



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Технологического
университета Таджикистана

_____ д.т.н. Амонзода И.Т.

«27» _____ 02 2023г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Джумаева Саиджахфара Сафаралиевича «Влияние углеродных нанотрубок на изменение теплопроводности и теплоемкости хладагентов при различных температурах и давлениях, включая критическую область», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (технические науки)

Актуальность темы выполненной работы

Проведение исследований в области теплофизических свойств (теплопроводность, удельная изобарная теплоемкость) веществ носит многолетний характер. Производительность и интенсификация технологических процессов напрямую имеет зависимость от направленности потоков тепла и массы, а также и от правильной постановки выполнения химических взаимодействий.

С целью развития техники, технологии и оптимизации соответственных процессов, протекающих в них необходимо обладать, обоснованной научными положениями, достоверной информацией, пригодной для инженерно-конструкторских расчетов, а подобная информация в свою очередь нуждается в сведениях о теплофизических свойствах рабочего вещества, охватывающих значительный диапазон изменения параметров состояния. Исходя из этого следует, что дальнейшее развитие исследовательских работ в изучении теплопроводности и теплоемкости рабочих веществ закладывает основу для совершенствования соответственных процессов и позволяет обеспечить надежность конструктивных разработок.

Получение каких-либо материалов с предварительно заложенными параметрами и свойствами, требуемых для дальнейшей разработки и модернизирования большинства отраслей народного хозяйства, а также и интенсификации научно-технического прогресса, в условиях отсутствия соответствующей информации об их свойствах маловероятно. Отсутствие подобных знаний может негативно влиять на качество конечного продукта, а от степени их достоверности зависит эффективность последующих исследований. К наиболее значимым свойствам теплофизических характеристик веществ, входят: теплопроводность и теплоёмкость веществ.

Растворы, включая растворы хладагентов либо жидких, либо газообразных во всем своем многообразии, представляют собой достаточно распространенные рабочие тела во многих отраслях современной техники в качестве теплоносителей и химических реагентов.

Среди прочих, относительно значимых параметров газов и жидкостей, от которых зависят решения большинства теоретических и прикладных задач, принято считать теплопроводность и теплоемкость. Наиболее весомый вклад они вносят в расчетах тепло- и массообмена большинства теплотехнических и теплотехнологических устройств, способствующих логическому объяснению происходящих в них процессов.

Главным источником теплофизических (теплопроводность и теплоемкость) характеристик хладагентов (изобутана), и в чистом виде, и с различным содержанием наночастиц, на сегодняшний день считаются экспериментальные данные. Экспериментально полученная информация носит практический и прикладной характер не только для производства, но и для науки при совершенствовании и разработке новых расчетно-теоретических способов изучения теплофизических характеристик.

Общая характеристики работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 185 страницах компьютерного текста, содержит 79 рисунков, 44 таблиц, 193 наименований использованной литературы, 11 страниц приложения.

В первой главе приводятся обзор литературы и основные физико-химические характеристики исследуемых жидких углеводородов (диэтиловый эфир, глицерин, вода и одностенные и многостенные углеродные нанотрубки (ОСУНТ и МСУНТ), нанопорошки кремниевой кислоты H_2SiO_3) и их механических смесей, а также процесс их старения при эксплуатации, ставятся задачи настоящего исследования.

Первая глава отведена обзору, соответствующему изложенной и разрабатываемой тематике, результатов теоретико-экспериментальных исследований *n*-бутана, изобутана, одно- и многостенных углеродных нанотрубок.

Во второй главе дано полное описание схем, принципов и методик работ, основных и вспомогательных элементов опытных устройств, применяемых для соответствующих экспериментальных исследований. Также в главе изложена полная методика расчета погрешности измерений предложенных экспериментальных установках.

В третьей главе приведены результаты экспериментов по теплопроводности и теплоемкости чистых *n*-бутана и изобутана, а также с некоторым содержанием одно- и многостенных углеродных нанотрубок в широкой области изменения параметров состояния (*T,P*).

В четвертой главе представлена обработка полученных результатов экспериментов, соответствующие методы и способы, на основе которых и выполнена данная обработка.

Степень разработанности темы исследования

вопросами исследования ТФС химически чистых жидких веществ и их растворов с добавками различных наночастиц и без них, а также под влиянием различных температур и давлений занимались и занимаются как зарубежные, так и отечественные ученые и исследователи. К таковым относятся экспериментальные работы Гусейнова К.Д., Рудяка В.Я., Терехова В.М., Чои, и др. и теоретические Гамильтона, Кроссера, Хашина–Штрикмана, Максвелла, Леннарда-Джонса, Вика–Чендлера–Андерсена и др. Понятие критической точки известно еще с 19 века, а точки фазового перехода еще раньше, но работы, посвященные практическому использованию явлений проходящих в области выше критической точки и фазового перехода начали появляться во второй половине 20 века. Теоретическим основам явлений в сверхкритической области посвящены работы Ландау Л.Д., Левцитца Е.М., Анисимова М.А., Пакровского В.Д., Жузе Т.П., Абдулагатова И.М., Усманова А.Г., Амирхонова Д.Т., Кислева С.Б., и др. Исследованию теплопроводности жидкостей при различных фазовых переходах посвящен ряд работ, в том числе Гобулова Д.М., Нагащими Т.С., Ахундова, Мустафоева Р.А., Гусейнова К.Д., Сафарова М.М., Маджидова Х.М., Тарзиманова А.А., Родель Дж. Н., Таузина Р.П., и др. (справочник по теплопроводности жидкостей и газов (под. Ред Н.Б.Варгафтика. М. Энергоатомиздат, 1990,-352с)).

Таким образом, процесс теплопереноса частично изучен, однако до сих пор остаются большое количество неизученных вопросов касательно изменения свойств отдельных классов органических жидкостей как с добавкой, так и без добавки наночастиц.

С учетом изложенного выше, нами выполнен ряд экспериментальных исследований по изучению теплопроводности и теплоемкости изобутана в жидкой и газовой фазах при изменении температуры, давления и концентрации нанодобавок (ОСУНТ и МСУНТ).

Научная новизна работы

Полученные в ходе проведения диссертационного исследования результаты обладают научной новизной, а именно:

1. Проведены опытные исследования по теплопроводности (λ), теплоемкости (C_p) образцов системы изобутан с добавкой одно- и многостенных углеродных нанотрубок (до 2,5%) в интервале изменения температуры (280-630)К и давлений (0,101-49,01)МПа.

2. Получены эмпирические и корреляционные зависимости $\lambda = f(C_p)$, P - λ - T .

3. По итогам опытных исследований и с помощью аппроксимационных зависимостей были реализованы тепловые расчеты парогенераторов и холодильных установок.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Составлены подробные таблицы ТФС технически важных веществ (растворов изобутана) при температурах от 293К и до 630К, а также изменении давления от 0,101МПа и до 49,01МПа, которые предложены для применения проектным организациям и в различных химико-технологических процессах в теплоэнергетической и машиностроительной промышленности.

2. Результаты проведенных исследований по теплопроводности и теплоемкости растворов изобутана внедрены в Институте промышленности Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан при выполнении расчетов модельных реакторов и технологических процессов при создании холодильных установок, а результаты опытов представлены в качестве справочных (акт внедрения прилагается).

3. Предложенные установки для измерения теплоемкости и теплопроводности растворов используются в научной и учебной лабораториях кафедры «Теплотехника и теплоэнергетика» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, на кафедре общей физики Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни различными деятелями разных уровней науки при выполнении диссертационных работ и студентами при выполнении дипломных, курсовых, а также лабораторных работ (акты внедрения прилагаются).

Методология и методы диссертационного исследования

Для проведения научного исследования мы воспользовались методом цилиндрического бикалориметра для изучения теплопроводности, а теплоемкость исследована на установке М.М.Сафарова и его учеников.

Степень достоверности и апробацию результатов

Достоверность проведенных опытных работ обеспечивается:

-использованием испытанных и апробированных измерительных устройств, обладающих хорошей воспроизводимостью опытных результатов, а также согласованностью опытных данных, как с литературными, так и с результатами расчетных исследований;

-согласием полученных данных с известными параметрами, которые получены по итогам независимых исследований с применением других методик физико-химического анализа;

-полным метрологическим снабжением опытных устройств, адекватным применением теории измерений, теории погрешностей, с использованием

традиционных устройств; повторимостью полученных результатов; соответствием расчетных данных теплопроводности и теплоемкости с экспериментальными данными;

- корректной математической моделью, отражающей физические процессы и проверенным математическим аппаратом, с помощью которого выполняется численное решение дифференциальных уравнений процесса тепло- и массопереноса.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа и автореферат соответствует паспорту специальности научных работников 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» (технические науки), а именно:

- в части п.5 «Экспериментальные и теоретические исследования однофазной, свободной и вынужденной конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей, режимных и геометрических параметров теплопередающих поверхностей»;

- в части п.7 «Экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и многокомпонентных смесях веществ, включая химически реагирующие смеси»;

- в части п.9 «Разработка научных основ и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты».

Рекомендации по использованию результатов

1. Составлены подробные таблицы теплопроводности, теплоемкости хладагентов системы (н-бутан, изобутан (2-метилпропан) + одно- и многоатомные углеродные нанотрубки) в большой области изменения температуры (293-673)К, давления (0,101–49,01)МПа, а также массовой концентрации нанонаполнителей (от 0 до 2,5%) после 2-х и 50 часов выдержки добавок в хладагенте, который может найти свое применение в технологических оборудовании, теплообменных аппаратах и трансформаторах тепла и т.д.

2. Полученные аппроксимационные зависимости с достаточной эффективностью используются студентами, магистрами и аспирантами кафедры «Общая физика» Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни и кафедры «Теплотехника и теплоэнергетика» ТГУ им. акад. М.С. Осими при реализации своих учебных и научно-исследовательских работ.

3. Результатами опытных исследований теплопроводности, теплоемкости исследуемых хладагентов можно воспользоваться для численного определения коэффициента активности каждого компонента, изучаемой наножидкости.

4. Полученные аппроксимационные зависимости можно использовать для расчета и прогнозирования термодинамических и теплофизических характеристик не изученных на практике названных растворов в большой обла-

сти изменения температуры, давления и концентрации ОУНТ и МУНТ, что позволило заложить основу для конструирования материалов системы конденсирования.

5. Полученные в ходе исследования экспериментальные данные, а также математическая модель для вычисления изменений теплофизических параметров достаточно ощутимо способствует снижению затрат на дорогие эксперименты и приобретения соответствующего дорогостоящего оборудования.

Замечания по диссертационной работе

1. В качестве методов исследования теплопроводности образцов использованы два метода монотонного разогрева и метод регулярного теплового режима, однако из диссертации непонятно почему выбраны именно эти методы исследований?
2. Непонятно как определялась пригодность применения метода монотонного разогрева регулярного теплового режима второго рода, для измерения теплоемкости и метода а-калориметра для измерения теплопроводности исследуемых хладагентов с добавлением углеродных нанотрубок в различной области изменения температур и давления?
3. В каком виде существовала смесь ОСУНТ и МСУНТ + исследуемое вещество в газовой фазе?
4. В тексте автореферата и диссертации имеются опечатки и грамматические ошибки.

Заключение по работе

Приведенные выше замечания носят, в основном, рекомендательный характер. Поэтому, они никак не влияют на основные идеи и содержания самой работы и его сути. Диссертация Джумаева Саиджахфара Сафаралиевича «Влияние углеродных нанотрубок на изменение теплопроводности и теплоемкости хладагентов при различных температурах и давлениях, включая критическую область», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная фундаментальная и прикладная задача о влиянии углеродных нанотрубок и хладагентов на изменение теплофизических свойств в критическую область.

Считаю, что диссертационная работа на тему «Влияние углеродных нанотрубок на изменение теплопроводности и теплоемкости хладагентов при различных температурах и давлениях, включая критическую область», соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым кандидатским диссертациям, а соискатель Джумаев Саиджахфар Сафаралиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на заседании кафедры "Физика и технические дисциплины" Технологического университета Таджикистана (Протокол № 6 от « 04 » февраля 2023г.).

Председатель, д.т.н., и.о. проф.

Гафарова А.А.

Эксперт: Зав. кафедрой физики и технических дисциплин, к.т.н. доц.

Хакёров И.З.

Секретарь, к.ф-м.н., и.о. доц.

Кодиров А.Н.

Адрес: 734055, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Н. Карабаев 63/3, Технологического университета Таджикистана.

Тел: (+992-37) 234-79-90 Email: info@tut.tj web: www.tut.tj

Подписи Гафарова А.А., Хакёров И.З.
и Кодирова А.Н. заверяю:
Заведующий ОК и СР ТУТ



Н.А. Бухориев