

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, Исаевой Софии Давидовны, на диссертационную работу Исмаил Хуссейн на тему «Технические решения для улучшения качества воды придонных слоёв водоёмов на основе возобновляемых источников энергии в условиях Сирии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5 – Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Актуальность исследований.

Дефицит водных ресурсов в условиях современных климатических изменений и интенсивной антропогенной нагрузки является одной из основных проблем стабильного развития человечества. Особенно остро вопрос об обеспечении водой населения и экономики стоит в странах аридной зоны мира в том числе в Сирии, где зона полупустынь и пустынь занимает порядка 85% территории. Дефицит воды осложняет питьевое водоснабжение, ограничивает экономическое развитие страны и производство сельскохозяйственной продукции. Отрицательную роль играет загрязнение поверхностных вод в условиях дефицита, особенно принимая во внимание сложность и высокую стоимость мероприятий по очистке и улучшению ее качества. В связи с этим, диссертационная работа Исмаил Хуссейн, посвященная обоснованию и разработке технических решений и устройств для улучшения качества поверхностных водных ресурсов на основе использования возобновляемой энергии является актуальной

Новизна исследований и полученных результатов состоит в разработке принципа создания устройств для улучшения качества воды в придонной зоне естественных водоёмов с использованием возобновляемых источников энергии, в получении теоретических зависимостей для расчета конструктивных параметров устройств, основанных на использовании солнечной радиации. Предложен ряд оригинальных конструктивных решений аэраторов, показавших свою эффективность при улучшении водно-физических характеристик водных объектов в условиях Сирии.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Изложенные в диссертационной работе Исмаил Хуссейн научные положения основаны на детальном анализе теоретических и прикладных исследований в области использования водных ресурсов и повышения качества поверхностных вод, развития теории и практики применения систем аэрации, разработки и проектирования необходимого оборудования, особенностей использования возобновляемых источников энергии для аэрации естественных источников и улучшения качества воды.

Теоретические исследования соискателя базировались на использовании классических законов термодинамики. Надежность исследований, полученных выводов и рекомендаций определяется применением комплексного подхода к проведению исследований и сочетанием теоретических разработок с лабораторными и натурными экспериментами.

Достоверность полученных результатов определяется использованием сертифицированных приборов при проведении лабораторных исследований и стандартных методик проведения экспериментов, применением методов статистической обработки большого объема полученных данных, высокой корреляцией теоретических и экспериментальных данных исследований.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций. Теоретическая значимость работы состоит в предложенном подходе и в разработанных принципах создания устройств для аэрации придонных слоев воды поверхностных водоисточников на основе прямого теплового воздействия солнечной радиации на аэратор, что упростило конструкцию за счет исключения необходимости использования энергопреобразующих элементов; в получении теоретических зависимостей для расчета объема ёмкости-накопителя устройства. Практическая значимость заключается в разработке технических решений аэратора для водных объектов, оригинальность которых подтверждена полученными патентами, Их применение целесообразно особенно в сложных экономических условиях Сирии, повысит качество водных ресурсов поверхностных источников.

Общая оценка диссертационной работы.

Структура и объём диссертации отвечают требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата технических наук. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, рекомендаций и перспектив дальнейших исследований, списка литературы и трех приложений. Основное содержание работы изложено на 124 страницах, включает 40 рисунков и 10 таблиц. Список литературы включает 138 источников, в том числе 46 зарубежных.

Первая глава посвящена анализу существующих подходов к оценке качества водных ресурсов, характеристике природно-климатических условий Сирии, проблемам состояния и использования водных ресурсов в стране, а также основным направлениям повышения качества воды природных источников. Выполнено обоснование объектов и задач проводимых исследований.

Исмаил Хуссейн проанализирована отечественная и зарубежная литература по исследованиям качества воды, обоснован выбор наиболее

информативных физико-химических показателей, в качестве которых приняты растворенный кислород, рН, температура, мутность и биохимическое потребление кислорода (БПК). Установлено значение каждого показателя для оценки качества воды в естественных водоемах, роли в формировании экологического состояния естественных водоемов и в обеспечении благоприятных условий для водных экосистем.

Рассмотрены природные условия Сирийской Арабской Республики, особенности климатических изменений, состояния и использования водных ресурсов. В настоящее время использование воды в экономике Сирии превышает объем естественных водных ресурсов на 8%, что говорит об интенсивной техногенной нагрузке на водные объекты, и существующей угрозе истощения. Наиболее водоемкая отрасль - сельское хозяйство на долю которого в структуре водопользования приходится 89 %.

Для обоснования дальнейших исследований диссертантом проведен анализ водно-физических и гидрохимических свойств водных ресурсов объектов исследования - водохранилищ западной Сирии, а именно, 16 Тишрин, Аль-Музайне и Музейриб, дана оценка перспектив их использования в сельском хозяйстве и водоснабжении населения.

Исмаил Хуссейн проведен сравнительный анализ существующих подходов, способов и технических решений по улучшению качества природных вод и составлена классификация методов улучшения качества воды поверхностных источников. Показано, что применяемые способы аэрации (механические, пневмомеханические, эрлифтные и эжекторные) требуют значительных энергетических затрат, поэтому для сложившихся в Сирии сложных экономических условий целесообразна разработка методов и технических средств на основе использования возобновляемых источников энергии. Обосновано, что аэрация воды с применением природной энергии является одним из наиболее эффективных способов насыщения кислородом и, тем самым, повышения способности водных объектов к самоочищению.

Во второй главе на основе патентного поиска, литературных материалов Исмаил Хуссейн проведен анализ используемых принципов, технологий и приведены примеры конструкций солнечной и ветровой аэрационных систем, используемых для улучшения качества воды за счет преобразования природной энергии в электрическую и механическую. На основе поиска новых подходов для преобразования энергии возобновляемых источников Исмаил Хуссейн предложено несколько конструкций для улучшения состояния поверхностных водных объектов за счет использования солнечной энергии и дан их сравнительный анализ. Диссертантом также предложено конструктивное решение устройства на основе использования

ветровой энергии для подачи воздуха в нижние горизонты водоема. Приведено подробное описание принципов действия, конструктивных особенностей и технологии использования устройств для аэрации водоемов. Все разработки Исмаил Хуссейн логически завершены полученными патентами на полезные модели, разработан экспериментальный образец аэратора для поверхностных водоёмов, основанный на использовании солнечной энергии.

Проведенные теоретические исследования позволили диссертанту, на основе уравнения Клапейрона-Менделеева, получить зависимость для определения объема ёмкости-накопителя, необходимого для устранения дефицита кислорода в воде, что дает возможность проектирования устройств по аэрации применительно к условиям конкретных водоемов.

В третьей главе изложены результаты лабораторных исследований, проведенных Исмаил Хуссейн для определения влияния параметров внешней среды на технические характеристики устройства. Даны описание изготовленной экспериментальной установки, а также методика опытных исследований, проведенных в Сирии при разных температурных условиях. В качестве характеристики работы установки принят режим поступления воздуха в водоем. Установлены основные закономерности в работе устройства, показавшие, что объем поступающего воздуха зависит от внешней температуры, при этом он может составлять более 60% рабочего объема ёмкости-накопителя. Продолжительность устойчивой и эффективной работы устройства в опытных исследованиях составила более 120 минут.

Для выявления зависимости объема подаваемого воздуха от объема ёмкости-накопителя (6,5; 10,0 и 13,5 литров) и температуры внешней среды (15 - 50°C) Исмаил Хуссейн проведены лабораторные исследования на кафедре гидротехнических сооружений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Эксперименты выполнены в термокамере. Даны характеристики опытного оборудования, методика проведения опытов, полученные результаты. Установлено, что в условиях лабораторного опыта объем воздуха, поступающего на аэрацию, составил в среднем 12,3 % от рабочего объема ёмкости-накопителя. Сопоставление полученных результатов с расчетными значениями показал высокую сходимость опытных и расчетных данных (отклонение порядка 2%).

В четвертой главе приведены результаты оценки работоспособности и воздействия устройства, основанного на использовании солнечной радиации, на физико-химические показатели поверхностных вод в натуральных условиях Сирии, на примере водохранилища 16 Тишрин, и РФ - на прудах лаборатории прудового рыбоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Изменение качества воды водохранилища 16 Тишрин оценивалось по таким

показателям, как рН, концентрация растворенного кислорода, температура, мутность и БПК.

В процессе натурного эксперимента подтверждены результаты лабораторных опытов, установивших продолжительность эффективной работы устройства, а также объемы поступления воздуха в водоем и др. Установлено положительное влияние устройства не только на содержание кислорода в воде, которое увеличилось за период работы на 40-45%, но на снижение БПК примерно на 35% и мутности.

Опытные исследования в условиях тимирязевских прудов выявили отрицательное влияние ветра на эффективность работы устройства. В связи с этим проведено усовершенствование авторской конструкции для снижения ветрового воздействия на поверхность ёмкости накопителя и повышения эффективности использования солнечной радиации. Исмаил Хуссейн предложены конструкции двухкамерных устройств, все конструкции защищены патентами.

Каждая глава работы завершена содержательными выводами.

В *Заключении* приведены основные полученные соискателем результаты и сформулированы вопросы, требующие дополнительных исследований.

В качестве замечаний и пожеланий по диссертации можно отметить следующее.

1. Из работы не ясно, на каком расстоянии от установки проводился отбор проб воды на химический анализ. Выполнялась ли оценка радиуса действия установки и объема воды, в котором сказалось ее влияние при проведении эксперимента в натуральных условиях на водохранилище 16 Тишрин и прудах Тимирязевской академии.

2. Так как параметры технических решений и их апробация приведены для экспериментальных образцов, желательно привести рекомендации по масштабированию устройств, применительно к водоёмам разного объема и глубины, ограничения на условия их применения в разных природно-климатических условиях, дать рекомендации по режиму работы.

3. Объем поступившего во внешнюю среду воздуха по экспериментальным данным составил около 60 и 12 % от объема накопителя. Можно ли увеличить КПД установок?

4. Представляется не полным подход, при котором проведение оценки эффективности применения устройств для аэрации выполнено только на основе исключения затрат на использование электрической энергии без учета стоимости конструкции, сопоставления эффективности разработанного устройства с другими видами аэраторов.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер, и не снижают достоинств работы. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, все основные результаты исследований раскрыты в опубликованных соискателем работах

Заключение

Диссертационная работа Исмаил Хуссейн на тему «Технические решения для улучшения качества воды придонных слоёв водоёмов на основе возобновляемых источников энергии в условиях Сирии», является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложено решение важной задачи повышения качества поверхностных водных ресурсов в условиях аридного климата, вододефицита и интенсивной антропогенной нагрузки на водные объекты, имеющей первостепенное значение для сельскохозяйственного водоснабжения в Сирийской Арабской Республике. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает представленный материал логически выстроен, содержит новые научные результаты и технические решения.

Диссертационная работа Исмаил Хуссейн отвечает требованиям пп. 9-14 постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (с изм. и доп. в действующей редакции) «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Исмаил Хуссейн, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5 - Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Зав. отделом экосистемного водопользования и предотвращения опустынивания земель ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», гл. науч. сотр., доктор технических наук (06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель)

27.10.2025



Исаева София Давидовна

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»)

Адрес: 127434, г. Москва, ул. Б.Академическая, 44, корп. 2.

Тел.: (499) 153-72-70; +7 (903) 681-98-00. E-mail: isaeva7sofia@yandex.ru

Подпись Исаевой С.Д. удостоверяю

Заведующая канцелярией

ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

Т.Н. Скоркина

