

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
технический университет
имени Ю.А. Гагарина»

доктор химических наук, профессор
Остроумов Игорь Геннадьевич



«16» ноября 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина» на диссертацию **Бежана Алексея Владимировича** **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**, представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

Диссертационная работа Бежана Алексея Владимировича направлена на разработку теоретических основ создания, использования и повышения эффективности систем автономного теплоснабжения районов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) с использованием энергии ветра.

Актуальность темы диссертационного исследования

Одной из актуальных проблем энергообеспечения удаленных, труднодоступных и изолированных районов арктических зон, для которых характерна сложность доставки органических видов топлива в условиях длительности отопительного периода, является создание комбинированных систем теплоснабжения с использованием энергии ветра. Актуальность решения этой проблемы обуславливается еще и высокой стоимостью используемых в настоящее время видов топлива.

Всё это требует разработки, теоретического обоснования направлений и технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности систем теплоснабжения в указанных регионах страны путем вовлечения в производство теплоты возобновляемых источников энергии, в том числе энергии ветра.

Таким образом, тема диссертационной работы Бежана А.В., направленная на теоретическое обоснование разработки и создание комбинированных систем теплоснабжения с использованием традиционных источников тепловой энергии и ветроэнергетических установок, является актуальной теоретической и практической задачей.

Соответствие диссертационной работы паспорту научной специальности

По содержанию, тематике, методике и результатам исследования диссертационная работа Бежана А.В. соответствует паспорту научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы в части направлений исследований:

п.1 - Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования;

п.3 - Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии,, способов снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышения надежности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок;

п.6 - Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, проектирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов, функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (....., энергии ветра,) с целью исследования и оптимизации их параметров, режимов работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического и социально-экономического характера.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников из 113 наименований и 2 приложений. Работа изложена на 116 страницах машинописного текста, включает в себя 51 рисунок и 10 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, изложены научная новизна, практическая значимость работы и положения, выносимые на защиту, обоснована достоверность полученных результатов.

В первой главе «Анализ современного состояния теплоснабжения потребителей и перспективы развития возобновляемых источников энергии в Мурманской области» представлена общая характеристика систем теплоснабжения изолированных и удаленных потребителей тепловой энергии. При отсутствии собственных органических видов топлива для обеспечения рассредоточенных потребителей тепловой энергии используются дорогостоящие привозные виды топлива. Одним из возможных вариантов решения проблем теплоснабжения потребителей является использование в системах теплоснабжения возобновляемых источников энергии. Автором показано, что из всех имеющихся ВИЭ наибольшие возможности освоения и практического использования для целей теплоснабжения северных районов страны имеет энергия ветра. В этих районах

скорость ветра находится в интервале 5-8 м/с. Автором обоснован ряд положительных факторов, благоприятствующих вовлечению энергии ветра при производстве тепла для целей теплоснабжения: высокий потенциал ветра и продолжительный отопительный период; максимум интенсивности ветра в зимнее время, т.е. в период максимальной потребности в тепловой энергии.

Во второй главе «Формирование математической модели системы теплоснабжения на основе энергокомплекса «котельная + ветроустановка + тепловой аккумулятор» разработана математическая модель комбинированной системы теплоснабжения, включающей котельную и ветроэнергетическую установку, работающие совместно с тепловым аккумулятором. Отличительной особенностью модели является учет всех основных факторов функционирования системы теплоснабжения.

Результаты моделирования и расчетных исследований показали, что использование разработанной комбинированной системы теплоснабжения позволяет обеспечить существенную (до 75 %) экономию органического топлива.

В третьей главе «Аккумуляция тепловой энергии» разработаны вопросы влияния аккумулялирующей способности зданий на эффективность работы системы теплоснабжения потребителей. Разработана математическая модель расчета и обеспечения температуры внутри отапливаемых помещений при совместной работе котельной и ветроэнергетической установки, учитывающие теплоаккумулялирующую способность зданий.

Установлено, что использование избыточной энергии ВЭУ и теплоаккумулялирующей способности здания обеспечивает снижение годового потребления топлива котельной на 8%.

В четвертой главе «Оценка экономической эффективности использования ветроэнергетических установок совместно с котельными на нужды теплоснабжения в удаленных районах Мурманской области» приведены результаты технико-экономической оценки эффективности использования энергетического комплекса на базе комбинирования

ветроэнергетических установок с котельными для покрытия тепловых нагрузок потребителей удаленных районов Мурманской области. Определены показатели экономической эффективности использования энергокомплексов «котельная + ВЭУ».

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы в соответствии с поставленными задачами, содержатся перспективы дальнейшей разработки исследований.

Достоверность результатов исследования

Достоверность полученных автором результатов экономической оценки предлагаемых решений обусловлена корректностью использованных математических и расчетных моделей комбинированных систем теплоснабжения с использованием ветроустановок.

Научные положения, выносимые на защиту, а также результаты исследования раскрыты в тексте диссертации достаточно полно и отражены в опубликованных соискателем работах.

Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы опубликованы в 18 научных работах, в том числе в 7 статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК, в 3 статьях в научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, а также доложены на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Получено 1 свидетельство на программу ЭВМ.

Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Теоретически обоснованы направления повышения эффективности систем теплоснабжения с использованием энергии ветра и создания энергетического комплекса «котельная + ВЭУ» для удаленных районов севера.

2. Разработана математическая модель расчета и анализа эффективности системы теплоснабжения на базе котельной, ветроэнергетической установки и теплового аккумулятора, учитывающая реальные климатические условия и режимы потребления тепловой энергии.

3. Разработаны математические модели водяных аккумуляторов тепла кубической и цилиндрической форм, работающие в комплексе с ветроэнергетической установкой, позволяющие моделировать и исследовать реальные режимы работы системы.

4. Разработаны теоретические положения и математические модели, позволяющие обеспечить требуемые температуры воздуха внутри помещений и учитывающие теплоаккумулирующую способность зданий, теплоснабжение которых обеспечивается энергокомплексом «котельная + ВЭУ».

5. Проведена оценка эффективности создания и использования ВЭУ в комплексе с котельными, обеспечивающие теплоснабжение зданий в удаленных районах Мурманской области.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Диссертационная работа обладает теоретической и практической значимостью. Предложенные в работе математические модели универсальны и могут быть применены для проектирования современных систем теплоснабжения. Предложенные варианты создания комбинированных систем «котельная + ветроэнергетическая установка с аккумулярованием тепловой энергии» могут быть использованы при разработке и создании энергоэффективных систем теплоснабжения в северных районах страны. Разработанные автором математические модели комбинированных установок с использованием ветроэнергетических установок могут найти более широкое использование для исследования структурно сложных систем теплоснабжения в удаленных районах северных территорий страны.

Практическая реализация проектов по внедрению и использованию ветроэнергетических установок совместно с котельными на территории Мурманской области для целей теплоснабжения в дальнейшем может послужить хорошим толчком к крупномасштабному использованию энергии ветра на нужды теплоснабжения не только в указанном регионе, но и на всей территории Арктической зоны Российской Федерации. Результаты диссертации приняты к использованию в учебном процессе кафедры «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», что подтверждено приложенным к диссертации актом об использовании.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов

Полученные результаты работы могут быть использованы в научно-исследовательских учреждениях, лабораториях и на промышленных предприятиях, занимающихся проектированием и эксплуатацией систем теплоснабжения, включающих в себя котельные, ветроэнергетические установки и тепловые аккумуляторы, а также в научно-образовательном процессе в профильных высших учебных заведениях. Предложенный способ теплоснабжения с участием ветроэнергетических установок позволит улучшить финансово-экономические показатели работы теплоснабжающих предприятий удаленных районов Арктической зоны Российской Федерации, повысить инвестиционную привлекательность систем теплоснабжения при проведении работ по модернизации и реконструкции источников теплоснабжения путем внедрения энергокомплексов на базе ветроэнергетических установок, что в дальнейшем послужит хорошим толчком к крупномасштабному использованию энергии ветра на нужды теплоснабжения на всей территории Арктической зоны Российской Федерации.

Замечания по диссертационной работе

Основные замечания по диссертации сводятся к следующему:

1. На рис. 2.2 диссертации отсутствует излом температурного графика теплосети, и выполненные исследования касаются только отопительной нагрузки. Графики нагрузки горячего водоснабжения не рассмотрены. Отсюда возникает вопрос об использовании выработанной электроэнергии ВЭУ в летний период?

2. Отсутствует блок-схема реализации математической модели.

3. При совместной работе ВЭУ и котельной, последняя будет эксплуатироваться с переменной тепловой мощностью, что окажет влияние на ее энергетические и ресурсные показатели. Эти особенности не нашли отражения в диссертации.

4. В работе не отражено сокращение вредных выбросов при работе энергокомплекса.

5. Отсутствует информация о соответствии работы паспорту специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Замечания по работе не снижают общей научной ценности диссертационной работы.

Заключение

Диссертация **Бежана Алексея Владимировича «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)** является завершенным самостоятельным научным исследованием, в котором решена актуальная и важная научно-техническая задача теоретического обоснования разработки и создания комбинированных систем теплоснабжения с исполь-

зованием традиционных источников тепловой энергии и ветроэнергетических установок.

Представленная диссертационная работа является научно-квалификационной работой, содержащей совокупность новых положений и результатов, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения создания эффективных систем теплоснабжения в удаленных районах арктической зоны страны с использованием энергетических ветроустановок, свидетельствующие о достаточно высокой научной квалификации автора.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.4.5 - Энергетические системы и комплексы и отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Бежан Алексей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Бежана А.В. рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры «Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко института энергетики СГТУ имени Ю.А. Гагарина, протокол №12 от 14.11.2023 г.

Доктор технических наук, профессор
кафедры «Тепловая и атомная энергетика»
имени А.И. Андрющенко

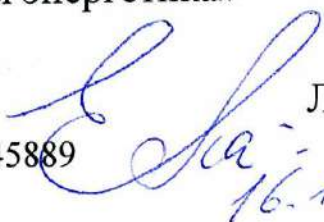
СГТУ имени Ю.А. Гагарина
e-mail: niko00949@mail.ru ; тел. 8 927 1373172



Николаев Юрий Евгеньевич

Кандидат технических наук, профессор
кафедры «Тепловая и атомная энергетика»
имени А.И. Андрющенко

СГТУ имени Ю.А. Гагарина
e-mail: larin@stu.ru; тел. 8 927 2245889



Ларин Евгений Александрович