

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Тарасьянца Сергея Андреевича на диссертационную работу **Короткоручко Дмитрия Юрьевича** на тему: «Обоснование совместного применения пневматических баков и насосов с регулируемым приводом в системах водоподачи», представленную в диссертационный совет 35.2.030.07 при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

### **Актуальность темы диссертации**

Современные системы водоподачи, с использованием водонапорных башен характеризуются ограничением эксплуатации, сложностью и высокой стоимостью строительства в зимний период. Предлагаемые в работе схемы с пневматическими баками обеспечивают требуемое рабочее давление в трубопроводной сети, снижают вероятность гидравлических ударов и уменьшают капитальные вложения.

В настоящее время технологический процесс совместной эксплуатации пневмобаков и насосно-силового оборудования, включая агрегаты с частотно-регулируемым приводом, является актуальным и недостаточно изученным. Актуальными остаются вопросы согласования объёма и давления воздуха в пневмобаке с гидравлическими характеристиками насосов и частотных преобразователей, выбора критериев оптимальности, оценки влияния температурных факторов и масштаба использования объектов различной производительности.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа Короткоручко Дмитрия Юрьевича направленная на разработку совместного использования пневматических баков и насосного оборудования с регулируемым приводом в системах водоподачи является несомненно актуальной, способной решить многие вопросы водоснабжения населенных пунктов.

### **Научная новизна результатов исследований**

К числу ключевых результатов, определяющих научную новизну работы, относятся:

- концепция системы пневмобаков и насосного оборудования с частотно-регулируемым приводом;
- теоретическое обоснование эффективности системы и математическая модель прогнозирования характеристик эксплуатации насосного оборудования;
- результаты вычислительного моделирования, обеспечивающие оптимизацию объёма пневмобака и мощности насосного оборудования при заданных гидравлических параметрах;
- оценка экономической эффективности применения пневмобаков и частотных преобразователей, подтвердившая потенциал снижения энергозатрат и улучшения режимов работы гидравлических систем водоподачи.

#### **Практическая значимость результатов исследований**

- формирование прикладной концепции энергосбережения для систем с пневмобакми и насосным оборудованием с частотно-регулируемым приводом;
- разработка схемы водоподачи, обеспечивающей измеримый энергетический эффект;
- проектные рекомендации по согласованию объёма и давления воздуха в пневмобаке с диапазонами расходов и требуемым давлением настройка частотно-регулируемого привода с учётом переменных графиков водопотребления;
- технологический алгоритм пуска, настройки и расчёта объёма пневмобака;
- возможность интеграции в действующие системы без строительства водонапорных башен.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.**

Научные положения диссертационной работы выполнены на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, предложенных в исследованиях, не вызывает сомнений, так как выполнены на высоком научно-методическом уровне. В ходе исследований использованы методы математического анализа и регрессии, гидравлики, гидродинамики и теории

перекачивания жидкостей. Полученные результаты демонстрируют согласованность теоретических положений с данными экспериментов.

На основе проведённой работы сформулированы выводы:

1. По результатам сравнительного анализа существующих схем водоподдачи показана возможность повышения энергоэффективности при совместном использовании пневмобаков и насосов с частотно-регулируемым приводом;

2. По теоретическому обзору методов регулирования расхода в насосных системах и гидравлических особенностей работы пневмобаков и насосов с частотно-регулируемым приводом;

3. По обоснованию математической модели функционирования системы на основе гауссовского метода регрессии при заданных исходных гидравлических характеристиках;

4. В закономерности взаимодействия гидравлической и воздушной подсистем, снижении цикла наполнения пневмобака вследствие изменения напорной характеристики насоса и возрастания влияния переходных процессов в трубопроводах;

5. В технико-экономической оценке при соблюдении заданных гидравлических показателей и роста энергоэффективности до 60 %.

Основные положения, научные результаты, выводы автореферата соответствуют диссертационной работе. Достоверность результатов подтверждена теоретическими и лабораторными исследованиями по существующим методикам.

#### **Апробация диссертационной работы и полнота опубликования основных результатов**

Полученные результаты доложены на научно-практических конференциях:

– Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (г. Москва, РГАУ-МСХА, 2024 г.);

– Международной научной конференции «Актуальные вопросы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды в изменяющемся климате: адаптация, устойчивость и производственный процесс» (г. Ереван, Республика Армения, ЕГУ, 2025 г.);

– Молодежной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экологии и безопасности», IX Всероссийском водном конгрессе (г. Москва, ЦВК «Экспоцентр», 2025 г.);

– Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии, (г. Москва, РГАУ-МСХА, 2025 г.)

- Результаты научно-исследовательских работ внедрены на предприятии АО «АТТРАКЦИОН-ЭКСПО» (акт о внедрении — приложение Б диссертации). Опубликованные материалы полно отражают содержание диссертации.

### **Структура диссертации и оценка содержания работы в целом**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 139 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 36 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает в себя 183 источника, из них 34 на иностранном языке.

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объём опубликованных работ 3,59 п.л., из них 2,84 п.л. принадлежит автору.

Материалы диссертационной работы прошли достаточную апробацию, её основные положения были доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях.

**Во введении** обоснована актуальность темы, степень разработанности, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, объект исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности, апробация, личный вклад, публикации, структура и объём работы.

**В первой главе** приводится обзор научных источников: анализ башенных систем, безбашенных схем с пневмобаками (классификация, преимущества, масштабирование), а также применения ЧРП в системах водоподачи.

**Вторая глава** отражает теоретический анализ методов регулирования расхода, гидравлики пневмобачков и особенностей насосов с частотно-регулируемым приводом.

**В третьей главе** приведены результаты лабораторных исследований на разработанной установке, а также определение рабочих характеристик насосно-силового оборудования и ключевых параметров системы.

**В четвертой главе** приводится технико-экономическая оценка: совместное применение пневмобаков и ЧРП снижает требуемую мощность при обеспечении целевых гидравлических показателей и повышает энергоэффективность до 60 % относительно базовых решений.

В заключении автором представлены выводы, даны предложения и определены перспективы дальнейшей разработки темы. В целом работа выполнена на высоком уровне, содержит элементы научной новизны и выраженную практическую значимость. Работа имеет классическую структуру изложения: каждый раздел завершается выводами, на основании которых в заключении сформулированы основные результаты.

Диссертационная работа имеет законченный характер, а ее содержание и проведенные научные исследования соответствуют паспорту специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы, в котором отражено краткое изложение материала диссертации.

Оформление диссертации, структура и состав автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

#### **По работе имеются замечания**

1. В разделе 1 следовало проанализировать (показать) схемы использования водоподачи с установкой водонапорных башен в европейских странах как в городских условиях, так и мелких населенных пунктах

2. В разделе 1.1, при анализе эффективности работы систем водоподачи с использованием водонапорных башен, при описании потерь энергии на подъем воды (стр. 12) сказано, что насосное оборудование должно поднимать воду на значительную высоту, что увеличивает энергопотребление. Непонятно, о какой высоте идет речь, когда максимальная высота горизонта воды в башнях не превышает 20-30 м., что для центробежных насосов, как погружных, так и поверхностных данный напор является практически минимальным.

3. На рисунке 1.10 показана автоматическая водоподъемная установка с водоструйным насосом (поз. 2). Непонятно принцип его эксплуатации. Для использования струйных насосов, часть потока от центробежного насоса (поз. 6) должна возвращаться в качестве рабочего, что на схеме не показано.

4. В литературном обзоре (раздел 1) вопросу использования насосного оборудования с регулируемым приводом следовало уделить отдельное внимание для более широкого обоснования темы диссертации, т.к. регулируемый привод в системах водоподдачи является одним из основных вопросов проведенных исследований.

5. В разделе 2.1 стр. 29 сказано, что применение преобразователей частоты позволяет плавно изменить величину водопотребления. Следовало указать возможный процент изменения (уменьшения) частоты вращения двигателя и соответственно подачи т.к. известно, что в насосном оборудовании частота вращения пропорциональна коэффициенту быстроходности зависящем от формы лопаток рабочего колеса.

6. Раздел 2.2 «Расчет режимов работы элементов системы водоподдачи», по нашему мнению, следовало обозначить элементы, а затем проводить их расчет, в случае если автор за элементы принял наполнение и опорожнение воздушно-водяного котла и для наполнения принял зависимость 2.21, а для полного цикла формулу 2.19, тогда для опорожнения, что является основополагающим фактором, зависимость не приведена.

7. В разделе 2.6 «Разработка математической модели для прогнозирования работы системы с различными исходными данными» приводится несколько методов построения математической модели, описание и расшифровка Гауссовского процесса. Непонятно роль автора в разработке математической модели по теме диссертации?

8. В выводах по главе 2 (стр. 73) сказано, что установлены закономерности между давлением воздуха и воды в баке, мощностью и частотой вращения приводного двигателя, следовало показать конкретно в чем заключается данная закономерность?

9. В главе 3 п.4 (стр. 82) озаглавлен как определение значений ключевых параметров с использованием частотного преобразователя, по нашему мнению в пункте 4 следовало обозначить данные параметры, кроме того в выводах по главе охарактеризовать их количество вследствие того, что параметры ключевые, также непонятна, по выводам главы 3, энергетическая эффективность систем водоподдачи с пневматическими баками, озаглавленная в разделе 4.2 (стр. 98)

10. В таблице 4.2 (стр. 99) непонятно из каких соображений и для чего приведена колонка средней мощности насоса  $P_{\text{сред}}$ , т.к. в дальнейших расчетах данная величина не используется.

11. В выводах по главе 4 п.3 сказано, что дана технико-экономическая оценка работы исследуемой модели водоподачи с частотно-регулируемым приводом, по нашему мнению, данный вывод следовало конкретизировать величинами, указывающими на смысл диссертационной работы.

12. Пункты заключения следовало провести по главам с анализом результатов по каждой и увеличением конкретных данных по каждому конкретному разделу, выносимому на защиту.

13. Перспективы дальнейшей разработки темы по мнению автора предполагают необходимость изучения гидрогазодинамики систем водоподачи с целью оптимизации конструкции мембраны как наиболее уязвимой части пневматических баков. По нашему мнению, следовало указать также перспективы использования регулируемого привода, т.к. в настоящее время привод ограничен питаемым напряжением и потребляемой мощностью.

### **Заключение**

Диссертационная работа Короткоручко Дмитрия Юрьевича на тему: «Обоснование совместного применения пневматических баков и насосов с регулируемым приводом в системах водоподачи», несмотря на отмеченные недостатки, является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на высоком научно-методическом уровне и обладает выраженной теоретической и практической значимостью. Это завершённый исследовательский труд, в котором на основе проведённых экспериментов и моделирования сформулированы и обоснованы технические и технологические решения, направленные на повышение энергоэффективности гидравлических систем водоподачи, что имеет существенное значение для отраслевого развития.


Представленная работа по своей направленности, актуальности, методам исследований, достоверности полученных результатов, научной и практической значимости соответствует критериям пп. 9-14 действующего «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., а её автор Короткоручко Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени



кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

**Официальный оппонент,**

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры мелиорации и водного хозяйства  
Новочеркасского инженерно-мелиоративного  
института им А.К. Кортунова  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ

 Тарасьянц Сергей Андреевич

« 21 » 11 2025 г.

Сведения об официальном оппоненте:

**Тарасьянц Сергей Андреевич**, доктор технических наук по специальности 06.01.02 - «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», профессор, профессор кафедры мелиорации и водного хозяйства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Постоянный адрес места работы:

346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111.

Тел. +7 -918-585-84-69; Email: [starasyancz@mail.ru](mailto:starasyancz@mail.ru)

Я, Тарасьянц Сергей Андреевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Короткоручко Дмитрия Юрьевича, и их дальнейшую обработку

« 21 » 11 2025 г.  /Тарасьянц Сергей Андреевич/

Подпись, учёное звание, ученую степень  
проф. Тарасьянца Сергея Андреевича заверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета  
Новочеркасского инженерно-мелиоративного  
института им А.К. Кортунова  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ



Полякова Валентина Николаевна

« 21 » 11 2025 г.