

R-75

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА
В ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБКАХ МАЛОГО ДИАМЕТРА
В ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ ПЛЕНОЧНОГО ТИПА**

**А. П. Хомяков¹, В. Н. Гушшамова¹, П. В. Костарев^{1,2}, С. В. Морданов¹,
Т. В. Хомякова¹, С. С. Пецюра¹**

¹Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

²ООО «Русатом-Инжиниринг», 620026, г. Екатеринбург, ул. Белинского, стр. 56

E-mail: v.n.gushshamova@urfu.ru

Для совершенствования аппаратного оформления процесса упаривания, в том числе в пленочных выпарных аппаратах, актуальной задачей является исследование гидродинамики в трубном пространстве греющей камеры выпарного аппарата.

Целью данной работы является исследование гидродинамики двухфазного потока в теплообменных трубках малого диаметра греющей камеры выпарного аппарата.

Исследования проведены с помощью численного метода моделирования [1] для следующих технологических режимов работы выпарного аппарата: абсолютное давление в трубном пространстве 31176 Па; температура греющего пара 80 °С; полезная разность температур 10 °С; диаметры теплообменных труб - $\varnothing 10 \times 2$ мм, $\varnothing 12 \times 2$ мм, $\varnothing 14 \times 2$ мм, $\varnothing 16 \times 2$ мм, $\varnothing 18 \times 2$ мм; длина труб 4 м; интенсивность орошения для каждой трубки составляет примерно 1000 кг/(м·ч); аппарат предназначен для упаривания воды.

В результате получены зависимости распределения локальных значений по длине теплообменных трубок массового расхода упариваемого раствора и вторичного пара, скорости пленки раствора и вторичного пара, абсолютного давления от значений диаметра теплообменных трубок.

Установлено, что в теплообменных трубках малого диаметра имеют место высокие гидравлические сопротивления, вызванные изменениями скоростного напора вторичного пара. Об этом свидетельствуют и распределения скоростей вторичного пара, представленные на рисунке 1. Наблюдаются резкие изменения скорости, начиная с длины теплообменной трубки 0,5 м. Трубки диаметром $\varnothing 10 \times 2$ мм, $\varnothing 12 \times 2$ мм, $\varnothing 14 \times 2$ мм, $\varnothing 16 \times 2$ мм использовать нецелесообразно в выпарных аппаратах пленочного типа. Однако для трубки $\varnothing 18 \times 2$ мм есть ограничение по длине для использования ее в аппаратах данного типа. Так, например, данную трубку возможно использовать, если ее длина равна 3,5 м.

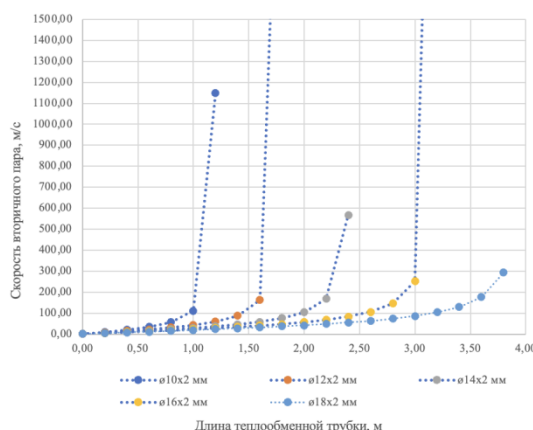


Рисунок 1 – Зависимость распределения локальных значений скорости вторичного пара по длине теплообменной трубки от ее диаметра

Библиографический список

1. Khomyakov A.P. Mathematical model of two-phase flow processes in heat exchange tubes of the falling film evaporator / Khomyakov A.P., Gushshamova V.N., Mordanov S.V., Khomyakova T.V. // AIP Conference Proceedings. 2021. № 2388. DOI: 10.1088/1755-1315/864/1/012037.