

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИОНОСЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ЖРО**

Бессонов И.А.<sup>1</sup>, Чалпанов С.В.<sup>1</sup>, Ташлыков О.Л.<sup>1</sup>, Морданов С.В.<sup>1</sup>,  
Климова В.А.<sup>1</sup>, Хомяков А.П.<sup>1</sup>, Лезов А.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [ilja.bessonov2014@yandex.ru](mailto:ilja.bessonov2014@yandex.ru)

## **SIMULATION AND EXPERIMENTAL STUDY OF HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF SORBENTS FOR ION-SELECTIVE TREATMENT OF LRW**

Bessonov I.A.<sup>1</sup>, Chalpanov S.V.<sup>1</sup>, Tashlykov O.L.<sup>1</sup>, Mordanov S.V.<sup>1</sup>, Klimova V.A.<sup>1</sup>,  
Khomyakov A.P.<sup>1</sup>, Lezov A.D.

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Given are the results of experimental study of hydrodynamic resistance of a layer of sorbents used for cesium removal LRW. Conducted is a simulation of water flow through the sorbent layer with SolidWorks Flow Simulation program. The simulation results are compared with the experiments data.

При работе реакторных установок и дезактивации оборудования и помещений образуются жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), которые загрязнены продуктами деления, радионуклидами коррозионного происхождения и другими веществами. В кубовых остатках основными радионуклидами являются изотопы цезия Cs-134 и Cs-137, присутствующие в форме ионов, изотопы кобальта Co-60 и марганца Mn-54 в форме комплексов с соединениями, которые используются для дезактивации оборудования [1].

Эффективно сократить объемы ЖРО позволяет метод ионоselectивной очистки, основным этапом которого является фильтрация и селективная сорбция на сорбентах в фильтр-контейнерах [1].

Целью данной работы является разработка компьютерной модели пористого слоя сорбентов, которые используются при кондиционировании ЖРО как фильтрующий материал. Модель пористого слоя войдет в состав расширенной модели, предназначенной для исследования гидродинамики течения в установке ионоselectивной очистки.

Слой сорбента состоит из множества элементов неправильной формы, имеет сложную и носящую статистический характер геометрическую структуру. Если

масштабы течения велики по сравнению с размерами частиц слоя, то его моделируют как квазиоднородную среду с одной обобщенной характеристикой – проницаемостью [2].

Ламинарное движение вязкой жидкости в мелкодисперсной среде, в условиях преобладания сил вязкости, описывается линейным законом Дарси [2]. Но при увеличении размера пор или скорости фильтрации наблюдается переход к турбулентной фильтрации и, следовательно, закон Дарси должен быть заменен более сложной нелинейной зависимостью.

В программном комплексе Flow Simulation пористая среда моделируется как распределенное по объему сопротивление течению. Для создания корректной модели нужно задать пористость – объемную долю пор в общем объеме среды и коэффициент гидродинамического сопротивления

$$k = -\text{grad}(P) / (\rho \cdot u),$$

где  $P$  – давление в жидкости,  $\rho$  – плотность текучей среды, а  $u$  – скорость фильтрации. Этот коэффициент задается в виде табличной зависимости от параметров течения (перепада давления на единицу, скорости, линейных размеров, размера поры или др.). Можно выбрать вариант, наилучшим образом подходящий для условий конкретного моделирования. Также указывается тип проницаемости (изотропная, однонаправленная и др.).

Это позволяет сформулировать цели и задачи экспериментального исследования характеристик слоя сорбента. На экспериментальной установке [3] определялся перепад давления в зависимости от скорости течения среды через слой сорбента и пористость слоя.

В программном комплексе SolidWorks построена твердотельная модель рабочего участка экспериментальной установки. Проведен ряд вычислительных экспериментов с целью выявления способа задания и численных параметров модели пористой среды, при которых результаты моделирования наилучшим образом совпадают с результатами эксперимента.

В результате были получены верифицированные характеристики слоев сорбентов, которые можно использовать при моделировании течения через фильтр

1. V. P. Remez, O. L. Tashlykov, S. E. Shcheklein, A. A. Ioshin A.A. and S. B. Kuznetsov, Nuclear Physics and Engineering 7, Is. 2, 129-137 (2016).
2. A. P. Khomyakov, S. V. Mordanov, A. S. Lavrov and D. I. Grinyov, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862, 062020 (2020).
3. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем, Химия (1979).