

помощью радиометра и блока детектирования БДПА-01. Расход гелия задавался с помощью ротаметра РМ-06, а состав газовой среды контролировали с помощью масс-спектрометра МС-200.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ТРЕХКАНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСПИННИНГА

У. В. Чернова<sup>1</sup>, Е. В. Адамов<sup>1,2</sup>, Е. Н. Больбасов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

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

<sup>2</sup>Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук

Россия, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1, 634055

E-mail: chernova489@gmail.com

Благодаря возможности в широких пределах варьировать структуру и свойства в широком диапазоне, получать материалы с высокой открытой пористостью, большой площадью свободной поверхности и высокой прочностью, фторсодержащие полимерные мембраны, сформированные методом электроспиннинга, находят широкое применение в химической, космической и ядерной промышленности в качестве фильтров и сепараторов [1], например для извлечения урана из морской воды [2]. Большинство технологических решений производства полимерных мембран методом электроспиннинга предполагает использование одноканальных прядильных систем [3], что имеет низкую производительность, и не позволяет получать композитные мембраны, сформированные не взаимодействующими между собой полимерными материалами. Для решения этих проблем разработана и представлена установка трехканального электроспиннинга, представленная на рисунке 1.



*Рис. 1. Установка трехканального электроспиннинга*

Три независимых канала инжектирования позволяют на общем сборочном коллекторе формировать композитные полимерные мембраны из трех различных полимерных материалов, при этом независимое алгоритмическое управление процессом электроформования в каждом из каналов (приложенное напряжение и ток, положения и скорость перемещения инжекторов по двум координатам, расход формовочного раствора и скорость вращения барабана) впервые в мире позволяет формировать композитные мембраны с уникальными свойствами. В настоящее время установка запущена в опытную эксплуатацию, сформированы опытные образцы композитных фторполимерных мембран на основе сополимера винилиденфторида, полисульфона и поликарбоната.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 21-73-20262.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cui Z., Drioli E., Lee Y. M. Recent progress in fluoropolymers for membranes // Pr. Polym. Sci. – 2014. – Vol. 39. – Is. 1. – pp. 164–198.

2. Xie S., Liu X., Zhang B., Ma H., Ling C., Yu M., Li L., and Li J. Electrospun nanofibrous adsorbents for uranium extraction from seawater //, J. Mater. Chem. A. – 2015. – Vol. 3. – pp. 2552–2558. .
3. Teo W. E., Ramakrishna S. A review on electrospinning design and nanofibre assemblies // Nanotechnology. – 2006. – Vol. 17. – pp. R89–R106.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ОКСИДА ГАДОЛИНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ УРАН-ГАДОЛИНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

А.А. Дорн, М.К. Кылышканов, Г.В. Гусакова, А.А. Гофман, Ю.В. Варывдин

Акционерное общество «Ульбинский металлургический завод»

Казахстан, г. Усть-Каменогорск, пр. Абая 102, 070005

E-mail: DornAA@ulba.kz

Одним из видов деятельности Уранового производства АО «УМЗ» является переработка трудновскрываемых уран-гадолинийсодержащих скрапов. При переработке материалов данного типа, после их растворения, проводят операцию осаждения фторида гадолиния с дальнейшей экстракционной очисткой полученных растворов уранилнитрата.

На стадии осаждения практически весь гадолиний, содержащийся в скрапах, переходит в осадок  $GdF_3$  и в составе твердых отходов направляется на хвостохранилище.

Целью исследовательской работы являлось определение возможности получения оксида гадолиния из отхода технологии переработки уран-гадолинийсодержащих материалов Уранового производства АО «УМЗ».

Фторид гадолиния, образующийся в виде отхода в процессе переработки уран-гадолинийсодержащих скрапов, содержит и другие редкоземельные элементы (самарий, европий, тербий, иттрий и др.).

Из-за чрезвычайной близости свойств РЗЭ их разделение и получение соединений отдельных элементов является одной из самых сложных задач химической технологии. До сих пор на многих предприятиях по производству РЗЭ используются так называемые классические методы разделения - фракционная кристаллизация, фракционное осаждение, методы, основанные на изменении валентности. По сравнению с фракционной кристаллизацией, фракционное осаждение дает более высокий коэффициент обогащения, хотя само осаждение более сложное, так как необходимо фильтровать и промывать [1,2].

Наиболее подходящими методами, применительно к технологии, существующей в урановом производстве ОАО "УМЗ", являются методы осаждения и экстракции. Выделение РЗЭ может быть осуществлено в виде гидроксидов или основных солей [3].

В ходе проведения исследований были опробованы различные способы получения оксида гадолиния. Проведен ряд экспериментов по отработке режимов получения оксида гадолиния методом двухстадийного осаждения оксалата и выбору оптимальных параметров ведения процессов. Разработана технологическая схема, по которой получен готовый продукт, пригодный для дальнейшего применения в технологии получения уран-гадолиниевого топлива АО «УМЗ».

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Айринг Л. Достижения в области химии и технологии редкоземельных элементов. – М.: Металлургия, 1970.
2. Зубович И.А. Неорганическая химия. – М.: Учебное пособие, 1989. – 433 с.
3. Бочкарев Е.П., Елютин А.В. Химические, сорбционные и экстракционные методы получения и очистки редких металлов. – М.: Металлургия, 1978.