

**Конопля М.М.<sup>1</sup>, Ольховик Ю.А.<sup>2</sup>, Шабалин Б.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины*

<sup>2</sup> *ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»*

## **АДСОРБЦИЯ НИТРАТА ЦЕЗИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КИНЕТИКИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕЗИЯ ИЗ ОБРАЗЦОВ СМЕСЕЙ КАТИОНО- И АНИОНООБМЕННЫХ СМОЛ, ОБРАБОТАННЫХ ГЕЛЯМИ ХИТОЗАНА**

*Исследованы характеристики смесей ионообменных смол в отношении адсорбции цезия из растворов его нитрата. Приведены результаты исследования процесса выщелачивания цезия из образцов смесей, обработанных гелями хитозана, в растворе NaCl (0,9 % изотонический, pH = 5–7,5) и механизм процесса выщелачивания.*

### **Введение**

Среди радиоактивных отходов (РАО), образующихся в процессе эксплуатации атомных электрических станций (АЭС), особый интерес представляют отработанные ионообменные смолы (ИОС). Их особенность состоит в том, что, в отличие от других видов жидких радиоактивных отходов (ЖРО), они не концентрируются и к настоящему времени эффективного решения о способах их переработки до состояния, приемлемого для передачи на длительное хранение или захоронение, не предложено.

Существующие технологии переработки ИОС АЭС предусматривают их включение в различные матрицы с возможным предварительным сокращением объема фиксирующего материала [1]. На практике в качестве связующих ИОС широко используются цемент, битум, терморезактивные смолы и др. Вместе с тем, в общепринятых методах обращения с отработанными ИОС, существуют естественные недостатки, затрудняющие их применение.

### *Цементирование*

К недостаткам метода можно отнести: увеличение объемов отвержденных отходов в 6–10 раз по сравнению с исходными объемами, большие затраты на хранение и транспортировку конечного продукта, необходимость тщательного контроля конечного продукта на соответствие требуемым прочностным характеристикам. Степень включения отработанных смол в цементный компаунд не превышает 10–15 %. При исходной активности ИОС порядка  $n \times E5 \text{ Бк} \times \text{дм}^{-3}$  и установленном уровне снятия с регулирующего контроля  $100 \text{ Бк} \times \text{кг}^{-1}$  цементный компаунд должен сохранять свои защитные свойства не менее 300 лет.

### *Битумирование*

Недостатки метода битумирования: увеличение объемов отвержденных отходов в 3–5 раз по сравнению с исходными РАО, термическая нестабильность битумов (особенно в присутствии щелочей), возможность их расслоения при длительном хранении, пожароопасность, биологическая неустойчивость, а также большая стоимость переработки и высокие затраты на хранение конечного продукта.

### *Терморезактивные смолы*

Стоимость кондиционирования переработанной ИОС с использованием терморезактивных смол заведомо очень дорогой процесс, что существенно ограничивает применение этого метода.

### *Термическая обработка*

Недостатки: сжигание ИОС на установках сжигания твердых РАО возможно лишь в ограниченном количестве и требует проведения специальной подготовки смол и узла сжигания для обеспечения эффективности процесса с учетом образования в отходящих газах токсичных и коррозионно-активных продуктов в виде оксидов азота и серы, продуктов

неполного термического разложения сополимеров стирола и дивинилбензола, а также диоксинов [2].

#### *Глубокая дезактивация*

Суть технологии состоит в регенерации ионитов специально подобранными растворами сильных кислот, обеспечивающими высокую степень элюирования радионуклидов. Однако объемы вторичных ЖРО при этом возрастают в 3—5 раз, вследствие этого возникает необходимость использования установок для обращения с вторичными РАО.

Следует отметить, что в настоящее время отсутствие эффективных технологий утилизации отработанных ИОС сопровождается накоплением дополнительных значительных объемов РАО на АЭС без гарантируемых сроков хранения.

В настоящей работе представлены результаты исследований процессов адсорбции цезия из растворов его нитрата образцами смесей ионообменных смол катионита КБ-4П2 и анионита АН-31, изучен процесс выщелачивания цезия из образцов смесей ИОС, обработанных гелями хитозана в растворе NaCl (0,9 % изотонический, pH 5—7,5), и рассмотрен механизм процесса выщелачивания.

#### **Методика исследований, результаты и их обсуждение**

Суть предлагаемого метода утилизации отработанных ИОС состоит в том, что в гель на основе хитозана при перемешивании добавляют дисперсный раствор отработанных ИОС с добавкой, в случае необходимости, комплексонов в количестве 2—20 мг×дм<sup>-3</sup>, которые способствуют образованию нерастворимых соединений с радионуклидами в объеме геля [3, 4]. Процесс образования химически плотного, наполненного отработанными ИОС геля, происходит в течение 45—90 мин с последующей или непрерывной контейнеризацией. Степень наполнения хитозанового геля дисперсией отработанных ИОС изменяется в пределах 25—75 масс. %. При этом физико-химические показатели прочности геля в условиях длительного хранения могут измениться лишь на 20—30 % в связи высокой стабильностью хитозана при радиолитизе под действием  $\gamma$ -излучения. Так, прочность хитозановых пленок, облученных дозой 100 кГр, снижается лишь на 20 % [5, 6].

Следует также отметить биологическую устойчивость гелей хитозана к воздействию факторов окружающей среды – микробов, грибов, других видов биоты [3].

Известно, что сорбционные свойства хитозана при обработке технологических растворов и почв для выведения из природного кругооборота тяжелых металлов и радионуклидов превосходят по ряду показателей такие известные сорбенты, как КУ-2-8, КБ-4, Dowex А-1, Zerolit 225, а низкая зольность позволяют минимизировать количество отходов при их компактизации и утилизации [7—9]. Кроме того, физическая модификация геля может быть совмещена с получением композиций хитозана с другими сорбентами (ферритом, каолином, солями ферроцианидов переходных металлов и другими неорганическими солями, а также углем), специфические сорбционные свойства которых существенно расширяют круг решаемых задач.

Отметим, что по литературным данным [4], хитозан в виде волокнистого сорбента «Микотон» не сорбирует или слабо сорбирует щелочные металлы, в частности цезий.

#### **Адсорбция растворов CsNO<sub>3</sub> смесями катионита и анионита**

Для изучения процессов адсорбции использовали следующие ионообменные смолы:

##### *Катионит КБ-4П2 ГОСТ 20298-74*

- Функциональные группы – карбоксильные;
- Ионная форма катионита – натриевая;
- Тип – полимеризационный;
- Структура – гелевая;
- Плотность – 0,835 г×см<sup>-3</sup>

- Область применения – удаление бикарбонатной жесткости воды, селективное удаление малых количеств двухвалентных катионов;
- Объемная доля рабочей фракции – 95 %;
- Удельный объем в Na-форме –  $6,0 \text{ см}^3 \times \text{г}^{-1}$ ;
- Полная статистическая обменная емкость (ммоль/см<sup>3</sup>) – 3,5 по ГОСТ 20255;1
- Осмотическая стабильность (%) – 75 по ГОСТ 17338.

#### *Анионит АН-31 ГОСТ 20301-74*

- Функциональные группы – вторичные и третичные алифатические аминогруппы;
- Ионная форма анионита – хлоридная;
- Тип – поликонденсационный;
- Структура – гелевая;
- Плотность –  $0,85 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$ ;
- Область применения – водоподготовка, гидрометаллургия;
- Слабоосновный анионит;
- Объемная доля рабочей фракции – 92 %;
- Удельный объем в ОН-форме, (см<sup>3</sup>×г<sup>-1</sup>) –  $3,3 \pm 0,2$ ;
- Удельная поверхность –  $20—45 \text{ м}^2 \times \text{г}^{-1}$  по ГОСТ 10898.5-84;
- Полная статистическая обменная емкость (ммоль×см<sup>-3</sup>) – 2,6 по ГОСТ 20255.1-84;
- Осмотическая стабильность (%) – 85 по ГОСТ 17338-81.

#### **Динамическая обменная емкость**

Динамическую обменную емкость определяли по ГОСТ 20255.2-84: в растворе хлористого натрия с концентрацией  $0,01 \text{ моль} \times \text{дм}^{-3}$  (0,01 Н), ГОСТ 4233-77 х. ч. и в растворе соляной кислоты с концентрацией  $0,0035 \text{ моль} \times \text{дм}^{-3}$  (0,0035 Н) ГОСТ 3118-77.

Исследование адсорбции проводили в статических условиях из модельных растворов CsNO<sub>3</sub> с концентрацией  $0,3—1,5 \text{ ммоль} \times \text{дм}^{-3}$  ( $40—225 \text{ мг Cs} \times \text{дм}^{-3}$ ) и pH = 6,8—7,0 с определением статической обменной емкости (СОЕ).

Кинетику адсорбции из растворов CsNO<sub>3</sub> определяли с помощью метода спектрофотометрии в видимом и УФ участке спектра спектрофотометром «Sperecord –M40» с рабочим диапазоном 200—909 нм. Предварительно для каждого раствора определяли коэффициент экстинкции. Спектры растворов снимали в УФ-области (200—360 нм) и видимой области (360—900 нм), определяли оптическую плотность (D) для каждой концентрации (C) и строили калибровочную кривую  $D = f(C)$ . Тангенс угла наклона полученной прямой отвечает коэффициенту экстинкции. Для определения кинетики адсорбции брали растворы с разной концентрацией препарата. Навески образцов смеси ИОС помещали в бюкс и заливали раствором CsNO<sub>3</sub> (10 или 15 мл) с известной концентрацией. Через определенные промежутки времени на спектрофотометре измеряли меру поглощения ультрафиолетового или видимого излучения (% T) при характерной длине волны. Для этого 4 мл водной вытяжки помещали в кварцевую кювету, а в контрольную кювету помещали такое же количество дистиллированной воды. По логарифмической кривой  $D = f(\lg(\% T))$  находили значения оптической плотности, которые отвечают величинам процента пропускания. Измерения проводили до тех пор, пока значения не становились стабильными. Количество CsNO<sub>3</sub> (G), перешедшего из раствора в образец смеси ИОС за определенные промежутки времени, определяли по формуле:

$$G = CV, \quad (1)$$

где  $C = D/E$ ; C – концентрация CsNO<sub>3</sub> в растворе ( $\text{г} \times \text{мл}^{-1}$ ), D – оптическая плотность, E – коэффициент экстинкции, V – объем раствора.

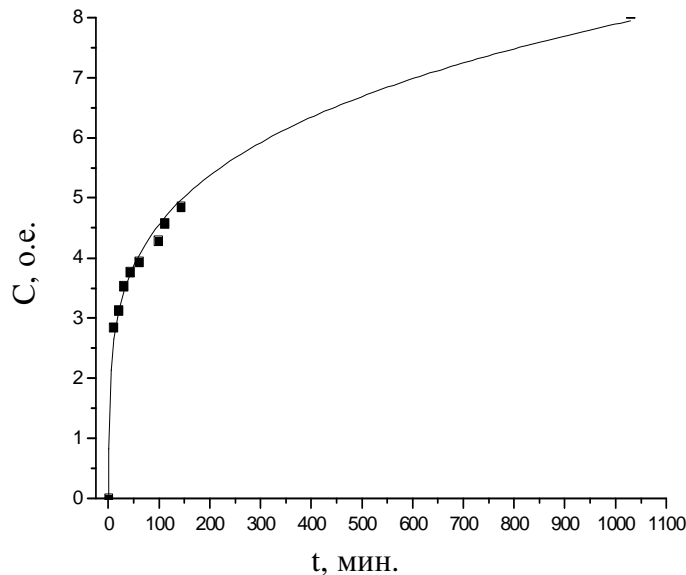
После расчета количества CsNO<sub>3</sub>, перешедшего из раствора за определенные промежутки времени, строили кинетическую кривую.

Статическая модель адсорбции использовалась для создания типичного градиента концентраций. Навеску образца помещали в бюкс, заливали раствором  $\text{CsNO}_3$  (модуль 100) и инкубировали в течение определенного времени, затем методом спектрофотометрии анализировали концентрацию вещества в растворе. По полученным значениям строили график в координатах (адсорбция-концентрация)/(нач. концентрация) в % от введенного – время (циклы адсорбции по 30 мин) (рис. 1). Обработку кинетических кривых адсорбции выполняли по программе ORIGIN 7 [15].

Кинетика адсорбции – изотерма адсорбции аппроксимировалась по модели Лэнгмюра [10]:

$$A = \frac{A_{\max} \cdot k \cdot C_{eq}}{1 + k \cdot C_{eq}} \quad (2)$$

где  $A$  – количество адсорбированного вещества,  $\text{мг} \times \text{г}^{-1}$ , о.е. (относительные единицы);  $C_{eq}$  – концентрация вещества в растворе в равновесии,  $\text{мг} \times \text{дм}^{-3}$ ;  $A_{\max}$  – и  $k$  – константы Лэнгмюра, представляющие собой насыщающую способность и константу адсорбционного равновесия соответственно.



**Рис. 1.** Кинетика адсорбции  $\text{CsNO}_3$  из раствора с концентрацией  $1 \text{ ммоль} \times \text{дм}^{-3}$  смесью ИОС:  $C$  – в о.е. (относительные единицы)

Для аппроксимации экспериментальных результатов использовали уравнение Лэнгмюра в линейной форме:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_{\max} \cdot k} \cdot \frac{1}{C_{eq}} + \frac{1}{A_{\max}} \quad (3)$$

Графическая зависимость, построенная в координатах  $1/A = f(1/C_{eq})$ , представляет собой прямую линию с углом наклона  $1/A_{\max} \times k$ , отсекающая отрезок на оси ординат, равный  $1/A_{\max}$ , что подтверждает критерий применимости уравнения Лэнгмюра к изучаемой системе. Коэффициент корреляции составляет 0,98823. Предельная адсорбционная емкость смеси ИОС по раствору  $\text{CsNO}_3$  составляет  $1,49 \text{ ммоль} \times \text{г}^{-1}$ .

Поскольку в процессе адсорбции ионов  $\text{Cs}^+$  действует кинетически-диффузионный механизм, был проведен расчет коэффициентов диффузии ( $D$ ) по методике, описанной в [11].

Как видно из таблицы 1, величины  $D$  возрастают при переходе к более концентрированным растворам. Для выяснения вопроса о том, является ли диффузия сорбата в объем гранул смеси ИОС эстафетным или фронтальным процессом, были проанализированы за-

висимости относительной скорости адсорбции (скорости достижения равновесия) от концентрации сорбата. При повышении исходной концентрации сорбата в растворе скорость процесса возрастает пропорционально росту концентрации. Был сделан вывод о том, что при низкой концентрации сорбата лимитирующей стадией является внешняя диффузия или химическая реакция (при повышении концентрации), так как процесс протекает с участием легкодоступных сорбционных центров, находящихся на поверхности гранул. В случае изначально набухшего образца ИОС в сорбцию Cs<sup>+</sup> возрастает вклад внутренней диффузии и уменьшается относительная скорость сорбции по мере увеличения исходной концентрации сорбата. Для оценки лимитирующей стадии процесса сорбции были также рассчитаны значения критерия Vi, в который входит соотношение коэффициентов массопереноса β и диффузии D, характеризующих скорости внешней и внутренней диффузии. Данный критерий имеет значение для анализа процессов массопереноса с участием твердой фазы сорбента, поскольку позволяет определить область протекания диффузионного процесса. При значениях Vi < 1 скорость массопереноса определяется, в основном, скоростью внешней диффузии, а при Vi > 30 – внутренней [12, 13]. Проведенные расчеты показали, что величина критерия Vi находится в интервале от 7 до 13, т.е. скорость адсорбции Cs<sup>+</sup> всеми гранулами смеси ИОС зависит как от внешне-, так и внутридиффузионных процессов.

Представляло интерес оценить динамическую обменную емкость (ДОЕ) смеси ИОС относительно адсорбции Cs<sup>+</sup>. Полученное значение ДОЕ составило 0,22 ммоль×г<sup>-1</sup>, что близко к величине емкости, полученной в статических условиях при изучении сорбции Cs<sup>+</sup> из растворов CsNO<sub>3</sub> с концентрацией 0,3 ммоль×дм<sup>-3</sup>.

**Таблица 1.** Параметры сорбции цезия смесью К/А из раствора CsNO<sub>3</sub> (рН 6,0; V/m = 1000)

C <sub>0</sub> [CsNO <sub>3</sub> ] ммоль×дм <sup>-3</sup>	Коэффициент диффузии D, 10 <sup>9</sup> м <sup>2</sup> ×с <sup>-1</sup>	СОЕ ммоль×г <sup>-1</sup>	K <sub>d</sub> , мл×г <sup>-1</sup>
0,3	2,4	0,27	8100
0,45	1,8	0,65	2200
1,0	1,05	0,89	660

### Исследование процесса выщелачивания цезия из смесей образцов ИОС в растворах NaCl (0,9 % изотонический, рН 5—7,5)

Для приготовления образцов ИОС были использованы пластифицированные глицерином 2 % гелевые растворы среднемолекулярного (72 kDa)\* хитозана в 2 % уксусной кислоте. Содержание глицерина изменялось в пределах 2—10 масс. %. Характеристика образцов ИОС, обработанных гелями хитозана:

- Смесь катионит/анионит 1:1;
- Плотность 0,841 г×см<sup>-3</sup>;
- Гель ацетата хитозана 2 %;
- Степень наполнения: 48 масс. %, 63 об. %, пластификатор – 10 масс. %.

Использовали статическую модель десорбции. Навеску образца, обработанную раствором CsNO<sub>3</sub> до насыщения, помещали в бюкс, заливали физраствором (модуль 100) и инкубировали в течение определенного времени, а затем анализировали концентрацию вещества в растворе. По полученным значениям строили график в координатах (Десорбция–концентрация)/(нач. концентрация) в % от введенного – время (циклы десорбции по 30 мин). Обработку кинетических кривых десорбции осуществляли программой ORIGIN 7 [15].

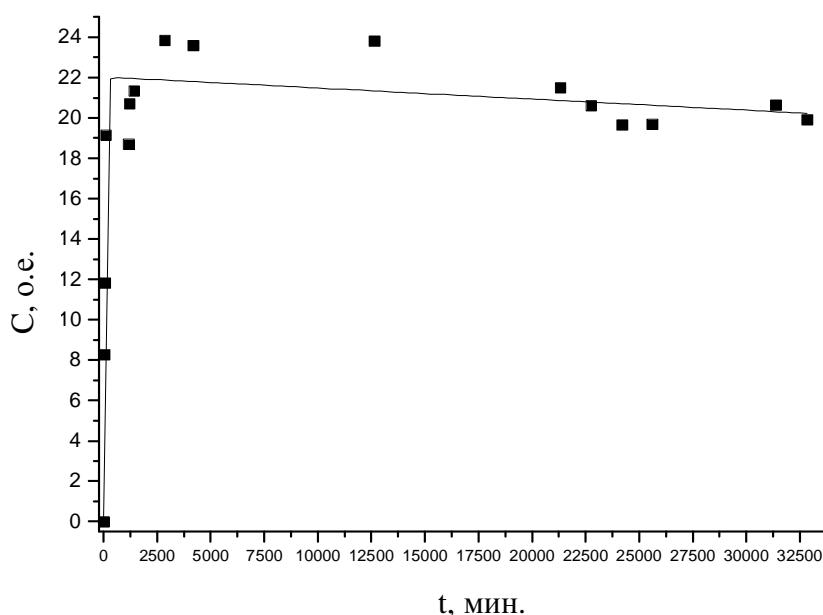
Говоря о кинетических характеристиках материалов, следует иметь в виду, что в многокомпонентных полимерных системах, кинетика десорбции компонентов не подчиняется закону Фика [11, 14]. Сложность данных систем заключается в существовании ряда диффузионных факторов, которые обусловлены рядом причин: присутствием полимерной

\* Молекулярную массу полимеров хитозана определяли вискозиметрическим методом с использованием в качестве растворителя хитозана 0,2 М раствор ацетата натрия в 2 % уксусной кислоте, при температуре 25 ± 0,2 °С в капиллярном вискозиметре Уббелоде, с диаметром капилляра 0,54 мм. Расчет молекулярной массы проводили по уравнению Марка-Куна-Хаувинка [14].

матриці; наявністю декількох високомолекулярних складових, об'єм яких змінюється в процесі набухання матеріалу в модельній середі; наявністю зв'язей (іонних, водородних) між компонентами. Поєднанням для встановлення максимально можливого кількості десорбованого речовини в ряді випадків використовували динамічну модель. Кінетика десорбції з образців ІОС в основному задовільно описувалась рівнянням

$$y = y_0 + A \cdot \frac{1}{1 + e^{\frac{x - x_c + w_1/2}{w_2}}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{x - x_c - w_1/2}{w_3}}} \right) \quad (4)$$

з коефіцієнтом кореляції 0,915, що дозволило оцінити часові параметри процесу вищелачивання.



**Рис. 2.** Кінетика десорбції цезія з образців суміші ІОС:  $C$  – в о.е. (відносительные единицы)

Для оцінки часових параметрів процесу вищелачивання проведена апроксимація кінетики десорбції  $\text{CsNO}_3$  з образців суміші ІОС в гелі хітозана. Аналіз особливостей кінетики вищелачивання нітрату цезія з образців суміші ІОС, оброблених розчином  $\text{CsNO}_3$  до насичення і включених в гелі хітозана, показав, що десорбція  $\text{CsNO}_3$  максимальна в перші 48 годин, в подальшому вихід  $\text{CsNO}_3$  зменшується і припиняється через 30 діб. В період максимальної десорбції масовий вихід  $\text{CsNO}_3$  становить 25—30 мас. %. Решткове вміщення  $\text{CsNO}_3$  в суміші ІОС, обробленої гелем хітозана, становить не менше 70—75 мас. %.

### Висновки

1. Результати досліджень адсорбції розчинів нітрату цезія з сумішей образців ІОС (Катионіт КБ-4П2/Аніоніт АН-31) в співвідношенні 1:1 показали, що адсорбційна ємкість суміші ІОС до розчину  $\text{CsNO}_3$  становить  $1,49 \text{ ммоль} \times \text{г}^{-1}$ , а динамічна обмінна ємкість –  $0,22 \text{ ммоль} \times \text{г}^{-1}$ , що близько до величини ємкості, отриманої в статических умовах при вивченні сорбції з розчинів  $\text{CsNO}_3$  з концентрацією  $0,3 \text{ ммоль} \times \text{дм}^{-3}$ .

2. Швидкість адсорбції  $\text{CsNO}_3$  всіма гранулами суміші ІОС залежить як від зовнішніх, так і внутрішньодифузійних процесів.

3. Степень наполнения: смеси катионит/анионит (1:1) нитратом цезия составляет 48 масс. % (63 об. %). Удовлетворительные физико-механические характеристики образцов достигаются обработкой смеси ИОС ацетатными гелями хитозана, пластифицированных глицерином не менее 10 масс. %.

4. Анализ особенностей кинетики выщелачивания нитрата цезия из образцов смеси ИОС, обработанных раствором  $\text{CsNO}_3$  до насыщения и включенных в гель хитозана, показал, что десорбция  $\text{CsNO}_3$  максимальна в течение первых 48 часов, в дальнейшем выход  $\text{CsNO}_3$  убывает и прекращается через 30 суток. В период максимальной десорбции массовый выход  $\text{CsNO}_3$  составляет 25—30 масс. %. Остаточное содержание  $\text{CsNO}_3$  в смеси ИОС, обработанной гелем хитозана, составляет не менее 70—75 масс. %.

5. Обработка смеси ИОС гелем хитозана при условии подавления десорбции радионуклидов представляется перспективным методом иммобилизации отдельного вида ЖРО. Подавление десорбции радионуклидов достигается изменением концентрации пластифицированного геля хитозана и степени наполнения смеси ИОС.

1. Гавриш В.Г., Черникова Н.П., Иванец В.Г. Обзор вариантов переработки отработанных ионообменных смол // Ядерна та радіаційна безпека. – 2010. – 4, №1. – С. 25—28.
2. МАГАТЭ IAEA-TECDOC-1527 // Review Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste, December 2006. – 90 p.
3. Хитин и хитозан: Получение, свойства и применение // Под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. – М.: Наука. 2002. – 368 с.
4. Горовой Л.Ф., Косяков В.Н. Сорбционные свойства хитина и его производных // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / Под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. – М.: Наука, 2002. – С. 217—246.
5. Ершов Б.Г., Исакова О.В., Рогожин С.В. и др. Радиационно-химические превращения хитозана // Журнал физической химии. – 1987. – 295, №5. – С. 1152—1156.
6. Загорец П.В., Кокорин А.И. Радиационная деструкция хитозана // Химическая физика. – 2005. – 24, №11. – С. 82—86.
7. Велешко А.Н., Косяков В.Н. Применение хитин-хитозановых материалов для определения радионуклидов при экологическом мониторинге // Материалы Восьмой Международной конференции «Новые перспективы в исследовании хитина и хитозана». – М.: ВНИРО, 2006. – С. 90—93.
8. Мясоедова Г.В., Никашина В.А. Сорбционные материалы для извлечения радионуклидов из водных сред // Российский химический журнал. – 2006. – 40, №5. – С. 55—63.
9. Селиверстов А.Ф. Сорбция хитином, хитозаном и хитин-содержащими материалами радиоактивных элементов из водных растворов: Автореферат дисс. к. х. н. – Москва, 2004. – 24 с.
10. Волков В.А. Коллоидная химия: Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. – М.: МГТУ, 2001. – 640 с.
11. Кокотов Ю.А., Пасечник Ю.А. Равновесие и кинетика ионного обмена. – Л.: Химия, 1970. – 450 с.
12. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 753 с.
13. Раков Э.Г., Хаустов С.В. Процессы и аппараты производств радиоактивных и редких металлов. – М.: Металлургия, 1993. – 256 с.
14. Гамзададе А.И., Шлимак В.М., Скляр А.М. и др. Исследование гидродинамических свойств растворов хитозана // Acta Polimerica. – 1985. – 36, № 8. – Р. 420—424.
15. Исакова О.П., Тарасевич Ю.Ю., Юзюк Ю.И. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета Origin. – М.: Книжный дом «ЛИБКОМ», 2009. – 136 с.

### **Конопля М.М., Ольховик Ю.О., Шабалин Б.Г. АДСОРБЦІЯ НІТРАТУ ЦЕЗІЮ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ КІНЕТИКИ ВИЛУГОВУВАННЯ ЦЕЗІЮ ЗІ ЗРАЗКІВ СУМІШЕЙ КАТІОННО- І АНІОННООБМІННИХ СМОЛ, ОБРОБЛЕНИХ ГЕЛЯМИ ХІТОЗАНУ**

*Досліджено характеристики сумішей зразків іонообмінних смол щодо адсорбції розчинів нітрату цезію. Проведено дослідження процесу вилуговування цезію зі зразків сумішей, оброблених гелями хітозану, у розчині NaCl (0,9 % ізотонічний, рН = 5—7,5). Визначено особливості механізму і наведено оцінки часових параметрів процесів вилуговування при їх довготривалому зберіганні.*

**Konoplia M.M., Olkhovik Ju.A., Shabalin B.G.** ABSORPTION OF CESIUM NITRATE AND SPECIAL FEATURES OF KINETICS PROCESS FOR CESIUM LEACHING FROM THE SAMPLES OF CATION-AND ANION-EXCHANGING RESINS' MIXTURES BEING TREATED WITH CHITOSAN GELS

*The characteristics of ion-exchanging resin mixtures as to adsorption of cesium nitrate solutions were investigated. Cesium leaching process from the samples of mixtures being treated with chitosan gels in NaCl (0,9 isotonic, pH = 5—7,5) solution has been studied. The mechanism and estimations of time parameters for leaching process at their long lasting keeping were given.*