

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.125.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ
МЕХАНИКИ ИМ. С.А. ХРИСТИАНОВИЧА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.06.2022 № 1

О присуждении Гузей Дмитрию Викторовичу, гражданину РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование вынужденной конвекции наножидкостей» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 24 декабря 2021 г. (протокол № 21) диссертационным советом 24.1.125.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИТПМ СО РАН), 630090, Новосибирск, ул. Институтская, 4/1, утвержденным приказом Рособнадзора от 16.11.2007 №2249-1603 и продлением срока полномочий приказом Минобрнауки России от 10.09.2009 (№591925-1734), подтверждением полномочий от 11.04.2012 (№105/нк) и изменениями от 08.06.2016 (№ 661/нк), от 3.08.2018 (№59/нк) и от 15.10.2021 (№1046/нк).

Соискатель Гузей Дмитрий Викторович, 30.08.1990 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Сибирский федеральный университет» по специальности «Теплофизика». В 2016 году соискатель окончил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», работает научным сотрудником лаборатории «Физико-химических технологий разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов» НИЧ ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

Диссертация выполнена в лаборатории «Физико-химических технологий разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов» НИЧ ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Минаков Андрей Викторович, директор института Инженерной-физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

Официальные оппоненты:

Исаев Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры механики, заведующий межкафедральной научно-исследовательской лабораторией фундаментальных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации»;

Косьянчук Василий Викторович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории Наномеханики Научно-исследовательский институт механики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ КАИ), г. Казань,

в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой теплотехники и энергетического машиностроения, д.т.н, профессором, академиком АН РТ Гортышовым Ю.Ф., д.т.н. профессором кафедры теплотехники и энергетического машиностроения, член-корреспондентом АН РТ Поповым И.А, указала, что диссертация Гузей Д.В. является законченной и самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, результаты которой представляют собой решение научной задачи, полностью соответствующей всем требованиям п. 9 Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., №842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Гузей Д. В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе **по теме диссертации опубликовано 14 работ**, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 14 работ. Общий объем авторского вклада составляет около 70 %.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Guzei D.V., Minakov A.V., Rudyak V.Ya. On efficiency of convective heat transfer of nanofluids in laminar flow regime // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2019. Vol. 139. P. 180–192.

Работа посвящена экспериментальному исследованию ламинарной вынужденной конвекции наножидкостей в круглом канале. Исследована зависимость коэффициента теплопередачи и перепада давления от концентрации, размера, материала наночастиц.

2. Минаков А.В., Гузей Д.В., Жигарев В.А., Пряжников М.И., Шебелева А.А. Экспериментальное исследование транспорта магнитных наночастиц в круглом миниканале в постоянном магнитном поле // Инженерно-физический журнал. 2019. Т.92 (5). С. 2277–2285.

Экспериментально изучена динамика роста отложений наночастиц на стенках канала в зависимости от числа Рейнольдса и напряженности магнитного поля. Проведены исследования влияния магнитного поля на величину перепада давления для различных чисел Рейнольдса.

3. Minakov A.V., Guzei D.V., Pryazhnikov M.I., Zhigarev V.A., Rudyak V.Ya. Study of turbulent heat transfer of the nanofluids in a cylindrical channel // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2016. Vol. 102. P.745–755.

Проведено экспериментальное исследование турбулентной вынужденной конвекции наножидкостей с наночастицами SiO_2 и Al_2O_3 , в диапазоне от 0,5 до 2 %. Исследована зависимость коэффициента теплопередачи и перепада давления от концентрации, размера, материала наночастиц и температуры.

Представленные результаты получены соискателем лично, либо при его непосредственном участии. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию поступили отзывы:

Официального оппонента д.ф.-м.н., профессора Исаева С.А. Отмечается, что представленная диссертационная работа является законченным экспериментальным и расчетным исследованием интенсификации конвективного теплообмена в гладких круглых и структурированных трубах при прокачке суспензий с наночастицами, в том числе с учетом влияния неоднородного магнитного поля. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, в том числе соответствует требованиям п.9 “Положения о присуждении ученых степеней”, а ее автор Гузей Д.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы. Замечания: 1. В обзоре главы 1 фигурирует цифра интенсификации теплообмена: 252 % роста теплоотдачи для MgO . Это реально? В [24] показан 300 % рост тепловой эффективности для наночастиц оксида кремния. А как обстоит дело с гидравлическими потерями? ($\text{Re}=30000$). Странные цифры приведены по работе [35]. Как можно серьезно воспринимать тепловую эффективность 30,96 % и рост гидравлических потерь в 10,01 %? Имеются в виду десятые и сотые после запятой. 2. Во второй главе фигурирует погрешность результатов эксперимента, отсутствующая в ГОСТах. Должна быть оценена неопределенность экспериментальных данных. Вычислительная “кухня” (размер пристеночного шага (y^+), граничные условия для характеристик турбулентности, дискретизация членов уравнений) не описана. Осесимметричная постановка задачи в главе 2

неправомерна, т.к. в главе 5 решается нестационарная и трехмерная задача. 3. В главе 3 наночастицы оксидов алюминия оказались предпочтительными по критерию роста тепловой эффективности по сравнению с наночастицами оксидов кремния (стр. 81). Почему? 4. В главе 4 при рассмотрении труб с поверхностными интенсификаторами теплообмена не хватает ссылок на работы Г.А. Дрейцера и обоснования выбора упорядоченных выступов. Почему в главе 3 исследуются оксиды алюминия и кремния, а в главе 4 оксид циркония? 5. Отмечается 40 % рост теплоотдачи для 44 нм. А если бы размер наночастиц был меньше? При этом гидравлические потери растут на 80 %. Кстати, для 105 нм получается все неплохо: 27 % рост теплоотдачи при 25 % росте гидравлических потерь. 6. Постановка задачи оценки интенсификации теплообмена не вполне правильная. Надо было показать суммарный выигрыш по тепловой и теплогидравлической эффективности по сравнению с гладкими трубами! Поэтому Таблица 4.1 некорректная. Следовало сравниваться с гладкой трубой и водным теплоносителем без наночастиц! 7. То, что наножидкости в гладких каналах позволяют получить теплогидравлическую эффективность, сопоставимую со случаем прокачки воды в трубах с поверхностными интенсификаторами теплообмена – хороший и интересный вывод, однако он не затрагивает физической природы эффектов. Да и обобщение интенсификаторов различных типов все-таки неправомерно. Накатка характеризуется двукратным ростом гидравлических потерь по сравнению со сферическими выступами! 8. Вывод о нецелесообразности использования наножидкостей в каналах с поверхностными интенсификаторами теплообмена не вполне обоснован. Это немного, но и исходный вариант очень далек от тех, которые рекомендованы Дрейцером. 9. Методология исследования для магнитогидродинамики и теплообмена в трубах с магнитами существенно трехмерная. Все-таки надо было отразить разрешение пристеночных слоев. И влияние магнитных полей на турбулентность в модели Менгера не учитывается. Никаких подробностей проведенных расчетов, касающихся выбора временного шага моделируемого процесса, обоснования сеточной сходимости, не представлено. Кстати, нет

расчета гидравлических потерь. Странно, но вихреобразование в исследовании не изучено. И вообще вторичное течение не анализируется, что выглядит странным. Возник естественный вопрос о пределах применимости матмодели.

Официального оппонента к.ф.-м.н. Косьянчука В.В. Отмечается, что диссертация Гузей Д. В. представляет завершённое исследование, выполненное на высоком уровне. Приведённые публикации достаточно полно отражают основные результаты работы. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. По своей актуальности, новизне и объёму выполненных исследований диссертация отвечает требованиям п. 9 “Положения о порядке присуждения учёных степеней” установленным ВАК к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (по физико-математическим наукам). Считаю, что Гузей Д.В. заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы. Замечания: 1. Необходимо более подробно и четко очертить собственный вклад по Главе 3 диссертации. 2. В разделе “апробация и публикации” Гузей Д.В. указывает 14 статей в журналах из списка ВАК, опубликованных по материалам представленной диссертации. Диссертанту стоит четко обозначить, какова доля результатов именно его диссертации в данных статьях. Во-вторых, стоит кратко описать вклад основных соавторов (если он достоин упоминания). 3. Необходимо подробное объяснение, какой именно аспект по мнению диссертанта сделан впервые, т.к. аналогичные экспериментальные работы по изучению конвективного теплообмена с использованием наножидкостей в гладких круглых каналах проводятся уже довольно давно, и в литературе можно найти десятки работ с аналогичными экспериментами и результатами (как отмечает в обзорной Главе 1 и сам автор). 4. Необходимо подтверждение (экспериментальное или численное), что изменение q вдоль канала действительно пренебрежимо мало. 5. Зависимость плотности наножидкости от температуры за счет теплового

расширения... Я считаю это излишним и нецелесообразным усложнением модели, т.к. на рассматриваемых в работе перепадах температуры (порядка 10°), эффект теплового расширения будет ничтожным (около 0,1 %).

6. Раздел 2.2 посвящен описанию численного моделирования рассматриваемых в работе процессов. При этом представлена математическая модель (рассматриваемая система уравнений), но не численная, т.е. практически отсутствует описание того, как именно эти системы уравнений решались. Необходимо дать информацию о схемах дискретизации, методах связи по скорости и давлению, а также была ли задача стационарной. Описание граничных условий неполное.

7. Считаю, что используемые эмпирические формулы не могут быть использованы для качественного объяснения полученных в эксперименте результатов, а проведенные на их основе рассуждения должны быть переосмыслены и переработаны.

8. Автор пишет, что “Использование гомогенной модели... позволяет с хорошей точностью описывать процесс течения и конвективного теплообмена наножидкостей”. Диссертанту стоило бы добавить, что данный вывод справедлив только для ньютоновских наножидкостей, которые и изучались в данной работе.

9. Тезис о практической выгоде использования более горячих наножидкостей мне кажется спорным.

10. Выводы о влиянии таких факторов, как “концентрация, размер и материал наночастиц, свойства базовой жидкости, начальная температура теплоносителя” на величину коэффициента теплоотдачи... Все сделанные в Разделе 3.3 выводы справедливы только для конкретных рассмотренных в работе наножидкостей.

11. Т.к. разница значений теплогидравлической эффективности между разными конфигурациями, представленными в данном разделе, чаще всего не превышает 24 %, я бы рекомендовал воздержаться в разделе от сравнений типа “лучше/хуже/ниже/выше”.

12. Не стоит ли тогда заключить, что в случае использования теплогидравлической эффективности как целевого параметра, ни использование наножидкостей, ни использование поверхностных интенсификаторов не дает повышения эффективности и таким

образом не является целесообразным? 13. Вывод о теплогидравлической эффективности наножидкостей в целом, хотя в разделе изучается всего одна конкретная наножидкость – на основе оксида циркония. Может ли автор показать, что данный вывод будет справедлив для любых наножидкостей? Если нет, считаю, что вывод стоит немного переформулировать.

Ведущей организации КНИТУ-КАИ. Указывается, что содержание диссертации полностью соответствует специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (физико-математические науки) по пунктам: 16 – Тепломассоперенос в газах и жидкостях, 7 – Течения многофазных сред (газожидкостные потоки, пузырьковые среды, газовзвеси, аэрозоли, суспензии и эмульсии), 17 – Гидромеханика сред, взаимодействующих с гравитационным и электромагнитным полями. Динамика плазмы Паспорта специальности. Замечания: 1. Автор часто пишет «теплогидравлическая эффективность наножидкости». Наверное, лучше писать эффективность канала при течении наножидкости. 2. Канал (труба) на рабочем участке нагревается омическим способом. Учитывались ли потери через изоляцию в окружающую среду? П.3 методики обработки экспериментальных данных это не показывает! Как соотносятся тепловые потоки по п.3 и по п.7 методики? 3. В работе оценивается погрешность измерений. Уже давно перешли по ГОСТ 34100.3-2017 на оценку неопределенности. 4. Существует ли разброс размеров частиц в партии? Насколько правомерно было считать размер частиц точным, как он выбирался, какое распределение по размерам в партии частиц? Показано, что плотность наножидкости определялась расчетно через массовую долю. Была ли проверка плотности экспериментально, через взвешивание? Совпадают ли значения? 5. Почему обсуждение результатов проведены по перепаду давления, а не по коэффициентам гидравлического сопротивления? Лучше переходить на безразмерные параметры для использования теории подобия. 6. Для инженерных расчетов теплообменного оборудования результаты было бы желательно представлять в обобщенном виде. С графиков считывать уровни

коэффициентов теплоотдачи сложно, особенно со множества графиков, из-за влияния комплекса определяющих параметров.

Отзывы на автореферат:

Д.ф.-м.н. **Бекежановой Виктории Бахытовны**, ведущего научного сотрудника, заведующего отделом дифференциальных уравнений механики ИВМ СО РАН. Отзыв положительный. Замечания связаны с выбором функции плотности наножидкости в численной методике и общностью вывода по результатам 4 главы.

Д.ф.-м.н. **Стрижака Павла Александровича**, профессора Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова, заведующего лабораторией теплопереноса Национального исследовательского Томского политехнического университета. Отзыв положительный. Замечания связаны с необходимостью обозначить ведущие мировые коллективы, работающие по тематике исследования. Не по всем уравнениям можно определить размерности используемых величин. Целесообразно более детально описать границы применимости численной методике теоретического изучения теплообмена магнитных наножидкостей.

К.т.н. **Мироновой Марины Викторовны**, ведущего инженера лаборатории поверхностных теплообменных аппаратов АЭС, ТЭС, промышленных энергоустановок и систем теплоснабжения ОАО «НПО ЦКТИ». Отзыв положительный. Замечания связаны с недостаточно акцентированным вниманием на полученной тепловой эффективности с гладкими трубами и недостаточной информации о численных методах и порядке схем дискретизации.

Д.т.н. **Терехова Виктора Ивановича**, профессора, главного научного сотрудника ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Заслуженного деятеля науки РФ. Отзыв положительный. Замечания связаны с использованием размерных величин для представления экспериментальных данных, не указано использовалось значение вязкости для чистой жидкости

или с добавкой наночастиц при расчете числа Рейнольдса и материал исследуемых труб, а также от чего зависит неопределенность измерения локальной теплоотдачи за счет продольных перетечек тепла.

Д.ф.-м.н. **Белкина Александра Анатольевича**, доцента, заведующего кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВО «НГАСУ (СИБСТРИН)». Отзыв положительный. Замечания связаны с тем, что представленная на рис. 9 зависимость трудно читаемая и не дает возможности разобраться с вопросом теплогидравлической эффективности наножидкостей, отсутствием факторов, кроме погрешности измерительных систем, которые влияют на точность описываемых измерений, а также необходимостью более подробного описания конфигурации используемого в экспериментах магнитного поля.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются признанными высокопрофессиональными специалистами в области гидродинамики и теплообмена, а ведущая организация занимается численными и экспериментальными методами исследования гидродинамики и теплообмена в каналах с перспективными типами интенсификаторов теплообмена.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлены основные факторы, от которых зависит теплогидравлическая эффективность наножидкостей в различных режимах течения. Показано, что, варьируя материал, концентрацию и размер наночастиц, входную температуру теплоносителя и вид базовой жидкости, можно добиться эффективной интенсификации теплообмена при вынужденной конвекции наножидкостей в гладких круглых каналах в ламинарном и турбулентном режимах течения;

впервые показано, что наножидкости в гладких каналах имеют теплогидравлическую эффективность, сопоставимую с теплогидравлической эффективностью воды в каналах с поверхностными интенсификаторами теплообмена;

Исследованы локальные и интегральные характеристики течения. **установлено**, что при помощи магнитного поля можно дополнительно интенсифицировать теплообмен магнитных наножидкостей на 40–80 %. С помощью PIV-метода, тепловизионных измерений и численного моделирования показано, что основной причиной аномально высокого повышения коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции магнитной наножидкости в магнитном поле являются формирующиеся в канале локальные отложения из наночастиц, которые приводят к значительному вихреобразованию и изменению локальной структуры потока; **разработана** модель для описания течения и теплообмена наножидкостей в неоднородном магнитном поле на основе эйлера двухкомпонентного подхода с односкоростным приближением (инерционно-диффузионная модель). **Впервые** проведено тестирование данного подхода на данных PIV-измерений. Показано удовлетворительное качественное и количественное согласие расчета и эксперимента.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- разработанная соискателем новая математическая модель может быть использована для описания течения и теплообмена наножидкостей в неоднородном магнитном поле на основе эйлера двухкомпонентного подхода с односкоростным приближением;
- с помощью разработанной математической модели и PIV-метода установлен новый механизм аномально высокого повышения коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции магнитной наножидкости в магнитном поле.

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

- экспериментально обосновано применение наножидкостей для интенсификации конвективного теплообмена, установлены основные факторы, от которых зависит теплогидравлическая эффективность наножидкостей в различных режимах течения;

– при помощи магнитного поля можно дополнительно интенсифицировать теплообмен магнитных наножидкостей на 40–80 %.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– результаты получены путем использования поверенных измерительных приборов, современных аппаратных и программных средств для обработки данных;

– согласованием полученных результатов с известными в литературе данными, использованием физически обоснованных математических моделей и результатами их систематического тестирования и сопоставления с эталонными решениями и экспериментами.

Личный вклад соискателя заключается в создании экспериментального стенда, выполнении тестовых опытов и основной программы экспериментов по теплоотдаче и гидравлическому сопротивлению, обработке и анализе результатов экспериментов, проведении численного моделирования процессов теплообмена, формулировке выводов; подготовке основных публикаций.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие **критические замечания**: 1. В разделе о личном вкладе диссертанту следует более подробно и четко очертить собственный вклад по Главе 3 диссертации. Формулировки о личном вкладе “Часть экспериментальных исследований вынужденной конвекции наножидкостей в гладких каналах проводилась совместно с научным руководителем Минаковым А.В.” в данном случае недостаточно. Некоторые результаты встречаются в данной диссертации и в диссертации его научного руководителя Минакова А.В.

Соискатель: Моя работа посвящена изучению теплогидравлической эффективности наножидкостей при конвективном теплообмене и поиску условий, при которых применение наножидкостей будет наиболее эффективно. Также проведено сопоставление теплогидравлической эффективности в гладких каналах с другими способами интенсификации конвективного теплообмена. В работе моего научного руководителя проведено обобщение

результатов изучения вынужденной конвекции наножидкости, но при этом вопросы теплогидравлической эффективности в ней не рассматриваются.

2. В разделе “апробация и публикации” Гузей Д.В. указывает 14 статей в журналах из списка ВАК, опубликованных по материалам представленной диссертации. Однако из 14 работ 11 уже были отмечены в диссертации научного руководителя Минакова А.В., как опубликованные по результатам его (Минакова А.В.) исследованиям. Диссертанту стоит четко обозначить, какова доля результатов именно его диссертации в данных статьях. Во-вторых, стоит кратко описать вклад основных соавторов (если он достоин упоминания).

Соискатель: Задача изучения теплогидравлической эффективности наножидкостей требует проведения комплексных экспериментальных исследований, включающих вопросы приготовления наножидкостей, характеризацию наночастиц и самим наножидкостей, измерения размеров наночастиц, дзета-потенциала, коллоидной устойчивости, измерения коэффициентов переноса наножидкостей, измерения коэффициентов теплоотдачи и перепада давления. Кроме того, для изучения использовались различные расчетные и экспериментальные методики и подходы. Эти и объясняется наличие нескольких соавторов. В опубликованных работах, как и в моей диссертации, использовались данные по теплофизическим свойствам наножидкостей, измерение которых проводились Пряжниковым М.И. и Лобасовым А.С. Постановка задачи исследования коэффициентов теплоотдачи в гладких каналах выполнена совместно с научным руководителем и Рудяком В.Я. Измерения коэффициентов теплоотдачи в гладких каналах выполнены совместно с научным руководителем. Жигарев В.А. участвовал в процессе тестовых и отладочных экспериментов, а также участвовал в подготовке экспериментальной установки.

3. Во введении, в разделах “научная новизна” и “практическая значимость” автор диссертации пишет: “Впервые экспериментально обосновано применение наножидкостей для интенсификации конвективного теплообмена в

гладких круглых каналах...”. Необходимо подробное объяснение, какой именно аспект, по мнению диссертанта, сделан впервые, т.к. аналогичные экспериментальные работы по изучению конвективного теплообмена с использованием наножидкостей в гладких круглых каналах проводятся уже довольно давно, и в литературе можно найти десятки работ с аналогичными экспериментами и результатами (как отмечает в обзорной Главе 1 и сам автор).

Соискатель: Действительно, до этого существовало большое количество работ, в которых исследовались коэффициенты теплоотдачи отдельных наножидкостей. В некоторых немногочисленных работах также приводятся данные о потерях давления при прокачивании наножидкости. Систематических исследований именно теплогидравлической эффективности наножидкостей ранее не было. В моей диссертации вопрос о теплогидравлической эффективности применения наножидкостей при конвективном теплообмене был систематически изучен впервые.

4. Диссертантом сделан вывод о теплогидравлической эффективности наножидкостей в целом, хотя в разделе изучается всего одна конкретная наножидкость – на основе оксида циркония. Может ли автор показать, что данный вывод будет справедлив для любых наножидкостей? Если нет, считаю, что вывод стоит немного переформулировать.

Соискатель: Действительно. Данный вывод сделан на основании изучения конкретной наножидкости. В тоже время в работе было показано, что эффективность наножидкости зависит от большого количества факторов и управляется выбором материала, размера и наночастиц, поэтому данный вывод можно рассматривать как общий.

С остальными замечаниями, которые относятся к погрешности измерений, необходимости учета потерь тепла по длине измерительной секции, необходимости использования в эксперименте безразмерных параметров, наличием неправдоподобно высоких значений теплогидравлической эффективности в цитируемых в диссертации работах, недостаточным освещением роли других

научных коллективов, недостаточным обоснованием сеточной сходимости и описанием численной схемы, отсутствием данных о потерях тепла через изоляцию стенок канала диссертант частично согласился и частично привел собственную аргументацию.

На заседании 24 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение за решение задачи, имеющей значение в области механике дисперсных сред присудить Гузей Д. В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 12 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Фомин Василий Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гапонов Сергей Александрович

27 июня 2022 г.