

ОТЗЫВ

официального оппонента Чекардовского Михаила Николаевича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Строительного института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» на диссертационную работу Журмиловой Ирины Александровны на тему: «Совершенствование систем 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 диссертации

Особое внимание во всем мире уделяется исследованиям, повышающим эффективность использования возобновляемых источников энергии. В России весьма перспективно для целей тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений применение геотермальных тепловых насосов, работающих на низкопотенциальной энергии грунта. По надежности и эксплуатационным затратам тепловые насосы выходят на первое место, но создание грунтовых теплообменников, необходимых для их работы, связано с высокими капиталовложениями. Поэтому исследования, представленные в диссертации, направленные на совершенствование грунтовых теплообменников, являются весьма *актуальными*.

Степень обоснованности научных изложений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертации автором достаточно полно проведен обзор существующих трудов российских и зарубежных учёных в области использования низкопотенциальной энергии массива грунта в геотермальных теплонасосных системах тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений. На основе обзора выявлены недостатки существующего подхода при проектировании систем сбора низкопотенциальной энергии грунта.

В теоретических исследованиях автор разработал математическую модель процесса теплообмена между массивом грунта, наполнителем и U-образным грунтовым теплообменником на основе дифференциальных уравнений, которые решены методом конечных разностей на равномерной сетке, и метода Е. П. Шубина для нахождения температурного поля в окрестностях труб внутри скважины.

Теоретические положения, представленные в диссертации, подтверждены постановкой необходимого количества экспериментов с применением метрологически поверенного оборудования. Математическая

обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием прикладных компьютерных программ.

Журмилова И. А. предложила методику, которая, позволила рассчитать требуемое количество скважин и расстояние между ними. На основе данной методики создана компьютерная программа «Расчет параметров устройства теплообмена в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта» (свидетельство РФ № 2016610357).

Автором разработана новая конструкция геотермального устройства с повышенной теплопроизводительностью. Научная новизна подтверждается патентом РФ на изобретение № 2529850.

Основные научные положения и выводы диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских научно-технических конференциях. По результатам выполненных исследований опубликовано 15 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, получен один патент на изобретение, один патент на полезную модель и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В качестве новых научных результатов автором выделены следующие положения:

- зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость;

- 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;

- характер влияния эксплуатационных характеристик грунтовых теплообменников и теплофизических свойств наполнителя скважины на процесс теплообмена в результате экспериментальных исследований, проведенных на имитационной модели;

- методика расчета вертикальных грунтовых теплообменников и расстояния между скважинами в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта;

- программа для определения количества теплоты, извлекаемой грунтовым теплообменником из массива грунта, параметров теплоносителя и расстояния между скважинами в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта (свидетельство РФ № 2016614307);

- новая конструкция геотермального устройства с повышенной теплопроизводительностью (патент РФ № 2529850).

Достоверность результатов диссертации обеспечивается корректным применением фундаментальных методов теории теплообмена для разработки математических моделей; использованием метрологически поверенного оборудования и измерительных приборов, обеспечивающих достаточную точность измерения; математическими методами планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных; сходимостью теоретических результатов и экспериментальных данных.

Значимость результатов, полученных в диссертации

Основные значимые результаты работы:

- предложена методика и номограмма для определения количества скважин и расстояния между ними в вертикальной системе сбора низкопотенциальной энергии грунта, в зависимости от продолжительности отопительного периода, теплофизических свойств грунта и параметров теплоносителя;

- получены зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость.

Результаты исследований использованы: при проектировании систем сбора низкопотенциальной энергии грунта для следующих объектов: демонстрационно-выставочный энергоэффективный «Экодом» по ул. Бородинская, 14 в г. Владивостоке; индивидуальный жилой дом по ул. Земляничная, 17 в г. Владивостоке; индивидуальный жилой дом по ул. Главная, 23е в г. Владивостоке.

Полученные в ходе исследования выводы и результаты могут служить исходным материалом для дальнейших научных изысканий в области совершенствования систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и трёх приложений. Работа содержит 138 страниц машинописного текста, 45 рисунков, 20 таблиц, список литературы из 115 наименований.

Структура работы согласуется с целями и задачами диссертационного исследования.

В первой главе выполнен аналитический обзор работ российских и зарубежных исследователей в области использования низкопотенциальной энергии массива грунта в геотермальных теплонасосных системах тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений, а также обозначены проблемы

бентонита, рекомендуемого наполнителя для скважин с грунтовыми теплообменниками.

Во второй главе проведено исследование теплофизических свойств наполнителей для скважин с грунтовыми теплообменниками, в результате получены зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость.

В третьей главе представлены теоретические исследования процесса теплопередачи, протекающего в период эксплуатации системы сбора низкопотенциальной энергии грунта, предложена математическая модель и ее решения для определения температурного поля, установлены условия проведения экспериментов.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, проведенные на имитационной модели скважины с грунтовым теплообменником, которые показали хорошую сходимость с теоретическими исследованиями и не противоречащие результатам других исследователей.

В пятой главе предложены рекомендации для проектирования систем тепло- и холодоснабжения на базе геотермальных тепловых насосов в сочетании с грунтовыми теплообменниками, а также проведено технико-экономическое сравнение комбинированного источника теплохолодоснабжения на основе солнечных коллекторов и геотермальных тепловых насосов для жилого дома в г. Владивостоке с традиционными источниками энергии (жидкое топливо, электроэнергия).

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе диссертации излишне подробно описаны типы грунтовых теплообменников, которые используются в схемах с геотермальными тепловыми насосами. Раздел 1.3 первой главы диссертации логичнее было бы рассмотреть в пятой главе.

2. Очевидно, что диссертант во второй главе рассмотрел изменение свойств строительного песка, как наиболее распространенного вида, но в работе это не отмечено.

3. Излишне подробно рассмотрено получение зависимостей, описывающих влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость.

4. Поскольку диапазон изменения числа Прандтля в эксперименте составлял примерно 7%, то его влиянием можно пренебречь, приняв $Pr_{ж} \approx \text{const}$ и перейти непосредственно к зависимости (4.4).

5. При характеристике приборов измерения, установленных на имитационной установке, следовало бы указать сроки их поверки.

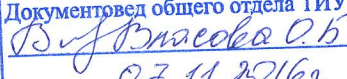
Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки основных результатов диссертации.

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Журмиловой Ирины Александровны на тему «Совершенствование систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников» соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и является завершённой научно-квалификационной работой. Тема диссертации соответствует паспорту специальности 05.23.03 - «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», а её автор, Журмилова Ирина Александровна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент
по специальности 05.23.03-
Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение, профессор
кафедры «Теплогазоснабжение и
вентиляция» Строительного института
ФГБОУ ВО «Тюменский
индустриальный университет»
625001, г.Тюмень, ул. Луначарского, 2
Телефон +7 (3452) 28-39-40
ktgv@tgasu.ru


Чекардовский Михаил Николаевич

Подпись Чекардовского
заверяю
Документовед общего отдела ТИУ

07.11.2016г

