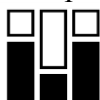


Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия / 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Школа Инженерная школа энергетики

Отделение НОЦ И.Н. Бутакова

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

Тема научного доклада
Тепломассоперенос в термосифонах энергонасыщенного авиационного оборудования
УДК 629.73.06-714.711:536.2

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A4-11	Красношлыков Александр Сергеевич		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор НОЦ И.Н. Бутакова	Логинов В.С.	д.ф.-м.н.		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Заворин А.С.	д.т.н.		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
главный научный сотрудник	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н.		

Аннотация

Одним из основных факторов безопасности полета современных воздушных судов является надежность системы электроснабжения. При проектировании бортовых аккумуляторных батарей основополагающими конструктивными особенностями являются пожаровзрывобезопасность, высокая механическая и электрическая прочности при малой массе и габаритах. Выбор литий-ионных батарей в качестве аварийных источников электроснабжения самолетов Boeing 787 обусловлен, вероятно, рядом преимуществ, таких как: высокая мощность электрического тока; меньший размер и вес по сравнению с батареями с аналогичными характеристиками; превосходные эксплуатационные характеристики. Но применение этих батарей в качестве источников электроэнергии сопряжено с опасностью возникновения возгорания на борту воздушного судна.

Система обеспечения теплового режима аккумуляторных батарей этого типа не разработана. Принятое решение компании Boeing по защите самолета от возгорания (размещение аккумуляторов в металлическом блоке) частично перекрывает достоинство массовой характеристики литий-ионных батарей перед другими типами аккумуляторов. Следует отметить, что в настоящее время не разработана система отвода тепла от аккумуляторных батарей на основе двухфазных замкнутых термосифонов. Экспериментальные исследования таких систем обеспечения теплового режима направлены на оценку теплопередающих характеристик различных вариантов конструкций исследуемого устройства. При этом закономерности протекающих процессов фазовых превращений, кондукции и конвекции не исследованы на уровне, обеспечивающем проектирование энергоэффективного теплообменного оборудования.

Многомерное факторное пространство, соответствующее процессам теплопереноса в условиях интенсивных фазовых превращений при испарении, кипении и конденсации, затрудняет построение по результатам

экспериментов математических моделей, связывающих распределения температур в исследуемой области с группами наиболее значимых факторов (подводимые тепловые потоки, условия теплоотвода на верхней крышке, тип хладагента, размеры парового канала, начальное давление в этом канале, условия движения пленки конденсата, толщина слоя хладагента на нижней крышке и др.). Для решения такого рода сложных задач наиболее целесообразным является применение методов математического моделирования основных закономерностей гидродинамики и теплопереноса в замкнутых двухфазных термосифонах при работе с тепловыми потоками, соответствующими критическим рабочим температурам аккумуляторных батарей воздушных судов, основанных на решении систем уравнений переноса массы, импульса и энергии.

В рамках работы получены распределения температур, линии тока и векторы скорости, отражающие влияние плотности теплового потока на процесс теплопереноса в замкнутом двухфазном термосифоне с использованием программного пакета ANSYS Fluent.

Определены условия, достаточные для охлаждения теплонагруженного оборудования воздушных судов с рассеиваемой плотностью теплового потока до $q_h = 4,34 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$.

Показано, что для обеспечения теплового режима литий-ионных аккумуляторных батарей необходимо обеспечение условия полного заполнения поверхности нагрева хладагентом.

Установлено, что использование воды в качестве хладагента является достаточным условием для поддержания регламентных температур энергонасыщенного авиационного оборудования.

Установлено, что при интенсификации теплоотвода с верхней крышки замкнутого двухфазного термосифона в диапазоне от $3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ до $9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ перепад температур в исследуемой области растет на $3 \text{ }^\circ\text{К}$.

Сформулированные в работе результаты и выводы можно использовать при определении условий, необходимых для создания систем охлаждения

литий-ионных аккумуляторных батарей воздушных судов на базе замкнутых двухфазных термосифонов.