

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИДРОДИНАМИКИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА В ТЕПЛООБМЕННОЙ ТРУБКЕ ВЫПАРНОГО ПЛЕНОЧНОГО АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ВАО

Гушшамова В.Н.¹, Хомяков А.П.¹, Морданов С.В.¹, Хомякова Т.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
E-mail: 89126634949@yandex.ru

SOME ASPECTS OF THE TWO-PHASE FLOW HYDRODYNAMICS IN THE HEAT EXCHANGE TUBE OF THE FALLING-FILM EVAPORATOR DESIGNED FOR THE HLW CONCENTRATION

Gushshamova V.N.¹, Khomyakov A.P.¹, Mordanov S.V.¹, Khomyakova T.V.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The article presents the results of mathematical modeling of the hydrodynamics of the two-phase flow in a heat exchange tube of the falling-film evaporator, which was used to evaporate the HLW solution - simulator.

Выпаривание является одним из наиболее эффективных способов очистки жидких радиоактивных отходов (ЖРО) от растворимых солей. Как правило, данный процесс реализуется в выпарных аппаратах с естественной циркуляцией [1-3]. В настоящее время существует тенденция применения пленочных выпарных аппаратов для концентрирования высокоактивных отходов [4]. Однако, данные о гидродинамике двухфазного потока в теплообменной трубке пленочного аппарата, применительно к концентрированию ВАО, отсутствуют.

Целью данной работы является исследование гидродинамики двухфазного потока в теплообменной трубке выпарного аппарата с падающей пленкой, который предназначен для концентрирования высокоактивных отходов.

Исследование гидродинамики проводилось с помощью математического численного моделирования для вертикального выпарного аппарата пленочного типа с теплопередающей поверхностью $0,5 \text{ м}^2$, оснащенного теплообменной трубой (диаметром $\varnothing 38 \times 3 \text{ мм}$ и длиной $L=4 \text{ м}$). Данные были получены по длине теплообменной трубы с шагом $\Delta L_i=0,2 \text{ м}$.

Математическое моделирование проводилось для условий упаривания раствора-имитатора на вертикальном выпарном аппарате пленочного типа: интенсивность орошения нагревательной трубки составляла от 398 до 637 кг/(м·ч), температура исходного раствора 70°C , значение давления греющего пара в диапазоне от 0,19 до 0,21 МПа и расход 81 кг/ч.

Получены распределение локальных значений массового расхода исходного раствора (рис.1), массового расхода вторичного пара, скорости вторичного пара, абсолютного давления по длине теплообменной трубки.

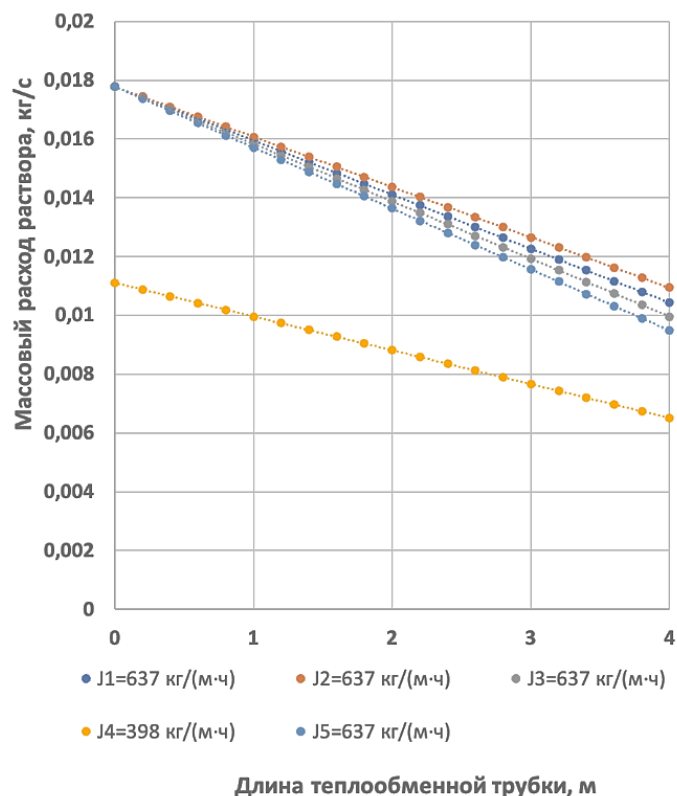


Рис. 1. Распределение локальных значений массового расхода исходного раствора по длине теплообменной трубки в зависимости от различных технологических режимов работы аппарата

По результатам математического моделирования установлены режимы, наиболее благоприятные для концентрирования ВАО.

1. Скачек, М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления подготовки "Техническая физика" / М. А. Скачек. - Москва: Изд. дом МЭИ, 2007. – 447 с.
2. Кузнецов Ю.В. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений / Кузнецов Ю.В., Щебетковский В.Н., Трусов А.Г. - М.: Атомиздат, 1974.
3. Novoselov I. K., Two-phase flow hydrodynamics research in the LWR ozonation contact apparatus / I. K. Novoselov, A. P. Khomyakov, S. V. Mordanov, V. A. Nikulin, A. A. Bir, K. V. Kostromin, T. V. Khomyakova // AIP Conference Proceedings, № 2466, 2022
4. Bir A. A., A study of the process of concentrating high-level radioactive simulation wastes on falling film evaporator / A. A. Bir, K. V. Kostromin, I. K. Novoselov, A. P. Khomyakov // AIP Conference Proceedings, №2313, 2020