

# Лиховцов Павел Андреевич



**Направление подготовки:** 16.06.01 Физико-технические науки и технологии

**Специальность:** 05.04.03 Машины и аппараты, процессы холодильной, криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения

**Факультет:** Энергомашиностроение

**Кафедра:** Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения

**Срок обучения в аспирантуре:** 20.10.2014 – 19.10.2018

**Приказ о зачислении:** № 02.01-04/75 от 06.11.2014

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор Лавров Николай Алексеевич

Родился в 1991 году, окончил кафедру "Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения" МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2014 г. Владею современными вычислительными комплексами: SolidWorks, AutoCAD, MathCAD, HYSYS и т.д. Увлекаюсь микроэлектроникой, программированием, IT-технологиями, авиацией и космонавтикой.

**Контактная информация:** [nowwa2012@yandex.ru](mailto:nowwa2012@yandex.ru)

**Научные интересы:** Теплообменные аппараты, моделирование и расчет процессов теплообмена.

**Достижения:**

- Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», секция «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения», 2014 г.
- Статья «Выбор схемы и определение оптимальных параметров системы охлаждения стенда для проведения низкотемпературных испытаний приборов автоматической межпланетной станции», Лиховцов П. А., Молодёжный научно-технический вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015 г. № 1. С. 13.

**Сведения о публикационной активности:** ссылка на <http://elibrary.ru/item.asp?id=23146079>

**Информация о текущей успеваемости:** ссылка на <https://e-u.bmstu.ru/modules/postgraduate/>

**Тема научной работы:** Изучение процессов теплообмена в высококомпактных теплообменных аппаратах дроссельных микрокриогенных систем на смесевых хладагентах.

**Актуальность темы:** Низкотемпературные дроссельные регенеративные системы находят все большее применение в различных областях промышленности, медицины, микроэлектроники. В связи с этим возрастают и требования к их эффективности.

Как показали исследования, значительно повысить массогабаритные, энергетические характеристики данных систем можно за счет применения в качестве рабочего тела смесевого хладагента. Дроссельные микрокриогенные рефрижераторы при использовании смесей демонстрируют резкое увеличение КПД, который может достигать значений, характерных для криогенных газовых машин сопоставимой производительности.

Однако, следует заметить, что с понижением температурного уровня число компонентов смеси должно быть увеличено, чтобы эффективность дроссельной системы не снижалась, но это ведет к резкому усложнению расчета её элементов. Ранее в подобных системах использовали смеси, состоящие из двух или трех компонентов. На сегодняшний день вычислительные мощности позволяют достаточно быстро рассчитывать свойства сложных многокомпонентных смесей при тех или иных условиях, но всё же существуют определенные препятствия, связанные с расчетом элементов дроссельных систем.

Одним из основных элементов дроссельной микрокриогенной системы является главный теплообменник, от режима работы которого в большой степени зависит эффективность всей установки. Особенностью данного аппарата является то, что в случае смесевого хладагента в нем постоянно происходят фазовые переходы: конденсация компонентов смеси в прямом потоке и кипение в обратном, что приводит к значительному усложнению задачи его проектирования.

Несмотря на большой интерес, который в последнее время проявляется к смесевым рабочим телам, большое количество проблем остается трудноразрешимыми, особенно касающихся поведения и взаимодействия компонентов смеси при различных условиях, сильной зависимости параметров теплообмена при фазовых переходах от большого числа факторов (режимов движения, геометрии каналов и т.д.), что затрудняет создание общей расчетной методики. Кроме того, существующие программные средства,

используемые при проектировании подобных аппаратов, зачастую не имеют возможности внесения правок, уточнений и любых других изменений в алгоритм расчета, что может быть существенным для решения тех или иных специфических задач. Создание же на основе накопленных данных открытых математических моделей не только для различных видов трубчатых, но и обладающих высокой компактностью пластинчато-ребристых и матричных теплообменников послужит основой для дальнейшего совершенствования различных систем на смесевых рабочих телах.

Учитывая сказанное выше, становится очевидным, что для дальнейшего развития этого направления криогенной техники необходимо расширять объем экспериментальных данных по новым смесевым хладагентам, более углубленно исследовать процессы, протекающие в элементах систем на многокомпонентных рабочих телах, создавать надежные методики для проектирования.

#### **Цель работы:**

Целью исследования является расширение спектра экспериментальных данных по процессам в теплообменных аппаратах со смесевыми рабочими телами, в частности регенеративных теплообменниках дроссельных микрокриогенных рефрижераторов, а также создание расчетной модели и методики расчета подобных аппаратов.

#### **Научная новизна:**

Будет представлена:

1. Результатами анализа влияния состава компонентов хладагента, геометрии теплообменной поверхности, характера течения потока рабочего тела на протекание теплообменных процессов.
2. Получением эмпирических зависимостей коэффициентов теплопередачи для ряда многокомпонентных хладагентов.

#### **Практическая ценность:**

Будет состоять в:

1. Создании методики расчета для теплообменных аппаратов с фазовыми переходами на многокомпонентных рабочих телах.
2. Рекомендациях по проектированию оптимальных теплообменных аппаратов, рабочими телами в которых являются многокомпонентные смеси.