

ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ СМЕСЕВЫХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ НА ОРЕБРЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Макеева Е.Н., ст. преп.

Гомельский государственный технический университет
им. П.О. Сухого (Республика Беларусь)

В холодильных установках получили распространение ребристо-трубные испарители, изготавливаемые из труб, оребренных различными способами. Оребрение труб часто применяют для увеличения наружной теплопередающей поверхности.

Применение ребер при отводе теплоты кипящей на них жидкостью приводит к тому, что даже при температурах в основании, соответствующих пленочному режиму кипения, за счет передачи ребром теплоты теплопроводностью и, как следствие, падения температурного напора по высоте ребра, на поверхности ребра существует развитый пузырьковый и переходный режимы кипения. В сочетании с эффектом развития поверхности теплообмена через основание ребра могут быть переданы тепловые потоки, плотностью в несколько раз превышающие $q_{кр1}$ при умеренных температурных напорах. В связи с этим применение оребренных поверхностей для отвода тепловых потоков высокой плотности в кипящую жидкость представляет значительный интерес.

Для этого необходимы достоверные данные о теплоотдаче при кипении холодильных агентов и о факторах, определяющих интенсивность этого процесса. Использование имеющихся в литературе обобщенных уравнений для расчета теплоотдачи кипящих хладагентов без экспериментальной проверки неправомерно из-за специфических условий работы таких испарителей, а также особенностей теплофизических свойств этих рабочих тел.

Целью данной работы является теоретическое и экспериментальное исследование процессов теплообмена при кипении озонобезопасных хладагентов R404a, R407c и R410a на оребренных теплообменных поверхностях с установлением обобщенных зависимостей для определения коэффициентов теплоотдачи. Практической задачей работы является снижение материалоемкости и массогабаритных показателей теплообменных аппаратов холодильных установок.

В данной работе представлены результаты исследования теплообмена при кипении фреонов R404a, R407c, R410a на горизонтальных оребренных трубках. Экспериментальные исследования проводились на экспериментальной установке в условиях свободного движения рабочего тела при давлениях насыщения $p_n=0,9...1,4$ МПа и плотностях теплового потока $q = 5...35$ кВт/м².

Для проведения экспериментальных исследований был изготовлен экспериментальный образец с оребренной поверхностью, представляющий собой горизонтальную трубку из дюралюминия, выполненную путем фрезерования и накатки (рис.).

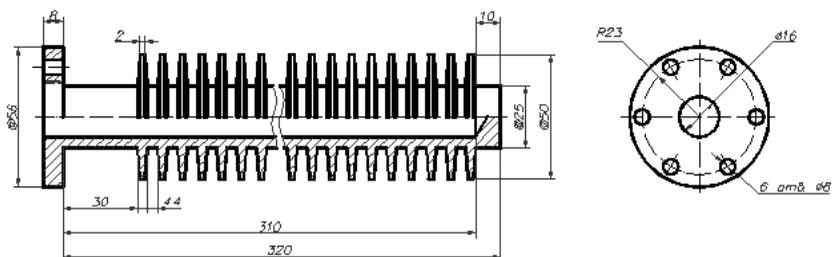


Рисунок – Поперечно-оребренная трубка с трапецевидным профилем ребра

В результате обобщения полученных результатов при кипении хладагентов на оребренных трубках удалось получить общую эмпирическую зависимость для расчета коэффициента теплоотдачи для хладагентов R404a, R407c и R410a:

$$\alpha = 2,3 \cdot p^{0,4} \cdot q^{0,7}.$$

В результате обобщения полученных результатов при кипении хладагентов на оребренных трубках установлено эмпирическое соотношение в размерном виде, позволяющее рассчитать коэффициент теплоотдачи при кипении хладагентов R404a, R407c и R410a в диапазоне подводимых тепловых потоков $5...35$ кВт/м² и давлений насыщения в пределах $0,9...1,4$ МПа в условиях большого объема. Экспериментальные данные удовлетворительно описываются полученным эмпирическим уравнением с погрешностью $\pm 20\%$, что позволяет использовать полученное соотношение для инженерных расчетов испарителей современных холодильных машин.