

Заключение диссертационного совета Д 01.016.03
на базе Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Донецкий национальный университет»
по диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета Д 01.016.03

от «10» марта 2023 г. Протокол № 51

О ПРИСУЖДЕНИИ

Карнаух Виктории Викторовне
ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Развитие научных основ совершенствования процессов охлаждения оборотной воды и использования ее теплоты на предприятиях пищевых производств» по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика принята к защите 08 декабря 2022 года протокол № 43, диссертационным советом Д 01.016.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, д. 24 (Приказ МОН ДНР № 117 от 08.02.2016 г., с изменениями согласно Приказам МОН ДНР № 442 от 25.04.2017 г., № 1280 от 16.09.2020 г., № 600 от 08.07.2021 г., № 1015 от 22.11.2021 г., № 359 от 24.05.2022 г.).

Соискатель – Карнаух Виктория Викторовна, 1980 года рождения, в 2002 г. закончила с отличием Донецкий государственный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского по специальности «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств» и получила квалификацию инженера-механика.

С 2003г. по 2006 г. была соискателем Одесского национального политехнического университета.

Диссертационную работу на тему «Интенсификация тепломассообменных процессов в вентиляторных градирнях пленочного типа» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.06 – Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика защитила в диссертационном совете Д 41.052.04 на базе высшего учебного заведения «Одесский национальный политехнический университет», г. Одесса, диплом ДК № 000002 от 09.11.2006 г. Кандидат технических наук с 2006 года. Ученое звание доцента получила в 2011г.

Карнаух В.В. работает в должности профессора кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В. Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» Министерства образования и науки ДНР, г. Донецк.

Диссертация выполнена на кафедре холодильной и торговой техники имени Осокина В.В. Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» Министерства образования и науки ДНР, г. Донецк.

Научный консультант – Бирюков Алексей Борисович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, проректор, заведующий кафедрой технической теплофизики.

Официальные оппоненты:

1. Гашо Евгений Геннадьевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, профессор кафедры промышленных теплоэнергетических систем;

2. Трубаев Павел Алексеевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, профессор кафедры энергетики теплотехнологии;

3. Угланов Дмитрий Александрович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет), г. Самара, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, в своем **положительном** заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на расширенном заседании кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, (20 января 2023г., протокол № 10, подписано заведующим кафедрой теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, доктором технических наук, профессором А.В. Лукьяновым и кандидатом технических наук, доцентом А.О. Шацковым, утверждено ректором Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, доктором технических наук, профессором Н.М. Зайченко 31 января 2023 года) указала, что диссертация Карнаух Викторией Викторовны «Развитие научных основ совершенствования процессов охлаждения оборотной воды и использования ее теплоты на предприятиях пищевых производств» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Общее содержание работы, основные научные результаты и выводы в полной мере соответствуют тематическим позициям паспорта научной специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика. Научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для отечественной науки и практического

применения при решении проблемы утилизации вторичных тепловых ресурсов на пищевых и других промышленных предприятиях, использующих циклы обратного водоснабжения. Полученные выводы и рекомендации теоретически и практически обоснованы. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации. Язык диссертации лаконичен, корректен и соответствует современным лингвистическим нормам научных работ. Научные положения, выносимые на защиту, обоснованно вытекают из результатов осуществленных исследований и достаточно полно отражены в опубликованных автором научных работах.

Работа отвечает требованиям п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней» от 27.02.2015г. № 2-13 и отвечает требованиям Высшей аттестационной комиссии, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Карнаух Виктория Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени доктора наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Основные результаты диссертационных исследований соискателя опубликованы в 40 научных трудах, в том числе в: 15 статьях в реферируемых периодических изданиях, включенных в перечень ВАК ДНР, 2 статьях в реферируемых периодических изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, и 3 статьях в изданиях, включенных в международную наукометрическую базу Scopus; 2 разделах в коллективных монографиях и 18 публикациях в других изданиях. Общий объем публикаций составляет 18,7 п.л., из которых 14,1 п.л. принадлежат лично автору.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

В рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК ДНР

1. **Карнаух, В.В.** Вивчення особливостей гідродинаміки в апаратах із рухомою насадкою / В.В. Карнаух, О.В. Дорошенко // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – 2008. – Вип. 18. – С. 293–301.

2. **Карнаух, В.В.** Дослідження структури контактуючих потоків і характер руху рідини в апаратах з рухомою насадкою / В.В. Карнаух, О.В. Дорошенко // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – 2009. – Вип. 21. – С. 190–199.
3. **Карнаух, В.В.** Об использовании гелиосистем в системах теплоснабжения на предприятиях пищевых производств // Холодильная техника и технология. – 2010. – № 6 (128). – С. 38-40.
4. Інтегрована теплонасосна система теплопостачання з приводом компресора від двигуна зовнішнього згоряння / А.Є. Денисова, П.О. Котов, **В.В. Карнаух**, Ю.В. Пянкова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – 2011. – Вип. 26. – С. 47–53.
5. Кравцов, В.В. Про використання теплових насосів для покриття навантажень гарячого водопостачання та опалення / В.В. Кравцов, С.В. Грідін, **В.В. Карнаух** // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – 2012. – Вип. 29. – С. 106–113.
6. Мазур, В.А. О выборе рабочего тела с заданными свойствами для органического цикла Ренкина = Working fluid selection for organic Rankine cycle / В.А. Мазур, **В.В. Карнаух** // Оборудование и технологии пищевых производств : темат. сб. науч. работ / М-во образования и науки Донец. Нар. Респ., Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. – Донецк, 2016. – Вып. 33. – С. 42–51. – Текст на англ. яз.
7. **Карнаух, В.В.** Анализ возможности прямого использования теплоты оборотной воды для решения задач теплоснабжения / В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г, Технические науки. – 2021. – Вип. 2. – С. 84–94.
8. **Карнаух, В.В.** Исследование влияния параметров охлаждения на эффективность работы кожухотрубчатых конденсаторов в условиях пищевых производств /

- В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г, Технические науки. – 2021. – Вып. 3. – С. 96–105.
9. **Карнаух, В.В.** Разработка критериев для анализа эффективности использования теплоты охлаждающей воды в оборотных циклах водоснабжения / В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г, Технические науки. – 2021. – Вып. 4. – С. 64–69.
10. **Карнаух, В.В.** Об использовании теплоты оборотной воды для электрогенерации / В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков, В.В. Варакута // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г, Технические науки. – 2022. – Вып. 1. – С. 94–105.
11. **Карнаух, В.В.** Эколого-экономический анализ энергогенерирующего комплекса, использующего теплоту оборотной воды / В.В. Карнаух, А.Б. Бирюков, В.В. Варакута // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г, Технические науки. – 2022. – Вып. 2. – С. 84–91.

В рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ

12. **Karnaugh, V.V.** An Application of CO₂ as a Refrigerant for Medium Temperature Heat Pumps = О применении CO₂ в качестве холодильного агента для среднетемпературных тепловых насосов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия, Техника и технологии = Journal of Siberian Federal University. Engineering and technologies. – 2021. – Т. 14, № 6. – С.703 – 714. – Текст на англ. яз.
13. **Karnaugh, V.V.** Specifics of Calculation and Prediction of the Operation of Heat Pumps Working on Fourth Generation Refrigerants = Особенности расчета и прогнозирования работы теплонасосных установок на хладагентах четвертого поколения // Журнал Сибирского федерального университета. Серия, Техника и технологии = Journal of Siberian Federal University. Engineering and technologies. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 202–215. – Текст на рус. яз.

**В рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК ДНР, включенных в
Международные наукометрические базы**

14. Comparative analysis of different refrigerant using in the high temperature vapor-compression heat pump = Сравнительный анализ различных холодильных агентов, используемых в высокотемпературных тепловых насосах / **Viktoriia V. Karnaukh**, Viktor A. Mazur, Alexey B. Biryukov, Konstantin A. Rzesik // International journal of energy for a clean environment. – 2017. – Vol. 18, is. 2. – P. 161–174. – URL: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/6d18a859536a7b02,0fb0a4bd605e9597.html>. (**Scopus**).
15. Artemenko S. Phase behavior of liquids embedded with graphene genealogic tree nanoparticles / Sergey Artemenko, **Victoria Karnaukh** and Victor Mazur. – DOI 10.1007/978-3-319-61109-9_3 // Springer Proceedings in Physics. – 2018. – Vol. 197 : Modern problems of molecular physics : selected reviews from the 7th International conference “Physics of Liquid Matter: Modern Problems”, Kyiv, Ukraine, May 27 – 31, 2016. – P. 39–47. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-61109-9_3 (**Scopus**).
16. Trade-off working fluid selection for heat pumps / **V.V. Karnaukh**, V.A. Mazur, A.B. Biryukov, K.A. Rzheshik. – DOI 10.1088/1757-899X/791/1/012066 // IOP Conference Series : materials science and engineering. – 2020. – Vol. 791 : IV International scientific and technical conference "Energy Systems", 31 October – 1 November 2019, Belgorod, Russia. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/791/1/012066> (**Scopus**).

Публикации в других изданиях

17. Karnaukh, V.V. Thermodynamic and hydrodynamic behavior of nanofluids in cooling systems / V.V.Karnaukh, V.A.Mazur // Heat piper, heat pumps, refrigerators, power sources: proceedings of the IX Minsk international seminar, 7–10 September 2015 / National academy of science of Belarus, Luikov heat and mass transfer institute. – Minsk, 2015. – P. 86–94.
18. Байда, Б.Ю. Анализ современного состояния вопроса применения тепловых насосов, работающих на CO₂, в пищевой промышленности / Б.Ю. Байда, В.В.

- Карнаух // Оборудование и технологии пищевых производств: темат. сб. науч. работ / М-во образования и науки Донец. Нар. Респ., Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. – Донецк, 2021. – Вып. 13 (46). – С. 43–49.
19. Karnaukh, V.V. An application of natural refrigerants for medium temperature heat pumps / V.V. Karnaukh // Современный Казахстан: реформы образования и науки : материалы науч.-практ. конф. / Евраз. технолог. ун-т – Алматы, 2021. – С. 240–244.
20. Karnaukh, V.V. An application of CO₂ as a refrigerant for medium temperature heat pumps / V.V. Karnaukh, Nakan Serhad Soyhan, M.A. Pundik // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сб. тез. докл. участников II Междунар. науч.-практ. конф. (Керчь, 19–23 мая 2021 г.) / Керч. гос. мор. технолог. ун-т [и др.]. – Керчь, 2021. – С. 82–86.
21. Карнаух, В.В. Особенности расчета и прогнозирования работы теплонасосных установок на хладагентах четвертого поколения // Материалы пула научно-практических конференций, Донецк, Керчь, Луганск / М-во образования и науки Донец. Нар. Респ., Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского [и др.]. – Керчь, 2022. – С. 177–180. – URL: https://www.kgmtu.ru/documents/nauka/2022/Sbornik_Sochi_2022.pdf.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и содержащихся в них замечаний:

1. Отзыв, подписанный доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения» ФГБОУВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (РФ, г. Москва) **Архаровым Иваном Алексеевичем.** Отзыв **положительный.**

Замечания: 1) выражение (3) стр.13 для определения расхода жидкости в пленке не сбалансировано по размерностям или пропущен числовой коэффициент. Не понятно из автореферата о касательных напряжениях на какой границе идет речь? 2) не совсем понятен термин «нереализованный потенциал

энергосбережения» (табл.4, стр. 29) и насколько удобно его использование как показателя эффективности; 3) учитывая большой объем существующей информации по системам оборотного водоснабжения и тепловым насосам, возможно, энтропийно-статистический анализ был бы более информативен, чем эксергетический.

2. Отзыв, подписанный доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», проректором по интеграционным проектам ФГБОУВО «Самарский государственный технический университет» (РФ, г. Самара) **Ереминым Антоном Владимировичем. Отзыв положительный.**

Замечания: 1) необходимо более конкретно указать, в чем именно заключалось внедрение результатов диссертационной работы на пищевых предприятиях; 2) для повышения практической значимости работы целесообразно было предложенные автором методологический подход для количественного определения значений современных эколого-энергетических показателей применительно к расчету и прогнозированию работы парокомпрессионных теплонасосных установок, работающих на хладагентах четвертого поколения и использующих оборотную воду ППП как низкопотенциальный ресурс, и методику определения комплексного показателя $D_{x.a.abc}$, позволяющего осуществить рациональный выбор рабочего тела энергопреобразующих систем в заданных производственно-технологических условиях, оцифровать, т.е. представить в виде программного продукта.

3. Отзыв, подписанный доктором технических наук, профессором, профессором кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (РФ, г. Краснодар) **Алабьевым Вадимом Рудольфовичем. Отзыв положительный.**

Замечания: 1) к рис. 3 и 4 (стр. 12) следовало бы привести более развернутый анализ; 2) на рис.13 (стр. 26) целесообразно было бы распределение эксергии представить в другой цветовой гамме, т.к. для хладагентов R600a и R744 оно выглядит одинаково; 3) в четвертом разделе «Синтез систем использования теплоты оборотной воды без повышения ее температурного уровня» (стр. 17-19)

следовало бы указать массовый расход оборотной воды и значение отводимого теплового потока, чтобы иметь более четкое представление о целесообразности предлагаемых схемных решений.

4. Отзыв, подписанный директором ООО «ДОНФРОСТ» (ДНР, г. Донецк) кандидатом экономических наук **Климовым Константином Геннадьевичем**. **Отзыв положительный.**

Замечание: из автореферата неясно, предусмотрена ли аккумуляция теплоты для систем «теплый пол», ГВС и центрального кондиционера в случае частичной или полной остановки работы градирни в схемах на рис.7, 8, 9? На основании чего осуществляется распределение потоков оборотной воды на вышеуказанных схемах?

5. Отзыв, подписанный директором ЧОА «Донецкрыба» (ДНР, г. Донецк) **Петровой Оксаной Игоревной**. **Отзыв положительный.**

Замечания: 1) по тексту нет информации, почему для работы градирен предлагаются насадки именно сферической формы из полипропилена и целлулоида, какие преимущества у них по сравнению с наиболее распространенными пленочными насадками в виде полимерных гофрированных листов? 2) следует уточнить, что значит «приемлемый унос жидкости» (стр.16) при реализации массообменных процессов; 3) при расчете технико-экономических показателей не ясно, на каком основании был определен темп инфляции в 15,9%?

6. Отзыв, подписанный зам. директора КО «ХолодПлюс» (ДНР, г. Донецк) **Сердюком Сергеем Георгиевичем**. **Отзыв положительный.**

Замечания: 1) в третьем разделе автор рассматривает особенности гидродинамики в подвижном насадочном слое и предлагает сферические элементы из вспененного полипропилена. Однако из текста не понятно, как будет работать такая градирня зимой при отрицательных значениях температуры поступающего наружного воздуха и предусматриваются ли меры по предотвращению льдообразования; 2) в комбинированных схемах систем оборотного водоснабжения, куда автор предлагает подключить систему «теплый

пол», первую ступень ГВС, калорифер центрального кондиционера, не указано, на основании чего выбирается соотношение водяных потоков, отдельно идущих на охлаждение в градирню и на оборудование (стр.17-18). Как это соотношение регулируется?

7. Отзыв, подписанный доктором технических наук, профессором, директором мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (РФ, г. Санкт-Петербург) **Барановым Игорем Владимировичем**. Отзыв **положительный**.

Замечания: 1) в автореферате не указано, почему в экологические показатели не включен потенциал разрушения озонового слоя (ODP)? 2) на стр.11 автореферата указано, что температура конденсации аммиака составляет 313,15К, что соответствует 40°C, при этом температура воды на выходе из конденсатора, согласно рис. 1, изменяется от 41°C до 47°C, что противоречит второму закону термодинамики; 3) при использовании метода многокритериальной оптимизации в качестве локальных критериев автором приняты GWP, кгCO_{2экв}/кг TEWI, кгCO_{2экв}/кг, LCCP, кгCO_{2экв}/кг. При этом каждый локальный экологический критерий является более полным по сравнению с предыдущим. Чем обусловлен выбор всех трех критериев для оптимизации, а не одного, например, LCCP, который является наиболее полным в сравнении с остальными?

8. Отзыв, подписанный доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Пищевые технологии и оборудование ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (РФ, г. Севастополь) **Покинтелицей Николаем Ивановичем**. Отзыв **положительный**.

Замечание: в третьем разделе работы желательно было бы привести общий вид критериальных уравнений, описывающих сложный процесс теплообмена в трехфазной системе «газ - твердое тело - жидкость».

9. Отзыв, подписанный доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики ФГБОУ ВО

«Оренбургский государственный университет» (РФ, г. Оренбург) **Закируллиным Рустамом Сабировичем. Отзыв положительный.**

Замечания: 1) в третьем разделе приведен окончательный вид зависимостей (3)-(5), однако не указано, как они были получены, нет вывода формул; 2) из текста не понятно, почему автор выбрал из всего множества хладагентов четвертого поколения именно R1234ze, R 1336mzz. Данные хладагенты не нашли широкого применения в низкотемпературной технике в России; 3) следовало более четко сформулировать пункты 3 и 4 в заключении (стр.33), подчеркнув новизну полученных результатов.

10. Отзыв, подписанный доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (РФ, г. Челябинск) **Дудкиным Максимом Михайловичем. Отзыв положительный, замечаний нет.**

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов и сотрудников ведущей организации по теме рассматриваемой диссертационной работы, наличием у них научных публикаций в соответствующей области научных исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– предложен научно-обоснованный метод, позволяющий определять (прогнозировать) реальные количественные характеристики работы теплообменных аппаратов, охлаждаемых оборотной водой, при различных условиях эксплуатации (расход охлаждающей воды и ее входная температура), что позволит сформулировать точные требования к характеристикам водоохлаждающих устройств системы оборотного водоснабжения;

– получила развитие модель процесса совместного теплообмена при испарительном охлаждении оборотной воды в градирне с подвижными насыпными насадками, позволяющая установить зависимости по определению

важнейших гидродинамических характеристик, необходимых для инженерных расчетов подобных водоохлаждающих аппаратов;

– предложен научно-методологический подход для расчета и прогнозирования работы парокompрессионных теплонасосных установок на хладагентах четвертого поколения, использующих обратную воду как источник низкопотенциальной теплоты, на основе современных эколого-энергетических показателей, позволяющий разработать системные рекомендации по выбору оптимальных параметров тепловых насосов;

– доказана перспективность использования метода нечетких множеств, основанного на многокритериальном подходе, для рационального выбора рабочих тел для энергопреобразующих систем, включая парокompрессионные теплонасосные установки, что будет способствовать разработке концептуальных низкотемпературных технологий преобразования энергии с учетом компромисса между энергоэффективностью, экологическими ограничениями и экономическими показателями;

– разработана система критериев для комплексной оценки полезного использования теплоты обратной воды на производственных предприятиях;

– предложены концептуальные положения по комбинированной утилизации обратной воды на предприятиях пищевых производств, которые позволяют генерировать электроэнергию и обеспечивать нагрузки горячего водоснабжения, что позволит сформировать стратегические ориентиры модернизации теплового хозяйства предприятиях пищевых производств.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1) применительно к проблематике моделирования тепломассообменных процессов испарительного охлаждения на основе эффективной реализации использования комплекса существующих базовых методов теплофизических исследований, численных методов и экспериментальных методик установлены новые важные эмпирические зависимости;

2) уточнены и дополнены теоретические аспекты модели совместного тепломассообмена при испарительном охлаждении в градирне с подвижными

насыпными насадками, которые позволяют рассчитывать рациональные параметры эксплуатации таких градирен;

3) изложены идеи, аргументы и доказательства рациональности использования оборотной воды предприятий пищевой промышленности в качестве источника низкопотенциальной теплоты для энергопреобразующих систем с целью производства электроэнергии, обеспечения нагрузок по теплоснабжению и горячему водоснабжению;

4) предложен новый комплексный показатель $D_{x.a.abc}$, позволяющий осуществить рациональный выбор рабочего тела энергопреобразующих систем в заданных производственно-технологических условиях;

5) впервые предложена и описана система критериев для комплексной оценки эффективности систем оборотного водоснабжения с точки зрения полезного использования теплоты оборотной воды предприятиями пищевой промышленности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1) разработана прикладная методика прогнозирования количественных характеристик работы теплообменных аппаратов, охлаждаемых оборотной водой, при различных условиях эксплуатации (расход охлаждающей воды и ее входная температура), что позволит сформулировать точные требования к характеристикам водоохлаждающих устройств системы оборотного водоснабжения;

2) разработана и внедрена инженерная методика, позволяющая выбирать хладагент для систем кондиционирования и энергопреобразующих пароконденсационных систем с учетом эколого-энергетических показателей и спрогнозировать их работу для типичных условий (акт внедрения, 2022г.);

3) создана система практических рекомендаций и прикладных схемных решений по использованию теплоты оборотной воды без повышения ее температурного уровня и с повышением его для теплоснабжения и горячего водоснабжения для типичных условий предприятий пищевых производств (акты внедрения, 2020г., 2022 г.);

4) разработана комбинированная схема производства электроэнергии при утилизации оборотной воды предприятий пищевых производств с учетом поддержания установленных рациональных значений технологических и конструктивных параметров;

5) результаты теоретико-методологического характера диссертации используются в учебном процессе ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговле имени Михаила Туган-Барановского» при изложении дисциплин: «Машины и системы низкопотенциальной энергетики», «Теплоиспользующие холодильные машины и тепловые насосы», «Специальные главы термодинамики низкотемпературных систем» (справка № 02.01/1846 от 17.11.2022 г.).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– реализацию экспериментальных исследований с применением современных методов в лабораторных условиях;

– теоретические положения работы основываются на апробированных классических подходах к изучению явлений тепломассопереноса в трехфазных системах, термодинамическом анализе энергопреобразующих систем цикловым и эксергетическим методами, базирующемся на методе нечетких множеств многокритериальном подходе к рациональному выбору рабочих тел энергопреобразующих систем;

– качественное совпадение ряда результатов, полученных автором в ходе исследования, с результатами, представленными в других научных источниках по данной тематике;

– корректное использование современных методов теории эксперимента и статистических методик сбора и обработки исходной информации с обоснованием подбора объектов исследований и измерений.

Апробация результатов диссертационного исследования проходила на более чем 25 международных научно-практических отраслевых конференциях разного уровня, основными из которых являются: «Холод-2011: Проэкология и энергосбережение» (г. Санкт-Петербург, 02.02.2011 г.); «Вода в пищевой

промышленности» (г. Одесса, 2011 г.); «Modern Technologies, in the Food Industry - 2012» (Республика Молдова, 1-3.11.2012 г.); «Инновационные разработки в области техники и физики низких температур» (г. Москва, 11-13.12.2013 г.); «IV.Geleneksel Gıdalar Sempozyumu» (г. Адана, Турецкая Республика, 17-19.04.2014 г.); «THERMAM 2014, 2016 Symposium on Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics» (г. Измир, Турецкая Республика, 2014 г., 2016 г.); «Minsk International Seminar «Heat Piper. Heat Pumps. Refrigerators. Power Sources» (г. Минск, Республика Беларусь, 7-10.09.2015 г., 10-13.09.2018 г.); 3rd International Conference on Thermophysical and Mechanical Properties of Advanced Materials (01-03.09.2016 г.); «Социально-экономическое развитие России» (г. Краснодар, 20-21.04.2017 г.); «Экологическая ситуация в Донецком регионе: проблемы безопасности и рекультивации поврежденных территорий» (г. Донецк, 16-17.05.2017 г.); «Энергетические системы» (г. Белгород, 28.11.2017 г., 29-30.11.2018 г., 29-30.11.2019 г., 19-20.11.2020 г.); Международный научный форум «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» (г. Донецк, 22-25.05.2018 г., 24.05.2022 г.); научно-практическая конференция «Агропромышленная политика Донецкой Народной Республики» (г. Донецк, 30.05.2019 г.); пул международных конференций: «Современные процессы в пищевых производствах и инновационные технологии обеспечения качества пищевых продуктов», Национальная научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы техники, технологии и образования» (г. Донецк, 15-16.11.2018 г.; г. Сочи, 25-28.01.2021 г., г. Сочи, 24-27.01.2022 г.); «Инновационные направления интеграции науки, образования и производства» (г. Керчь, 19-23.05.2021 г.); «Modern Kazakhstan: Reforms in Education and Science» (г. Алматы, Республика Казахстан, 14.10.2021 г.); 16.th International Combustion Symposium - INCOS 2022 (general engineering section) (г. Айдын, Турецкая Республика, 09-11.09.2022 г.).

Личный вклад соискателя.

Основные результаты диссертации получены соискателем лично. Личный вклад включает: анализ существующих теоретических и экспериментальных

работ по теме диссертации, постановку цели и задач исследования; разработку расчетных методик; развитие модели процесса совместного тепломассообмена при испарительном охлаждении оборотной воды в градирне с подвижными насыпными насадками; разработку научно-методологического подхода для расчета и прогнозирования работы парокompрессионных теплонасосных установок на хладагентах четвертого поколения, использующих оборотную воду как источник низкопотенциальной теплоты; разработку нового комплексного показателя $D_{x.a.abc}$, позволяющего осуществить рациональный выбор рабочего тела энергопреобразующих систем в заданных производственно-технологических условиях; разработку системы критериев для комплексной оценки полезного использования теплоты оборотной воды на производственных предприятиях; разработку концептуальных положений по комбинированной утилизации оборотной воды на предприятиях пищевых производств, которые позволяют генерировать электроэнергию и обеспечивать нагрузки горячего водоснабжения, что позволит сформировать стратегические ориентиры модернизации теплового хозяйства предприятий пищевых производств. Часть теоретических и экспериментальных исследований опубликована с соавторами.

В диссертационной работе **решена имеющая важное хозяйственное значение научно-техническая проблема** развития научных основ совершенствования промышленных систем оборотного водоснабжения, обеспечивающих высокую эффективность, экологичность и бесперебойность эксплуатации, и сбережения энергетических ресурсов за счет рационального использования низкопотенциальной теплоты на предприятиях пищевых производств.

Диссертационный совет отмечает, что по своей направленности диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, а именно в части следующих направлений исследований:

3.1. Разработка научных основ, методов и средств интенсивного сбережения энергетических ресурсов в промышленных теплоэнергетических устройствах и использующих теплоту в системах и установках;

3.5. Оптимизация параметров тепловых технологических процессов и разработка оптимальных схем установок, использующих теплоту, с целью экономии энергетических ресурсов...;

3.6. Разработка и совершенствование теплотехнических аппаратов и установок, систем охлаждения ... теплообменного оборудования...;

3.7. Разработка теоретических аспектов и методов интенсивного энергосбережения в тепловых технологических системах, в том числе использования вторичных энергоресурсов в системах производства...;

3.10. Разработка и исследование методов преобразования в работу низкопотенциальной теплоты, повышения ее потенциала в тепловых машинах и пункту 2.1 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней».

На заседании 10 марта 2023 г. диссертационный совет Д 01.016.03 принял решение присудить Карнаух Виктории Викторовне ученую степень доктора технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

При проведении открытого голосования диссертационный совет Д 01.016.03 в количестве 16 человек, в том числе 7 в удаленном интерактивном режиме, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в голосовании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16; против – 0.

Председатель
диссертационного совета Д 01.016.03
доктор технических наук, профессор



В.И.Сторожев

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 01.016.03
кандидат физико-математических наук



А.Б. Мироненко

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 01.016.03