

УДК 536.24

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ НА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ (ПОПЕРЕЧНО-ОРЕБРЕННОЙ) ПОВЕРХНОСТИ

А.В. Овсянник

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Для повышения компактности и эффективности работы испарителей тепловых насосов, холодильных машин и криогенных установок необходимо повышать их коэффициенты теплоотдачи при пузырьковом кипении с малыми значениями температурных напоров. Повышение эффективности охлаждения электронных приборов возможно в случае повышения коэффициентов теплоотдачи во всей области существования пузырькового режима кипения. Для систем охлаждения двигателей необходимо повышение критических тепловых потоков, а величина коэффициента теплоотдачи часто не имеет первостепенного значения. Увеличение коэффициентов теплоотдачи достигается путем создания на поверхности теплообмена центров парообразования с высокой плотностью или путем нанесения пористых покрытий, а передача больших тепловых нагрузок и, как следствие, увеличение критических тепловых потоков достигается путем развития поверхности теплообмена за счет оребрения, которая, в этом случае, представляет собой неизотермическую поверхность.

Предлагается модель процесса теплообмена при развитом пузырьковом кипении жидкостей, протекающего на ребрах при поперечном (радиальном) их расположении на несущей поверхности.

Рассматривается уравнение теплового баланса для ребра при развитом пузырьковом кипении на нем жидкости. Тепловой поток dQ , передаваемый ребром от несущей поверхности к кипящей жидкости, будет:

$$dQ = dQ_1 + dQ_2.$$

Левая часть уравнения представляет собой количество теплоты, передаваемой теплопроводностью в единицу времени в ребре.

Правая часть уравнения представляет собой количество теплоты, отводимой боковыми поверхностями ребра в единицу времени и расходуемой на парообразование dQ_1 и количество теплоты, расходуемой на преодоление сил инерции dQ_2 , которые удерживают паровой пузырь на теплоотдающей поверхности.

Предполагается, что величина теплового потока dQ_1 , отводимого с боковых поверхностей элемента ребра dx при развитом пузырьковом кипении пропорциональна массе пара dM , поступившего в паровой пузырь с элемента криволинейной поверхности парового пузыря dF , скорости роста парового пузыря $dR/d\tau$, температурному напору между теплоотдающей поверхностью и температурой насыщения кипящей жидкости ϑ и теплоемкости жидкости $c_{ж}$ при температуре насыщения. Тепловой поток dQ_2 пропорционален силам инерции и скорости роста парового пузыря.

Предложенная математическая модель процесса теплообмена при кипении жидкостей на неизотермической (поперечно-оребреной) поверхности была решена методом конечных разностей с экстраполяцией Рихардсона. Полученное распределение температуры и коэффициента теплоотдачи по высоте радиального ребра удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными. Установлено, что интенсивность теплоотдачи на ребре не зависит от профиля ребра при развитом пузырьковом кипении.