

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Долгова Николая Викторовича

на тему: *«Многоконтурный теплообменный аппарат для независимой схемы индивидуального теплового пункта»*,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - *теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.*

Актуальность избранной темы. В настоящее время остро стоит вопрос энергосберегающих мероприятий в жилищно-коммунальном хозяйстве, в частности при проектировании, реконструкции и эксплуатации систем теплоснабжения населенных пунктов с застройкой разной этажности. На постсоветском пространстве широкое применение получили центральные тепловые пункты (ЦТП), в которых регулируется отпуск тепла потребителям. Однако регулирование отпуска тепла потребителю в ЦТП не позволяет эффективно учитывать изменения наружной температуры воздуха. Возникают проблемы с модернизацией уже существующих ЦТП, с применением в них современной запорно-регулирующей арматуры. Поэтому актуальным является вопрос применения индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), устанавливаемых в непосредственной близости к потребителю и позволяющих более эффективно регулировать отпуск тепла потребителю, а также снизить затраты на металлоемкость внутриквартальных тепловых сетей и, как следствие, снизить тепловые потери трубопроводами.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности научных положений и выводов подтверждается адекватностью принятых в работе допущений, строгостью формальных преобразований, использованием фундаментальных законов и уравнений теплообме-

на, применением современных проверенных математических методов, а также согласованием результатов расчета с данными экспериментальных исследований и с данными литературных научно-технических источников. Следовательно, научные положения, выводы и рекомендации, полученные соискателем в работе, являются в достаточной мере обоснованными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций основана на использовании поверенных контрольно-измерительных приборов и оборудования, верифицированных и сертифицированных компьютерных программ, а также на сопоставлении и анализе полученных результатов с экспериментом.

Автором впервые разработана математическая модель потокораспределения теплоносителя в контурах ИТП на базе многоконтурного теплообменного аппарата (МТА), которая позволяет определять места установки регулирующей арматуры, а также обеспечивать стабильную работу ИТП с МТА при различных режимах работы. Также автором проанализированы гидравлические контуры внутриквартальной тепловой сети, работающей с ИТП на базе МТА, в результате чего получена математическая модель потокораспределения теплоносителя во внутриквартальной тепловой сети. Использование данных методик расчета позволит исследовать сложно прогнозируемые гидравлические режимы при проектировании, реконструкции и эксплуатации, как ИТП, так и тепловых сетей.

Задачи, поставленные автором в работе, с точки зрения научной и практической ценности соответствуют уровню кандидатской диссертации.

Основное содержание работы

Во *введении* определяются объект и предмет научных исследований, научная новизна, поставлены цели и задачи исследования, показана практиче-

ская значимость полученных результатов, а также актуальность исследуемого вопроса.

В *первом разделе* исследованы существующие схемы подключения абонентских вводов к тепловым сетям, а также рассмотрены существующие методики потокораспределения теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения. Сделан вывод о целесообразности применения ИТП на базе МТА.

Во *втором разделе* разработана принципиальная схема ИТП на базе МТА, на основании которой построена оргграф-схема, что явилось основой для разработки математической модели потокораспределения в ИТП на базе МТА. В процессе анализа выделены гидравлические циркуляционные контуры ИТП, что позволило определить места установки регулирующей арматуры, а также спрогнозировать режимы работы ИТП на базе МТА с различной степенью открытия регулирующей арматуры. Кроме того, в разделе проанализированы гидравлические контуры внутриквартальной тепловой сети, в результате чего получена математическая модель потокораспределения теплоносителя во внутриквартальной тепловой сети, работающей с ИТП на базе МТА.

В *третьем разделе* представлена экспериментально-лабораторная установка ИТП на базе МТА, а также изложен способ планирования и проведения эксперимента по определению потокораспределения в ИТП на базе МТА. В ходе планирования эксперимента были определены отклики расходов и давлений в циркуляционных контурах ИТП, определены варьируемые значения параметров работы систем горячего водоснабжения и теплоснабжения. Для подтверждения адекватности полученных данных определена верхняя и нижняя граница доверительного интервала. В ходе исследований установлена и подтверждена необходимость установки термосмесительной арматуры на выходе из бака-аккумулятора, так как в часы минимального водоразбора температура горячей воды превышает 60°C . Также было установлено, что для эффективного ре-

гулирования отпуска теплоты из котельной следует устанавливать насосы с частотным регулированием.

В четвертом разделе предложена методика расчета многоконтурного теплообменного аппарата, устанавливаемого в ИТП, а также методика расчета гидравлического режима подключения абонентов по независимой схеме к тепловой сети с помощью ИТП на базе МТА. Результаты работы внедрены на предприятии ГП «Донецкгортеплосеть» при проектировании и реконструкции системы теплоснабжения в Кировском районе г. Донецк. Также посчитан экономический эффект от внедрения данного вида энергосберегающих технологий.

К диссертационной работе и автореферату имеются замечания:

1. В работе нет четкой системы условных обозначений. Например, в уравнении (2.2) величина « ΔP_i » является не потерей давления, а сопротивлением трубопровода (Башта Т.М. и др., Гидравлика. Гидромашины и гидроприводы, М.: Машиностроение, 1982, с. 119) или коэффициентом гидравлической характеристики (Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем, СПб, 2001, с. 777) квадратичного уравнения сети с размерностью c^2/m^5 .

Далее « ΔP » обозначается как матрица давлений с размерностью Па (с. 44). В выражении (2.20) в правой части присутствует условное обозначение « ΔP », которое исходя из структуры уравнения является скалярной величиной с размерностью $m^3/c \cdot Pa^2 = кг \cdot м/c^5$.

В автореферате в выражении (4), аналогичном выражению (2.20), вместо « ΔP » используется « Δ » без описания этого условного обозначения.

Также вызывает сомнение уравнение в выражении (2.20), если эти уравнения являются суммой гидравлических сопротивлений, то слагаемые с обозначениями, принятыми в работе, должны иметь вид $\Delta p \cdot G^2$ (см. уравнение (2.2)).

2. В третьем разделе диссертационной работы (с. 69) предполагается, что эффект взаимодействия факторов маловероятен, поэтому допускаются некоторые упрощения, но отсутствуют обоснования принятых решений. Например, разница давлений и расход теплоносителя в контурах взаимосвязаны.

3. Требуется пояснения вывод с. 49 диссертации, где указано, что «анализ зависимости показал, что рост сопротивления в контуре системы тепловой сети от срабатывания регулирующей арматуры у потребителя тепловой энергии приводит к чрезмерному расходу теплоносителя» и «при изменении расхода в контуре тепловой сети в результате погодного регулирования происходит резкий перепад давлений в контуре тепловой сети», так как рис. 2.6. не содержит исходной информации для таких выводов.

4. В диссертационной работе нет обоснования выбора исследований теплообменного аппарата змеевикового типа по сравнению с пластинчатыми теплообменниками не нашел своего применения.

5. В работе на стр. 147-149 (прил. Б) на представленных графиках кривые не подписаны, что затрудняет понимание зависимостей. Рисунки не являются номограммами (графическим представлением функции от нескольких переменных). В работе нет анализа представленных зависимостей, в частности, наличия экстремумов в правой части графиков.

Но сделанные замечания не снижают ценность рассматриваемой работы.

Заключение

Диссертационная работа представляет собой законченную прикладную научно-исследовательскую работу, призванную решить актуальную задачу в сфере энергосбережения. Полученные математические модели потокораспределения в контурах индивидуального теплового пункта на базе многоконтурного теплообменного аппарата, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Результаты работы позволяют рассчитывать трудно прогнозируемые режимы работы индивидуального теплового пункта на

базе многоконтурного теплообменного аппарата, а также режимы работы тепловой сети, работающей совместно с индивидуальными тепловыми пунктами.

Несмотря на приведенные выше замечания, работа отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

д-р техн. наук, доцент,

профессор кафедры

энергетики теплотехнологии

тел. +7 910 322 83 91, e-mail: trubaev@gmail.com

П.А. Трубаев
09.01.2017г.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова)
РФ, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46,
тел. +7 (4722) 54-20-87, факс +7 (4722)55-71-39,
e-mail: rector@intbel.ru, Web: http://www.bstu.ru

Подпись д-ра техн. наук, доцента Трубаева П.А. подтверждаю

Проректор по научной работе,

д-р техн. наук, проф.



Е.И. Евтушенко