



УДК 697.34

Д. Ю. ЖЕЛДАКОВ¹, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.; А. С. СТРОНГИН¹, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией экологической безопасности и энергетической эффективности инженерного оборудования зданий; В. В. КОЗЛОВ¹, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.; А. Ю. КАШУРКИН¹, рук. лаборатории исследований и испытаний строительных материалов, изделий и конструкций; Е. С. ЛАПИН², канд. техн. наук, доц. кафедры теплоэнергетических систем; А. П. ЛЕВЦЕВ², д-р техн. наук, проф. кафедры теплоэнергетических систем; Е. С. СЕРГУШИНА², зам. директора по учебной работе многопрофильного колледжа; С. А. ПАНФИЛОВ², д-р техн. наук, проф. кафедры электроники и электротехники; О. В. КАБАНОВ², канд. техн. наук, доц. кафедры электроники и электротехники

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ПРИБОРОВ, ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»

Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21.

Тел.: +7 (495) 482-40-76; эл. почта: niisf@niisf.ru

²ФГБОУ ВО НИ МГУ им Н.П. Огарева

Россия, 430005, Республика Мордовия, Саранск, Большевистская улица, 68/1.

Тел.: +7 (8342) 24-37-32; эл. почта: mrsu@mrsu.ru

Ключевые слова: энергоэффективность, пульсация, системы отопления, теплообмен, теплоноситель.

В статье обсуждаются недостатки традиционных водоструйных элеваторов, используемых для смешивания теплоносителей в центральных тепловых сетях. Эти системы демонстрируют неэффективность при изменениях давления, что приводит к серьезным техническим проблемам, включая перегрев обратной сетевой воды. Предлагаемые решения, такие как установка дополнительных насосов и погодных регуляторов, не всегда приносят ожидаемый эффект и могут усугублять ситуацию. В статье представлена новая концепция насосно-смесительного устройства с двухпоточными мембранными насосами, направленная на оптимизацию процессов смешивания теплоносителей и повышение эффективности работы систем отопления. Предложенное решение обещает значительные улучшения в управлении тепловыми системами, что может способствовать повышению энергоэффективности и надежности отопления в российских зданиях, а также обеспечить экономически эффективную эксплуатацию тепловых сетей.

В настоящее время в России большинство зданий подключены к центральным тепловым сетям по стандартным схемам, использующим водоструйные элеваторы для смешивания теплоносителей. Эта долгое время признаваемая технология столкнулась с серьезными проблемами, особенно в условиях нестабильного давления. Результаты энергетических обследований за период с 2012 по 2024 годы однозначно показали, что водоструйные элеваторы



неэффективны при колебаниях давления, что приводит к перегреву обратной сетевой воды [1-24].

Исследования и практический опыт, полученные за последние годы, однозначно подтверждают важность и актуальность проблемы оптимизации систем отопления. В условиях постоянно изменяющихся внешних факторов, таких как колебания температуры наружного воздуха и давления в тепловых сетях, традиционные методы управления отоплением часто не способны обеспечить требуемый уровень энергоэффективности и стабильности работы. Эти проблемы становятся особенно заметными в старых и не модернизированных системах, где существует высокий риск перегрева, перерасхода энергии и несоответствия температурных режимов.

Проблема оптимизации системы отопления охватывает не только улучшение теплообмена, но и более широкие аспекты, такие как снижение теплопотерь, повышение энергоэффективности, улучшение работы насосного оборудования и обеспечение комфортных температурных условий в помещениях. Современные системы отопления должны быть гибкими и адаптируемыми, учитывая изменяющиеся условия работы, как внешние (погодные), так и внутренние (потребность в тепле в зависимости от времени суток или специфики использования здания).

Практический опыт эксплуатации традиционных систем отопления показывает, что многие из существующих решений оказываются недостаточно эффективными при изменяющихся условиях, таких как нестабильное давление в тепловых сетях или значительные колебания температуры. Существующие методы управления теплоносителем, такие как использование водоструйных элеваторов или простых насосов, имеют ограничения в плане регулирования потока теплоносителя и могут приводить к перегреву или недогреву отдельных частей системы, что в итоге снижает общую эффективность отопления.

Таким образом, появляется необходимость в более комплексных и инновационных подходах к оптимизации отопительных систем. В последние годы активно разрабатываются новые методы и технологии, которые могут значительно повысить стабильность работы отопления, уменьшить теплопотери и снизить энергозатраты. Одним из таких решений является внедрение современных насосно-смесительных устройств, которые позволяют более точно регулировать подачу теплоносителя, адаптируя систему к меняющимся условиям.

Различные методы были предложены для улучшения эффективности, включая установку дополнительных насосов и регуляторов подачи теплоносителя в зависимости от погодных условий. Однако выявлено, что некоторые из этих подходов могут оказаться неэффективными и даже способствовать увеличению расхода теплоносителя и нарушению гидравлического баланса в системе отопления здания, что подтверждается исследованиями, проведенными в МГУ им. Н. П. Огарева.

В результате анализа этих проблем стало ясно, что необходимы более глубокие изменения в конструкции и функционировании систем смешивания теплоносителей. В данной статье предлагается новая концепция насосно-смесительного устройства, оснащенного двухпоточными мембранными насосами. Это инновационное решение направлено на улучшение процессов смешивания теплоносителей и оптимизацию температурного распределения в системах отопления. Новая конструкция обещает значительно повысить эффективность



работы системы и решить текущие проблемы, обеспечивая более надежную и экономичную эксплуатацию тепловых сетей.

Таким образом, предложенное решение открывает перспективы для значительных улучшений в управлении тепловыми системами, что может оказать существенное влияние на энергоэффективность и надежность отопления в российских зданиях. Новая технология не только устраняет существующие недостатки, но и создает базу для более устойчивой и эффективной системы отопления, способствуя повышению комфорта и экономической эффективности использования тепловой энергии.

На основе анализа литературы [1-10] нами разработан метод реализации пульсации и смешивания охлаждающей воды с помощью двухконтурного мембранного насоса. Суть метода заключается в периодическом подмешивании горячей охлаждающей воды и части использованной охлаждающей воды к радиаторам системы отопления с учетом частоты пульсаций и по гармоническому закону. При реализации этого метода получается достичь приблизительно одинаковой температуры во всех точках поверхности радиаторов. Также одним из основных достоинств разработанного нами метода является то, что с помощью него удастся улучшить теплообмен и эффективность системы отопления [1-15].

Эксплуатация начинается с забора теплоносителя через подающие трубопроводы 1 (рис. 1). Затем теплоноситель распределяется между 7 и 8 независимыми контурами распределителем импульсного потока, оснащенный электроприводом 19. Для создания циклических пульсаций через рабочую камеру 22-23 и камеру насоса 24-25 используются впускные 27-28 и выпускные 29-30 клапаны, левой 21 секцией с боковым отводом 18 и правой 20 разработанного мембранного насоса. В начальный момент времени ударный клапан 9 правого импульсного распределителя потока 7 открыт на входе 11, а нижний правый клапан 13 закрыт на выходе 15, а для левого импульсного распределителя потока 8 – наоборот, клапан 10 будет закрытым в 12, а нижний клапан 14 открытым в 16. Это позволяет теплоносителю через боковой отвод 17 попадать в рабочую камеру 22, перемещая шток 26 и вытеснять охлажденный теплоноситель через насосную камеру 24. Энергия удара уменьшает инерцию движения штока 26. Теплоноситель перераспределяется между параллельно подключенными отопительными приборами 2 и 3, а также теплообменниками ГВС 4 и 5 в зависимости от требуемого расхода, который регулируется на регуляторах расхода горячей воды 33 и 34.

Охлажденный теплоноситель возвращается в тепловую сеть через трубопровод 6 при помощи предохранительных обратных клапанов 31 и 32, чтобы избежать повреждений отопительных приборов 2 и 3, а также теплообменников ГВС 4 и 5. Система теплоснабжения запускается с соединения подающего трубопровода 1 и обратного трубопровода 6 с соответствующими трубопроводами тепловой сети. Горячий теплоноситель поступает в систему, пока его давление не сравняется с давлением в обратном трубопроводе 6. В начальный момент времени, в зависимости от положения электропривода 19, ударный клапан 9 правого импульсного распределителя потока 7 открыт на входе 11 и закрыт на выходе 15, а для левого импульсного распределителя потока 8 – наоборот. Для нормальной работы системы отопления, основанной на индивидуальном тепловом пункте, она подключается к подающей трубе 1 и обратной трубе 6,

через которые поступает теплоноситель. После подключения теплоноситель начинает циркулировать по системе до выравнивания давления в этих трубах.

Затем охлажденный теплоноситель проходит через выпускной клапан 29, радиатор 2, теплообменник ГВС 4 и выходит из насосной камеры 24 через предохранительный обратный клапан 31 в обратную трубу 6. В распределителе импульсного потока 7 теплоноситель с высокой кинетической энергией направляется в рабочую камеру 22 через боковой выпускной клапан 17. Управление этим процессом осуществляется входным клапаном 9, который, реагируя на изменение давления, перемещает стержень 26.

После прохождения радиатора 2 и теплообменника ГВС 4, охлажденный теплоноситель отдаёт тепло в окружающую среду, регулируя температуру и подачу воды. Затем, преодолев обратный клапан 28, радиатор 3 и теплообменник ГВС 5, теплоноситель возвращается в насосную камеру 25. Завершение цикла происходит, когда теплоноситель выводится из насосной камеры 23 через боковой выпускной клапан распределителя импульсного потока 8 и открытый клапан 14. Цикл повторяется при активации клапанов в распределителях 7 и 8.

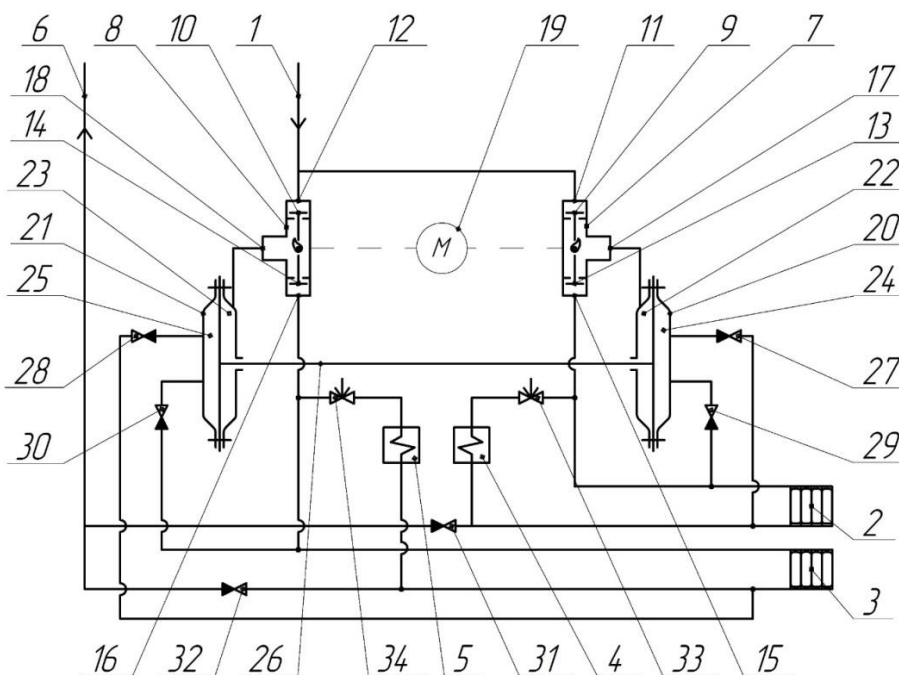


Рис. 1. Схема разработанного индивидуального теплового пункта

Когда привод поворачивает на 180° , ударные клапаны в распределителях 7 и 8 отключаются, создавая волну удара в воде. Энергия этой волны заставляет поршень 26 двигаться, снижая задержки между его движением и давлением в насосной камере 23. Теплоноситель из камеры 22 проходит через клапан 13 и отверстие 15, охлаждается в 2 и теплообменнике ГВС 4, возвращается в камеру 24 через клапан 27. Охлажденная вода поступает в насосную камеру через клапан 28 и затем вытесняется через клапан 30, проходя через радиатор 3 и теплообменник ГВС 5. Цикл продолжается до активации электрически управляемых клапанов в распределителях 7 и 8.



Эффективность системы зависит от частоты пульсаций, регулируемой приводом 19, обычно в диапазоне от 0,4 до 1,0 Гц. В случае повышения давления в обратной трубе 6 (например, при аварийной ситуации в сети) радиаторы 2 и 3 или теплообменники ГВС 4 и 5 остаются целыми, так как циркуляционный насос работает без нагрузки.

На рис. 2 представлена временная диаграмма работы клапанов разработанного индивидуального теплового пункта.

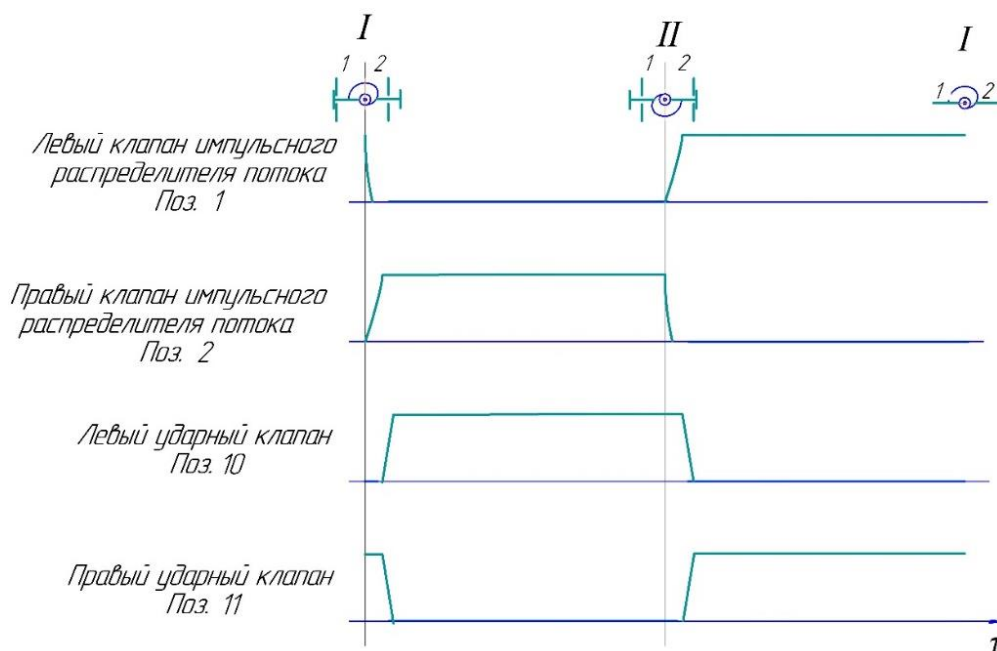


Рис. 2. Временная диаграмма работы клапанов

Применение такой системы позволяет значительно повысить эффективность работы системы отопления за счет точного контроля циркуляции теплоносителя и обеспечения стабильной работы оборудования.

Гидравлическая характеристика ИТП напрямую зависит от частоты импульсного распределителя потока теплоносителя (рис. 3). Как видно из рисунка, изменение расхода наблюдается от 0,5 до 0,6 Гц. В этой полосе более заметная корректировка расхода, что подтверждает высокую чувствительность системы к изменениям частоты в этом интервале.

При частотах до 0,5 Гц и выше 0,6 Гц расход теплоносителя меняется минимально. Изменения в расходе в указанных диапазонах частот происходят незначительно, так как насос и распределитель настроены на оптимальную работу в этих пределах для обеспечения надежности и экономичности системы.

При этом, важно отметить, что оптимизация работы системы через настройку частоты позволяет не только поддерживать стабильный расход теплоносителя, но и обеспечивать энергосбережение. Таким образом, система способна адаптироваться к различным условиям эксплуатации, улучшая эффективность теплоснабжения, что имеет ключевое значение при разработке более совершенных и экономичных энергетических систем.

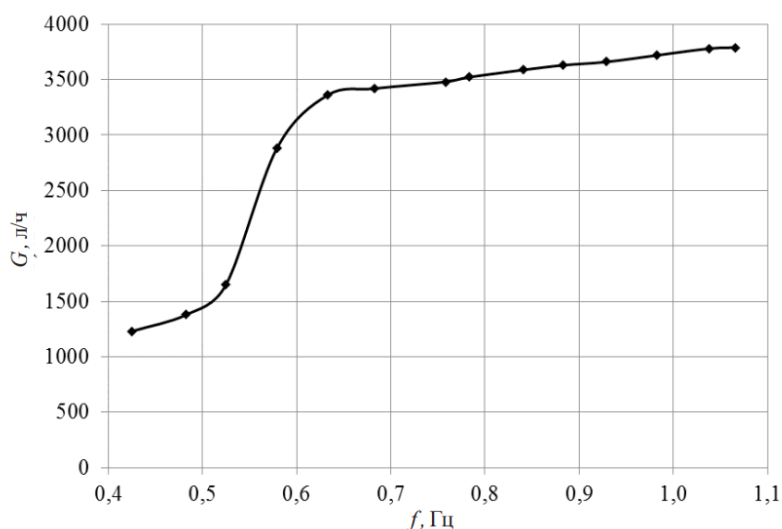


Рис. 3. Расход теплоносителя в зависимости от частоты работы системы

Нагрузка на опытный образец индивидуального теплового пункта создана с использованием ВМ-500-80 радиаторов. Было произведено измерение распределения температур по поверхности радиатора (табл. 1).

Таблица 1

Измерение распределения температур по поверхности радиатора

Интервал температуры, t, °С	43-47,6	47,6-52,2	52,2-56,8	56,8-61,4	61,4-66
Количество точек, ед.					
Стационарный	15500	17000	7000	4000	3700
Пульсирующий	12000	19000	9000	4000	3500

Из табл. 1 видно, что пульсирующий поток теплоносителя существенно улучшает равномерность распределения температур по поверхности радиатора. Конкретно, использование пульсации потока приводит к улучшению температурного распределения на 30%.

Следовательно, в условиях пульсирующего потока теплоноситель равномерно распределяется по поверхности радиатора, что обеспечивает более эффективное теплоотведение и, как следствие, повышает полную эффективность работы отопительной системы. Выводы, полученные на основе сравнения данных измерений в статическом свете, показывают, что динамическое воздействие на теплоноситель, с использованием пульсаций, оказывает более благоприятное воздействие на прогревание секционного радиатора. Это, в свою очередь, влияет на более точную и стабильную работу системы, что звучит логично, поскольку пульсации позволяют воздействовать на распределение жидкости по радиатору, что помогает минимизировать температурные перепады в помещении. Данные, представленные в табл. 1, показывают детальное распределение температурных значений по секциям биметаллического радиатора в обоих режимах.

Что можно сказать о работе системы отопления с использованием пульсирующего потока теплоносителя после проведения экспериментов и анализа



температурного распределения? Во-первых, радиатор выдаёт тепло равномернее по всей поверхности. Это означает, что температурные перепады уменьшаются. В целом, система становится более эффективной. Температурное поле улучшается на 30%, а это означает существенно лучшую теплоотдачу, поскольку нагрев происходит равномернее. Это позволяет увеличить эффективность теплообмена, снижая потери энергии.

Таким образом, статичный пульс с частотой 0,45 Гц действительно влияет на температурное поле в радиаторе. Таким образом, результаты эксперимента подтверждают, что применение нестационарных пульсаций позволяет системе проявлять адаптацию к различным режимам ее эксплуатации, увеличивая стабильность и долговечность работы. Пульсации способствуют оптимизации условий работы объемного насосного оборудования, силой экономя его работу и износ, что приносит эксплуатационные экономии и повышает уровень безопасности системы.

Применение пульсаций потока оказывает положительное воздействие на изменения температурного режима на поверхности отопительно-технических приборов.

Например, на радиаторах типа BM-500 воздействие пульсаций потока приводит к улучшению автоматического показателя температуры на 30% по сравнению с нестационарным режимом. В целом, положительное влияние применения пульсаций в потоке способствует улучшению теплопереноса, что ведет к повышению общей эффективности работы системы отопления и уменьшению потерь тепла. Таким образом, пульсирующий поток оказывает позитивное влияние на эксплуатационные характеристики насосного оборудования, снижая механическое воздействие на его компоненты и увеличивая срок службы системы.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что система отопления с пульсирующим потоком может быть эффективной альтернативой существующим традиционным методам, обеспечивая как повышение энергоэффективности, так и снижение эксплуатационных затрат.

Таким образом, использование пульсирующего потока теплоносителя в индивидуальных тепловых пунктах может стать одним из главных шагов к созданию более эффективных и экономичных систем отопления. В дальнейшем мы планируем провести исследования с целью уточнения оптимальных температурных режимов работы и расширения области применения данной технологии в различных климатических и эксплуатационных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент № 2716545 С1 Российская Федерация, МПК F24D 3/00, F24D 17/00. Система теплоснабжения и способ организации ее работы : № 2019131243 : заявл. 03.10.2019 : опубл. 12.03.2020 / А. П. Левцев, Е. С. Лапин, А. А. Голянин [и др.] ; заявитель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

2. Патент № 2754569 С1 Российская Федерация, МПК F24D 3/02. Система отопления здания независимого присоединения с организацией в ней пульсирующего режима движения теплоносителя : № 2020134571 : заявл. 21.10.2020 : опубл. 03.09.2021 / А. П. Левцев, А. А. Голянин, Е. С. Лапин ; заявитель Национальный исследовательский



Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

3. Патент № 2746638 С1 Российская Федерация, МПК F24D 3/02. Система отопления здания зависимого присоединения с организацией в ней пульсирующего режима движения теплоносителя : № 2020133525 : заявл. 13.10.2020 : опубл. 19.04.2021 / А. П. Левцев, Е. С. Лапин, А. А. Голянин, Р. В. Панкратьев ; заявитель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

4. Термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций при переменном тепловом потоке / В. Т. Ерофеев, Т. Ф. Ельчищева, А. П. Левцев [и др.]. – Текст : электронный. // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – № 10. – С. 4–13. – DOI 10.33622/0869-7019.2022.10.04-13.

5. Панфилов, С. А. Метод исследования параметров теплового режима помещения здания для настройки энергоэффективной системы отопления / С. А. Панфилов, О. В. Кабанов, В. Т. Ерофеев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году : сборник научных трудов / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва : АСВ, 2022. – Том 2. – С. 310–320.

6. Патент № 2781893 С1 Российская Федерация, МПК F24D 15/00, G05D 23/00. Способ определения минимального времени включения системы отопления на нагрев помещения здания : № 2021135973 : заявл. 07.12.2021 : опубл. 19.10.2022 / О. В. Кабанов, С. А. Панфилов ; заявитель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617121 Российская Федерация. Программа адаптивного управления тепловым режимом помещения здания : № 2022615826 : заявл. 06.04.2022 : опубл. 18.04.2022 / О. В. Кабанов, С. А. Панфилов ; заявитель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

8. Кабанов, О. В. Совершенствование режимов подачи энергоносителя в системах автономного отопления производственных помещений зданий : специальность 2.1.3 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кабанов Олег Владимирович ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2022. – 169 с. – Текст : непосредственный.

9. Конструктивные особенности и оценка работы оборудования для импульсной подачи теплоносителя / А. П. Левцев, Е. С. Лапин, М. В. Бикунова, В. В. Салмин. – Текст : непосредственный // Региональная архитектура и строительство. – 2018. – № 4 (37). – С. 151–158.

10. Levsev, A. P. Increasing the heat transfer efficiency of sectional radiators in building heating systems / A. P. Levsev, E. S. Lapin, Q. Zhang // Magazine of Civil Engineering. – 2019. – No. 8 (92). – P. 63–75. – DOI 10.18720/MCE.92.5.

11. Панфилов, С. А. Устройство для энергосберегающего управления отоплением автономного помещения здания / С. А. Панфилов, В. Т. Ерофеев, О. В. Кабанов. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году : сборник научных трудов / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва : АСВ, 2022. – Том 2. – С. 300–309.

12. Лапин, Е. С. Разработка пульсирующих режимов подачи теплоносителя в системах отопления зданий с секционными радиаторами : специальность 2.1.3 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лапин Евгений



Сергеевич ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2023. – 152 с. – Текст : непосредственный.

13. Kabanov O.V. Measuring the thermo physical properties of construction projects / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov, A. A. Prokin, E. S. Sergushina // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 7. – P. 3121-3127. – DOI 10.1166/jctn.2019.8229.

14. Kabanov O.V. Automated portable installation to determine the thermo physical properties of the object / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov, A. A. Prokin, E. S. // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 7. – P. 3115-3120. – DOI 10.1166/jctn.2019.8228.

15. Lebedeva A. V. Energy-efficient autonomous system of heating / A. V. Lebedeva, O. V. Kabanov // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 1. – P. 145-150. – DOI 10.1166/jctn.2019.7714.

16. Panfilov S. A. Energy saving in heating systems of buildings and structures / S. A. Panfilov, O. V. Kabanov, I. A. Shnyakin [et al.] // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2020. – Vol. 13, No. 11. – P. 3641-3643.

17. Panfilov S. A. Energy efficient system "smart house" / S. A. Panfilov, O. V. Kabanov, A. A. Grigoryev [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Vol. 12, No. 7 Special Issue. P. 260-262. DOI 10.5373/JARDCS/V12SP7/20202106.

18. Левцев, А. П. Повышение теплопередачи секционных радиаторов отопления организацией пульсаций теплоносителя / А. П. Левцев, Е. С. Лапин, В. Т. Ерофеев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году : сборник научных трудов / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва : АСВ, 2022. – Том 2. – С. 165–176.

19. Лапин, Е. С. Схемное решение системы отопления здания с пульсирующим режимом подачи теплоносителя для зависимого присоединения к тепловой сети / Е. С. Лапин. – Текст : непосредственный // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : материалы Международной научно-практической конференции, Саранск, 24–25 ноября 2021 года. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2022. – С. 238–241.

20. Левцев, А. П. Использование тарельчатых диафрагм транспортных средств в двухконтурных мембранных насосах / А. П. Левцев, Е. С. Лапин, Д. Чжень. – Текст : электронный // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Том 33, № 1. – С. 68–78. – DOI 10.15507/2658-4123.033.202301.068-078.

21. Лапин, Е. С. Моделирование динамики двухконтурного мембранного насоса / Е. С. Лапин. – Текст : непосредственный // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 3. – С. 177-180.

22. Кудашев, С. Ф. О целесообразности фрикулинга в системе оборотного водоснабжения на территории Ленинградской области / С. Ф. Кудашев, Е. С. Лапин, Р. С. Лапин. – Текст : электронный // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2024. – № 3(30). – С. 19-26. – DOI 10.36622/2541-9110.2024.30.3.002.

23. Лапин, Е. С. Теплопередача секционного радиатора при снижении частоты пульсаций теплоносителя / Е. С. Лапин, Р. С. Лапин. – Текст : непосредственный // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию П. В. Сенина, Саранск, 22–23 ноября 2023 года. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2024. – С. 236-240.

24. Патент № 2810958 С1 Российская Федерация, МПК F24D 3/02. Система теплоснабжения и способ организации ее работы : № 2023113052 : заявл. 19.05.2023 :



опубл. 09.01.2024 / А. П. Левцев, Е. С. Лапин ; заявитель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. – Текст : непосредственный.

ZHELDAKOV Dmitry Yurievich¹, candidate of technical sciences, senior researcher; STRONGIN Andrey Semenovich¹, candidate of technical sciences, senior researcher, head of laboratory of environmental safety and energy efficiency of building engineering equipment; KOZLOV Vladimir Vladimirovich¹, candidate of technical sciences, leading researcher; KASHURKIN Aleksey Yurievich¹, head of the laboratory of research and testing of building materials, products and structures; LAPIN Evgeny Sergeevich², candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and power systems; LEVTSEV Aleksey Pavlovich², doctor of technical sciences, professor of the chair of heat and power systems; SERGUSHINA Elena Sergeevna², deputy director for academic affairs of multidisciplinary college; PANFILOV Stepan Aleksandrovich², doctor of technical sciences, professor of the chair of electronics and electrical engineering; KABANOV Oleg Vladimirovich², candidate of technical sciences, associate professor of the chair of electronics and electrical engineering

INVESTIGATION OF LOW EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS AND DEVICES, WAYS TO SOLVE IT

¹Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (RAACS)

21, Lokomotivny Proezd, Moscow, 127238, Russia.

Tel.: +7 (495) 482-40-76; e-mail: niisf@niisf.ru

²National Research Ogarev Mordovia State University

68/1, Bolshevistskaya St., 430005, Saransk, Russia.

Tel.: +7 (8342) 24-37-32; e-mail: mrsu@mrsu.ru

Key words: energy efficiency, pulsation, heating systems, heat exchange, coolant.

The article discusses the shortcomings of traditional water-jet elevators used for mixing coolants in central heating networks. These systems demonstrate inefficiency under pressure changes, which leads to serious technical problems, including overheating of the return network water. The proposed solutions, such as the installation of additional pumps and weather regulators, do not always bring the expected effect and can aggravate the situation. The article presents a new concept of a pumping and mixing device with two-flow membrane pumps aimed at optimizing the mixing processes of coolants and increasing the efficiency of heating systems. The proposed solution promises significant improvements in the management of thermal systems, which can contribute to increasing the energy efficiency and reliability of heating in Russian buildings, as well as ensure cost-effective operation of heating networks.

REFERENCES

1. Patent № 2716545 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24D 3/00, F24D 17/00. Sistema teplosnabzheniya i sposob organizatsii ee raboty [Heating system and method of organizing its operation]: № 2019131243; zayavl. 03.10.2019; opubl. 12.03.2020 / A. P. Levtshev, E. S. Lapin, A. A. Golyanin [et al.]; zayavitel Natsionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.



2. Patent № 2754569 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24D 3/02. Sistema otopleniya zdaniya nezavisimogo prisoyedineniya s organizatsiey v ney pulsiruyushchego rezhima dvizheniya teplonositelya [Building heating system with independent connection and organization of pulsating coolant flow mode]: № 2020134571: zayavl. 21.10.2020; opubl. 03.09.2021 / A. P. Levitsev, A. A. Golyanin, E. S. Lapin; zayavitel Natsionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.

3. Patent № 2746638 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24D 3/02. Sistema otopleniya zdaniya zavisimogo prisoyedineniya s organizatsiey v ney pulsiruyushchego rezhima dvizheniya teplonositelya [Building heating system with dependent connection and organization of pulsating coolant flow mode]: № 2020133525: zayavl. 13.10.2020; opubl. 19.04.2021 / A. P. Levitsev, E. S. Lapin, A. A. Golyanin, R. V. Pankratyev; zayavitel Natsionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.

4. Yerofeyev V. T., Yelchishcheva T. F., Levitsev A. P. [et al.] Termicheskoye soprotivleniye naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruksiy pri peremennom teplovom potoke [Thermal resistance of external enclosing structures under variable heat flow]. Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]. 2022, № 10, P. 4-13. – DOI 10.33622/0869-7019.2022.10.04-13.

5. Panfilov S. A., Kabanov O. V., Yerofeyev V. T. Metod issledovaniya parametrov teplovogo rezhima pomeshcheniya zdaniya dlya nastroiки energoeffektivnoy sistemy otopleniya [Method for investigating the parameters of the thermal regime of a building room for tuning an energy-efficient heating system]. Fundamentalnye, poiskovyye i prikladnyye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noy otrasli RF v 2021 godu [Fundamental, exploratory, and applied research of RAACS on scientific support for the development of architecture, urban planning, and the construction industry of the Russian Federation in 2021]: Sbornik nauchnykh trudov RAASN. Vol. 2, Moscow, Izdatel'stvo ASV, 2022, P. 310-320.

6. Patent № 2781893 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24D 15/00, G05D 23/00. Sposob opredeleniya minimalnogo vremeni vklyucheniya sistemy otopleniya na nagrev pomeshcheniya zdaniya [Method for determining the minimum time for turning on the heating system to heat a building room]: № 2021135973: zayavl. 07.12.2021; opubl. 19.10.2022 / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov; zayavitel Natsionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.

7. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2022617121 RF. Programma adaptivnogo upravleniya teplovym rezhimom pomeshcheniya zdaniya [Certificate of state registration of a computer program № 2022617121 Russian Federation. Program for adaptive control of the thermal regime of a building room]: № 2022615826: zayavl. 06.04.2022; opubl. 18.04.2022 / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov; zayavitel Natsionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.

8. Kabanov O. V. Sovershenstvovaniye rezhimov podachi energonositelya v sistemakh avtonomnogo otopleniya proizvodstvennykh pomeshcheniy zdaniy [Improvement of energy carrier supply modes in autonomous heating systems of industrial building premises]: diss. ... kand. tekhn. nauk, 2023, 169 p.

9. Levitsev A. P., Lapin E. S., Bikunova M. V., Salmin V. V. Konstruktivnyye osobennosti i otsenka raboty oborudovaniya dlya impulsnoy podachi teplonositelya [Design features and evaluation of equipment for pulsed coolant supply]. Regionalnaya arkhitektura i stroitel'stvo [Regional Architecture and Construction]. 2018, № 4(37), P. 151-158.

10. Levitsev A. P., Lapin E. S., Zhang Q. Increasing the heat transfer efficiency of sectional radiators in building heating systems // Magazine of Civil Engineering. – 2019. – No. 8(92). – P. 63-75. – DOI 10.18720/MCE.92.5.

11. Panfilov S. A., Yerofeyev V. T., Kabanov O. V. Ustroystvo dlya energosberegayushchego upravleniya otopleniyem avtonomnogo pomeshcheniya zdaniya [Device for energy-saving control of heating in an autonomous building room].



Fundamentalnye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitelstva i stroitelnoy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2021 godu [Fundamental, exploratory, and applied research of RAACS on scientific support for the development of architecture, urban planning, and the construction industry of the Russian Federation in 2021]: Sbornik nauchnykh trudov RAASN. Vol. 2, Moscow, Izdatelstvo ASV, 2022, P. 300-309. EDN TIDXAO.

12. Lapin E. S. Razrabotka pulsiruyushchikh rezhimov podachi teplonositelya v sistemakh otopleniya zdaniy s sektionnymi radiatorami [Development of pulsating modes of coolant supply in building heating systems with sectional radiators]: diss. ... kand. tekhn. nauk, 2023, 152 p. – EDN CZGMWO.

13. Kabanov O. V. Measuring the thermo physical properties of construction projects / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov, A. A. Prokin, E. S. Sergushina // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 7. – P. 3121-3127. – DOI 10.1166/jctn.2019.8229.

14. Kabanov O.V. Automated portable installation to determine the thermo physical properties of the object / O. V. Kabanov, S. A. Panfilov, A. A. Prokin, E. S. // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 7. – P. 3115-3120. – DOI 10.1166/jctn.2019.8228.

15. Lebedeva A. V. Energy-efficient autonomous system of heating / A. V. Lebedeva, O. V. Kabanov // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2019. – Vol. 16, No. 1. – P. 145-150. – DOI 10.1166/jctn.2019.7714.

16. Panfilov S. A. Energy saving in heating systems of buildings and structures / S. A. Panfilov, O. V. Kabanov, I. A. Shnyakin [et al.] // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2020. – Vol. 13, No. 11. – P. 3641-3643.

17. Panfilov S. A. Energy efficient system "smart house" / S. A. Panfilov, O. V. Kabanov, A. A. Grigoryev [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Vol. 12, No. 7 Special Issue. P. 260-262. DOI 10.5373/JARDCS/V12SP7/20202106.

18. Levtshev A. P., Lapin E. S., Yerofeyev V. T. Povysheniye teploperedachi sektionnykh radiatorov otopleniya organizatsiy pulsatsiy teplonositelya [Improving heat transfer in sectional heating radiators by organizing coolant pulsations]. Fundamentalnye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitelstva i stroitelnoy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2021 godu [Fundamental, exploratory, and applied research of RAACS on scientific support for the development of architecture, urban planning, and the construction industry of the Russian Federation in 2021]: Sbornik nauchnykh trudov RAASN. Vol. 2, Moscow, Izdatelstvo ASV, 2022, P. 165-176.

19. Lapin E. S. Skhemnoye resheniye sistemy otopleniya zdaniya s pulsiruyushchim rezhimom podachi teplonositelya dlya zavisimogo prisoyedineniya k teplovooy seti [Schematic solution for a building heating system with a pulsating coolant supply mode for dependent connection to a heating network]. Energoeffektivnyye i resursoberegayushchie tekhnologii i sistemy [Energy-efficient and resource-saving technologies and systems]: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Saransk, 24–25 noyabrya 2021 goda, Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogaryova, 2022, P. 238-241.

20. Levtshev A. P., Lapin E. S., Zhen D. Ispolzovaniye tarelchatykh diafragm transportnykh sredstv v dvukhkoturnykh membrannykh nasosakh [Use of vehicle disc diaphragms in double-circuit membrane pumps]. Inzhenernyye tekhnologii i sistemy [Engineering Technologies and Systems]. 2023, Vol. 33, №1, P. 68-78. – DOI 10.15507/2658-4123.033.202301.068-078.

21. Lapin E. S. Modelirovaniye dinamiki dvukhkoturnogo membrannogo nasosa [Modeling the dynamics of a double-circuit diaphragm pump]. Innovatsii i investitsii [Innovations and Investments]. 2023, № 3, P. 177-180.

22. Kudashev S. F., Lapin E. S., Lapin R. S. O tselesoobraznosti frikulinga v sisteme oborotnogo vodosnabzheniya na territorii Leningradskoy oblasti [On the feasibility of free



cooling in the water recycling system in the Leningrad Region]. Zhilishchnoe hozyaystvo i kommunalnaya infrastruktura [Housing and communal infrastructure]. 2024, № 3 (30), P. 19-26. DOI 10.36622/2541-9110.2024.30.3.002.

23. Lapin E. S., Lapin R. S. Teploperedacha seksionnogo radiatora pri snizhenii chastoty pulsatsiy teplonositelya [Heat transfer of a sectional radiator with a decrease in the frequency of coolant pulsations]. Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy [Energy-efficient and resource-saving technologies and systems]: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu P. V. Senina, Saransk, 22–23 noyabrya 2023 goda. Saransk, Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova, 2024, P. 236-240.

24. Patent № 2810958 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24D 3/02. Sistema teplosnabzheniya i sposob organizatsii ee raboty [Heat supply system and the method of organizing its operation] : № 2023113052 : zayavl. 19.05.2023 : opubl. 09.01.2024 / A. P. Levcev, E. S. Lapin ; zayavitel Nacionalny issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvenny universitet im. N.P. Ogaryova.

**© Д. Ю. Желдаков, А. С. Стронгин, В. В. Козлов, А. Ю. Кашуркин,
Е. С. Лапин, А. П. Левцев, Е. С. Сергушина, С. А. Панфилов, О. В. Кабанов,
2025**

Получено: 09.01.2025 г.