

УДК 536.24

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лопатин А. А., Николаева Д. В.

Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева, г. Казань

Рациональная система охлаждения — залог успешной работы как наземных, так и ракетно-космических систем. Процесс поддержания оптимальной температуры тесно связан с эффективностью работы системы охлаждения и обеспечением интенсифицированного процесса теплоотдачи. Верхним пределом допустимой температуры в данной работе является температура 80С, что связано с прикладной тематикой исследования — охлаждение компонентов радиоэлектронного оборудования, таких как элементы радиосистем, различные приборы обнаружения неполадок, такие как дефектоскопы непрерывного действия. Стоит отметить, что тематика воздушных вынужденно-конвективных потоков не является неизученной. Так, к вопросу охлаждения таких систем, в частности, обращались ученые [1-3]. Однако вопрос рассмотрения в качестве интенсификатора разрезные ребра остается малоизученным.

Экспериментальный стенд, состоящий из имитатора нагревателя; рабочих участков; кожуха трубы, вентилятора и контрольно-измерительных приборов был проиллюстрирован в работе [4]. В экспериментах были протестированы три различных рабочих участка: участок с гладкими ребрами, участок с луночным оребрением и участок с разрезными ребрами. Все ребра на участках расположены концентрически и выполнены из меди марки М1. В ходе работы варьировались мощность нагрева рабочего участка, определяемая величиной показания напряжения на нагревателе, высота поднятия кожуха над рабочим участком и высота участка кожуха. Интенсификация процесса отвода нагреваемого воздуха от рабочего участка была обусловлена работой канального центробежного вентилятора, а во всем сечении кожуха трубы была расположена спрямляющая решетка для устранения вихревых вращений у входа в трубный участок. Скорость движения воздуха определялась по показаниям перепада давления микроманометра.

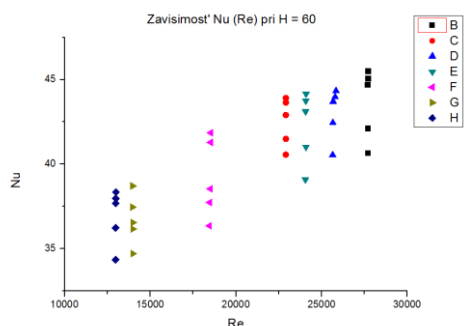


Рис.1. Зависимость числа Nu от числа Re для разрезного оребрения при фиксированной высоте кожуха (60 мм) при различных нагревах и разных скоростях воздуха в кожухе

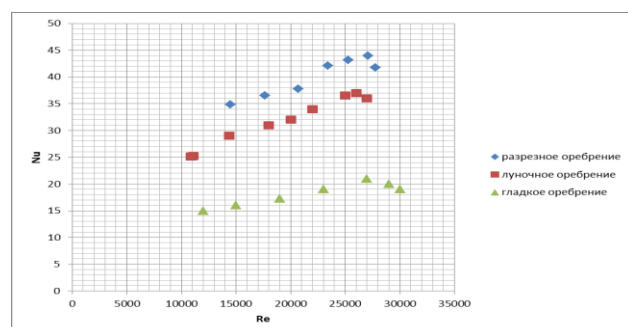


Рис.2. Сравнение гладкого, луночного и разрезного участков оребрения при опущенном кожухе при фиксированном значении мощности нагрева (120 Вт).

На рис. 1 и 2 представлено сравнение разрезного и гладкого оребрения при исследовании зависимостей чисел Нуссельта от чисел Рейнольдса и зависимости перепада давления на рабочем участке от чисел Рейнольдса, из которых наблюдается существенное увеличение теплоотдачи на разрезных ребрах.

Для верификации процессов, описанных в данной работе, было принято решение сопоставить результаты, полученные в ходе эксперимента с результатами, полученными в программных комплексах КОМПАС-3D V14, ANSYS- Meshing, CFX и ЛОГОС. Ход построения:

1. Построение параметрической модели.
2. Построение расчетной сетки вычислительной области.
3. Расчет теплофизической модели — назначение граничных условий. В данном разделе был произведен расчет по моментам и массам, теплообмену и турбулентности

В результате расчетов была определена средняя температура на выходе из канала, области с повышенной турбулентностью, распределения скоростей, давлений и температур. Результаты продемонстрированы на рис.3,4 и 5.

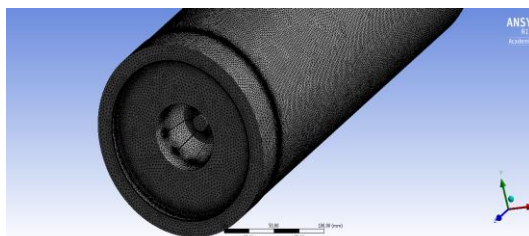


Рис.3. Построение расчетной сетки в Ansys-Meshing

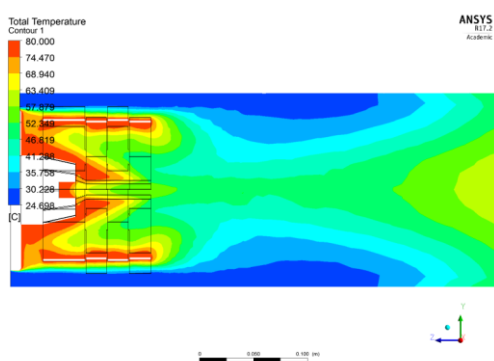


Рис.4. Распределение температур в исследуемой области

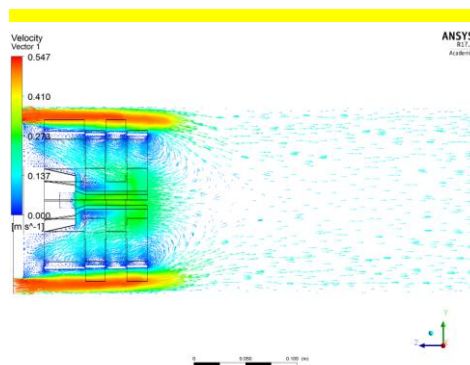


Рис.5. Распределение векторов скоростей исследуемой области.

В результате проведенных исследований по тематике интенсивности тепловых процессов поставленная цель – исследование теплоотдачи при охлаждении радиоэлектронного оборудования – была выполнена. Дальнейшим направлением работы может стать нахождение обобщенных зависимостей исследуемых процессов.

Библиографический список

1. Лопатин, А. А., Осипова, В. И. Результаты экспериментальных исследований кипения фреона R-134a на миниоребранных поверхностях [Текст]/ А. А. Лопатин, В. И. Осипова// Труды Академэнерго. – 2011. -№2.
2. Лопатин, А. А., Гортышов, Ю. Ф. В вопросе об охлаждении теплонагруженных элементов радиоэлектронного оборудования импактными струями фреона [Текст]/ А. А. Лопатин, Ю. Ф. Гортышов // Вестник Самарского государственного

аэрокосмического университета им. Академика С.П.Королёва (национального исследовательского университета). – 2012. -№3-1(34), с.349-358.

3. Optimizing and Predicting CHF in Spray Cooling of a Square Surface I. Mudawar and K. A. Estes J. Heat Transfer 118(3), 672-679 (Aug 01, 1996) (8 pages) doi:10.1115/1.2822685 Received January 10, 1995; Revised April 02, 1995; Online December 05, 2007.

4. Лопатин, А. А., Николаева, Д. В. Исследование возможностей разрезного оребрения в системах охлаждения радиоэлектронного оборудования [Текст]/ А. А. Лопатин, Д, В. Николаева // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики АНТЭ-2015: Международная научно-техническая конференция, 19-21 октября 2015г.Сборник докладов. Казань: Изд-во «Бриг». – 2015. — 754с., с.586-592