

ОТЗЫВ

официального оппонента Васильева Григория Петровича, доктора технических наук, научного руководителя группы компаний ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» 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

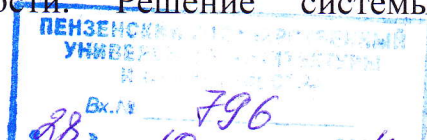
Всё большее распространение в мире получают новые энергоэффективные технологии жизнеобеспечения зданий, базирующиеся на применении теплонасосных систем тепло- и холодоснабжения. Перспективные возможности заключает в себе использование теплоаккумулирующих свойств грунтового массива для систем тепло- и холодоснабжения зданий. Наиболее часто подобная технология применяется для отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования жилых, общественных, административных и производственных зданий. Преимущества геотермальных теплонасосных систем тепло- и холодоснабжения, в сравнении с их традиционными аналогами, связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружения, но и с их экологической чистотой, а также предоставленными новыми возможностями в области повышения степени автономности систем жизнеобеспечения зданий.

Поэтому исследования, представленные в диссертации, направленные на совершенствование систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников, являются весьма актуальными.

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

Обоснованность научных положений диссертации доказывается достаточно полным обзором существующих трудов российских и зарубежных учёных в области использования низкопотенциальной энергии грунта в геотермальных теплонасосных системах тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений.

В теоретических исследованиях Журмилова И.А. предложила математическую модель процесса теплообмена между массивом грунта, наполнителем и трубами U-образного грунтового теплообменника на основе дифференциального уравнения теплопроводности. Решение системы



дифференциальных уравнений выполнено методом конечных разностей с использованием неявной разностной схемы, которая является абсолютно устойчивой. Отдельно выполнен учёт взаимного влияния труб грунтового теплообменника в скважине, на основе метода Е.П. Шубина, который предназначен для подсчета тепловых потерь нескольких труб уложенных в грунт.

Для подтверждения теоретических положений, автором создана имитационная установка на основе метода «геометрических вырезок», проведено необходимое количество экспериментов с соблюдением условий подобия процессов теплопроводности и конвективного теплообмена, и с применением поверенного оборудования. Математическая обработка результатов экспериментального исследования осуществлялась с использованием компьютерных программ.

На основе проведенных исследований, автором предложена методика и компьютерная программа «Расчет параметров устройства теплообмена в системе сбора низкопотенциальной энергии грунта» (свидетельство РФ № 2016610357).

Журмиловой И.А. разработана новая конструкция геотермального устройства с повышенной теплопроизводительностью (патент РФ на изобретение № 2529850).

Научные положения и результаты диссертации докладывались на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Основные результаты выполненных исследований опубликованы в 15 работах, в том числе 3 статьи в журналах, 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

Новизна научных результатов диссертационной работы состоит в следующих положениях:

- 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;
- результаты экспериментальных исследований, проведенных на имитационной модели, которые позволили установить характер влияния

эксплуатационных характеристик грунтовых теплообменников и теплофизических свойств наполнителя скважины на процесс теплообмена;

- 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

К основным теоретически значимым результатам диссертации можно отнести: математическое описание процесса теплообмена при извлечении низкопотенциальной энергии грунта U-образным грунтовым теплообменником с учетом теплофизических свойств наполнителя скважины; зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость.

К основным практически значимым результатам работы можно отнести: разработанную методику и номограмму для определения количества скважин и расстояния между ними в вертикальной системе сбора низкопотенциальной энергии грунта; проектирование 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 обобщения могут служить исходным материалом для дальнейших научных изысканий в области совершенствования систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа 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.

Текст диссертации стилистически выдержан, изложен на достаточно высоком уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению диссертационного исследования.

Структура работы согласуется с целями и задачами диссертационного исследования. В первой главе выполнен аналитический обзор исследований российских и зарубежных авторов в области использования низкопотенциальной энергии массива грунта в геотермальных теплонасосных системах тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений. Во второй главе проведено исследование теплофизических свойств наполнителей для скважин с грунтовыми теплообменниками, получены зависимости, описывающие влияние влажности и плотности песка на его коэффициент теплопроводности, температуропроводность и теплоемкость. В третьей главе проведено математическое моделирование процесса теплопередачи, протекающего в период эксплуатации системы сбора низкопотенциальной энергии грунта, построено температурное поле, которое формируется в скважине и грунте при работе теплообменного оборудования, разработана имитационная установка, выполнено планирование экспериментов. В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, которые показали хорошую сходимость с теоретическими исследованиями; разработаны программа для определения основных параметров, необходимых для проектирования вертикальной системы сбора низкопотенциальной энергии грунта, и новая конструкция грунтового теплообменника. 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 тепло- холодоснабжения на базе геотермальных тепловых насосов и солнечных коллекторов для жилого дома по ул. Земляничная, 17 в г. Владивостоке с традиционными источниками энергии (жидкое топливо, электроэнергия).

В целом работа отличается обоснованной последовательностью изложения, доказательностью представленного материала, целостностью и завершенностью. В диссертации имеются ссылки на труды автора, выполненные им лично, а также на работы зарубежных и отечественных исследователей.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В работе не приведена оценка точности разработанной математической модели теплового режима термоскважины. Выбор одномерной постановки задачи теплопроводности с существенной информативной неопределенностью в исходных данных может значительно снизить точность моделирования.

2. Вызывает сомнение категоричность сформулированного соискателем в параграфе 3.2. условия исключения взаимного влияния термоскважин друг на друга: «расстояние между скважинами должно быть таким, чтобы их температурные поля не пересекались, и соответственно в период эксплуатации окружающий грунтовый массив не подвергался замораживанию». Во многих случаях, по экономическим и иным соображениям оказывается эффективным допустить замораживание грунта вокруг термоскважи. Прежде всего, это позволяет увеличить удельный теплосъем термоскважин и, соответственно, уменьшить их длину. Затем, мы вовлекаем в положительный баланс термоскважин дополнительную энергию фазовых переходов замерзающей поровой влаги, так называемый – эффект «нулевой завесы». И наконец, «холод» сакумулированный в намороженных ледяных линзах может оказаться полезным в летнее время для систем кондиционирования.

3. В «Методике расчета вертикальных систем сбора низкопотенциальной энергии грунта» (параграф 4.2.) соискатель не учитывает изменение температурного режима грунта под многолетним эксплуатационным воздействием термоскважин. Удельный теплосъем термоскважин будет изменяться, соответственно, и их требуемое количество. Поэтому, предлагаемая соискателем Методика, по видимому, должна применяться в случаях незначительного влияния эксплуатации термоскважин на естественный температурный режим грунта, т.е. в случаях, когда грунт успевает «восстановиться» за летний период.

4. Есть определенные сомнения в работоспособности запатентованной соискателем новой конструкции грунтового теплообменника, которые прежде всего связаны с его ремонтпригодностью. Каким образом, например, можно будет заменить вышедший из строя узел контроля 7 (Рис.4.9) на глубине 30 м.

5. По работе имеется ряд несущественных терминологических и редакционных замечаний.

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 заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент,
доктор технических наук по
специальности 05.23.03-
Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение, научный
руководитель группы компаний ОАО
«ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»
121309, г. Москва, ул. Б. Филёвская,
22, стр. 2
Телефон (факс): +7 (499) 142-53-55
(77, 99)

Васильев Григорий Петрович



Подпись Васильева Г.П. заверяю
Начальник отдела кадров
ОАО «Инсолар-Инвест»

А.А. Гришина

«19» октября 2016г.