

А.И. Еришов, Ю.П. Лунчук, А.Е. Рабко

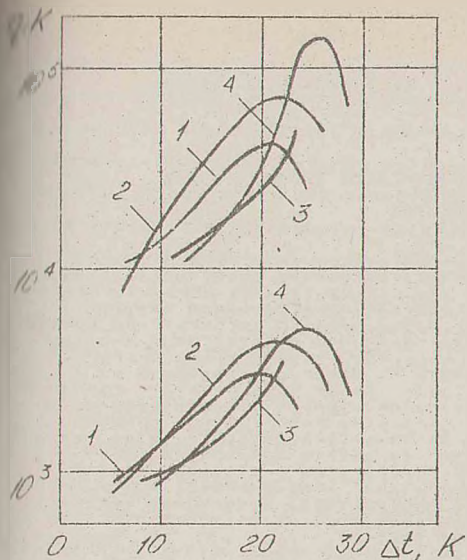
ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В АППАРАТЕ
С ПРОФИЛИРОВАННЫМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

При проведении процессов выпаривания важным является создание направленных контуров интенсивной циркуляции жидкости, что способствует увеличению удельных тепловых нагрузок и эффективности процесса упаривания раствора. Нами выполнены экспериментальные исследования закономерностей теплообмена в горизонтальной нагревательной камере с различным расположением профилированных греющих элементов, способствующих образованию направленной циркуляции жидкости и сводящих к минимуму температурные потери на гидростатический эффект. Упариваемой средой служила вода. Спыты осуществлялись на модели выпарного аппарата с горизонтальными нагревательными элементами, эквивалентный диаметр которых составлял 0,018, 0,012 и 0,018 м, а поверхность теплообмена равнялась соответственно 0,11, 0,51, 0,92 м².

В первой серии опыты проводились при атмосферном давлении в аппарате с изменением давления греющего пара 0,12–0,25 МПа, а во второй серии при постоянном давлении греющего пара 0,16 МПа и переменном давлении в исследуемом выпарном аппарате 0,04 – 0,1 МПа.

Данные, полученные в результате проведенных экспериментов, использовались для расчета удельной тепловой нагрузки q (Вт/м²), коэффициента теплоотдачи α (Вт/(м²·К)), теплопередачи K (Вт/(м²·К)). На основе обработки экспериментальных данных были построены графики зависимостей удельного теплового потока q и коэффициента теплопередачи K от движущей силы процесса теплообмена Δt при давлении греющего пара P (МПа), давлении в аппарате P_a (МПа), площади теплообмена F (м²) и эквивалентном диаметре греющих элементов d (м) (см. рис.1).

Анализ этих графических зависимостей показывает, что при разных значениях температурного напора Δt существуют три режима кипения (конвективное, пузырьковое, пленочное). При температурах 15–25 градусов имеет место режим пузырькового (ядерного) кипения.



Кривая 1 — $P=0.12-0.25$
 $Pa=0.1$ $F=0.51$ $d=0.012$
 Кривая 2. — $P=0.12-0.25$
 $Pa=0.1$ $F=0.11$ $d=0.018$
 Кривая 3 — $P=0.12-0.25$
 $Pa=0.1$ $F=0.92$ $d=0.018$
 Кривая 4 — $P=0.16$
 $Pa=0.04-0.1$ $F=0.92$
 $d=0.018$

Рис. 1. Зависимость удельного теплового потока q и коэффициента теплопередачи K от движущей силы процесса теплообмена Δt

С дальнейшим увеличением температурного напора процесс переходит в режим пленочного кипения, когда значения удельной тепловой нагрузки резко падают. В диапазоне 20–30 градусов наблюдается кризис кипения, соответствующий переходу пузырькового кипения в пленочное.

Интенсивность направленной вертикальной циркуляции раствора оценивалась с помощью разработанного метода определения параметров локальных аэрогидродинамических характеристик (ЛАГД-характеристик) парожидкостного потока. Получены поперечные профили распределения паросодержания и частоты прохождения паровых пузырей в слое над нагревательными элементами.

Согласно полученным графическим зависимостям, на величину удельного теплового потока, а также коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи оказывает влияние давление вторичного пара в аппарате, форма и размеры греющих элементов, геометрическое расположение греющих элементов, скорость и кратность циркуляции жидкости вокруг греющих элементов.