

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.099.07, созданного на базе
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»,
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.09.2022 г. № 54

О присуждении Кадцыну Ивану Ильичу, гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Улучшение эксплуатационных и технико-экономических характеристик геотермальных теплотрансформаторов» по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика принята к защите 22.06.2022 г. (протокол № 54.2) диссертационным советом Д 212.099.07, созданным на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 660041, пр. Свободный, 79, г. Красноярск. Приказ о создании диссертационного совета Д 212.099.07 № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Кадцын Иван Ильич, 11 ноября 1983 года рождения, в 2006 году окончил ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия», в 2021 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», работает директором Общества с ограниченной ответственностью «Сибирская проектная компания».

Диссертация выполнена на кафедре «Теплоэнергетика» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Омский государственный университет путей сообщения", Федеральное агентство железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ведрученко Виктор Родионович, ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», кафедра «Теплоэнергетика», профессор.

Официальные оппоненты:

Цветков Николай Александрович, доктор технических наук, профессор,

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра «Теплогазоснабжение и инженерные системы в строительстве», заведующий кафедрой;

Мунц Владимир Александрович доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра «Теплоэнергетики и теплотехники», заведующий кафедрой – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита, в своем положительном заключении, подписанном Кобылкиным Михаилом Владимировичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Энергетики»; кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Энергетики» Басс Максимом Станиславовичем, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положение о присуждении ученых степеней».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано – 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы (из перечня ВАК -3 работы, в зарубежном издании, индексируемом в международной реферативной базе данных Scopus – 1 работа, 1 патент РФ на изобретение, 1 патент РФ на полезную модель и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. В каждой работе, опубликованной в соавторстве, личный вклад автора составляет не менее 50 %. Наиболее значительные работы:

1. Кадцын, И.И. Методика определения оптимальной глубины односкважинного коаксиального геотермального коллектора / И.И. Кадцын, О.В. Хороших, В.Ф. Кузнецов // *Известия Транссиба*. – 2019. – №2 (38). – С. 127–135.

2. Кадцын, И.И. Исследования возможности улучшения технико-экономических показателей теплообеспечения индивидуальных потребителей / И.И. Кадцын, О.В. Хороших, А.П. Стариков // *Известия Транссиба*. 2019. – № 4 (40). – С. 86–95.

3. Кадцын, И.И. Исследование теплофизических характеристик грунтов города Омска для проектирования геотермальных зондов / И.И. Кадцын, А.П. Стариков, В.Р. Ведрученко // *Известия Транссиба*. – 2020. – № 3 (43). – С. 128–139.

4. Патент на полезную модель № 198052 Российская Федерация, МПК F16L 3/22 (2006.01). Симметричная проставка для U-образного грунтового зонда: № 2019124075; заявлено 23.07.2019; опубликовано 16.06.2020 / Кадцын И.И., Стариков А.П. – Бюл. № 17.

5. Патент на изобретение №2739298 Российская Федерация, МПК F24T 10/15 (2018.01), F24T 10/30 (2018.01). Геотермальное устройство для водоупорных грунтов : №2019143011: заявлено 18.12.2019; опубликовано 22.12.2020 / Кадцын И.И., Стариков А.П.–Бюл. №36.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов:

1. Риполь-Сарагоси Т.Л., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ РГУПС (Ростов-на-Дону) *с 2 замечаниями*; 2. Мурко В.И., д-р техн. наук, проф., ООО НПЦ «Сибэкотехника» (Новокузнецк) *с 6 замечаниями*; 3. Насирдинова С.М., канд. техн. наук, доц., КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек) *с 2 замечаниями*; 4. Серебрянников А.В., канд. техн. наук, доц. и Тарасов В.А., канд. техн. наук, доц., ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары) *с 4 замечаниями*; 5. Любов В.К. д-р техн. наук., проф., САФУ (Архангельск) *с 2 замечаниями*; 6. Кочарян Е.В., канд. техн. наук, доц., КубГТУ (Краснодар) *с 2 замечаниями*; 7. Ильин Р.А. канд. техн. наук, доц., АГТУ (Астрахань) *с 2 замечаниями*; 8. Губарев В.Я., канд. техн. наук, проф., ЛГТУ (Липецк) *с 2 замечаниями*; 9. Виниченко В.С. канд. техн. наук, доц., ОмГТУ (Омск) *с 2 замечаниями*; 10. Бабушкина Е.А., д-р биол. наук, доц., ХТИ – филиал СФУ (Абакан) *без замечаний*; 11. Чичирова Н.Д., д-р хим. наук, проф. и Евгеньев И.В. канд. техн. наук., доц., КГЭУ (Казань) *с 2 замечаниями*; 12. Нешина Е.Г., канд. техн. наук, доц., КарТУ (Караганда) *с 2 замечаниями*; 13. Карницкий Н.Б., д-р техн. наук, проф. БНТУ (Минск) *с 1 замечанием*; 14. Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, проф. и Валиев Р.Н., канд. техн. наук, доц., КГЭУ (Казань) *с 1 замечанием*; 15. Сэрээтэрийн Батмунх, д-р техн. наук, проф. МГУНиТ (Улан-Батор) *с 1 замечанием*.

К критическим замечаниям следует отнести следующие: в выполненной работе представлены результаты исследования динамики изменения температуры грунта в трех разведочных скважинах. Представляется целесообразным представить аналогичные результаты по большему числу скважин для повышения достоверности выводов о фактических температурных режимах грунтового массива в зимний период для г. Омска.

Все отзывы положительные, в них не содержится принципиальных замечаний, касающихся научной новизны и основных результатов, выносимых на защиту, и значения для теории и практики.

Выбор ведущей организации и официальных оппонентов обосновывается сферой их научных интересов, а также широко известными результатами деятельности в области энергосбережения, нетрадиционных и возобновляемых источников тепловой энергии, что подтверждается их научными и учебно-методическими публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: *установлены* физико-механические и теплофизические характеристики грунтов г. Омска, зафиксирована нейтральная зона грунта, формирующаяся под воздействием солнечной радиации; *обоснована* математическая модель эффективной глубины односкважинного коаксиального геотермального коллектора, отличающаяся от известных возможностью учета зависимости температуры рабочей жидкости от заглубления зонда; *улучшена* методика определения количества скважин и расстояния между ними; *усовершенствована* номограмма определения расстояния между геотермальными зондами с учетом полученных экспериментальных данных; *предложены* новые технические решения позволяющие повысить эффективность работы геотермальных зондов (патент № 198052 Р.Ф., патент на изобретение №2739298 Р.Ф., программа для ЭВМ №2020611929 Р.Ф.), а также результаты экспериментальных исследований грунтового массива (ранее отсутствующие на территории г.Омска); *доказана* необходимость введения в выполняемых методиках и расчетах глубины «нейтральной зоны грунта», применение «Симметричная проставка для U-образного грунтового зонда» (Патент № 198052 Российская Федерация), необходимость выполнения изыскательских работ (теплофизических исследований); введено новое понятие - Нейтральная зона грунта – максимальная глубина влияния солнечной радиации, после прохождения которой температура грунтового массива не уменьшается.

Теоретическая значимость исследования обусловлена предложенными моделями и методами, которые могут послужить основой для разработки инженерных методик проектирования геотермальных зондов различных конструкций. Применительно к проблематике диссертации результативно *использовано* уравнения математической физики для определения температуры в точках полупространства при нагре-

ве от сосредоточенного источника тепловой энергии, распределенного по поверхности; *изложенные* результаты технико-экономических расчетов двух сопоставляемых теплотрансформаторов с усовершенствованными/неусовершенствованными U - образными грунтовыми зондами) установили уменьшение расхода электроэнергии (отопительный сезон 2019-2020) на 31%; *раскрыты* и обоснованы возможности повышения эффективности, улучшения эксплуатационных и технико-экономических характеристик геотермальных теплотрансформаторов; выполнен анализ и *изучены* существующие материалы по тепловому режиму грунтов до глубины 0,5 км, малоизученность которых подтверждает необходимость выполнения исследовательских работ теплового режима земли; *проведено* усовершенствование ранее выполненных методик расчета количества и шага грунтовых зондов, дающим возможность повысить теплопроводность и эффективность отбора теплоты у низкопотенциального источника земли. *Исследованы* теплофизические характеристики грунтового массива в г. Омске.

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при проектировании и выполнении строительно-монтажных работ геотермальных теплотрансформаторов, подготовке студентов по направлениям: Теплоэнергетика и теплотехника в бакалаврской программе «Промышленная теплоэнергетика» в курсе дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», а также в научно-исследовательской работе.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: *определен* температурный режим грунтового массива, нейтральная зона грунта для г. Омска, что позволит использовать достоверные исходные показатели при выполнении проектирования геотермальных теплотрансформаторов; *созданы* новые технические решения позволяющие повысить эффективность работы геотермальных зондов (патент на полезную модель № 198052 Р.Ф., патент на изобретение №2739298 Р.Ф., программа для ЭВМ №2020611929 Р.Ф.); *представлены* усовершенствованные методики расчета количества и шага грунтовых зондов, дающие возможность повысить теплопроводность и эффективность отбора теплоты у низкопотенциального источника земли; *теория* обусловлена предложенными моделями и методами, которые могут послужить основой для разработки инженерных методик проектирования геотермальных зондов различных конструкций; *идея базиру-*

ется на определении физико-механических и теплофизических характеристик грунтов на примере г. Омска, использование которых позволяет надежно определять температурное поле и нейтральную зону грунта, создать методику проектирования каскада геотермальных зондов, в том числе с применением эффективных усовершенствованных конструкций грунтовых зондов, разработанным автором; *в соответствии с технико-экономическим расчетом установлено*, что применение теплотрансформатора с усовершенствованными U-образными грунтовыми зондами, фактический расход электроэнергии (в сравнении с аналогичным тепловым оборудованием) уменьшился на 31 %; *использовано* сертифицированное оборудование, компьютерных программы (MicrosoftOffice 2010, NanoCAD СПДС 5.0, Arduino) и электронно-картографические справочники (Яндекс.Карта); *работы применяются* при мониторинге технологического оборудования в АО «Федеральный научно-производственный центр «Прогресс» (акт внедрения от 20.07.2021 г.), выполнении изыскательских работ в АО «Омская геологоразведочная экспедиция» (акт внедрения от 18.08.2020 г.), *используются* в Омском государственном университете путей сообщения при подготовке студентов по направлениям: Теплоэнергетика и теплотехника в бакалаврской программе «Промышленная теплоэнергетика» в курсе дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», а также в научно-исследовательской работе студентов ОмГУПС.

Оценка достоверности результатов достигается корректным применением математического аппарата теории эксперимента и математической статистики, также подтверждается результатами измерений аттестованных лабораторий, применением сертифицированного измерительного оборудования и аппаратуры, фактическими показаниями измерительных приборов учета электрической и тепловой энергии.

Личный вклад соискателя состоит в определении цели и задач исследования, разработке математической модели эффективной глубины односкважинного коаксиального геотермального коллектора, проведении экспериментальных работ, формулировании положений, вынесенных на защиту. Постановка задач и анализ результатов обсуждались совместно с научным руководителем. В совместных публикациях вклад автора составляет от 50 до 85 %.

В ходе защиты диссертации было высказано следующее критическое замечание: для повышения достоверности выводов о фактических температурных режимах грунтового массива в зимний период времени для г. Омска, целесообразно представить результаты по большему числу скважин.

Соискатель Кадцын И.И. ответил на замечание и привел собственную аргументацию: грунты г. Омска характеризуются как среднетеплоемкие осадочные породы со стабильной структурой, что позволяет ожидать схожесть динамики температуры грунта при изменении погодных условий в разных точках города. Данное предположение подтверждается результатами выполненных исследований в трех скважинах, отличие температур при схожих глубине и времени не превышает 3%.

На заседании 21.09.2022 года диссертационный совет – за решение задачи улучшения эксплуатационных и технико-экономических характеристик геотермальных теплотрансформаторов, имеющих существенное значение для развития страны – принял решение присудить Кадцыну И.И. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 4 доктора наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Пантелеев Василий Иванович

Сизганова Евгения Юрьевна

21 сентября 2022 г.