



«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. ректора ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» д. т. н.

_____ Корняков М. В.

«23» ноября 2016 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Журмиловой Ирины Александровны на тему: «Совершенствование системы тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Актуальность темы.

Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии для работы систем поддержания микроклимата в зданиях является одним из перспективных направлений развития коммунальной энергетики. Имеющие значительную долю затрат энергии в энергетическом балансе страны, системы поддержания микроклимата могут служить ярким примером возможности повышения энергоэффективности. В преобладающих на большей части территории нашей страны суровых климатических условиях энергосбережение оказывает особенно большое влияние на потенциал снижения расхода энергии и дает значимый эффект при проведении мероприятий по повышению энергоэффективности. Важность проведения таких мероприятий была подчеркнута государством принятием Федерального Закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», целью которого является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Наиболее энергоемкими из систем потребления энергии системами поддержания микроклимата являются системы теплоснабжения и вентиляции. В южных районах Российской Федерации к ним можно, безусловно, добавить системы кондиционирования воздуха.

В настоящее время одним из перспективных направлений энергосбережения является использование геотермального тепла, как низкопотенциального источника энергии для работы систем отопления и горячего водоснабжения зданий. Совершенствование таких систем является важной задачей, позволяющей снизить инвестиционные и эксплуатационные затраты на их работу, повысить надежность и эффективность использования.

На основании вышесказанного тема исследования является актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (115 наименований) и приложений. Общий объем диссертационной работы: 138 страниц машинописного текста, 45 рисунков, 20 таблиц и трех приложений на 4-х страницах.

Во введении раскрыта актуальность темы диссертационной работы, оценена степень разработанности темы исследования. Определена цель работы, поставлены задачи, необходимые для ее достижения. Представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Описаны методология и методы исследования. Определены положения, выносимые на защиту. Показана степень достоверности полученных в работе результатов. Перечислена апробация результатов работы. Описаны публикации соискателя по теме диссертации.

В первой главе выполнен обзор исследований и технических решений систем использования низкопотенциальной энергии грунта для целей теплоснабжения и холодоснабжения зданий и сооружений, рассмотрены типы и особенности грунтовых теплообменников (в т. ч. вопросы их монтажа), исследованы теплофизические вопросы бентонита.

По результатам обзора сделаны выводы о недостаточной изученности вопроса о наполнителях скважин геотермальных теплонасосных систем тепло-холодоснабжения, об отсутствии точных данных о влиянии расстояния между скважинами на режимы эксплуатации теплообменного оборудования, о необходимости поиска нового альтернативного материала для заполнения скважин.

Во второй главе автором выполнено исследование альтернативных видов наполнителей скважин с грунтовыми теплообменниками. В качестве наполнителей, исследованию подверглись: сухой песок, увлажненный песок, водно-песчаный раствор, вода. Наиболее оптимальным наполнителем автором был признан водно-песчаный раствор.

Для проверки возможности использования водно-песчаного раствора в качестве наполнителя геотермальных скважин были проведены экспериментальные исследования его свойств на созданной лабораторной установке, являющейся имитационной моделью теплового насоса.

На основании проведенных исследований автором делается вывод о: неперспективности применения в качестве наполнителя сухого песка и песка с объемной влажностью от 5 до 20%; возможности применения обводненных скважин в условиях высокого дебита воды; возможности применения водно-песчаного раствора в качестве альтернативы бентониту.

Третья глава посвящается исследованию процессов теплопередачи системы сбора низкопотенциальной энергии грунта. В рамках этой задачи автором создана математическая модель процессов теплопередачи системы сбора низкопотенциальной энергии грунта на основе решения дифференциального уравнения теплопроводности, позволяющая определить: температурное поле, формирующееся в скважине и грунте при работе теплообменного оборудования; тепловой поток, идущий на нагрев теплоносителя, изменение температуры теплоносителя в грунтовом теплообменнике. Применяя данную математическую модель, автором создана методика расчета и определены минимальные и рекомендуемые расстояния между скважинами геотермальных теплообменников для гарантированного сохранения положительных температур в массиве грунта с различными значениями объемной теплоемкости. Автором произведены расчеты рекомендуемых расстояний между скважинами в различных грунтах для условий г. Владивосток и, исходя из объемной теплоемкости грунта, выделены его виды, наиболее приемлемые для создания систем сбора геотермальной энергии.

С целью проверки достоверности полученных результатов автором создана установка имитирующую скважину с грунтовым теплообменником. Произведено планирование эксперимента на имитационной модели геотермального теплообменника и исследованы различные режимы его работы при вариативных внешних условиях.

В четвертой главе произведен анализ результатов экспериментальных исследований, произведенных на имитационной модели и выполнена разработка методики расчета вертикальных скважинных систем сбора низкопотенциальной энергии грунта. Для реализации разработанной методики автором разработана компьютерная программа «Расчет параметров устройства теплообмена в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта». В качестве улучшения устройств сбора энергии грунта автором разработана новая конструкция скважинного теплообменника.

В результате выполненных исследований получена зависимость описывающая процесс теплообмена в вертикальной скважине под влиянием наполнителей скважины и характеристик используемых теплообменников, и позволившая установить преобладающее влияние температуры теплоносителя на входе в теплообменник на величину теплового потока.

По результатам исследований автором построена номограмма, позволяющая в зависимости от продолжительности отопительного периода, теплового потока с погонного метра скважины, количества энергии, извлекаемой из скважины за отопительный период, температуры грунта, температурах теплоносителя на входе и выходе из теплообменника и объемной теплоемкости грунта определить расстояние между вертикальными скважинами грунтовых теплообменников.

Пятая глава посвящена технико-экономической оценке систем теплоснабжения и холодоснабжения зданий на базе геотермальных тепловых насосов в сочетании с грунтовыми теплообменниками.

В главе даны рекомендации для проектирования описанных систем, описаны примеры практической реализации работ соискателя в области систем сбора низкопотенциальной энергии грунта в Приморском крае и дана оценка экономической эффективности теплонасосного источника энергии, работающего на использовании геотермальной энергии. В результате показана экономическая эффективность таких устройств с применением предложенного автором альтернативного наполнителя скважин, по сравнению с традиционным наполнителем – бентонитом.

Научная новизна работы.

К основным результатам диссертационного исследования, обладающих научной новизной следует отнести следующие положения:

1. Предложены зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость.
2. Разработана математическая модель процесса теплообмена между массивом грунта, наполнителем и U-образным грунтовым теплообменником, позволяющая рассчитать количество извлекаемой энергии, в зависимости от теплофизических характеристик массива грунта, наполнителя скважины, материала труб теплообменника и типа теплоносителя.
3. На основе экспериментальных исследований, проведенных на имитационной модели, установлен характер влияния эксплуатационных характеристик грунтовых теплообменников и теплофизических свойств наполнителя скважины на процесс теплообмена.
4. Разработана методика расчета вертикальных грунтовых теплообменников и расстояния между скважинами в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта.
5. Предложена новая конструкция геотермального устройства с повышенной теплопроизводительностью.

Значимость результатов исследований для развития отрасли науки.

Значимость полученных автором результатов для отрасли науки, к которой относят развитие систем теплоснабжения, систем отопления и горячего водоснабжения, систем холодоснабжения заключается:

1. в создании математического описания процесса теплообмена при работе вертикальных грунтовых теплообменников с учетом теплофизических свойств наполнителей скважин;
2. в разработке методики для определения количества вертикальных грунтовых скважин и расстояния между ними в зависимости от продолжительности отопительного периода, теплофизических свойств грунта и параметров теплоносителя;
3. в получении зависимости коэффициентов теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости альтернативных наполнителей геотермальных скважин (песка и его растворов) от их влажности и плотности.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы, имеющей прикладной характер

Результаты и выводы, полученные в результате выполнения диссертационной работы могут быть использованы в проектной практике, при проектировании и проведении монтажных работ систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, систем холодоснабжения для повышения степени их энергоэффективности. Они могут быть рекомендованы при подготовке студентов бакалавриата и магистратуры по направлению «Строительство» в соответствующих профилю научной специальности 05.23.03 учебных дисциплинах. Рекомендуется включение выводов, изложенных в работе, в соответствующие нормативные документы.

Достоверность и обоснованность результатов исследования

Научные положения, выводы и рекомендации достаточно обоснованы и достоверно. Диссертационное исследование опирается на работы отечественных и зарубежных ученых. Теоретические и методологические основы научных подходов, лежащие в области исследования, использованы корректно. Экспериментальные исследования, в целом, подтвердили достоверность полученных зависимостей и созданной методики.

Предложенные автором методики и полученные результаты исследований вертикальной системы сбора низкопотенциальной энергии грунта успешно использованы в проектировании и реализованы на практике, о чем имеются акты внедрения.

Замечания по работе

1. Приведенные конкретные значения и диапазоны коэффициента трансформации тепла (стр. 3 автореферата, стр. 4-5 диссертации) приведены некорректно, т. к. коэффициент трансформации зависит от большого количества факторов, включая параметры окружающей среды и параметры теплоносителя и, следовательно, поэтому не может быть конкретной величиной, а является намного более широким диапазоном по сравнению с приведенными в исследовании.
2. В работе не учтено вымывание с течением времени песка из скважины и его оседание (стр. 8 автореферата, глава 2 диссертации), которое будет изменять процесс теплообмена между массивом грунта и вертикальным теплообменником. Вследствие чего вывод о целесообразности использования 30-35% водно-песчаного раствора в качестве альтернативного наполнителя для скважин с грунтовыми теплообменниками выглядит недостаточно обоснованным.
3. В разработанной методике по определению объема массива грунта, при котором температурные поля скважин не пересекаются, нет учета охлаждения и заморозки грунта за многолетний период эксплуатации (формула 7, стр. 12 автореферата, формула 3.28, стр. 77 диссертации).
4. Из анализа приведенной схемы имитационной установки (рис. 3 стр. 12 автореферата, рис. 3.6 стр. 80 диссертации) не ясен вывод о тепловом подобии установки с реальными условиями.
5. Из автореферата (стр. 13-15) и диссертации (глава 4) не ясно, каким образом определяются период эксплуатации скважинного поля и характеристики геотермального теплового насоса.
6. Считаю неточностью включение в методику расчета расстояния между скважинами параметра «продолжительность отопительного периода». Более корректным, на наш взгляд, из-за круглогодичной эксплуатации системы горячего водоснабжения, раздвигающей временной интервал работы систем в режиме теплоснабжения, выглядит его замена на параметр «продолжительность теплосъема».
7. Не до конца ясным (стр. 18, 20-21 автореферата, глава 5 диссертации) выглядит получение экономического эффекта от работы системы сбора геотермальной энергии в скважинах с альтернативным наполнителем.
8. В работе недостаточно внимания уделяется вопросам работы собственно теплонасосной установки и режимом работы скважины при работе установки при холодоснабжении.

Квалификационная оценка диссертации

Диссертационная работа Журмиловой Ирины Александровны «Совершенствование систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения зданий, имеющей существенное значение для строительной и энергетической отрасли Российской Федерации. Выводы и рекомендации, приведенные в диссертационной работе, достаточно обоснованы и, в целом, не вызывают возражений. Работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, отличается новизной постановки задач и оригинальностью их решения.

Отмеченные недостатки не меняют общего положительного мнения о представленной на отзыв диссертационной работе.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

По объему и значимости полученных результатов диссертационная работа отвечает п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Журмилова Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Журмиловой И. А. рассмотрены на заседании кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения института архитектуры и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», протокол № 2 от «12» сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения института архитектуры и строительства ФГБОУ ВО «ИРНТУ», канд. техн. наук

 /М.Ю.Толстой/

Доцент кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения института архитектуры и строительства ФГБОУ ВО «ИРНТУ», канд. техн. Наук

 /Е.Э.Баймачев/

Адрес:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Тел.: +7(3952)40-56-09

E-mail: tolstoi@istu.edu, valka@istu.edu



Баймачев Е.Э., Толстой М.Ю.
ФГБОУ ВО «ИРНТУ»
Валка