

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЕСУБЛИМАЦИИ UF₆ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЕМКОСТИ

М.В. Верлинский
Томский политехнический университет
ИЯТШ, группа 0АМ01

Процесс десублимации UF₆ является неотъемлемой частью технологии обогащения урана. Потoki UF₆ на выходе из каскада газовых центрифуг, обогащенные и обедненные по изотопу ²³⁵U десублимируются в транспортные емкости. На практике наибольшее распространение получили вертикальные погружные транспортные емкости без внутреннего оребрения, с горизонтальным и вертикальным оребрением, а также горизонтальные транспортные емкости без внутреннего оребрения, которые используются, в основном, для импорта/экспорта UF₆ [1, 2].

В настоящее время актуальным является проведение исследований процесса десублимации UF₆ в горизонтальные транспортные емкости. Наиболее перспективным способом решения подобного рода задач является использование математического моделирования, поскольку экспериментальный подход дорог и занимает много времени.

Объектом исследования являлась горизонтальная транспортная емкость. Объем и геометрические размеры емкости задаются и могут быть различными.

Основное расчетное дифференциальное уравнение:

$$\frac{dx}{dt} = 0,5 \cdot \rho \cdot (T_2 - T_1) \cdot (R_2 - x) \cdot (r + 0,5c(T_2 - T_1))^{-1} \cdot \left(\lambda_1 \ln(R_1 R_2^{-1}) + \lambda_2 \ln(R_2 (R_2 - x)^{-1}) \right)^{-1}$$

где T_1 – температура внешней поверхности цилиндрической стенки емкости, равная температуре хладагента, °C; T_2 – температура фазового равновесия на границе десублимации UF₆, °C; R_1 – внешний радиус цилиндрической части емкости, м; R_2 – внутренний радиус цилиндрической части емкости, м; λ_1 – теплопроводность твердого UF₆, Дж·с⁻¹·м⁻¹·К⁻¹; λ_2 – теплопроводность стенки емкости, Дж·с⁻¹·м⁻¹·К⁻¹; x – толщина слоя десублимированного UF₆, м; r – удельная теплота десублимации UF₆, Дж·кг⁻¹; c – удельная теплоемкость при постоянном давлении, Дж·кг⁻¹·К⁻¹; ρ – плотность твердого UF₆, кг·м⁻³.

Для начального условия $t_0 = 0$, $x(t_0) = 0$ дифференциальное уравнение численно решено методом Рунге-Кутты 4-го порядка [3].

Математическая модель реализована в виде программы на языке Python 3.8 в среде PyCharm 2020.1, на рисунке 1 представлен интерфейс программы.



Рис. 1. Интерфейс программы (слева – до расчета, справа – после расчета)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Orlov A A, Malyugin R V, Methods of Uranium Hexafluoride Purification – Advanced Materials Research: Radiation and nuclear techniques in material science Scientific Journal – 2015 – № 1084 – P. 46
2. Orlov A A, Malyugin R V Way to Obtain Uranium Hexafluoride – Advanced Materials Research: Radiation and nuclear techniques in material science Scientific Journal – 2015 – № 1084 – P. 338
3. Krainov A Yu, Moiseeva K M, Numerical solution methods boundary value problems for ordinary differential equations – Tomsk: STT, 2016

Научный руководитель: А.А. Орлов, д.т.н., профессор, ОЯТЦ ИЯТШ ТПУ.

ТЕПЛОЙ РАСЧЕТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА СВЕРХМАЛОЙ МОЩНОСТИ НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ U-BATTERY

А.В. Вернов
Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5061

На сегодняшний день более 85% электроэнергии, производимой на атомных станциях, производится на АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой. Однако подобное положение вещей, скорее всего, изменится в ближайшем будущем, поскольку предел эффективности для реакторов типа PWR и BWR почти