

## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ОРГАНИЧЕСКОЙ И ВОДНОЙ ФАЗЫ

Сумин Г.В.<sup>1</sup>, Надеждин И.С.<sup>2</sup>, Смирнов Н.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ТПУ, ИЯТШ, инженер-проектировщик НОЛ ЭАФУ, e-mail: gvs9@tpu.ru

<sup>2</sup> ТПУ, ИЯТШ, доцент, e-mail: kun9@tpu.ru

<sup>3</sup> ТПУ, ИЯТШ, гр. 0701, e-mail: nps7@tpu.ru

### Введение

Одной из важнейших задач, связанной с замыканием цикла использования ядерного топлива, является переработка отработанного топлива. Процесс переработки включает в себя несколько этапов, одним из которых является процесс экстракции. Экстракция представляет собой метод, направленный на избирательное извлечение осколков урана и плутония из растворенных материалов ядерного топлива с использованием органических соединений. Процесс экстракции осуществляется на специальных аппаратах – экстракционных колоннах. Одной из важнейших задач, требующих решения в настоящий момент является определение уровня границы раздела органической и водной фаз. Применяемые в настоящий момент средства контроля недолговечны и неспособны осуществлять непрерывные измерения, что не позволяет использовать их в системах автоматического регулирования и как следствие существенно увеличивает стоимость производства. Для решения выявленной проблемы предлагается разработка системы измерения границы раздела двух фаз (ГРФ), позволяющей проводить непрерывные измерения.

На базе Передовой инженерной школы ТПУ создан лабораторный стенд для разработки и исследования специальных приборов контроля технологических переменных с целью развития отечественных измерительных технологий и замещения импортных аналогов.

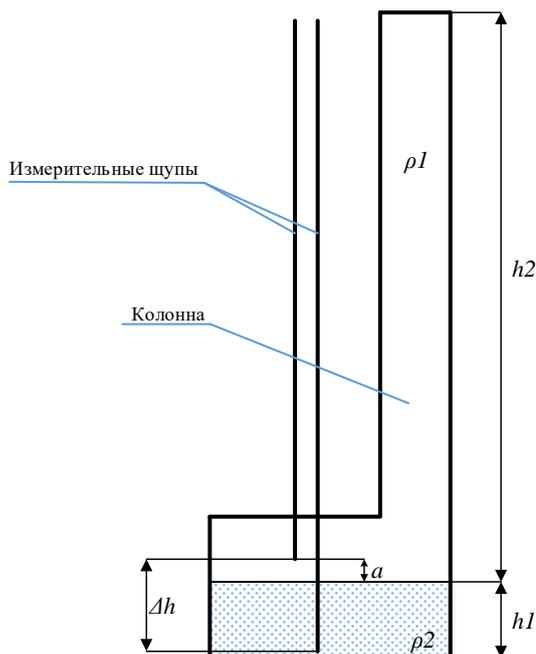


Рис. 1. Схема измерения границы раздела фаз:  
 $\rho 1$  – плотность органической фазы;  $\Delta h$  – расстояние м/у щупами  
 $\rho 2$  – плотность водной фазы;  $h 1$  – уровень ГРФ

Разделительная среда периодически прокачивается через погруженные в колонну щупы, для того, чтобы избежать диффузии рабочих растворов и разделительной среды, и таким образом не допустить выхода ядерных материалов из колонны. Для проверки возможности применения метода были проведены два эксперимента. В рамках первого определялась средняя погрешность измерения уровня границы раздела органической и водной фазы на имитации колонны.

В качестве имитатора колонны использовался мерный цилиндр высотой 47 см и объемом 1000 мл. В качестве имитации органической среды использовалось масло со средней плотностью 920 г/см<sup>3</sup>, а в

качестве имитации водной среды использовался глицерин со средней плотностью 1250 г/см<sup>3</sup>. Расстояние между щупами  $\Delta h$  принято равным 30 см. Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Результаты измерения уровня ГРФ*

Перепад давления, кПа	Рассчитанный уровень ГРФ, см	Фактический уровень ГРФ, см	Относительная погрешность измерения уровня ГРФ, %
-0,078	4,68	5	6,4
0,103	10,27	10	2,7
0,269	15,41	15	2,73
0,411	19,78	20	1,1
0,584	25,14	25	0,56

В рамках второго эксперимента стояла задача определения оптимального времени прокачки разделительной среды через щуп. Для этого в течение 12 часов регистрировались показания давления, и проводился пересчет давления в показания уровня. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2

*Результаты измерения уровня ГРФ в течении 12 часов*

Время после начала, ч	Перепад давления, кПа	Рассчитанный уровень ГРФ, см	Фактический уровень ГРФ, см	Относительная погрешность измерения уровня ГРФ, %
1	0,103	10,27	10	3,1
3	0,102	10,24		2,4
6	0,099	10,15		1,5
8	0,068	9,2		8
12	0,058	8,9		11

Таким образом, из результатов исследований предлагается осуществлять прокачку разделительной среды каждые 6 часов.

### **Заключение**

Внедрение описанной системы измерения границы раздела водной и органической фазы потенциально может позволить решить проблему автоматизации работы экстракционной колонны, используя данную систему в качестве контура обратной связи, что позволит существенно увеличить производительность колонн.

Исследование выполнено в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы», научный проект «Разработка и внедрение алгоритмов и систем автоматизированного управления технологическими процессами», ПИШ-НИР-2023-005.

### **Список использованных источников**

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