

УДК 536.24

ТЕРМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНО-КОНВЕКТИВНЫХ СИСТЕМ С РАЗРЕЗНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ РЕБРА

Лопатин А. А., Николаева Д. В.

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

Конструкция и проектирование современных наземных систем, а также систем авиационного и ракетно-космического базирования неизбежно должны предусматривать рациональные схемы охлаждения компонентов и частей устройств таких систем. Поэтому на первый план выходят вопросы интенсификации процессов теплообмена с целью охлаждения и термостабилизации. В данной статье рассматриваются вопросы воздушно-конвективных систем с температурами поддержания около 80С, таких как, в частности, дефектоскопы непрерывного действия, а также системы автоматики в области радиоэлектронного оборудования.

Несомненно, вопросы охлаждения высокотемпературных компонентов уже обозначались различными учеными ранее. Так, изучению систем охлаждения, основанных на фазовом переходе жидкость-пар, посвящены, в частности, работы [1-5]. Однако наряду с получением высоких коэффициентов теплоотдачи стоит отметить ряд сопутствующих недостатков. Среди них: большое энергопотребление, высокое тепловыделение отбирающих тепло компонентов, сложность конструкции, дороговизна рабочего вещества и большие габариты установок. Этих недостатков не наблюдается при рассмотрении интенсификации воздушно-конвективных систем, к тому же полученные экспериментальные данные коэффициентов теплоотдачи и чисел Нуссельта подтверждают возможность использования таких систем при температурах, не превышающих 80-100С, а вопрос рассмотрения в качестве дополнительного интенсификатора разрезные ребра является малоизученным.

Экспериментальный стенд и принцип работы стенда, состоящего из имитатора нагревателя; рабочего участка; кожуха, частично, либо полностью опускающегося на рабочий участок для создания дополнительного фактора интенсификации и контрольно-измерительных приборов описан в литературе [6]. Опыты проходили в условиях нагрева рабочей области до 80С, при естественной конвекции. В ходе работы варьировались мощность нагрева рабочего участка, определяемая величиной показания напряжения на нагревателе, высота поднятия кожуха над рабочим участком и высота участка кожуха. Заслонка поворотного затвора на выходе из кожуха была в положении «открыто», что дополнительно улучшило процесс выхода рабочего вещества из трубы кожуха. Эксперименты проводились на трех рабочих участках: участок с концентрическими прямыми ребрами, участок с концентрическим луночным оребрением и участок с концентрическими разрезными ребрами.

В ходе проведения экспериментов было обнаружено расслоение по высотам опускания кожуха в отношении зависимости чисел подобия Нуссельта (Nu) от чисел подобия (Ra) при естественной конвекции, которое можно наблюдать на рис.1. На данном рисунке высота кожуха отсчитывается от нижнего основания кромки ребра. Следует отметить, что увеличение общей высоты трубы кожуха также положительно сказывается на улучшении процессов теплоотдачи при размерах кожуха в пределах до 5 размеров рабочего участка. Это объясняется образованием дополнительного конвекционного потока, обусловленного разностью температур воздуха в трубе.

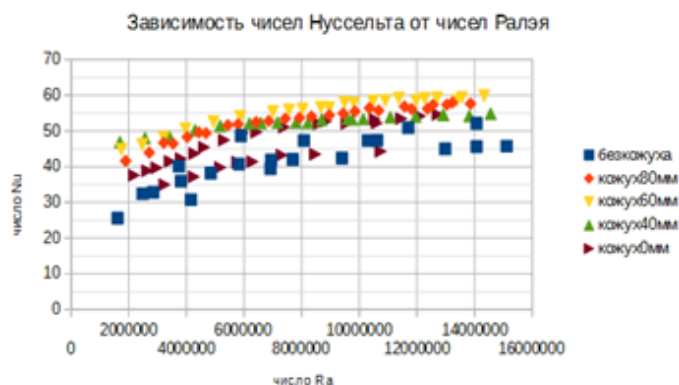


Рис.1. Зависимость числа Нуссельта от числа Ралэя при естественной конвекции, разрезное оребрение, при различных высотах поднятия кожуха

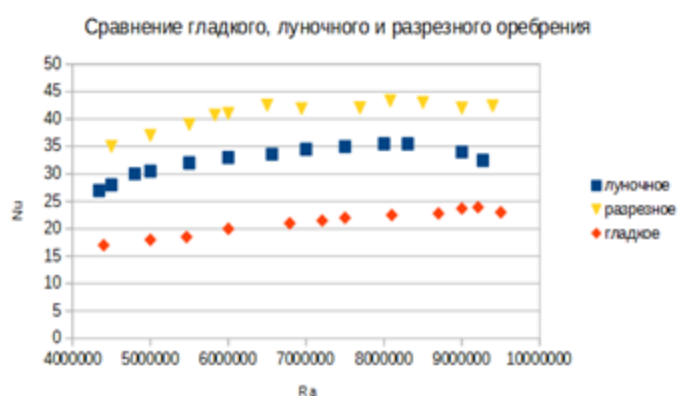


Рис.2. Зависимость числа Нуссельта от числа Ралэя при различных типах оребрения

На рис.2 представлен график сравнения рабочих поверхностей в процессе проведения эксперимента, по которому можно наблюдать эффективность рассматриваемого разрезного типа оребрения.

В результате проведенных исследований по тематике интенсивности тепловых процессов поставленная цель – исследование термических характеристик воздушно-конвективных систем – была выполнена. В ходе работы были выявлены преимущества разрезного оребрения, приведен сравнительный анализ различных типов оребрения, определены оптимальные условия работы для системы охлаждения на основе разрезных ребер. Дальнейшим направлением работы может стать исследование вынужденно-конвективных потоков, а также изучение компьютерного моделирования в программном комплексе ЛОГОС наряду с нахождением обобщения при моделировании подобных процессов.

Библиографический список

1. Лопатин, А. А., Осипова, В. И. Результаты экспериментальных исследований кипения фреона R-134a на миниоребрённых 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. Wolf, D.H., Incropera, F.P., and Viskanta, R., “Local Jet Impingement Boiling Heat Transfer”, Int’l. J. Hat Mass Transfer, Vol. 39, pp. 1395-1406, 1996.
4. 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.
5. Шамирзаев, А. С., Кузнецов, В. В. Теплофизические исследования фазовых переходов при кипении и конденсации в компактном теплообменнике [Текст]/ А. С. Шамирзаев, В. В. Кузнецов // Инновационная наука. – 2016. - №10-2/2016, с.129-132.
6. 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