

ОТЗЫВ

**официального оппонента кандидата технических наук, доцента
Аржаевой Натальи Владимировны на диссертационную работу
Кудашева Сергея Федоровича «Индивидуальный тепловой пункт с
импульсной циркуляцией теплоносителя», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»**

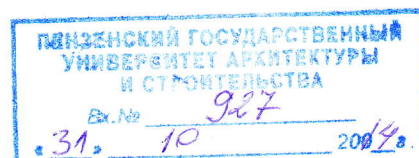
1. Актуальность темы работы

Диссертационная работа Кудашева С. Ф. посвящена проблеме повышения коэффициента теплопередачи в пластинчатых теплообменниках и полезному использованию избыточного располагаемого давления тепловой сети путем перехода к импульсному режиму циркуляции теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте. Актуальность темы определяется широким распространением индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) с пластинчатыми теплообменниками, эксплуатация которых показала недостаточную их эффективность с точки зрения теплопередачи и накопления отложений. Практика показывает, что в значительной части регионов России, где применяется артезианская вода, теплообменники промывают по три раза в год. Рост отложений на теплопередающих поверхностях не только ухудшает теплопередачу, но и увеличивает гидравлическое сопротивление. Последнее требует поддержания повышенного напора на вводах абонентов, что весьма нерационально.

В связи с этим, диссертационная работа Кудашева С.Ф., направленная на развитие импульсных технологий подачи теплоносителя для полезного использования избыточного давления тепловой сети и повышение коэффициента теплопередачи в пластинчатых теплообменниках, является весьма актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их обоснованность и новизна

Первый вывод, сделанный на основе анализа функционирования систем теплоснабжения с независимым присоединением теплопотребляющих установок, показал, что они недостаточно энергоэффективны при пониженных расходах теплоносителя и из-за загрязнения поверхностей нагрева. Кроме того. Циркуляция теплоносителя в контурах отопления и ГВС требует повышенных располагаемых напоров на вводе. Этот вывод достоверен, так как базируется на результатах анализа эксплуатации индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) зданий различного назначения.



Второй вывод свидетельствует о разработке принципиальной схемы перехода абонентских вводов и ИТП в импульсный режим течения теплоносителя на основе двухклапанного преобразователя потока (ПП), позволяющего повышать эффективность теплопередачи в среднем на 25 %. Вывод достоверен и обладает новизной, что подтверждается экспериментальными и производственными испытаниями.

Третий вывод свидетельствует о разработке математической модели двухклапанного ПП в виде системы дифференциальных уравнений, позволившей исследовать влияние отдельных факторов и конструктивных параметров на длительность периодов работы клапанов. Вывод достоверен и обладает новизной, поскольку теоретические исследования подтверждены экспериментальными исследованиями, а также патентами РФ на полезную модель.

Четвертый вывод свидетельствует о разработке математической модели контура ГВС с импульсной циркуляцией теплоносителя на основе энергетических цепей, дающей возможность оптимизировать ее параметры и оценить гидравлическое сопротивление контура ГВС при различной частоте и амплитуде импульсов входного давления. Вывод достоверен, так как подтверждается проведенным экспериментом.

Пятый вывод достоверен и обладает новизной, так как предлагает усовершенствованный алгоритм определения относительного коэффициента теплопередачи при различной частоте и амплитуде импульсов входного давления.

Шестой вывод об увеличении срока службы теплоиспользующего оборудования на ИТП с применением в греющем контуре ГВС двухклапанного ПП достоверен, что подтверждается производственными испытаниями.

Седьмой вывод констатирует получение на основе результатов экспериментальных исследований уравнений регрессии, представляющих зависимости коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника в импульсном режиме от расхода нагреваемого теплоносителя, его температуры на входе в теплообменник и длины подводящих трубопроводов; а также производительности мембранных насосов от располагаемого напора тепловой сети и длины подводящих трубопроводов к ударным клапанам ПП, адекватно отражающих процессы, происходящие в диапазоне расходов 0,47-1,05 м³/ч и располагаемом давлении 40-110 кПа. Вывод достоверен и обладает новизной, поскольку теоретические исследования подтверждены экспериментальными исследованиями, а также патентами РФ.

Восьмой вывод о полученном экономическом эффекте подтверждается актами о внедрении ИТП с импульсной циркуляцией в системе теплоснабжения на двух объектах в Республике Мордовия.

3. Ценность для науки и практики, проведенной соискателем работы

Научная новизна диссертационной работы Кудашева С. Ф. определяется тем, что автор предложил способ для организации импульсного режима течения теплоносителя и схемные решения ИТП с импульсной циркуляцией теплоносителя. Разработал математические модели: преобразователь потока новой конструкции, системы теплоснабжения с импульсной циркуляцией теплоносителя в виде энергетической цепи. Последние позволяют прогнозировать поведение импульсной системы теплоснабжения в зависимости от конкретных ее конструктивных параметров (массы воды, податливости трубопроводов, сопротивления трубопроводов и т. п.).

Практическая ценность работы заключается в том, что устройства для создания импульсного режима, разработанные автором, запатентованы и внедрены на конкретных объектах Республики Мордовия и Пензенской области.

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом и замечания по оформлению

Представленная диссертация является научной квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные разработки, позволяющие повысить эффективность системы теплоснабжения зданий с независимым присоединением потребителей на основе интенсификации теплопередачи и трансформации части напора тепловой сети в нагреваемый контур за счет перехода к импульсной циркуляции греющего теплоносителя в ИТП.

Диссертация представлена на 132 страницах машинописного текста, включает в себя 26 таблиц, 41 рисунок и состоит из введения, пяти глав, общих выводов, приложений и библиографического списка из 121 наименования.

Во введении определена актуальность темы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава – **Анализ способов повышения эффективности систем теплоснабжения** – посвящена обзору литературных источников по направлению диссертационного исследования.

В первой главе особое внимание уделено способам повышения коэффициента теплоотдачи в теплообменном оборудовании, а также пульсирующим системам теплоснабжения, потенциал которых еще не реализован. Отдельно показаны возможности пульсаций расхода в части повышения коэффициента теплоотдачи в трубчатых поверхностях теплопередачи.

Проведен анализ устройств для полезного использования избыточного располагаемого давления тепловой сети, выявлены недостатки

существующих решений, высокая стоимость, сложность изготовления, магнитная связь между вращающимися деталями. Проанализирована система с импульсной подачей теплоносителя, реализованная на кафедре теплоэнергетических систем ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», в которой импульсный режим течения создается при помощи гидродинамического водоподъемного устройства. В качестве недостатков такой системы отмечаются узкий диапазон регулирования расходов ($\pm 0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$), большое значение коэффициента гидравлического сопротивления ударного клапана $\zeta \approx 800$, неустойчивая работа ударного клапана при переменных расходах, причинами которых являются конструкция устройства для создания пульсаций и схема его подключения в тепловом пункте. Отдельно рассмотрены устройства для создания импульсов расхода (поршневые насосы, электромагнитные клапаны, гидродинамические водоподъемные устройства), выявлены их недостатки и установлена необходимость их дальнейшего развития.

В конце первой главы представлены выводы, свидетельствующие о возможности использования импульсных систем подачи теплоносителя для полезного использования избыточного располагаемого давления тепловой сети и повышения коэффициента теплоотдачи в теплообменном оборудовании, а также поставлены цели и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе – **Теоретические исследования** – подробно рассматриваются разработанные автором схемы ИТП с импульсной циркуляцией теплоносителя на основе двухклапанных преобразователей потока (ПП). Представленные математические модели ИТП с импульсной подачей теплоносителя в виде энергетических цепей достаточно полно описывают процессы, протекающие в импульсной системе теплоснабжения. Модель ПП в виде дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами реализована численным методом с достаточно высокой точностью. При четком задании начальных и граничных условий алгоритм реализации модели позволяет изучить различные фазы (открытие, закрытие) клапанов.

В третьей главе – **Методика экспериментальных исследований** – приведено описание экспериментальной установки, подключенной к лабораторной тепловой сети. Проведенный анализ работы разработанных и запатентованных ПП, выявил их основные неисправности (износ втулок, заклинивание клапанов в промежуточном положении, а также необходимость установки фильтров на трубопроводе непосредственно перед ударными клапанами), которые были учтены при разработке конструкций двухклапанных ПП.

На основе практического опыта и теоретических исследований обоснован переход к ПП осевого типа с упругой связью между клапанами. Среди основных преимуществ ПП осевого типа отмечены уменьшение количества поверхностей трения, устойчивая работа за счет введения упругой связи между клапанами, снижение стоимости изготовления.

Четвертая глава – **Экспериментальные исследования** – насыщена результатами экспериментальных исследований. Экспериментально полученные графики гидравлического сопротивления ударного клапана, которые используются для определения сил, действующих на ударные клапаны, с достаточной точностью сходятся с теоретической характеристикой тарельчатых клапанов. Теоретические амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), полученные в работе, имеют одинаковый характер с экспериментальной, полученной для базового режима. С увеличением частоты колебаний, в зависимости от роста податливости сети, наблюдается сдвиг максимума АЧХ в полосу больших частот. Таким образом, модель позволяет прогнозировать повышение давления в сети в зависимости от ее податливости и частоты колебаний.

В главе также представлены результаты экспериментальных исследований по определению коэффициента теплопередачи в пластинчатом теплообменнике при обычном и импульсном режимах течения. Установлено, что в диапазоне расходов 400 – 1200 л/ч при температурах греющего теплоносителя на входе теплообменник 50°C и 70 °C с переходом в импульсный режим течения достигнуто повышение коэффициента теплопередачи в среднем на 23 – 28 %. Кроме этого, получены уравнения регрессии зависимости коэффициента теплопередачи для импульсного режима течения теплоносителя от длины подводящего трубопровода к преобразователю потока, среднего расхода греющего теплоносителя и температуры греющего теплоносителя на входе в теплообменник, адекватно отражающие процесс при уровне значимости 5 %.

По оформлению диссертации замечаний нет.

По содержанию диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. В приведенной классификации методов интенсификации (рис.1.1) следовало бы привести количественные оценки.
2. На схеме абонентского ввода для здания с двумя зонами циркуляции (рис. 2.3) не указан расширительный бак нижней зоны циркуляции системы отопления.
3. На графиках положения ударного клапана (рис. 2.10 – 2.11), полученных в результате моделирования, время закрытия и открытия ударных клапанов установить затруднительно.

4. Из модели теплопередачи (п. 2.1) в импульсном режиме течения не ясно, насколько удалось усовершенствовать модель с точки зрения точности расчета теплопередачи.

5. При разработке схемы рис.3.1 не ясно, что явилось прототипом, какие были требования?

6. При выборе основного оборудования схемы ИТП, например пластинчатых теплообменников, не приводится обоснование, в связи с чем им отдано предпочтение?

7. В таблице 4.1 «Результаты эксперимента по определению коэффициента гидравлического сопротивления клапана в зависимости от хода клапана» отсутствует размерность параметров, что затрудняет их анализ.

8. При наложении теоретических и экспериментальных графиков положения ударных клапанов во время работы ПП не приведена количественная оценка их сходимости.

9. Величина λ/δ нержавеющей стали AISI 316 принята в размере 31200 Вт/(м²°С) без ссылки на источник (стр. 95).

Следует отметить, что все замечания имеют рекомендательный характер и не снижают научной и практической ценности проведенного исследования.

5. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.

По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 4 работы опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ. Получено 4 патента на полезную модель, 1 патент на изобретение РФ и подана 1 заявка на изобретение РФ. Основные положения и результаты доложены и обсуждены на научно-технических конференциях различного ранга.

Диссертационная работа по своему содержанию соответствует материалу, изложенному в публикациях соискателя, а в автореферате представлены основные положения, достаточно полно отражающие суть выполненной работы.

Отдельные замечания и недостатки не снижают новизну и достоверность проведенных автором экспериментальных и теоретических исследований.

Таким образом, диссертационная работа Кудашева Сергея Федоровича «Индивидуальный тепловой пункт с импульсной циркуляцией теплоносителя» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для совершенствования систем теплоснабжения.

Выполненная работа по теоретическому уровню и практическим результатам удовлетворяет Положению ВАК РФ «О порядке присуждения научным работникам научных званий», а ее автор Кудашев С. Ф. заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный
университет архитектуры
и строительства» Н. В. Аржаева

30.10.2014 г.

Аржаева Наталья Владимировна
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства»
440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28,
тел: (8)9050156402,
e-mail: summer981@yandex.ru

