

## R-63

**ВАРИАНТ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА УПАРИВАНИЯ РАО  
В ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ ПЛЕНОЧНОГО ТИПА  
ПРИ ЗНАЧЕНИИ ПОЛЕЗНОЙ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР 10 °С**

**А. П. Хомяков<sup>1</sup>, В. Н. Гушшамова<sup>1</sup>, И. Ю. Камисов<sup>1</sup>, С. В. Морданов<sup>1</sup>,  
Т. В. Хомякова<sup>1</sup>, Е. С. Осотова<sup>1</sup>, М. С. Захваташина<sup>1</sup>**

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

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

Целью данной работы является исследование гидродинамики двухфазного потока в теплообменных трубках разного диаметра выпарного аппарата пленочного типа, предназначенного для упаривания радиоактивных отходов. На основании полученных результатов представлен вариант аппаратного оформления процесса упаривания РАО в выпарном аппарате при значении полезной разности температур 10 °С и диаметрах теплообменных труб  $\varnothing 22 \times 2$  мм,  $\varnothing 28 \times 2$  мм,  $\varnothing 32 \times 2$  мм,  $\varnothing 38 \times 2$  мм,  $\varnothing 45 \times 2$  мм. Данный вариант разработан применительно к особым условиям упаривания высокоактивных РАО: ограничение по высоте аппарата; оптимальная интенсивность орошения внутренней поверхности теплообменных трубок; упаривание за один проход без рециркуляции.

Исследования гидродинамики двухфазного потока в трубном пространстве выпарного аппарата проведены с помощью численного метода моделирования [1] при следующих технологических режимах работы выпарного аппарата:

1. Температура греющего пара – 80 °С;
2. Начальное абсолютное давление в трубном пространстве – 31176 Па.
3. Длина каждой теплообменной трубки – 4 м.

Характеристики ступеней выпарного аппарата пленочного типа с теплообменными трубками различных диаметров представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Характеристики ступеней

<b>I</b>	<b>J нач, кг/(м*ч)</b>	1009,78	<b>G</b>	13
$\varnothing 45 \times 2$ , L=4 м	<b>J кон, кг/(м*ч)</b>	843,93	<b>G</b>	10
	<b>Степень</b>	1,197		
<b>II</b>	<b>J нач, кг/(м*ч)</b>	1017,61	<b>G</b>	10
$\varnothing 38 \times 2$ , L=4 м	<b>J кон, кг/(м*ч)</b>	843,01	<b>G</b>	90
	<b>Степень</b>	1,201		
<b>III</b>	<b>J нач, кг/(м*ч)</b>	1023,66	<b>G</b>	90
$\varnothing 32 \times 2$ , L=4 м	<b>J кон, кг/(м*ч)</b>	839,39	<b>G</b>	74
	<b>Степень</b>	1,207		
<b>IV</b>	<b>J нач, кг/(м*ч)</b>	979,77	<b>G</b>	74
$\varnothing 28 \times 2$ , L=4 м	<b>J кон, кг/(м*ч)</b>	801,11	<b>G</b>	60
	<b>Степень</b>	1,22		
<b>V</b>	<b>J нач, кг/(м*ч)</b>	1068,15	<b>G</b>	60
$\varnothing 22 \times 2$ , L=4 м	<b>J кон, кг/(м*ч)</b>	864,97	<b>G</b>	49
	<b>Степень</b>	1,2		
		<b>Степень</b>		<b>2,65</b>

Установлено, что степень упаривания каждой ступени имеет значение  $\sim 1,2$ , и это означает, что данный показатель эффективности упаривания не зависит от диаметра теплообменных труб. Однако при значении полезной разности температур 10 °С возможно упарить раствор РАО в 2,65 раза.

#### 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