

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу **Кузнецова Дениса Владимировича «Влияние пористых покрытий на теплообмен и развитие кризисных явлений при кипении азота, включая режимы нестационарного нагрева и охлаждения»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника.

Кузнецов Д.В. работает в лаборатории низкотемпературной теплофизики ИТ СО РАН с 2013 года, где успешно выполнил и защитил сначала бакалаврскую, а затем магистерскую работы. С 2015 по 2019 год он проходил обучение в очной аспирантуре ИТ СО РАН по направлению 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника». В период подготовки диссертации с 2016 по 2025 год Кузнецов Д.В. работал в лаборатории в должности инженера-исследователя и младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа Кузнецова Д.В. посвящена экспериментальному исследованию теплообмена и развития кризисных явлений при кипении жидкого азота на поверхностях с пористыми покрытиями, полученными различными методами. В работе представлены новые данные о влиянии микроструктурных параметров покрытий на интенсивность теплоотдачи, величину критического теплового потока (КТП), на динамику парообразования в условиях стационарного и ступенчатого тепловыделений, а также при пленочном охлаждении сильно перегретой пластины.

Кузнецовым Д.В. проведено комплексное исследование теплообмена при кипении азота на поверхностях с покрытиями, созданными методами направленного плазменного напыления, 3D-печати и микродугового оксидирования (МДО) как в условиях атмосферного, так и пониженных давлений. Показано, что наличие пористых покрытий приводит к значительной интенсификации теплообмена (до 6 раз для 3D-печати) и увеличению КТП (более чем на 70% для плазменного напыления) в условиях стационарного тепловыделения. Также им было показано, что существенное снижение давления может приводить к уменьшению степени интенсификации теплообмена на исследованных пористых покрытиях по сравнению с гладким нагревателем и даже к отсутствию эффекта от модификации поверхности для метода микродугового оксидирования.

Кузнецовым Д.В. впервые было показано, что наличие структурированных капиллярно-пористых покрытий, полученных методом направленного плазменного напыления, на поверхности нагревателей приводит к вырождению развития кризиса кипения при резком нарастании мощности тепловыделения для жидкого азота при тепловых потоках менее $q_{кр.1}$. Более того, наличие таких покрытий значительно увеличивает время перехода к закризисному теплообмену по сравнению со случаем гладкого нагревателя без покрытия (в ряде случаев, более чем на порядок). В условиях пленочного течения азота при охлаждении сильно перегретой медной пластины, модифицированной данным методом, было показано значительное сокращение (более чем в 3 раза) времени полного охлаждения по сравнению с гладким нагревателем.

Диссертация Кузнецова Д.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую современные методы решения актуальных задач экспериментальной науки. Полученные в работе новые экспериментальные данные важны в первую очередь для разработки и изготовления функциональных поверхностей применительно к задаче интенсификации теплообмена и увеличения критических тепловых потоков при кипении жидкости. Исследование различных методов модификации, а также микроструктурных параметров покрытий, позволяет

выработать рекомендации для определения наиболее оптимальных геометрических параметров структур и морфологии поверхностей при заданных приведенных давлениях в системах с фазовыми превращениями. Использование азота в качестве рабочей жидкости позволяет применять полученный массив экспериментальных данных и предложенные рекомендации при разработке систем охлаждения и термостабилизации высокотемпературных сверхпроводящих устройств (ВТСП). Особенно актуальными для практических приложений в данной области являются результаты, полученные на МДО-покрытиях ввиду их высоких электроизоляционных и прочностных свойств. Полученное вырождение нестационарного критического теплового потока при кипении азота на ТКП-покрытиях позволяет разрабатывать теплообменные системы, в которых отсутствует более раннее наступление кризиса теплоотдачи (и, как следствие, термическое разрушение оборудования) по сравнению с рассчитанными значениями в условиях стационарного тепловыделения.

За время работы Кузнецов Д.В. успешно освоил комплекс современных методов исследования процессов тепло- и массообмена, в том числе, при кипении криогенных жидкостей. Им лично разработаны и модернизированы узлы экспериментального стенда для проведения опытов при кипении азота в условиях субатмосферных давлений на нагревателях с различной геометрией. Все описанные в диссертационной работе экспериментальные данные, их обработка и анализ получены Кузнецовым Д.В. либо лично, либо при непосредственном участии в составе научного коллектива. Материалы диссертационной работы Кузнецова Д.В. опубликованы в ведущих и международных научных изданиях, среди которых журналы «International Journal of Heat and Mass Transfer», «Journal of Engineering Thermophysics», «Теплофизика Высоких Температур», «Теплофизика и Аэромеханика» и др. Всего по материалам кандидатской диссертации опубликованы 14 журнальных публикаций, все из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК. Кузнецов Д.В. активно и успешно участвовал в выполнении целого ряда проектов РФФИ, РНФ, Минобрнауки РФ и государственных заданий, в том числе, в качестве руководителя (проект РФФИ № 18-38-00726 мол_а).

Кузнецов Д.В. проявил себя как целеустремленный творческий научный сотрудник, активно участвующий в актуальных исследованиях, написании журнальных статей и выступающий на различных конференциях, и за время работы в лаборатории низкотемпературной теплофизики вполне сформировался как самостоятельный перспективный исследователь.

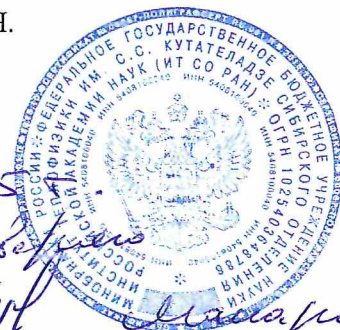
Считаю, что диссертационная работа Кузнецова Дениса Владимировича в полной мере соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор, без сомнения, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Научный руководитель:

Заведующий лабораторией
низкотемпературной теплофизики ИТ СО РАН,
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Александр Николаевич Павленко.

ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН.
Лаборатория низкотемпературной теплофизики.
Просп. Акад. Лаврентьева, 1, Новосибирск, 630090.
Тел. +7 (383) 328-43-87; e-mail: pavl@itp.nsc.ru
<http://www.itp.nsc.ru>



Александр Павленко А.Н. уполномочен
Заведующий лабораторией ИТ СО РАН
к.ф.-м.н.

Александр Павленко А.Н.