученные в ходе работы над

диссертацией, свидетельствуют о том, что Бойко Михаил Анатольевич соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук, и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве (технические науки), за новые научно-обоснованные результаты в области электрохимической очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственных машин и автотракторной техники применением неоднородных электромагнитных полей, **включающие:**

- теоретическое описание механизма влияния электричества на углеводородные и другие загрязнения стоков и их электрохимическую коагуляцию в зоне, ограниченной токоподводящими электродами, создающими неоднородное электрическое поле;
- экспериментально установленные режимы обработки сточных вод в неоднородных электромагнитных полях (количество электричества, напряженность неоднородных электромагнитных полей, плотность тока, исходная концентрация загрязнений, продолжительность коагуляции и другие), математическую модель минимизации удельных энергозатрат электрокоагуляции, позволяющую контролировать требуемые показатели очистки;
- методику расчета электрокоагулятора и магнитного флотатора, **что в совокупности** позволило создать устройство электромагнитной очистки стоков, очищающего до 99,8 % углеводородных и других загрязнений при энергоемкости менее 3,8 кВтч/м<sup>3</sup>, позволяющие получить экономический эффект в сумме 65 тыс. руб. в год при при годовой очистке до 660 м<sup>3</sup> стоков

Научный руководитель,  
доцент кафедры электроснабжения  
и электротехники, к.т.н., доцент



А.В.Крутов

16 февраля 2026 г.

