ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «01» октября 2026 г., № 12

О присуждении Брагину Дмитрию Михайловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов расчета и прогнозирования переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой» по специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника принята к защите «25» июня 2026 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.2.310.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, приказ № 836/нк от 20.04.2023 г.

Брагин Дмитрий Михайлович родился 22 апреля 1998 года. В 2020 году Брагин Дмитрий Михайлович с отличием окончил ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, присуждена квалификация бакалавр, рег. номер № 171398 от 23.06.2020 г.

В 2022 году с отличием окончил ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, присуждена квалификация магистр, рег. номер № 179327 от 01.07.2022г.

В 2022 г. поступил в очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по научной специальности 2.4.6 «Теоретическая и прикладная теплотехника». В период подготовки кандидатской диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре и работал в ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» в должностях младшего научного сотрудника и ассистента, впоследствии - старшего преподавателя. В настоящее время соискатель продолжает работать в ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» в должностях младшего научного сотрудника и старшего преподавателя.

Научным руководителем диссертационной работы по теме «Разработка методов расчета и прогнозирования переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой» является доктор технических наук, доцент, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», начальник молодёжной лаборатории «Тепловые процессы в химической технологии (ТЕРМОХИМ)» Еремин Антон Владимирович.

Официальные оппоненты:

1. Бирюков Алексей Борисович, доктор технических наук, профессор, проректор, заведующий кафедрой «Техническая теплофизика» ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк;

2. Колесник Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения» ФГАОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, в своем положительном отзыве, утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности, кандидатом технических наук, доцентом Пузиным Владимиром Сергеевичем, подписанном заведующим

кафедрой «Тепловые электрические станции и теплотехника», кандидатом технических наук, доцентом Янченко Ильей Владимировичем, указало, что диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации в области создания новых материалов и разработки перспективных энергетических технологий и содержит решение актуальной научной задачи по разработке методов расчета и прогнозирования теплофизических и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой и совершенствованию теплообменного оборудования на их основе. В заключении отзыва указано, что диссертация соответствует пунктам 1, 5 и 8 паспорта научной специальности 2.4.6 «Теоретическая и прикладная теплотехника» и отвечает критериям пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в актуальной редакции), а ее автор - Брагин Дмитрий Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6 - «Теоретическая и прикладная теплотехника».

Соискателем опубликовано 65 научных работ, в том числе 50 работ по теме диссертации общим объемом 24,25 печатных листа и авторским вкладом 14,1 печатных листов; из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus опубликовано 7 работ объемом 5,625 печатных листа и авторским вкладом 2,9 печатных листа; 8 - в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, общим объемом 7,06 печатных листов и авторском вкладом 4,1 печатных листа. Из указанных 8 публикаций 5 опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России по научной специальности диссертации их общий объем составляет 4,75 печатных листа, авторский вклад - 2,95 печатных листа. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

[1] Брагин, Д.М., Еремин А.В. Исследование эффективной теплопроводности материалов, основанных на трижды периодических минимальных поверхностях типа Diamond, Gyroid, Fisher-Koch S// Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2025. – № 1. – С. 31-47.

[2] Bragin, D.M., Popov, A.I., Eremin, A.V. The thermal conductivity properties of porous materials based on TPMS / // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2024. – Vol. 231. – P. 125863.

[3] Брагин, Д.М., Мустафин, Р.М., Попов, А.И., Зинина, С.А., Еремин, А.В. Исследование аэродинамических процессов в пористых материалах на основе трижды периодических минимальных поверхностей //Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2024. – Т. 26. – №. 5. – С. 66-78.

[4] Брагин, Д.М., Еремин, А.В., Попов, А.И., Шульга А.С. Метод определения коэффициента эффективной теплопроводности пористого материала на основе минимальной поверхности типа Schoen's I-WP(R) // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2023. – № 2. – С. 61-68.

[5] Bragin, D.M., Karpilov, I.D., Pashchenko, D. Flow dynamics through cellular material based on a structure with triply periodic minimal surface // Chemical Engineering Science. – 2024. – Vol. 298. – P. 120291.

[6] Bragin, D.M., Popov, A.I., Karpilov, I.D., Zinina, S.A., Popkova, A.S., Eremin, A.V. Experimental and Numerical Investigation of the Thermophysical Properties of Lattices Based on Triply Periodic Minimal Surfaces// International Journal of Thermal Sciences. – 2026. . – Vol. 228. – P. 110979

[7] Bragin, D.M., Popov, A.I., Eremin, A.V. Thermal conductivity of porous materials with Schoen's I-WP(R) TPMS structure // International Journal of Thermal Sciences. – 2025. – Vol. 218. – P. 110138.

[8] Брагин, Д.М., Мустафин, Р.М., Зинина, С.А., Попов, А.И., Еремин, А.В. Численное исследование характеристик теплопередачи теплообменника на основе трижды периодической минимальной поверхности Primitive // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2025. – № 6. – С. 57-78.

[9] Брагин, Д.М., Попкова, А.С., Еремин, А.В. Исследование теплофизических свойств пористой пластины, основанной на топологии трижды периодической минимальной поверхности Schwarz' CLP // Известия Российской академии наук. Энергетика – 2026. –№ 3. – С. 52–67.

[10] Eremin, A.V., Frolov, M.A., Krutov, A.F., Smolkov, M.I., Shulga, A.S., Bragin, D.M., Popov, A.I. & Blatov, V.A. (2024). Mechanical properties of porous materials based on new triply periodic and minimal surfaces //Mechanics of Advanced Materials and Structures. – 2024. – Т. 31. – №. 29. – С. 11320-11336.

[11] Popov, A.I. Bragin, D.M. Eremin, A.V. Heat and mass transfer in TPMS-based porous media: Two-medium approach // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2025. – Vol. 253. – P. 127553.

[12] Popov, A.I., Eremin, A.V., Bragin, D.M. Modeling and Measurement of Effective Thermal Conductivity of Materials Reinforced with Bars / A. Popov, A. Eremin, D. Bragin // International Journal of Thermophysics. – 2023. – Vol. 44, No. 2. – P. 17.

На автореферат поступило 9 отзывов. Все они положительные, с замечаниями – 8.

Отзывы прислали:

1. Доцент кафедры «Теплотехники и энергетического машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» Алтунин Константин Витальевич.

Замечания:

1) При упоминании формулы в тексте обычно номер формулы ставится в круглых скобках, но на стр. 15 они пропущены (для верификации полученного уравнения 7).

2) Из рис. 13 б) не совсем понятно, где именно TMPS-теплообменное устройство (можно было бы поставить позиции на рисунке).

3) Рис. 10 (стр. 16): в подрисуночной надписи опечатки в слове.

4) В автореферате отсутствует список других отечественных и

зарубежных ученых, имеющих научные достижения по теме исследования.

5) В автореферате не указан максимальный ресурс изученных пористых материалов на практике (пористые материалы могут постепенно засоряться различными примесями и отложениями).

6) Из автореферата не совсем ясно, какие теплоносители (жидкие, газообразные) были использованы в экспериментах, на стр. 14 указан только воздух

2. Доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела нестандартных теплотехнических измерений; Управления НИР и НИОКР в области теплофизики АО «ЭНИЦ» Болтенко Эдуард Алексеевич. Замечаний нет.

3. Доцент кафедры «Тепловые электрические станции» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский Федеральный Университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина» Вальцева Александра Игоревна.

Замечания:

1) Модифицированное уравнение Хагена-Пуазейля основано на ряде упрощающих предпосылок, включая эквивалентное представление твердой фазы и введение коэффициента сферичности. Несмотря на хорошее согласование с экспериментом для исследованных образцов и сопоставление с CFD для других топологий, представляется целесообразным в дальнейшем расширить экспериментальную проверку на более широкий набор TPMS-геометрий, рабочих сред и режимов течения.

2) Каковы, по Вашему мнению, границы применимости предложенного модифицированного уравнения Хагена-Пуазейля при переходе от структуры Primitive к TPMS-топологиям с более сложной геометрией каналов и выраженными локальными вихревыми зонами, и какие дополнительные безразмерные или геометрические параметры следовало бы включить в модель для надежного прогнозирования перепада давления в более широком диапазоне чисел Рейнольдса?

4. Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры холодильной и

торговой техники имени В.В. Осокина института пищевых производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» Дёмин Михаил Владимирович.

Замечания:

1) В автореферате экспериментальная проверка результатов представлена достаточно кратко.

2) Было бы интересно привести больше информации о выборе исследованных TPMS-образцов и условиях проведения экспериментов, что позволило бы более полно оценить соответствие экспериментальной части основным результатам численного исследования.

3) Подробное отражение влияния технологических отклонений, возникающих при изготовлении TPMS-структур аддитивными методами, на переносные свойства исследуемых материалов, усилило бы эту работу.

5. Кандидат технических наук, Заместитель главного инженера - начальник испытательного центра Акционерного общества Ракетно-космического центра «Прогресс» Жуков Виталий Владимирович.

Замечания:

1) В качестве замечания следует отметить, что в автореферате было бы полезно более подробно представить сравнительный анализ разработанных автором инженерных зависимостей с существующими расчетными моделями, что позволило бы более наглядно оценить область их применимости и преимущества по сравнению с известными подходами.

6. Кандидат технических наук, начальник отдела продаж услуг по газификации Управления продаж технологического присоединения и услуг по крупным объектам. Общество с ограниченной ответственностью «Средневолжская газовая компания» Пашин Михаил Евгеньевич.

Замечания:

1) При изложении результатов экспериментальной верификации автор ограничивается сравнением расчетных и экспериментальных данных. Представляется, что включение в автореферат краткого анализа основных

источников экспериментальной погрешности позволило бы более полно охарактеризовать достоверность полученных результатов.

7. Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ») Попов Олег Николаевич.

Замечания:

1) В автореферате приведены обобщенные зависимости эффективной теплопроводности и гидравлических характеристик TPMS структур, учитывающие геометрические параметры материала. Вместе с тем стоило больше уделить внимания вопросу о пределах применимости полученных зависимостей при использовании материалов, изготовленных различными аддитивными технологиями, поскольку качество поверхности и технологические отклонения могут оказывать влияние на реальные теплофизические и гидродинамические характеристики.

8. Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Теплофизика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Рыжков Сергей Витальевич

Замечания:

1) При рассмотрении разработанных теплообменных устройств желательно было привести более развернутое сопоставление их теплообменных и гидродинамических характеристик с традиционными конструкциями при сопоставимых условиях.

2) При исследовании эффективной теплопроводности TPMS-структур рассматривается широкий диапазон теплопроводности материала каркаса. Вместе с тем было бы полезно учесть в полученных зависимостях изменение теплофизических свойств материала при различных температурах.

3) В формуле (6), приведенной в автореферате, допущена техническая

опечатка: в выражении ошибочно присутствует ускорение свободного падения g.

9. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленной теплоэнергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» Салмаш Ирина Николаевна и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленная теплоэнергетика федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» Гридин Сергей Васильевич.

Замечания:

1) Пункт 4-й научной новизны (стр.5) выглядит скорее, как инженерная адаптация (подбор эмпирических коэффициентов) предложенного подхода к оценке гидравлических потерь, а не как фундаментальное развитие теории фильтрации/гидродинамики в пористых материалах, отличающееся от классических подходов. На наш взгляд, требуется более жесткое обоснование: чем данная функция принципиально отличается от зависимостей, уже известных для пористых сред?

2) На стр. 11 автор, анализируя графики на рис. 5, указывает, что «Результаты согласуются с результатами собственного, а также независимого эксперимента». При этом автор не указаны как количественные оценки наибольших и наименьших расхождений между моделированием и экспериментом, так и средние значения погрешностей для различных структур

3) В формуле (4) введена константа β, учитывающая форму пор и их. пространственное расположение в структуре TPMS при определении эффективной теплопроводности, при этом в пояснении к формуле (6) указано, что β - это отношение диаметра сужения к расширению канала. Наличие таких двояких трактовок одного и того же параметра затрудняет общее восприятие материала. Кроме того, неясно, каким образом получены значения константы β, представленные в таблице 1.

4) Предложенное на стр. 15 уравнение (7) базируется на введении

интегральных поправок (коэффициентов извилистости, сферичности, эквивалентного диаметра) в классическое одномерное уравнение Хагена-Пуазейля. Применение осредненного уравнения Навье-Стокса в форме Пуазейля к турбулентному потоку в глубоко анизотропной решетке является сильным упрощением. Такой подход - это попытка решить 3D-проблему средствами 1D-аналитики, что снижает порог истинной инновационности решения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и их квалификацией определять научную и практическую ценность диссертации.

Официальный оппонент Бирюков Алексей Борисович – доктор технических наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика», является крупным специалистом в области технической теплофизики и промышленной теплоэнергетики, исследования и интенсификации процессов теплообмена, разработки и совершенствования методов расчета теплообменных устройств, повышения энергетической эффективности теплоэнергетического оборудования, автор более 350 научных и научно-методических работ.

Официальный оппонент Колесник Сергей Александрович – доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», является крупным специалистом в области математического моделирования процессов теплопереноса, решения прямых и обратных задач теплопроводности, определения теплофизических характеристик анизотропных материалов, исследования сопряженного теплообмена и процессов тепло- и массопереноса в теплозащитных и композиционных материалах, автор более 100 научных и научно-методических работ.

Выбор ведущей организации – ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, обусловлен тем, что организация широко известна своими

научными исследованиями в области теплоэнергетики и теплотехники, повышения эффективности теплоэнергетических установок, исследования тепловых и гидродинамических процессов в теплообменном оборудовании, а также разработки и совершенствования теплоэнергетических технологий. Обладая значительным научным потенциалом и опытом проведения теоретических и экспериментальных исследований в указанных областях, сотрудники организации способны квалифицированно оценить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны расчетно-экспериментальные методы определения и прогнозирования теплофизических свойств и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой на основе TPMS, основанные на совместном использовании численного моделирования и лабораторного эксперимента, методов гомогенизации, концепции репрезентативной элементарной ячейки и нормализации характеристик по свойствам материала каркаса;

предложены обобщенные зависимости эффективной теплопроводности TPMS-структур от геометрических параметров элементарной ячейки и теплофизических свойств материала каркаса, позволяющие создавать TPMS-материалы с заданной эффективной теплопроводностью, а также модифицированное уравнение Хагена–Пуазейля для расчета гидравлических потерь давления в пористых материалах на основе TPMS, учитывающее параметры потока и геометрические характеристики структуры;

доказана перспективность применения TPMS-структур при создании теплообменных устройств для интенсификации процессов теплопереноса, обусловленная возможностью целенаправленного изменения теплогидравлических характеристик путем выбора топологии и геометрических параметров элементарной ячейки;

введен безразмерный параметр относительной толщины TPMS-структуры, учитывающий соотношение толщины стенки и характерного размера элементарной ячейки и обеспечивающий возможность обобщения полученных зависимостей независимо от абсолютных геометрических размеров структуры.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны закономерности влияния топологии и геометрических параметров элементарной ячейки TPMS на эффективную теплопроводность пористых материалов с учетом теплофизических свойств материала каркаса, а также на формирование полей скорости, давления и температуры, локальных ускорений, вихревых и застойных зон, определяющих гидравлическое сопротивление и интенсивность теплообмена;

доказаны положения о возможности расчета и прогнозирования переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой на основе обобщенных зависимостей эффективной теплопроводности от геометрических параметров элементарной ячейки и теплофизических свойств материала каркаса, а также модифицированного уравнения Хагена–Пуазейля для определения гидравлических потерь;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы вычислительной гомогенизации, концепция репрезентативной элементарной ячейки и нормализация теплофизических характеристик по свойствам материала каркаса для определения и обобщения переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой;

изложены обобщенные зависимости эффективной теплопроводности TPMS-структур от геометрических параметров элементарной ячейки и теплофизических свойств материала каркаса, а также модифицированное уравнение Хагена–Пуазейля для расчета гидравлических потерь давления в пористых материалах на основе TPMS;

раскрыты механизмы влияния топологии TPMS-структур на тепловые и гидродинамические процессы, проявляющиеся в формировании локальных

ускорений и вихревых течений, сокращении застойных зон и изменении гидравлического сопротивления и интенсивности теплообмена;

изучены процессы теплопереноса и течения теплоносителя в пористых материалах и теплообменных устройствах на основе TPMS-структур с установлением взаимосвязи между геометрией структуры, теплофизическими и гидродинамическими характеристиками.

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

разработаны и внедрены в расчетно-проектную практику ООО «Котел Маркет» и ООО «РОСКО» результаты исследования теплофизических и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой; результаты диссертационной работы также используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» при подготовке бакалавров направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»;

определены обобщенные зависимости эффективной теплопроводности и гидравлического сопротивления TPMS-материалов от геометрических параметров элементарной ячейки и свойств материала каркаса, представленные в форме, пригодной для инженерных расчетов и позволяющей прогнозировать характеристики материалов с заданными свойствами;

создан алгоритм формирования оребрения и теплообменных устройств на основе TPMS-структур для интенсификации теплопереноса за счет увеличения удельной поверхности теплообмена и формирования сложных трехмерных полей скорости;

представлены расчетные зависимости и безразмерные комплексные коэффициенты теплопередачи и потерь давления для различных TPMS-структур, которые могут быть использованы при проектировании пористых материалов с заданными теплофизическими характеристиками и теплообменных устройств на их основе.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

экспериментальные данные получены с использованием поверенных средств измерений в контролируемых условиях проведения лабораторных экспериментов; выполнена оценка основных источников экспериментальной неопределенности;

теория построена на фундаментальных законах теплопроводности, тепло- и массопереноса и гидродинамики, а полученные результаты не противоречат классическим физическим законам и современным представлениям о механизмах переноса теплоты и массы;

идея базируется на совместном использовании результатов численного моделирования и лабораторных экспериментов при определении и прогнозировании теплофизических и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой;

использованы современные методы численного моделирования процессов теплопроводности, тепло- и массопереноса и гидродинамики, а также методы лабораторного экспериментального исследования теплофизических и гидродинамических характеристик TPMS-структур;

установлено согласование результатов численного моделирования с данными лабораторных экспериментов, а также с известными результатами других авторов, подтверждающее корректность примененных численных моделей, разработанных подходов и полученных расчетных зависимостей;

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследования, разработке методологии исследования, проведении численных и лабораторных экспериментов, выполнении основного объема вычислений, обработке, анализе и интерпретации полученных результатов, валидации расчетных данных, подготовке и оформлении визуальных материалов; личном участии в разработке подходов к определению теплофизических и гидродинамических характеристик TPMS-структур, получении и обобщении расчетных зависимостей, разработке модифицированного уравнения Хагена–Пуазейля и исследовании теплообменных устройств на основе TPMS-структур; подготовке исходных текстов основных научных публикаций, их научном редактировании и формулировании выводов по результатам выполненных исследований.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Разработанные в рамках диссертационного исследования подходы, расчетные зависимости и научно-технические решения целесообразно использовать: 1) при выполнении фундаментальных и прикладных научных исследований теплофизических и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой; 2) при проектировании оребренных поверхностей и компактных теплообменных устройств на основе TPMS-структур, расчете их теплофизических и гидродинамических характеристик и выборе геометрических параметров с учетом интенсивности теплопереноса и гидравлических потерь; 3) в вузах при подготовке специалистов по направлениям, связанным с теплоэнергетикой, теплотехникой, процессами тепло- и массообмена и проектированием теплообменного оборудования.

В ходе защиты диссертации существенных критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Соискатель Брагин Дмитрий Михайлович аргументированно ответил на замечания и задаваемые ему в ходе заседания вопросы. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

Заключение. Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Брагина Дмитрия Михайловича «Разработка методов расчета и прогнозирования переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой решена научная задача разработки методов расчета и прогнозирования теплофизических и гидродинамических характеристик пористых материалов с упорядоченной макроструктурой на основе TPMS. Разработаны подходы к определению теплофизических и гидродинамических характеристик TPMS-структур, получены обобщенные зависимости их эффективной теплопроводности от геометрических параметров элементарной ячейки и теплофизических свойств материала каркаса, предложено модифицированное уравнение Хагена–Пуазейля для расчета гидравлических потерь давления.

Разработаны и исследованы теплообменные устройства на основе TPMS-структур, установлено влияние их топологии на процессы переноса и определены безразмерные характеристики, учитывающие взаимосвязь интенсивности теплопереноса и гидравлических потерь. Полученные результаты имеют значение для развития методов расчета переносных свойств пористых материалов, научных основ интенсификации процессов тепло- и массообмена и совершенствования методов расчета теплообменного оборудования.

На заседании 1 октября 2026 года диссертационный совет принял решение за разработку и научное обоснование подходов к расчету и прогнозированию переносных свойств пористых материалов с упорядоченной макроструктурой на основе TPMS, получение обобщенных зависимостей их теплофизических и гидродинамических характеристик и создание новых теплообменных устройств для интенсификации процессов теплопереноса, что имеет значение для развития теоретической и прикладной теплотехники, присудить Брагину Дмитрию Михайловичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, проголосовали: за 16 , против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель
диссертационного совета Дмитриев Андрей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета Борисова Светлана Дмитриевна

«01» октября 2026 г.