

УДК 539.163

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРАНА НА ГРАНИЦЕ ПОЛЯРНОЙ И НЕПОЛЯРНОЙ СРЕД

© 2024 г. Д. А. Румянцева^{1,*}, В. Г. Зиновьев¹, И. А. Митропольский¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова Национального исследовательского центра "Курчатовский институт"», Гатчина, Россия

*E-mail: rumyantseva_da@pnpi.nrcki.ru

Поступила в редакцию 23.05.2024

После доработки 25.06.2024

Принята к публикации 31.07.2024

Изучен процесс адсорбции комплексов $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}$ в гетерогенной системе на границе раздела полярного раствора 5.6 М HNO_3 и поверхности неполярного полипропилена $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$. На вертикальной границе раздела сред изменяется изотопное распределение урана. Кинетика процесса экстракции комплексов $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}$ в гетерогенной системе описана моделями псевдо-первого порядка Ерофеева—Колмогорова и псевдо-второго порядка Хо и Маккея.

DOI: 10.31857/S0367676524110206, EDN: FJZVJO

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее эффективные методы химического обогащения урана основаны на реакции изотопного обмена между валентными формами, находящимися в разных фазах, например водной и органической. Установлено, что, если в растворе присутствуют более двух изотопов урана, изотопы с наибольшим атомным весом преимущественно находятся в более низком валентном состоянии, а остальные в более высоком [1].

На этом принципе, основаны ионообменные хроматографические системы, в которых формируется слой урана с зонами восстановления и окисления на верхней и нижней границе слоя [2, 3]. При перемещении слоя по колонке на границе восстановления накапливался изотоп ^{238}U , а на границе окисления накапливался изотоп ^{235}U . Другим примером может служить экстракционно-хроматографическая система «трибутилфосфат — азотная кислота» (ТБФ- HNO_3) с изотопным обменом между валентными формами урана U(IV) и U(VI) , которые движутся в полосе, сформированной в процессе противоточной экстракции [4]. В экстракционной системе «50% раствор ТБФ в додекане и 2М HCl » для обогащения урана по изотопу ^{235}U используется реакция изотопного обмена между формами U(III) и U(IV) [5].

В данной работе мы исследовали процесс адсорбции комплексов $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}$ в гетерогенной системе на вертикальной границе раздела полярного раствора 5.6М HNO_3 и поверхности

неполярного полипропилена $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$. Были исследованы экстракционно-адсорбционные системы с различными концентрациями урана в водной фазе и с различными концентрациями ТБФ в органической фазе.

Дифильные молекулы ТБФ способны самопроизвольно накапливаться на границе раздела между полярной и неполярной фазами [6]. В нашем случае это граница между раствором и стенкой полипропиленового стакана. В гетерогенной системе скорость адсорбции на границе твердая фаза — жидкость зависит от скорости молекулярной или конвективной диффузии реагирующих веществ и скорости химической реакции на границе раздела, протекающей по механизму физической или химической адсорбции. Если лимитирующей стадией адсорбции является диффузия, то процесс описывается уравнением псевдопервого порядка Ерофеева—Колмогорова. Если лимитирующей стадией адсорбции является химическая реакция, то процесс протекает по кинетическому механизму Хо и Маккея. Если скорости диффузии и химической реакции соизмеримы, то имеет место смешанный механизм.

Для проведения экспериментов был приготовлен исходный раствор (ИР) нитрата уранила $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ в 5.58 М HNO_3 . Он содержал уран в количестве 107.31 мг/мл. Изотопный состав урана в исходном растворе: ^{234}U — 0.0016 ± 0.0003 ат. %; ^{235}U — 0.471 ± 0.007 ат. %; ^{238}U — 99.5 ± 0.3 ат. %. Из исходного раствора готовились рабочие

растворы экстракционно-адсорбционных систем $\text{HNO}_3 - \text{ТБФ} - (\text{C}_3\text{H}_6)_n$, табл. 1. В таблице $V_{\text{ир}}$ — объем исходного раствора; V_{HNO_3} — объем азотной кислоты плотностью 1.40 г/мл; $V_{\text{H}_2\text{O}}$ — объем дистиллированной воды; C_{U} — концентрация урана в водной фазе; $V_{\text{ТБФ}}$ и $V_{\text{БГ}}$ — объемы ТБФ и бензина «галоша».

Содержание урана измерялось на рентген-флуоресцентном спектрометре с радиоизотопным источником излучения на основе радионуклида ^{109}Cd . Аликвоты исследуемых растворов отбирались на границе раздела твердое тело — жидкость и в объеме жидкой фазы вдоль оси симметрии стакана. Концентрация урана в образце рассчитывалась стандартным образом по интенсивности его характеристического излучения. На рис. 1 представлены распределения концентрации урана по глубине h на границе раздела твердая

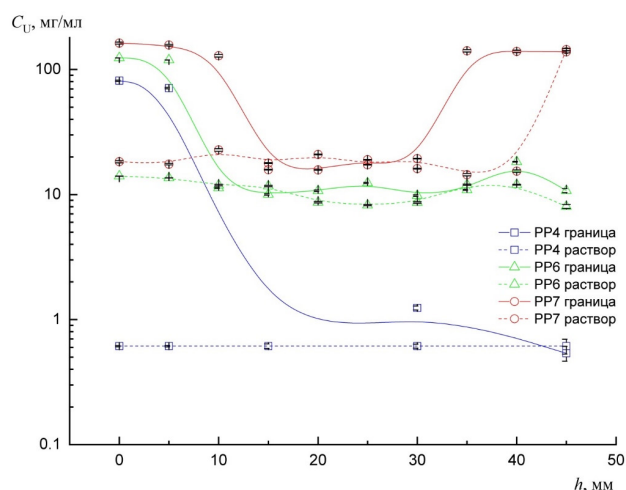


Рис. 1. Распределение концентрации урана в гетерогенной системе $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$ –ТБФ– HNO_3 по глубине раствора h . Сплошные линии для границы раздела фаз, вдоль стенки стакана, пунктир — для однородной фазы, в центре стакана.

фаза — жидкость и в центре для разных рабочих растворов из табл. 1. Увеличение концентрации урана вблизи поверхности ($h = 0$ мм) обусловлено тем, что в соответствии с механизмом экстракции молекулы $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot (2\text{ТБФ})$ накапливаются на поверхности полипропилена, а плотность ТБФ меньше плотности водной фазы. Накопление урана на дне стакана связано с тем что при избытке урана в водной фазе и малом количестве молекул ТБФ в органической фазе практически все молекул ТБФ связаны в комплексы $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot (2\text{ТБФ})_{\text{оф}}$, что при увеличении времени контакта фаз приводит к росту плотности органической фазы.

Плотности органической и водной фаз определяли пикнометрическим методом после установления равновесия в системе. Для рабочей системы РР6 плотность органической фазы на дне стакана составила 1.26 ± 0.02 г/мл, а плотность водной фазы в центре стакана 1.20 ± 0.02 г/мл. Для системы РР1 плотность органической фазы на дне стакана составила 1.58 ± 0.01 г/мл, а плотность водной фазы в центре стакана 1.16 ± 0.02 г/мл.

При концентрации урана в водной фазе 8.94 мг/мл (РР4) и 13.41 мг/мл (РР6) максимальные значения концентрации урана на границе раздела твердая фаза — жидкость приходится на слой шириной 5–10 мм у поверхности раствора. Когда концентрация урана в водной фазе составляет 17.88 мг/мл (РР1) и 22.36 мг/мл (РР7), плотность органической фазы на границе раздела твердое тело — жидкость становится выше плотности водной фазы, и часть органической фазы смещается на дно.

Изотопный состав урана определялся по аналитическим линиям гамма-излучения радионуклидов из равновесных цепочек распада ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U . Как показано на рис. 2, на границе раздела твердое тело — жидкость возможно образование градиентов изотопного состава по глубине h . В трех экстракционно-адсорбционных системах РР1, РР1а и РР1б начальная концентрация урана в водной фазе составляла 17.88 мг/мл. Результаты

Таблица 1. Состав рабочих растворов экстракционно-адсорбционных систем

Образец системы	Водная фаза						Органическая фаза	
	$V_{\text{ир}}$, мл	V_{HNO_3} , мл	$V_{\text{H}_2\text{O}}$, мл	C_{U} , мг/мл	C_{U} , моль/л	C_{HNO_3} , моль/л	$V_{\text{ТБФ}}$, мл	$V_{\text{БГ}}$, мл
РР1	4	9	11	17.885	0.0751	6.60	1	0
РР1а	4	9	11	17.885	0.0751	6.60	0.7	0.3
РР1б	4	9	11	17.885	0.0751	6.60	0.9	0.1
РР2	8	9	7	35.770	0.150	7.53	1	0
РР4	2	9	13	8.943	0.0376	6.14	0.7	0.3
РР6	3	9	12	13.414	0.0564	6.37	0.7	0.3
РР7	5	9	10	22.356	0.0939	6.83	0.7	0.3

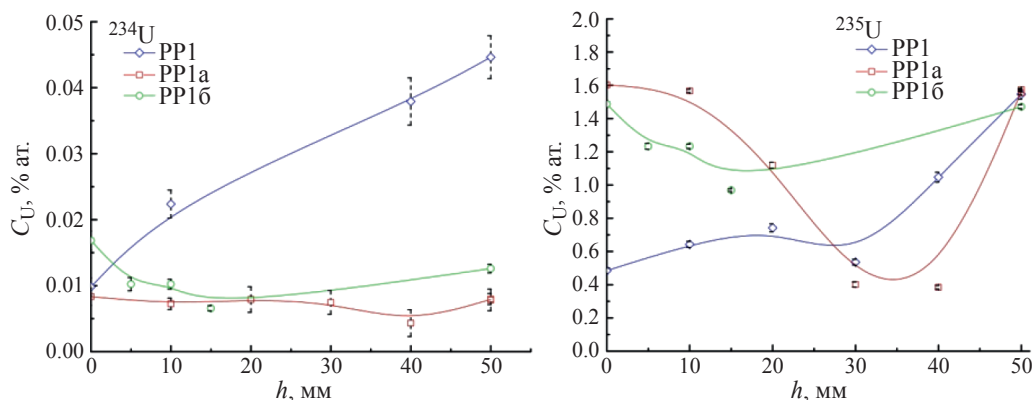


Рис. 2. Изменение концентраций изотопов ^{234}U (слева) и ^{235}U (справа) по глубине h на границе твердая фаза – жидкость.

измерений изотопного распределения урана в системе PP1a, в водной фазе по оси симметрии стакана, в направлении от поверхности жидкости до дна стакана представлены на рис. 3. В системе PP1 на дне стакана (органическая фаза – чистый ТБФ) концентрация ^{235}U составила 1.55 ± 0.03 ат. %, а отношение $C_{^{235}\text{U}}/C_{^{238}\text{U}}$ концентраций ^{235}U и ^{238}U составило 0.016 ± 0.002 . В этой системе вся обогащенная ^{235}U органическая фаза накапливается на дне стакана.

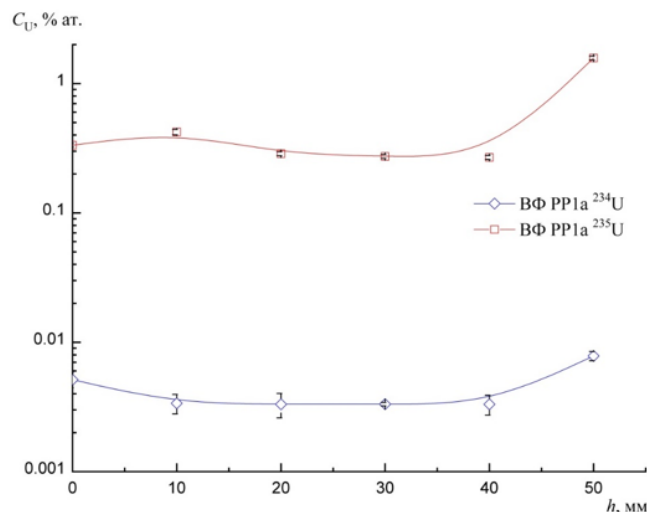


Рис. 3. Распределение концентрации ^{234}U (слева) и ^{235}U (справа) по глубине h в водной фазе (система PP1a) вдоль оси симметрии стакана.

В системе PP1a (органическая фаза – ТБФ и бензин в соотношении 7:3) концентрация ^{235}U на дне стакана составила 1.58 ± 0.01 ат.%, а отношение $C_{^{235}\text{U}}/C_{^{238}\text{U}} = 0.0160 \pm 0.0001$. На границе раздела твердая фаза – жидкость у поверхности жидкости концентрация ^{235}U составила 1.60 ± 0.02 ат. %, а

отношение $C_{^{235}\text{U}}/C_{^{238}\text{U}} = 0.0049 \pm 0.0006$. В системе PP16 (органическая фаза – ТБФ и бензина в соотношении 9:1) на границе раздела твердая фаза – жидкость у поверхности жидкости концентрация ^{235}U равна 1.49 ± 0.02 ат. %, а отношение $C_{^{235}\text{U}}/C_{^{238}\text{U}} = 0.015 \pm 0.001$.

Кинетика адсорбции подчиняется уравнению псевдопервого порядка Ерофеева–Колмогорова [7, 8]. Чем больше насыщение поверхности, т.е. меньше разность $(a_\infty - a_t)$, тем меньше скорость адсорбции:

$$\frac{da}{dt} = k_1(a_e - a_t) \quad \text{или} \quad \frac{dq}{dt} = k_1(q_e - q_t). \quad (1)$$

В уравнениях (1) a_e и a_t – величины адсорбции в момент установления равновесия и в момент t ; q_e и q_t – количество вещества в органическом слое на границе твердая фаза – жидкость в момент установления равновесия и в момент t ; k_1 – константа скорости адсорбции. Степень адсорбции α на границе раздела твердая фаза – жидкость у поверхности раствора –

$$\alpha = \frac{a_0 - a_t}{a_0} = \frac{C_0^{\text{ВФ}} - C_t^{\text{ВФ}}}{C_0^{\text{ВФ}}} = \frac{q_0^{\text{ВФ}} - q_t^{\text{ВФ}}}{q_0^{\text{ВФ}}} = \frac{q_t^{\text{ОФ}}}{q_0^{\text{ВФ}}} = \frac{C_t^{\text{ОФ}} \cdot V^{\text{ОФ}}}{C_0^{\text{ВФ}} \cdot V^{\text{ВФ}}}, \quad (2)$$

где C – концентрации адсорбата в органической (ОФ) и водной (ВФ) фазах соответственно. Решение уравнения (1), описывающее кинетику адсорбции в гетерогенной системе $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$ –ТБФ– HNO_3 ,

$$\alpha = 1 - e^{-k_1 t^n} \quad (3)$$

или для концентраций

$$C_t^{\text{ОФ}} = C_0^{\text{ВФ}} \frac{V^{\text{ВФ}}}{V^{\text{ОФ}}} \left(1 - e^{-k_1 t^n}\right). \quad (4)$$

В равенствах (2–4) величины $q_0^{\text{ВФ}}$ и $q_t^{\text{ВФ}}$ – количество адсорбата (уран) в водной фазе в начальный момент времени и в момент t ; $q_t^{\text{ОФ}}$ – количество

адсорбата (уран) в органической фазе в момент времени t ; n — постоянная, определяющая характер процесса адсорбции. При $n > 1.1$ процесс кинетический, при $n < 0.9$ процесс диффузионный, при $0.9 \leq n \leq 1.1$ — смешанный (скорость химической реакции сопоставима со скоростью диффузии) [7, 8]. В равенствах (3–4) k_1 — эффективная константа скорости процесса, связанная с константой скорости реакции K [9]:

$$K = n \cdot k_1^{1/n}. \quad (5)$$

Значения величин K , k_1 и n определялись графически:

$$\begin{aligned} \ln(-\ln(1-\alpha)) &= \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{q_t^{\text{ОФ}}}{q_0^{\text{ВФ}}}\right)\right) = \\ &= \ln\left(-\ln\left(\frac{q_t^{\text{ВФ}}}{q_0^{\text{ВФ}}}\right)\right) = \ln(k_1) + n \cdot \ln(t). \end{aligned} \quad (6)$$

В координатах $\ln[-\ln(1-\alpha)]$ от $\ln(t)$ тангенс угла наклона линии, построенной по экспериментальным данным, равен n ; отрезок, отсекаемый этой линией от оси ординат, равен $\ln(k_1)$.

Для описания кинетических закономерностей адсорбции используется уравнение псевдо-второго порядка Хо и Маккея [10]. Оно же служит для оценки влияния межмолекулярных взаимодействий адсорбируемых веществ [11, 12] и оценки общей скорости процесса [13–15]:

$$\frac{t}{a_t} = \frac{1}{k_2 a_e^2} + \frac{t}{a_e}. \quad (7)$$

В уравнении (7) k_2 — константа скорости адсорбции псевдо-второго порядка; $k_2 a_e^2$ — начальная скорость адсорбции [16]. Модель Хо и Маккея предполагает, что скорость адсорбции лимитируется химической реакцией, протекающей за счет ионного обмена или обмена электронами между адсорбентом и адсорбатом. Значения a_e и k_2 определяются графически по линейной зависимости t/a_t от t , построенной по экспериментальным данным. Тангенс угла наклона равен $1/a_e$, отрезок, отсекаемый графиком от оси ординат, равен $1/(a_e \cdot k_2)$.

Константы скорости извлечения изотопов ^iU ($i = 234, 235, 238$) из водной фазы в процессе адсорбции комплекса $^i\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot (2 \cdot \text{ТБФ})$ на границе раздела твердая фаза — жидкость, у поверхности жидкости ($h = 0$ мм) в гетерогенной системе

$7.53 \text{ М HNO}_3 - \text{ТБФ} - (\text{C}_3\text{H}_6)_n$ определялись по кинетическим кривым процесса [17]. Результаты графического определения значений K , k_1 и n даны в табл. 2.

В серии параллельных измерений было обнаружено, что воспроизводимость результатов измерений для значения K значительно лучше, чем для величины k_1 . Поскольку $n < 0.9$ адсорбция лимитируется процессом диффузии молекул $^i\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ в водной фазе к слою органической фазы на границе раздела у поверхности раствора. Значения констант скорости адсорбции изотопов урана в виде комплексов $^i\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot (2 \cdot \text{ТБФ})$ на поверхности полипропилена составляют ряд, в котором $K_{234\text{U}} > K_{235\text{U}} > K_{238\text{U}}$. Экспериментально измеренные и рассчитанные по модели Ерофеева—Колмогорова кинетические кривые адсорбции изотопов урана на границе твердая фаза — жидкость в гетерогенной системе PP2 у поверхности раствора приведены на рис. 4. Эти данные хорошо описываются моделью псевдопервого порядка.

Для системы PP2 значения a_e и k_2 определяли графически по экспериментальным данным, построенным в координатах t/a_t от t [17]. В табл. 3 представлены определенные по модели Хо и Маккея кинетические параметры адсорбции изотопов урана на границе твердая фаза—жидкость

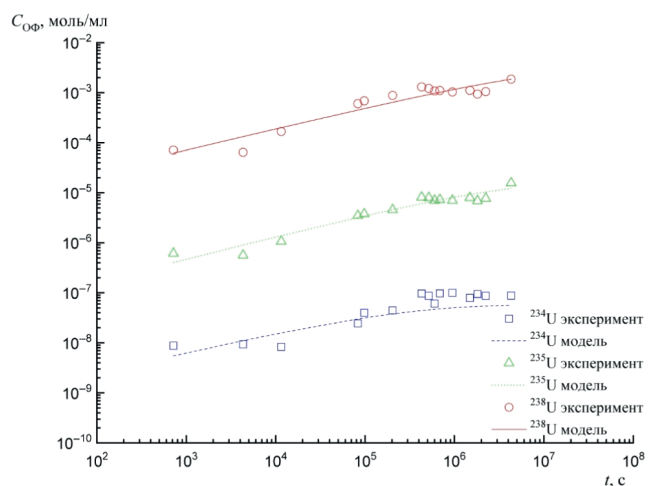


Рис. 4. Кинетические кривые накопления изотопов урана на границе твердая фаза—жидкость в системе $7.53 \text{ М HNO}_3 - \text{ТБФ} - (\text{C}_3\text{H}_6)_n$ у поверхности раствора в образце PP2.

Таблица 2. Кинетические параметры процесса накопления изотопов $^{234,235,238}\text{U}$ на границе твердая фаза — жидкость у поверхности в системе PP2

Изотоп	$\ln(k_1)$	k_1	n	K	R^2	Процесс
^{234}U	− 5.06	$6.33 \cdot 10^{-3}$	0.42	$2.48 \cdot 10^{-6}$	0.78	Диффузионный
^{235}U	− 6.72	$1.21 \cdot 10^{-3}$	0.45	$1.78 \cdot 10^{-7}$	0.91	Диффузионный
^{238}U	− 6.88	$1.03 \cdot 10^{-3}$	0.43	$4.92 \cdot 10^{-8}$	0.89	Диффузионный

Таблица 3. Экспериментальные и рассчитанные по модели параметры адсорбции ^{234,235,238}U

Параметр	Размерность	²³⁴ U	²³⁵ U	²³⁸ U
$1/a_e$	$\text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$	6.79×10^7	7.97×10^5	5.92×10^3
$1/(k_2 \cdot a_e^2)$	$\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$	5.65×10^{12}	4.66×10^{10}	6.93×10^7
R^2		0.99	0.99	0.99
a_{ealc}	$\text{моль} \cdot \text{см}^{-2}$	1.47×10^{-8}	1.25×10^{-6}	1.69×10^{-4}
k_2	$\text{см}^2 \text{ моль}^{-1} \text{ с}^{-1}$	817	13.6	0.51
$k_2 \cdot a_e^2$	$\text{моль} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	1.77×10^{-13}	2.15×10^{-11}	1.44×10^{-8}
a_{eexp}	$\text{моль} \cdot \text{см}^{-2}$	1.47×10^{-8}	1.26×10^{-6}	1.80×10^{-4}

у поверхности водной фазы в системе PP2, а также экспериментальные a_{eexp} и рассчитанные a_{ealc} значения равновесной величины адсорбции.

Скорость накопления адсорбата (уран и продукты его распада) V на границе раздела твердая фаза–жидкость у поверхности водной фазы ($0 \text{ мм} < h < 10 \text{ мм}$) равна значению производной по времени от функции $C_t^{\text{ОФ}}(t)$. Для определения значения V экспериментальные данные $C_t^{\text{ОФ}}$ аппроксимировали модифицированной функцией Ланжевена

$$y = y_0 + L \cdot \left(\text{cthz} - \frac{1}{z} \right), \tag{8}$$

где $z = \frac{t - x_c}{S}$; t – время контакта фаз. Результаты аппроксимации представлены в табл. 4. Результаты аппроксимации вместе с экспериментальными данными показаны на рис. 5. Полученный вид функции $V(t)$ для изотопов урана представлен на рис. 6. Эта параметризация позволяет заключить, что скорости процесса накопления ²³⁴U, ²³⁵U и ²³⁸U на границе твердая фаза – жидкость у поверхности водной фазы подчиняются неравенству $V_{234} > V_{235} > V_{238}$ или что подвижность молекул $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot (2 \cdot \text{ТБФ})$ с легкими изотопами урана выше.

В заключение сформулируем основные результаты. Исследована кинетика процесса экстракции комплексов $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}$ в гетерогенной системе малым количеством органического экстрагента ТБФ из раствора азотной кислоты.

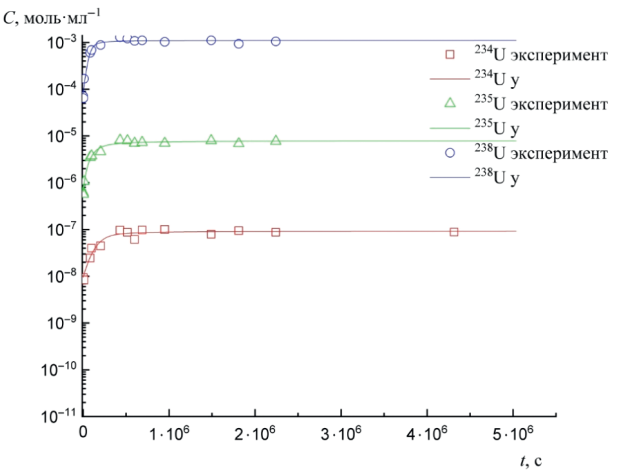


Рис. 5. Параметризация экспериментальных данных функцией Ланжевена для процесса адсорбции изотопов ^{234,235,238}U в системе PP2.

В процессе адсорбции комплексов $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}$ на вертикальной границе раздела полярного раствора и поверхности неполярного полипропилена изменяется изотопное распределение урана. Если в исходном растворе содержание ²³⁴U составляло $0.0016 \pm 0.0003 \text{ ат. \%}$; ²³⁵U – $0.471 \pm 0.007 \text{ ат. \%}$; ²³⁸U – $99.5 \pm 0.3 \text{ ат. \%}$, то на границе концентрация ²³⁴U увеличилась до $0.045 \pm 0.003 \text{ ат. \%}$, ²³⁵U – до $1.55 \pm 0.03 \text{ ат. \%}$, а содержание ²³⁸U уменьшилось

Таблица 4. Параметры аппроксимации экспериментальных данных

Изотоп	²³⁴ U	²³⁵ U	²³⁸ U
y_0	3.79×10^{-8}	2.04×10^{-6}	4.76×10^{-4}
x_c	132042.78	46024.85	68165.53
L	5.49×10^{-8}	5.86×10^{-6}	6.39×10^{-4}
s	69833.20	61724.51	27103.66
R^2	0.91	0.96	0.95

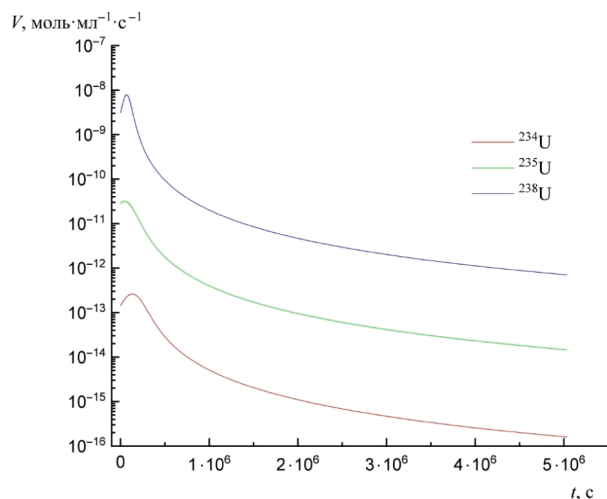


Рис. 6. Скорости $V(t)$ для процесса адсорбции изотопов ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U в системе PP2.

до 98.4 ± 1.9 ат. %. На этом явлении основан новый способ химического обогащения урана [18].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ласкарин Б.Н., Бабенко А.М., Филиппов Е.А. // Усп. химии. 1975. Т. 156. № 5. С. 761.
2. Maomi S., Tetsuya M., Kunihiro T. Redox uranium isotope separation using anion exchangers. US Patent B01, D59/30, US4.118.457. 1973.
3. Kawasaki T.M., Yokohama K.T., Fujisawa H.O. Ion exchange enrichment of uranium isotopes. US Patent US4368175A. 1983.
4. Жиганов А.Н., Кондаков В.М., Короткевич В.М. Метод химического разделения изотопов урана. Патент РФ RU2120329C1, кл. B01D59/22, C01G43/00. 1998.
5. Дельваль П. Способ изотопного химического обогащения урана. Патент СССР № 867283. 1981.
6. Крамаренко Е.Ю., Гордиевская Ю.Д. Принципы самоорганизации в растворах амфифильных молекул. М.: РАН, 2017. С. 27.
7. Павлюченко М.М., Лазерко Г.А. // Журн. физ. химии. 1954. Т. 28. № 1. С. 102.
8. Ерофеев Б.В., Соколова Н.Д. Таблицы для расчетов по топокинетическому уравнению α -1-хр (-ktn). Минск: Академия наук БССР, 1963. С. 132.
9. Сакович Г.В. // Учен. зап. Томск. гос. ун-та им. В.В. Куйбышева. 1955. № 26. С. 103.
10. Douven S., Paez C.A., Gommers C.J. // J. Colloid Interface Sci. 2015. V. 448. P. 437.
11. Корж Е.А., Клименко Н.А. // Пробл. совр. науки и образования. 2017. Т. 87. № 5. С. 1.
12. Крижановская О.О., Синяева Л.А., Карпов С.И. // Сорбцион. и хроматограф. проц. 2014. Т. 15. № 5. С. 784.
13. Ho Y.S., McKay G. // PSEP. 1998. V. 76. P. 183.
14. Ho Y.S., McKay G. // PSEP. 1998. V. 76. P. 332.
15. Ho Y.S. // J. Hazard. Mater. B. 2006. V. 136. P. 681.
16. Yakout S.M. // Carbon Sci. Technol. 2010. No. 1. P. 144.
17. Zinoviev V.G., Rumyantseva D.A., Serebrov A.P. et al. // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2023. V. 332. P. 2027.
18. Зиновьев В.Г., Румянцева Д.А., Митропольский И.А. и др. Способ химического обогащения урана легкими изотопами. Патент РФ RU2756277C1, кл. G21C19/42. 2021.

Features of the isotopic distribution of uranium at the boundary of polar and nonpolar media

D. A. Rumyantseva^{1,*}, V. G. Zinoviev¹, I. A. Mitropolsky¹

¹ B.P. Konstantinov Petersburg Nuclear Physics, Institute of National Research Center "Kurchatov Institute", Gatchina, 188300, Russia

* e-mail: rumyantseva_da@pnpi.nrcki.ru

The adsorption process of complexes $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{TBP}$ in a heterogeneous system at the interface of polar solution of 5.6 M HNO_3 and the surface of nonpolar polypropylene $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$ is studied. The isotopic distribution of uranium changes at the vertical interface of the media. The kinetics of the extraction process of complexes $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{TBP}$ in the heterogeneous system is described by the pseudo-first-order model of Erofeev–Kolmogorov and pseudo-second-order model of Ho and McKay.