

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ОРГАНИЧЕСКОЙ И ВОДНОЙ ФАЗЫ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ КОЛОННЕ

Г.В. Сумин, С.Н. Ливенцов, А.Г. Горюнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: gvs9@tpu.ru

Одна из главных задач, направленных на замыкание ядерного топливного цикла – переработка отработанного топлива. Процесс переработки состоит из множества этапов, одним из которых является процесс экстракции. Экстракция – технология, направленная на селективное извлечение урана и плутония из растворенного ядерного топлива с помощью органических соединений [1].

Экстракция переработанного ядерного топлива осуществляется в специальных аппаратах – экстракционных колоннах. На Радиохимическом заводе АО «СХК» в настоящий момент стоит задача измерения границы раздела фаз (ГРФ) между рафинатом (органической фазой) и раствором азотной кислоты (водной фазой). Определение уровня ГРФ позволит увеличить производительность колонны и обеспечить возможность ее корректной работы.

Для решения выявленной проблемы разработана схема измерения уровня ГРФ с использованием специального щупа заполненного разделительной жидкостью (дистиллированная вода) (см. рис. 1).

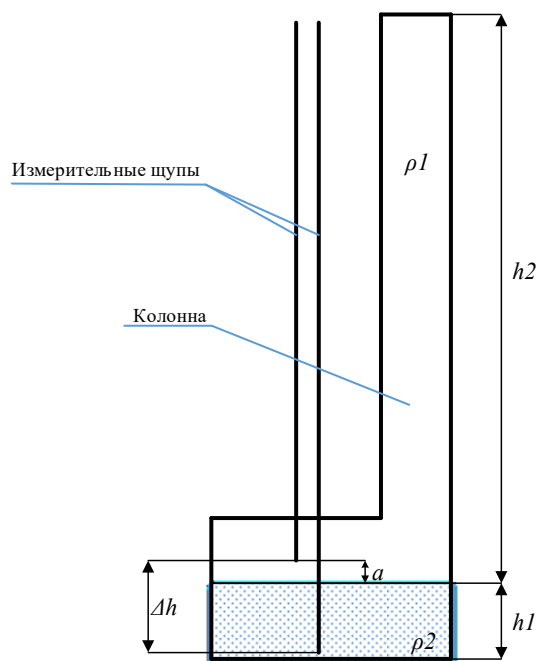


Рис. 1. Схематичное изображение колонны

На представленной схеме: ρ_1 – плотность органической фазы, ρ_2 – плотность водной фазы, Δh – расстояние между измерительными щупами, h_1 – уровень водной фазы в колонне, h_2 – уровень органической фазы в колонне.

Перепад давления ΔP между трубками равен:

$$\Delta P = (\rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_1) - (\rho_1 g h_2 - \rho_1 g a) - \rho_{p.ж.} g \Delta h = \rho_2 g h_1 + \rho_1 g a - \rho_{p.ж.} g \Delta h$$

где $\rho_{p.ж.}$ – плотность разделительной жидкости в щупах.

Расстояние между измерительными трубками равно:

$$\Delta h = h_1 + a$$

Таким образом, выделив переменную a , и подставив её в уравнение перепада давления, получим h_1 равную:

$$h_1 = \frac{\Delta P - \rho_1 g \Delta h + \rho_{p.ж.} g \Delta h}{(\rho_2 - \rho_1) g}$$

Для проверки применимости данного метода были проведены эксперименты на имитаторе колонны. В качестве наполнения колонны использовалась дистиллированная вода ($\rho_2 = 998 \text{ кг/м}^3$) и растительное масло ($\rho_1 = 920 \text{ кг/м}^3$). Значение Δh равно 30 см. Полученные результаты измерений подтвердили работоспособность данного метода.

Также была сформирована таблица для подбора подходящего датчика дифференциального давления в зависимости от измеряемого уровня ГРФ при Δh равном 60 см.

Таблица 1. Таблица подбора датчика

Плотность органической фазы, кг/м ³	Плотность водной фазы, кг/м ³	Уровень ГРФ, см	Верхний предел датчика давления, кПа	Максимальная ошибка измерения, см
850-1175	1050-1310	0-10	2	0,25
		0-20		
		0-30		
		0-40		
		0-50		
		0-60		

Полученный в результате работы метод может быть использован для улучшения работоспособности экстракционных колонн Радиохимического завода АО «СХК». Полученная система имеет абсолютную ошибку измерения расхода равную 0,25 см. Работоспособность метода проверена экспериментально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Г. Горюнов, В.Ф. Дядик, С.Н. Ливенцов, Ю.А. Чурсин. Математическое моделирование технологических процессов водно-экстракционной переработки ядерного топлива – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.
2. А.А. Денисевич, Е.В. Ефремов, С.Н. Ливенцов. Методы контроля технологических параметров ядерных энергетических установок: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА И ИСПАРЕНИЯ СФЕРОИДНОЙ КАПЛИ

Р.Ю. Кужин, Д.В. Антонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ryk5@tpu.ru

Большинство современных коммерческих пакетов математического моделирования (Ansys Fluent, CFX, Sigma Flow, Comsol Multiphysics и т.д.) при решении задач распыления спреев и аэрозолей предполагают сферическую форму капель с целью сокращения времени расчета. Однако в природе и технике капли в таких спреях и аэрозолях отличны от сферических (представляют собой вытянутые или сплюснутые эллипсоиды). Целью настоящей работы являлась разработка математических моделей тепломассопереноса при испарении несферических капель жидкостей. По результатам работы разработана математическая модель тепломассопереноса при испарении несферических капель додекана в программном комплексе COMSOL Multiphysics с использованием метода конечных элементов. Подробные выкладки по исследованию многомерных квазидискретных моделей для анализа нагрева и испарения дизельного топлива приведены в [1]. Типичные температурные поля испаряющейся