

**Отзыв**  
**научного руководителя**  
на диссертацию Миронова Александра Александровича  
на тему «Теплообмен и гидродинамика при течении однофазного  
теплоносителя в щелевых каналах с поверхностными вихрегенераторами  
различной формы»  
по специальности 2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Миронов Александр Александрович, 1993 года рождения, В 2015 году окончил бакалавриат ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева-КАИ» по направлению 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника. С 2015 года он поступил в магистратуру по направлению 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника, которую окончил в 2017 году.

Научно-исследовательская деятельность Миронова А.А. началась в рамках студенческой научно-исследовательской работы в 2014 году. Во время учебы в магистратуре Миронов А.А. работал инженером в лаборатории моделирования физико-технических процессов кафедры теплотехники и энергетического машиностроения ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева-КАИ» и выполнял научную работу в рамках договора с МОН РФ № 14.Z50.31.0003 от 04.03.2014, в рамках реализации Постановления Правительства РФ №220, по привлечению ведущих ученых в вузы РФ (Ведущий ученый – д.ф.-м.н. С.А.Исаев). Научная работа в лаборатории была продолжена в 2014-2018 гг. и после поступления в аспирантуру. В период 2019-2022 годы Миронов работал в лаборатории МФТП в должности инженера по выполнению работ по грантам РФФИ №18-38-00356, 20-58-04002 и Соглашению с МОН РФ № 075-03-2020-051/3. В настоящее время Миронов А.А. инженер данной лаборатории в рамках Соглашения с МОН РФ № 075-03-2023-032.

Научное направление Мироновым А.А. было выбрано в 2014 году и продолжается по настоящее время, а результаты многолетней работы стали основой для диссертационной работы соискателя - исследование теплообмена и гидродинамики при течении однофазного теплоносителя в щелевых каналах с поверхностными вихрегенераторами различной формы.

В ходе работы получены новые экспериментальные данные значений коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления при течении однофазного теплоносителя в щелевых каналах с поверхностными вихрегенераторами различной формы - овально-траншейными, овально-дугowymi выемками и выемками в форме бумеранга; получены новые экспериментальные данные; графические и обобщающие зависимости для коэффициентов теплоотдачи и гидросопротивления в каналах с много- и однорядными системами указанных вихрегенераторов-интенсификаторов



теплоотдачи. Обобщение данных проведено с использованием метода полиномиальной линейной регрессии и сконструированной и обученной модели нейронной сети для обобщения значений коэффициентов теплоотдачи и гидросопротивления.

Проведены исследования течения и локального теплообмена на поверхности в окрестности рассмотренных интенсификаторов с использованием высокоскоростной видеосъемки и тепловизионной съемки инфракрасной камерой, позволяющие обосновать выбор формы интенсификатора и механизмов интенсификации.

Необходимо отметить, что на все рассмотренные новые формы и рациональные размеры вихрегенераторов-интенсификаторов теплоотдачи получены патенты РФ на изобретения с участием А.А.Миронова.

Диссертационная работа носит практический характер и направлена на создание научных основ разработки высокоэффективных теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов для энергетики и промышленности, транспортных систем.

Постановка цели и задач исследования сформулированы автором совместно с руководителем. При анализе и обобщении данных по гидравлическому сопротивлению и теплоотдаче совместно использованы данные исследований автора и С.А.Исаева, заимствованные из открытой научной литературы с соответствующими ссылками. Автором лично проведен критический анализ описанных в литературе экспериментальных исследований процессов интенсификации теплоотдачи; получены рекомендации и обобщающие зависимости для расчета величин коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления; разработан алгоритм и программа на основе применения искусственных нейронных сетей; предложены рациональные параметры поверхностей с различными типами вихрегенераторов. Поверхности с вихрегенераторами изготовлены автором. При содействии С.А.Исаева проведено обучение технике использования вычислительных технологий и постановка численных исследований. Численные исследования и их анализ проведен автором самостоятельно.

Работа опубликована в 5 статьях в журналах, рекомендованных ВАК для кандидатских диссертаций, 3 статьях в журналах, входящих в список цитирования SCOPUS, 1 статье в международном журнале, 19 тезисах докладов на международных и всероссийских конференциях, 3 патентах РФ на изобретения.

Миронов А.А. сдал кандидатские экзамены, подготовил все необходимые для защиты диссертации документы. Диссертация и автореферат оформлены согласно требованиями ВАК РФ.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.4.6 - теоретическая и прикладная теплотехника по п.5 - научные основы и методы интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты. Процессы тепло- и массообмена в оборудовании, предназначенном для производства, преобразования, передачи и потребления теплоты; и п.4 - процессы переноса массы, импульса и энергии при свободной и вынужденной

конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей и характеристик теплопередающих поверхностей, в одно- и многофазных системах и при фазовых превращениях. Радиационный теплообмен в прозрачных и поглощающих средах.

При выполнении диссертационной работы Миронов А.А. проявил себя дисциплинированным, целеустремленным и активным молодым ученым, способным самостоятельно решать актуальные научные задачи.

### **Заключение.**

1. Диссертационная работа Миронова Александра Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней и содержит решение научной задачи, имеющей важное значение для повышения эффективности теплотехнических и теплоэнергетических установок.
2. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит научные результаты и положения для публичной защиты, которые свидетельствуют о научной ценности и практической значимости полученных в ходе исследований результатов.
3. Миронов Александр Александрович является сформировавшимся ученым и заслуживает присвоения ему степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6 – теоретическая и прикладная теплотехника.

Научный руководитель,  
доктор технических наук,  
профессор, член-корреспондент АН РТ,  
профессор кафедры теплотехники и  
энергетического машиностроения  
ФГБОУ ВО «Казанский  
национальный исследовательский  
технический университет  
им.А.Н.Туполева-КАИ»



Попов  
Игорь Александрович

Подпись   
заверяю. Начальник управления  
делопроизводства и контроля



1.10.2024