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 УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **12.02.2021** г. № **48**

О присуждении Карабарину Денису Игоревичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности утилизации низкопотенциальной энергии теплотехнологических установок» по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика выполнена на кафедре тепловых электрических станций ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования РФ и принята к защите 09.12.2020 (протокол № 48.2) 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 Карабарин Денис Игоревич, 1992 года рождения, в 2018 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», работает в должности старшего преподавателя на кафедре тепловые электрические станции ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Кулагин Владимир Алексеевич; ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», кафедра теплотехники и гидрогазодинамики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Кузнецов Гений Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», научно-образовательный центр И.Н. Бутакова, профессор;

Кудряшов Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра теплоэнергетики, доцент –

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет» (г. Чита) в своём положительном заключении, подписанном Батухтиным Андреем Геннадьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, деканом энергетического факультета и доцентом кафедры энергетики, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 01.10.2018).

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано **6** работ (три публикации, в изданиях рекомендованных ВАК РФ, три статьи, проиндексированные в международных базах Scopus и Web of Science). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад диссертанта оценивается на уровне 75 %. Наиболее значительные работы:

1. Карабарин Д.И., Михайленко С.А. Анализ методов утилизации тепла анодных газов на алюминиевом производстве // *Промышленная энергетика*. 2017. № 1. 25–29.

2. Карабарин Д.И., Михайленко С.А. Использование низко потенциальных источников энергии на основе органического цикла Ренкина // *Журнал СФУ. Техника и технологии*. 2018. 11(7). 867–876. DOI: 10.17516/1999-494X-0101.

3. Карабарин Д.И., Михайленко С.А. Особенности проектирования установок органического цикла Ренкина // *Журнал СФУ. Техника и технологии*. 2019. 12(6). 733–745. DOI: 10.17516/1999-494X-0173.

4. Карабарин Д.И., Михайленко С.А. Повышение энергоэффективности производства энергии в районах децентрализованной энергетики // *Известия Томского политехнического университета*. 2017. № 10. 81–86.

5. Karabarin D.I., Mihailenko S.A. Increase of energy efficiency of energy generation due to utilization of waste heat at Krasnoyarsk CHP-2 // *Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE)*. 2018. Vol. 450. No. 7: DOI:10.1088/1757-899X/450/7/072014.

6. Karabarin D.I., Mihailenko S.A. Increase of energy efficiency of energy generation due to utilization of waste heat on district heating systems of villages Shapkino and Podtesovo of the North of Krasnoyarsk region // *Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE)*. 2018. Vol. 450. No 7: DOI: 10.1088/1757-899X/450/7/072009

На автореферат поступило 11 отзывов: **1.** Бирюков А.Б., д-р техн. наук, проф. и Гнитиев П.А., канд. техн. наук, ГОУ ВПО «ДОННТУ» (Донецк) с двумя замечаниями; **2.** Мунц В.А., д-р техн. наук, профессор, УрФУ (Екатеринбург) с двумя замечаниями; **3.** Чичирова Н.Д., д-р хим. наук, проф. и Евгеньев И.В., канд. техн. наук, КГЭУ (Казань) с двумя замечаниями; **4.** Кудинов А.А., д-р техн. наук, проф. и Зиганшина С.К., канд. техн. наук, СамГТУ(Самара) с замечанием; **5.** Очиров В.Д., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО ИркутскийГАУ (Иркутск) с замечанием; **6.** Грибков А.Н., д-р техн. наук, проф. и Попов О.Н., канд. техн. наук, ГТУ (Тамбов) с замечанием; **7.** Федяев А.А., д-р техн. наук, доцент, БрГУ» (Братск) с двумя замечаниями; **8.** Швецов И.В., д-р техн. наук, профессор, НовГУ (Новгород) с тремя замечаниями; **9.** Штым К.А., д-р техн. наук, доцент, ДВФУ (Владивосток) с двумя замечаниями, **10.** Риполь-Сарагоси Т.Л., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО РГУПС (Ростов-на-Дону) с тремя замечаниями; **11.** Щуров Н.И., д-р техн. наук, профессор, НГТУ (Новосибирск) с двумя замечаниями.

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

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов, а также широко известными результатами

деятельности в области энергосбережения, процессов и особенностей теплообмена при утилизации теплоты уходящих газов на теплотехнологических объектах

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: *разработана* новая методика выбора рабочего тела для технологии органического цикла Ренкина, позволяющая определить минимальную температуру насыщения рабочего тела, необходимую для полной утилизации теплоты; *предложена* оригинальная модель термодинамических процессов в установках ОЦР, позволяющая использовать на этапе проектирования методы математического моделирования тепломассообменных процессов; *установлены* система уравнений и краевые условия, учитывающие конфигурацию ОЦР, выбор типа утилизации теплоты, влияние температуры испарения и типа расширителя на эффективность и полноту утилизации; *получены* технологические схемы с использованием технологии ОЦР; *доказана* перспективность рассмотренных схем включения утилизации теплоты на рассмотренных теплотехнологических объектах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: *доказана* методика выбора рабочего тела для технологии ОЦР, вносящая вклад в расширение представлений об изучаемом явлении; применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования: численного моделирования термодинамических процессов с помощью программного продукта SmoWeb и экспериментального – на опытно-промышленной установке, *изложены* тенденции в области повышения энергетической эффективности тепло-технологических установок в промышленной теплоэнергетике с учётом факторов надежности и долговечности проектируемого оборудования; *раскрыты* и обоснованы возможности повышения эффективности технологии ОЦР за счёт совершенствования методик расчёта и определения рациональных режимных и конструктивных параметров теплотехнологических установок; *исследованы* количественные зависимости влияния термодинамических параметров на эффективность работы системы ОЦР; *изучены* связи эффективности ОЦР с факторами, оказывающими влияние на его работу – температурами: греющей среды, холодного источника, испарения и конденсации; *определены* зависимости изменения параметров технологии ОЦР, от

различных свойств рабочего тела; *проведена модернизация* существующей математической модели термодинамических процессов в установках ОЦР, обеспечивающая получения оптимальной температуры насыщения рабочего тела.

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при проектировании и реконструкции установок ОЦР, применяемых для утилизации (преобразования) низкопотенциальной теплоты теплотехнологических установок в промышленной теплоэнергетике.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: *разработаны и приняты к использованию* в качестве вариантов перспективных реконструкций на «Красноярской ТЭЦ-2» и котельных АО «КрасЭко» схемы включения утилизации низкопотенциальной теплоты; научные и практические результаты работы в при подготовке студентов по направлениям: теплоэнергетика и теплотехника и техносферная безопасность в бакалаврских и магистерских программах «Энергетика теплотехнологии» и «Промышленная теплоэнергетика», а также в научно-исследовательской деятельности ПИ СФУ; *определены пределы и перспективы* практического использования теории на практике при совершенствовании технологии ОЦР; *создана* система практических рекомендаций для проектирования и разработки установок и схем ОЦР; *представлены* предложения по совершенствованию схем утилизации (преобразования) низкопотенциальной теплоты на теплотехнологических объектах, учитывающие тип утилизации и особенности технологии ОЦР с учётом снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее: *для экспериментальных работ* – результаты получены на базе сертифицированных измерительных средств в опытно-промышленной установке; *теория* построена на использовании современной библиотеки термодинамических свойств рабочих тел «Coolprоop» и основана на применении фундаментальных законов теплофизики, гидрогазодинамики с использованием известных, проверяемых данных, полученных другими исследователями; *идея базируется* на анализе результатов применения технологии ОЦР в различных (в том числе, смежных) отраслях производства и обобщении передового мирового опыта; *установлено* качественное совпадение авторских

результатов с результатами, опубликованными в научных статьях и изданиях ведущих ученых и специалистов в данной области знаний; *использованы* современные методы сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные результаты экспериментов, проводимых другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса выполнения исследования, в постановке цели и задач работы, в разработке экспериментального оборудования, непосредственном участии в получении исходных данных, выполнении расчётов и апробации результатов исследования на конференциях различного уровня, подготовке основных публикаций, в разработке и формировании выводов и рекомендаций по диссертации в целом.

Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. от 01.10.2018), представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена задача повышения энергетической эффективности теплотехнологических установок путем использования (преобразования) низкопотенциальной «сбросной» теплоты за счет совершенствования технологии на основе органического цикла Ренкина.

На заседании 12.02.2021 года диссертационный совет принял решение присудить Карабарину Д.И. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 3 доктора наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени кандидата технических наук – 17, против – 0, воздержалось – 0.

Председатель
диссертационного совета Пантелеев Василий Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета Сизганова Евгения Юрьевна

12 февраля 2021 г.