

массы составляет сотые доли процента массы образца и происходит в две стадии. Потеря массы происходит в результате разложения полуторного нитрида урана в нитридном топливе. Данный процесс может сказаться на работоспособности твэла и снизить его эксплуатационный ресурс. В связи с этим важно контролировать количество остаточного полуторного нитрида, который может содержаться в нитридном ядерном топливе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троянов В.М., Грачев А.Ф., Забудько Л.М., Скупов М.В. Перспективы использования нитридного топлива в быстрых реакторах с замкнутым топливным

- циклом. — Атомная энергия, 2014, т. 117, вып. 2, с. 69—74.
2. Алексеев С.В., Зайцев В.А. Нитридное топливо для ядерной энергетики. М.: Техносфера, 2013. 240 с.
3. Wang X., Long Z., Bin R. et al. Study of the decomposition and phase transition of uranium nitride under UHV conditions via TDS, XRD, SEM, and XPS. — Inorganic Chem., 2016, v. 55, № 21, p. 10835—10838.
4. Hiroaki T. Phase relations and thermodynamic properties of the uranium-nitrogen system. — J. Nucl. Mater., 1974, v. 51, p. 78—89.
5. Arai Y., Nakajima K. Preparation and characterization of PuN pellets containing ZrN and TiN. — Ibid., 2000, v. 281, № 2—3, p. 244—247.
6. Ganguly C., Hegde P., Sengupta A. Preparation, characterisation and out-of-pile property evaluation of (U, Pu)N fuel pellets. — Ibid., 1991, v. 178, № 2—3, p. 234—241.

Поступила в Редакцию 7.03.19

УДК 621.039.342+658.51

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОБЕДНЕННОГО УРАНА В ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Павлов Ю.Г., Ульянов Ю.А. (АО «Техснабэкспорт», г. Москва),

Лазарев Д.А., Харитонов В.В. (НИЯУ МИФИ, г. Москва)

e-mail: atomlazarev@gmail.com

По данным Всемирной ядерной ассоциации в настоящее время накоплено около 2 млн т обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,1—0,4% по массе в расчете на металлический уран [1, 2]. Различная концентрация ^{235}U в обедненном гексафториде урана обусловлена экономическими соображениями, связанными с загрузкой обогатительного производства и соотношением цен на работу разделения изотопов урана и природный уран. Обедненный гексафторид урана является опасным химическим соединением, поэтому при невозможности его повторного использования для производства топлива требуется для длительного хранения переводить в более безопасную форму диоксида урана UO_2 .

Целью настоящей статьи является оценка экономической целесообразности повторного обогащения обедненного гексафторида урана с последующей утилизацией вторичных отвалов.

Материальные потоки и работа разделения при обогащении урана. Питанием раз-

делительного каскада служит поток F сырья в форме гексафторида урана концентрацией f урана ^{235}U . На выходе каскада образуются два потока: обогащенный продукт в количестве P с повышенной концентрацией ^{235}U ($p > f$) и отвал в количестве T с концентрацией t ниже, чем в сырьевом потоке ($t < f$).

Воспользуемся определениями работы разделения R и разделительного потенциала V , а также уравнениями баланса материальных потоков и их изотопного состава потоков [3—6]:

$$R = PV(p) + TV(t) - FV(f); \quad (1)$$

$$V(z) = (1 - 2z) \ln \frac{1 - z}{z}; \quad z = p, t, f; \quad (2)$$

$$F = T + P; \quad fF = tT + pP. \quad (3)$$

Из выражений (3) следует взаимосвязь материальных потоков с концентрацией в них ^{235}U :

$$F = P \frac{p - t}{f - t}; \quad T = P \frac{p - f}{f - t}. \quad (4)$$

Подставив выражения (2) и (4) в уравнение (1), получим формулу для определения работы разделения R на единицу продукции P , зависящей только от концентрации ^{235}U в потоке:

$$\frac{R}{P} = V(p) + \frac{p-f}{f-t} V(t) - \frac{p-t}{f-t} V(f). \quad (5)$$

Стоимость обогащенного уранового продукта C_P зависит от цены природного урана C_F , единицы работы разделения C_R и утилизации отвалного урана C_{yt} согласно принципу аддитивности затрат [4]:

$$PC_P = FC_F + RC_R + TC_{yt}. \quad (6)$$

С учетом выражений (1)–(4) получим зависимость цены обогащенного уранового продукта от концентрации ^{235}U в потоках p , f , t и цен C_R , C_F , C_{yt} :

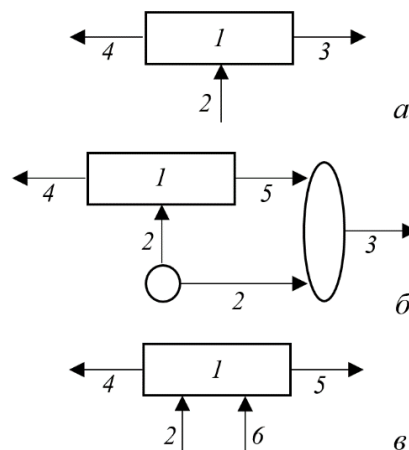
$$C_P = \frac{p-t}{f-t} C_F + \left[V(p) + \frac{p-f}{f-t} V(t) - \frac{p-t}{f-t} V(f) \right] C_R + \frac{p-f}{f-t} C_{yt}. \quad (7)$$

Дифференцируя выражение (7) по концентрации ^{235}U в отвале t и приравнявая производную нулю, получим уравнение для определения оптимальной концентрации t_0 , которое при цене утилизации $C_{yt} = 0$ имеет вид

$$\frac{C_F}{C_R} = (2f-1) \ln \frac{f(1-t_0)}{t(1-f)} - \frac{(2f-1)(f-t_0)}{f(1-t_0)}. \quad (8)$$

Отсюда следует, что оптимальная концентрация ^{235}U в отвале t_0 не зависит от концентрации продукта, но на нее влияет концентрация сырья (питания) f и отношение цен на сырье и работу разделения C_F/C_R . Соответственно минимальная цена единицы работы разделения C_P определяется соотношением цены на работу разделения, цены на сырье и концентрации ^{235}U в сырье. Минимум оптимальной концентрации t_0 рассчитывается численными методами с помощью выражения (8).

Модели вовлечения обедненного гексафторида урана в обогатительное производство. В настоящей работе рассматриваются методы оценки экономической эффективности вовлечения обедненного гексафторида урана в



Р и с. 1. Схема работы разделительных каскадов при обогащении обедненного гексафторида урана для получения эквивалента натурального урана (а), обогащенного уранового продукта промежуточного обогащения с последующим разбавлением обедненным гексафторидом урана до эквивалента натурального урана (б) и обогащенного уранового продукта с питанием природным ураном и подпиткой обедненным гексафторидом урана (в): 1 — разделительный каскад; 2 — обедненный гексафторид урана $F(f) \text{ } ^{235}\text{U}$ 0,18–0,4%; 3 — эквивалент натурального урана $N_e(e) \text{ } ^{235}\text{U}$ 0,711%; 4 — вторичный отвал $T(t)$; 5 — обогащенный урановый продукт $P(p) \text{ } ^{235}\text{U}$ 4,95%; 6 — природный уран $N(e) \text{ } ^{235}\text{U}$ 0,711%

обогатительное производство для трех разных производственных схем. В первой схеме рассматривается вариант разделительного каскада с получением обогащенного уранового продукта требуемой концентрации (рис. 1, а). Обедненный уран (обедненный гексафторид урана) в количестве F концентрацией f , являясь сырьем (питанием) разделительного каскада, обогащается до эквивалента натурального урана в количестве N_e с природной концентрацией ^{235}U $e = 0,711\%$. При этом образуется вторичный отвал в количестве T концентрацией $t < f$. Во второй схеме исследуется неперестраиваемый разделительный каскад, в котором возможно получение продукта низкого обогащения с последующим разбавлением до эквивалента натурального урана (см. рис. 1, б). В данной схеме P — произведенный обогащенный урановый продукт обогащением $p \geq e = 0,711\%$, F_1 — сырье (питание) в виде обедненного гексафторида урана концентрацией ^{235}U f , F_2 — поток сырья, которым продукт P разбавляют до получения эквивалента натурального урана природной концентрации урана e . В третьей схеме рассматривается вариант разделительного каскада

фиксированной мощности для производства обогащенного уранового продукта как с питанием природным ураном в объеме N , так и подпиткой в форме обедненного гексафторида урана в объеме F (см. рис. 1, в).

Целесообразность производства эквивалента природного урана в зависимости от рыночных условий. Ценность обедненного гексафторида урана. Рассмотрим производство эквивалента натурального урана по схеме для наработки его эквивалента (см. рис. 1, а). В качестве критерия эффективности производства эквивалента натурального урана из обедненного гексафторида урана выбираем разность $C_{п.у} - C_{э.н.у}$ между рыночными котировками на природный уран $C_{п.у}$ (усл. ед./кг) и себестоимостью получаемого эквивалента природного урана $C_{э.н.у}$ (усл. ед./кг). Производство эквивалента натурального урана прибыльно, если разность положительна. Себестоимость эквивалента натурального урана определяется по аналогии с выражением (6) из суммы затрат на сырье и работу разделения (по рыночным котировкам):

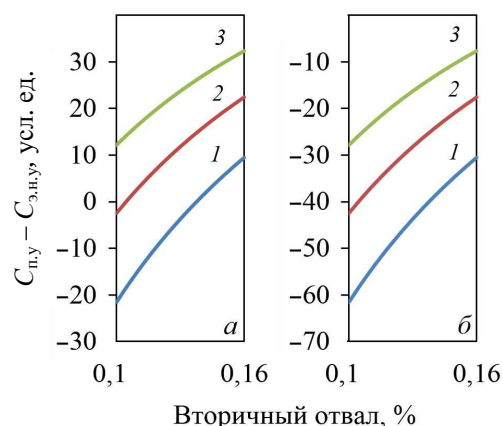
$$N_e C_{э.н.у} = F C_F + R C_R. \quad (9)$$

Стоимость утилизации вторичного сырья здесь не учитывается. Если стоимостью сырья, которым в данном случае выступает обедненный гексафторид урана, можно пренебречь ($C_F = 0$), то стоимость эквивалента натурального урана зависит лишь от цены и объема работы разделения, необходимой для производства эквивалента натурального урана. В этом случае относительную эффективность производства эквивалента натурального урана можно представить в виде

$$\frac{C_{п.у} - C_{э.н.у}}{C_R} = \frac{C_{п.у}}{C_R} - \left[V(e) + \frac{e-f}{f-t} V(t) - \frac{e-t}{f-t} V(f) \right] > 0; \quad (10)$$

$$\frac{C_{п.у}}{C_{э.н.у}} = \frac{C_{п.у}}{C_R} \left/ \left[V(e) + \frac{e-f}{f-t} V(t) - \frac{e-t}{f-t} V(f) \right] \right. > 1. \quad (11)$$

Как следует из расчетов, в условиях, близких к рыночным, с котировками на работу разделения $C_R = 40$ усл. ед./е.р.р. и природный уран $C_{п.у} = 80$ усл. ед./кг ($C_{п.у}/C_R = 2$), наработка экви-



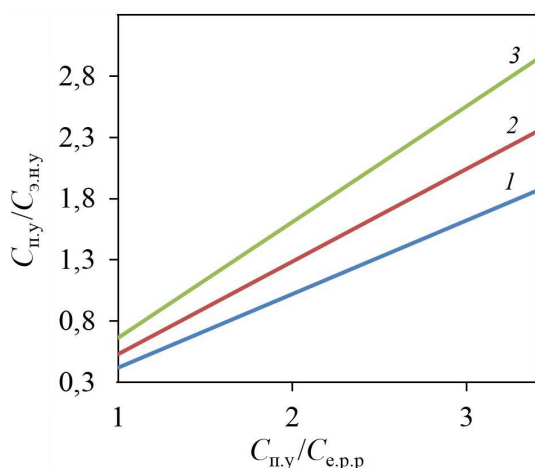
Р и с. 2. Целесообразность наработки эквивалента натурального урана из обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,18 (1), 0,22 (2), 0,26% (3) при рыночной котировке на работу разделения 40 усл. ед./е.р.р. и на природный уран 80 (а) и 40 усл. ед./кг (б) [расчет по формуле (10)]

валента натурального урана эффективна даже при обогащении обедненного гексафторида урана с концентрацией $^{235}\text{U} \sim 0,18\%$ (рис. 2).

При котировках $C_{п.у} = 40$ усл. ед./кг и $C_R = 40$ усл. ед./е.р.р. наработка эквивалента натурального урана нецелесообразна во всем выбранном диапазоне концентрации ^{235}U в обедненном гексафториде урана.

Наработка эквивалента натурального урана целесообразна для области, в которой соотношение цен $C_{п.у}/C_{э.н.у}$ больше 1, и тем выгоднее, чем выше котировки на природный уран по сравнению с котировками на работу разделения ($C_{п.у}/C_R$). Причем, как следует из уравнения (11) и расчетов, приведенных на рис. 3, отношение $C_{п.у}/C_{э.н.у}$ линейно увеличивается с ростом отношения котировок на природный уран и работу разделения ($C_{п.у}/C_R$).

Поскольку заказчик заинтересован получать эквивалент натурального урана по цене, не превышающей рыночную котировку на природный уран, то маржа производителя в данном случае формируется за счет поступлений от продажи обедненного гексафторида урана и работы разделения, а также от снижения затрат на утилизацию отвалов. В связи с этим можно определить ценность обедненного гексафторида урана для производства эквивалента натурального урана как такую стоимость обедненного гексафторида урана $C_{огфу}$, при которой себестоимость производства эквивалента натурального



Р и с. 3. Целесообразность наработки эквивалента натурального урана из обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,18 (1), 0,22 (2), 0,26% (3) в зависимости от отношения котировок на природный уран и работу разделения [расчет по формуле (11)]

урана численно равна рыночной котировке природного урана $C_{\text{э.н.у.}} = C_{\text{п.у.}}$. Если учесть также стоимость утилизации вторичного отвала $C_{\text{ут.}}$, то уравнение (6) или (9) для суммы затрат на производство эквивалента натурального урана, продаваемого по рыночной котировке природного урана $C_{\text{э.н.у.}} = C_{\text{п.у.}}$, запишется в виде

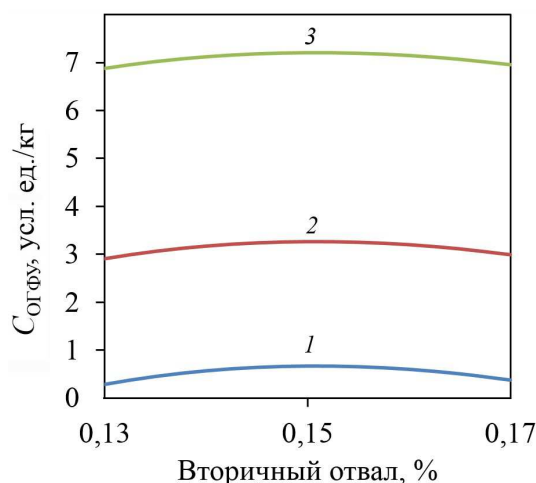
$$N_e C_{\text{п.у.}} = F C_{\text{ОГФУ}} + R C_R + T C_{\text{ут.}}$$

Отсюда с учетом соотношения материальных потоков (4) и определения работы разделения (5) следует искомое выражение для ценности обедненного гексафторида урана:

$$C_{\text{ОГФУ}} = \frac{f-t}{e-t} C_{\text{п.у.}} - \left[\frac{f-t}{e-t} V(e) + \frac{f-e}{t-e} V(t) - V(f) \right] C_R - \frac{f-e}{t-e} C_{\text{ут.}} \quad (12)$$

Как следует из расчетов, показанных на рис. 4, ценность первичного отвала в форме обедненного гексафторида урана может превышать 3—7 усл. ед./кг при концентрации более 0,22—0,26% и стоимости утилизации вторичных отходов 5 усл. ед./кг [7].

Если в разделительный каскад с получением обогащенного уранового продукта из природного урана подать на вход обедненный гексафторид урана, то в соответствии с общими принципами разделения (1)—(4) на выходе каскада будет получен обогащенный урановый продукт



Р и с. 4. Ценность обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,18 (1), 0,22 (2), 0,26% (3) при рыночных котировках на работу разделения 40 усл. ед./е.р.р. и природный уран 80 усл. ед./кг [расчет по формуле (12)]

промежуточного обогащения. Его концентрация будет зависеть от коэффициентов разделения по обогащенной α и обедненной фракции β , рассчитываемых по формулам [3]

$$\alpha = \frac{p}{1-p} \bigg/ \frac{f}{1-f};$$

$$\beta = \frac{f}{1-f} \bigg/ \frac{t}{1-t}.$$

Например, если в питаемый природным ураном каскад, в котором осуществлялось производство обогащенного уранового продукта концентрацией ^{235}U 4,95% с отвалом 0,2% (при параметрах $\alpha = 7,273$, $\beta = 3,573$), в качестве сырья подать обедненный гексафторид урана с концентрацией ^{235}U 0,18—0,26%, будет получен урановый продукт промежуточного обогащения. Концентрация обогащенного уранового продукта и отвала будет рассчитана по соотношениям (см. таблицу)

$$p = \frac{\alpha f}{1-f+\alpha f}; \quad t = \frac{f}{\beta+f-\beta f}.$$

Расчеты целесообразности наработки эквивалента натурального урана для неперестраиваемого разделительного каскада (см. рис. 1, б) дают схожие результаты с перестраиваемой установкой (см. рис. 1, а), но с меньшей эффективностью за счет потери работы разделения при смешении обогащенного уранового продук-

**Наработка обогащенного уранового продукта
в неперестраиваемом каскаде из сырья с разной
концентрацией ^{235}U**

Сырье	Концентрация ^{235}U , %	Концентрация ^{235}U обогащенного уранового продукта, %	Концентрация ^{235}U отвала, %
Природный уран	0,711	4,95	0,20
Обедненный гексафторид урана	0,18	1,29	0,05
	0,22	1,58	0,06
	0,26	1,86	0,07

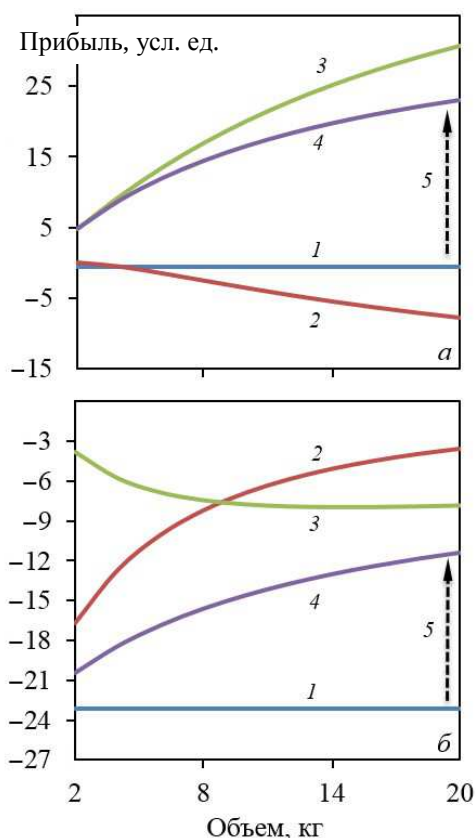
та промежуточного обогащения с обедненным гексафторидом урана.

Выводы о целесообразности наработки эквивалента натурального урана из обедненного гексафторида урана были сделаны с позиции заказчика и в предположении неограниченного количества обедненного гексафторида урана. На рис. 2, 4 видно, что эффективность наработки эквивалента натурального урана возрастает с повышением концентрации ^{235}U во вторичном отвале. Действительно, чем ближе производственный отвал к концентрации ^{235}U в сырье, тем меньше потребляется работа разделения и соответственно ниже себестоимость наработки эквивалента натурального урана. С позиции производителя на первое место ставится задача получения максимального дохода от переработки ограниченного объема обедненного гексафторида урана. Повышение производственного отвала снижает себестоимость эквивалента натурального урана, но и уменьшает его количество и соответственно выручку от реализации. Расчеты с позиции производителя при себестоимости работы разделения, отличающейся от рыночных котировок в условиях ограниченного объема обедненного гексафторида урана, дают другое значение оптимального вторичного отвала, при котором достигается максимальная прибыль производства эквивалента натурального урана.

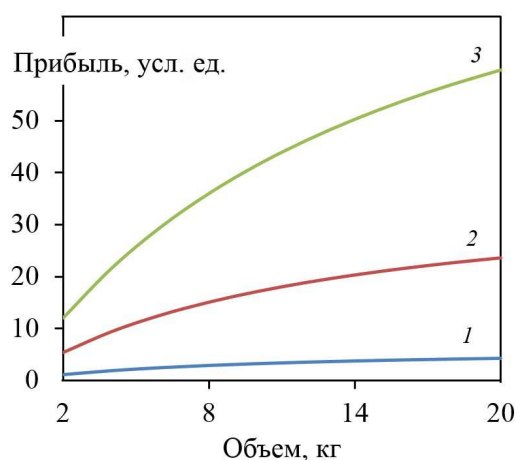
Ценность обедненного гексафторида урана при производстве обогащенного уранового продукта с использованием обедненного гексафторида урана в качестве подпитки. Рассмотрим для разных рыночных условий и обедненного гексафторида урана с разной концент-

рацией ^{235}U экономическую эффективность питания разделительного каскада не только природным ураном в объеме F с концентрацией ^{235}U f , но и обедненным гексафторидом урана в объеме N с концентрацией ^{235}U e (см. рис. 1, в). Для простоты и наглядности расчетов допустим, что каскад разделен на две части, одна из которых нарабатывает эквивалент натурального урана из обедненного гексафторида урана, вторая производит обогащенный урановый продукт из природного урана. Мощность разделительного каскада остается неизменной, а отвал является единым для наработки как обогащенного уранового продукта, так и эквивалента натурального урана. В дальнейших расчетах рассмотрена следующая ситуация: обогатительное производство с разделительным каскадом мощностью 10 е.р.р. получает заказ на производство 1 кг обогащенного уранового продукта обогащением 4,95% из природного урана. Заказчик устанавливает наиболее выгодный для него отвал, исходя из соотношения рыночных котировок на работу разделения и природный уран [расчет по формуле (8)]. Обогатительное производство рассчитывает свой производственный отвал, исходя из производственной мощности и полученного заказа. Себестоимость производственной единицы работы разделения принята равной рыночной котировке на работу разделения, поскольку анализируется динамика процессов, а не абсолютные значения. Для котировок 40 усл. ед./е.р.р., 80 и 40 усл. ед./кг расчеты вариантов условной прибыли разделительного каскада за реализацию заказа на обогащенный урановый продукт в режимах без вовлечения обедненного гексафторида урана и с вовлечением обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,22% показаны на рис. 5. Как видно из расчетов, при обеих котировках прибыльность работы разделительного каскада увеличивается.

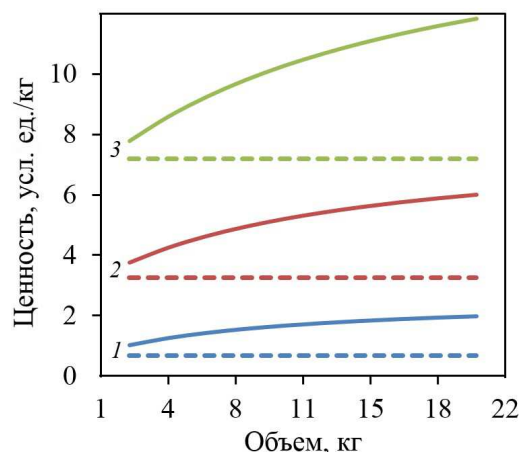
На рис. 6 показана прибыль обогатительного производства в схеме с подпиткой установки обедненным гексафторидом урана в сравнении с традиционным питанием только природным ураном. Расчеты выполнены для разделительного каскада мощностью 10 е.р.р. при наработке 1 кг обогащенного уранового продукта концент-



Р и с. 5. Условная прибыль разделительного каскада в режиме с вовлечением и без вовлечения обедненного гексафторида урана при котировках на работу разделения 40 усл. ед./е.р. и природный уран 80 (а) и 40 усл. ед./кг (б): 1 — прибыль обогащательного производства без подпитки обедненным гексафторидом урана; 2 — прибыль производства за счет наработки обогащенного уранового продукта в условиях перевода части мощности на наработку эквивалента натурального урана; 3 — прибыль за счет реализации эквивалента натурального урана; 4 — совокупная прибыль; 5 — изменение прибыли



Р и с. 6. Прибыль обогащательного производства в подпитке разделительного каскада обедненным гексафторидом урана с концентрацией ^{235}U 0,18 (1), 0,22 (2), 0,26% (3)



Р и с. 7. Ценность обедненного гексафторида урана с концентрацией ^{235}U 0,18 (1), 0,22 (2), 0,26% (3) при производстве эквивалента натурального урана (---) и обогащенного уранового продукта (—)

рацией ^{235}U 4,95% и вовлечении до 20 кг обедненного гексафторида урана концентрацией ^{235}U в интервале 0,18—0,26%, при котировках 40 усл. ед./е.р. и 80 усл. ед./кг.

Определим ценность обедненного гексафторида урана как разность на 1 кг урана прибыли разделительного каскада в режиме с подпиткой обедненным гексафторидом урана и питания только природным ураном, включая снижение затрат на утилизацию обедненного гексафторида урана в объеме наработки эквивалента натурального урана (цена утилизации 5 усл. ед./кг). На рис. 7 показана ценность обедненного гексафторида урана для разной концентрации ^{235}U при наработке как эквивалента натурального урана, так и обогащенного уранового продукта. Расчеты выполнены для котировок на природный уран 80 усл. ед./кг и работу разделения 40 усл. ед./е.р.

Таким образом, расчеты показывают, что эффективным способом вовлечения обедненного гексафторида урана в обогащательное производство является комплексная наработка обогащенного уранового продукта, а не производство эквивалента натурального урана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **The Nuclear Fuel Report.** Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2017-2035. World Nuclear Association, September 2017. 185 p.
2. **Uranium 2018:** Resources, Production and Demand. Nuclear Energy Agency, 2018. 460 p.

3. **Артюгина И.М.** Экономика ядерной энергетики. Учебное пос. 4-е изд. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. 129 с.
4. **Харитонов В.В.** Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели. М., НИЯУ МИФИ, 2014. 328 с.
5. **Сулаберидзе Г.А., Палкин В.А., Борисевич В.Д. и др.** Теория каскадов для разделения бинарных и многоком-

понентных изотопных смесей. Под ред. В.Д. Бормана. Учебное пос. М., НИЯУ МИФИ, 2011. 368 с.

6. **Павлов Ю.Г., Семенов Е.В., Ульянин Ю.А., Харитонов В.В.** Расчет приведенной стоимости работы разделения изотопов урана. — Атомная энергия, 2018, т. 124, вып. 4, с. 234—239.
7. **Diehl P.** Re-enrichment of West European Depleted Uranium Tails in Russia. WISE Uranium Project, 2004. 47 p.

Поступила в Редакцию 15.03.19

УДК 621.039.735

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ АМЕРИЦИЯ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДОФАЗНОГО ЭКСТРАГЕНТА НА ОСНОВЕ ТОДГА

Клочкова Н.В., Савельев А.А., Позднякова Н.Ю., Писаненко С.С. (АО «ВНИИХТ», г. Москва),

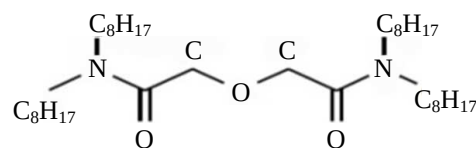
Ананьев А.В. (АО «ВНИИНМ», г. Москва)

e-mail: zelentchev@mail.ru

В соответствии с законодательством подземное захоронение облученного топлива запрещено. Таким образом, его можно хранить или перерабатывать. При переработке происходит уменьшение объема отходов, но активность топлива останется прежней. Для экономического эффекта необходимо повторно использовать плутоний и желательн уран. Поэтому необходимо перейти с обогащенного уранового топлива на смесь нитридного уран-плутониевого топлива для создания замкнутого ядерного топливного цикла с быстрыми реакторами. Для возвращения урана в цикл с его последующим использованием необходимо выделить актиноидов — америция и кюрия. Для повторного использования урана, плутония, нептуния есть реальные гидрометаллургические производства, америций и кюрий на промышленном уровне не разделяют. Эта проблема решается только на уровне НИОКР.

Целью настоящей работы является исследование сорбции америция из модельных растворов жидких радиоактивных отходов с использованием модифицированных твердофазных экстрагентов на основе ТОДГА как альтернативный способ доочистки жидких радиоактивных отходов от трансурановых элементов щелочным осаждением.

Для селективного выделения трехвалентных актиноидных и лантаноидных элементов из азотно-кислых растворов переработки отработанных ядерных материалов перспективными признаны твердофазные экстрагенты, полученные с помощью лигандов, которые характеризуются высокой эффективностью и избирательностью [1]. Наиболее перспективными лигандами для извлечения трехвалентных актиноидов и лантаноидов из азотно-кислых растворов являются дигликольамиды, в частности, N, N, N', N' — тетраоктилдигликольамид (ТОДГА), структура которого показана на рис. 1 [1—3]. Он обладает высокой растворимостью в алифатических углеводородах и характеризуется высокими коэффициентами распределения при экстракции актиноидов (III) и лантаноидов (III) из азотно-кислых растворов [4]. Модифицированные образцы твердофазных экстрагентов на основе ТОДГА были синтезированы в АО «ВНИИХТ» (табл. 1.). При разработке требова-



Р и с. 1. Структура N, N, N', N' — тетраоктилдигликольамида (ТОДГА)