

Рис. 2. Изменение тока гадолиниевого ЭДН с кварцевой изоляцией при колебаниях мощности реактора: — ток ЭДН; ○ — ток ионизационной камеры, отн. ед.

случаях. С возрастанием диаметра эмиттера для ЭДН с эмиттером из Ag относительный вклад «мгновенной» составляющей растет, достигая примерно 10% при диаметре эмиттера 0,7 мм. С ростом диаметра эмиттера увеличивается отношение доли короткоживущей составляющей к доле долгоживущей составляющей. Это явление, очевидно, связано с тем, что энергия β -частиц, испускаемых радиоактивным Ag^{110} (2,24 и 2,82 Мэв [6]), выше аналогичной величины для Ag^{108} (1,45 Мэв).

На рис. 2 показано изменение тока гадолиниевого ЭДН в течение нескольких циклов колебаний мощности реактора. Измерения показали, что гадолиниевые ЭДН практически безинерционны.

Поступило в Редакцию 1/II 1972 г.
В окончательной редакции 7/VIII 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Я. Емельянов и др. «Атомная энергия», 30, 275 (1974).
2. И. Я. Емельянов и др. «Атомная энергия», 27, 230 (1969).
3. В. Ф. Сучков и др. «Кабельная техника». Отделение ВНИИЭМ по научно-технической информации, стандартизации и нормализации в электротехнике, вып. 72, 1971.
4. В. Ф. Сучков и др. Жаростойкие кабели с магнетиальной изоляцией. М., Энергия, 1969.
5. W. Loosemore, G. Knill. In. «Radiation Measurements in Nuclear Power». Proc. of the Internat. Conf. Sept. 1966, p. 430.
6. А. Н. Несмеянов и др. Получение радиоактивных изотопов, М., ГИХЛ, 1954, стр. 92, 94.

Радиационно-химические превращения йода в системе трибутилфосфат — гексан — H_2O — HNO_3

П. А. ЗАГОРЕЦ, З. И. РАСКИНА, Г. П. БУЛГАКОВА, В. М. МАКАРОВ,
Т. Г. САЖИНА, Т. Н. АГАФОНОВА

УДК 541.15:(547.264,118,5+546.15)

Проблема йода, возникающая в экстракционной технологии высокооблученного ядерного горючего, охарактеризована в предыдущем сообщении [1]. В настоящей работе продолжены исследования радиационно-

химического поведения йода в трибутилфосфате (ТБФ) и в растворах трибутилфосфата в гексане. Изучена роль добавок (H_2O , HNO_3) в процессах радиолиза таких систем.

О приготовлении образцов, методике облучения и дозиметрии изложено в работе [1]. Анализ продуктов радиолиза растворов иода осуществляли спектрофотометрически (I_3^-), методом потенциометрического титрования раствором $AgNO_3$ водных вытяжек из облученных растворов (НЖ) и методом газожидкостной хроматографии (алкилиодиды). Были использованы: хроматограф «Пай-104» с пламенно-ионизационным детектором; колонка длиной 1,5 м с внутренним диаметром 4 мм; расход газа-носителя $(N_2)^{60}$ мл/мин; температура колонки $120^\circ C$. В качестве жидкой фазы использовали апиэзон-*L* в количестве 15 вес. % на целлите С-545, предварительно обработанном соляной кислотой.

При γ -облучении растворов иода ($C_{I_2} \sim 2 \cdot 10^{-2} M$) в сухом чистом 100%-ном ТБФ наблюдается процесс превращения комплекса ТБФ· J_2 через промежуточную форму J_3^- в иодистые алкилы, в основном в C_4H_9J . Образуются также небольшие количества НЖ. По мере накопления C_4H_9J становится заметным процесс его радиационно-химического разрушения по механизму [2, 3]:



При этом образуются этилпропил и некоторые другие алкилиодиды. Величина радиационно-химических выходов указанных процессов превращений иода в ТБФ приведена в таблице.

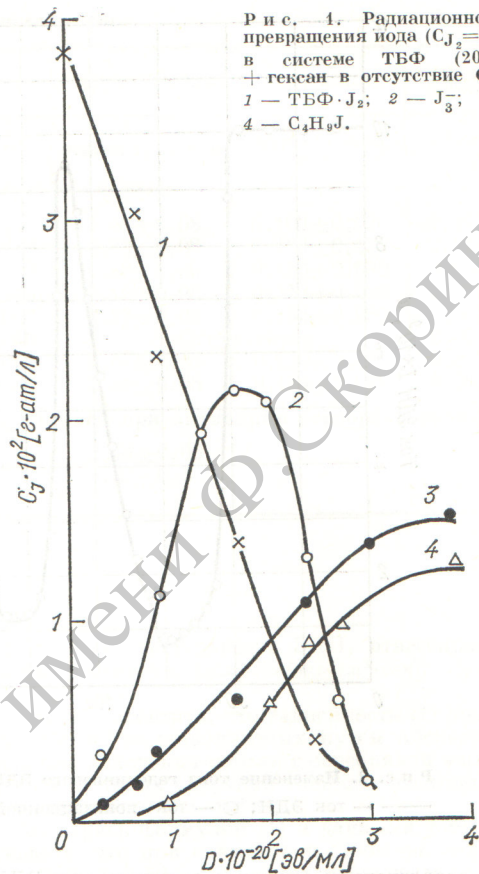
При насыщении растворов иода в ТБФ водой (~5 вес. %) значительно уменьшается радиационно-химический выход иодистого бутила (см. таблицу), но сильно увеличивается выход НЖ. Влияние H_2O на радиолиз ТБФ (следовательно, и на выход C_4H_9J) связывают [4] с защитным действием водородных связей на распад возбужденных молекул ТБФ.

Радиолиз исследуемой системы, приведенной в равновесие с водным раствором 2н. HNO_3 , не обнаружил образования ионов J_3^- ; иодистый бутил образуется в незначительных количествах. Окончательно состав возникающих в присутствии HNO_3 продуктов радиолиза иода не установлен. Предполагается протекание окислительно-восстановительных реакций иода с продуктами радиолиза азотной кислоты с образованием иодисто-водородной, гипоиодатной, иодатной кислот или их органических производных.

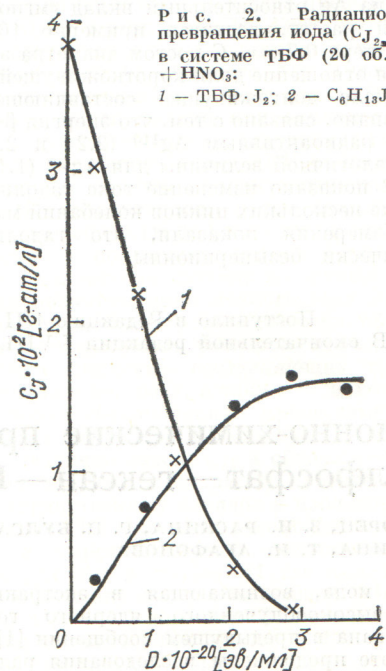
Радиационно-химические выводы
процессов превращения иода
($C_{I_2} = 1,97 \cdot 10^{-2} M$) в ТБФ и в ТБФ +
гексан в отсутствие O_2

Таблица

Процесс	Добавка Концентрация ТБФ, об. %	Без до-	H_2O	HNO_3
		бавок	Радиационно-химический выход, G, 1/100 эв	
Разрушение ТБФ· J_2	20	4,6	5,5	5,5
	100	6,8	6,1	3,9
Образование J_3^-	20	3,8	4,5	—
	100	4,4	4,5	—
Разрушение J_3^-	20	4,0	3,0	—
	100	4,3	4,5	—
Образование C_4H_9J	20	3,5	3,0	—
	100	7,7	1,2	—
Образование $C_6H_{13}J$	20	3,5	3,0	4,8
	100	—	—	—

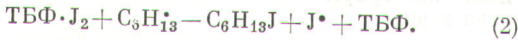


Р и с. 1. Радиационно-химические превращения иода ($C_{I_2} = 1,97 \cdot 10^{-2} M$) в системе ТБФ (20 об. %) + гексан в отсутствие O_2 :
1 — ТБФ· J_2 ; 2 — J_3^- ; 3 — $C_6H_{13}J$,
4 — C_4H_9J .



Р и с. 2. Радиационно-химические превращения иода ($C_{I_2} = 1,97 \cdot 10^{-2} M$) в системе ТБФ (20 об. %) + гексан + HNO_3 :
1 — ТБФ· J_2 ; 2 — $C_6H_{13}J$.

При γ -облучении растворов иода в ТБФ + гексан (без добавок) общая картина радиационно-химических превращений иода близка к такой для чистого ТБФ (рис. 1). В обоих случаях комплекс ТБФ·J₂ разрушается и через промежуточную форму J₃ переходит в основном в C₄H₉J. В присутствии гексана наблюдается параллельное образование C₆H₁₅J (без индукционного периода):



Величины радиационно-химических выходов протекающих процессов радиолиза иода в ТБФ + гексан и в растворах с добавками приведены в таблице. Влияние H₂O в растворах, разбавленных гексаном, не проявляется, что связано, по-видимому, с незначительной растворимостью воды в исследуемой системе (1 вес. % по данным [4]).

Радиационно-химические превращения иода в растворе ТБФ + гексан, приведенном в равновесие с водным раствором 2н. HNO₃, показаны на рис. 2. В такой системе, как и в чистом ТБФ, содержащем HNO₃, ионы J₃ не образуются, C₄H₉J образуется в незначительном количестве. Вместе с тем присутствие HNO₃ не влияет на подирование разбавителя (гексана).

Прослежена роль иода в некоторых процессах радиационно-химического нитрования углеводородного разбавителя. Известно [5], что при радиолизе системы ТБФ + октан + HNO₃ в отсутствие O₂ образуются

в основном нитрооктан ($G = 8 \cdot 10^{-3}$ эв) и октилнитрит ($G = 8 \cdot 10^{-3}$ эв). В экспериментах с аналогичной системой (в отсутствие иода) нитрооктан идентифицирован спектрофотометрически по поглощению с $\lambda_{\text{макс}} = 290 \text{ нм}$ [6].

При облучении растворов, содержащих иод ($C_{\text{J}_2} = 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ M}$), поглощение с $\lambda_{\text{макс}} = 290 \text{ нм}$ отсутствует. По-видимому, основной нитрующий агент (NO₂) в значительной степени расходуется в окислительных реакциях с иодом и с его производными.

Поступило в Редакцию 10/VI 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. А. Загорец и др. «Атомная энергия», 32, вып. 5, 422 (1972).
2. Л. С. Полак, П. Я. Чернык, А. С. Щербак ова. «Химия высоких энергий», 2, № 4, 317 (1968).
3. J. Thomas. *Tourn. Phys. Chem.*, 71, No. 6, 1919 (1967).
4. L. Burger, E. Mc-Clanahan. *Ind. Eng. Chem.* 50, No. 2, 453 (1958).
5. Г. Ф. Егоров, В. И. Медведовский. «Химия высоких энергий», 5, № 1, 78 (1971).
6. А. Гиллем, Е. Штерн. Электронные спектры поглощения органических соединений. М., Изд-во иностр. лит., 1957 г.

О спиральной неустойчивости плазменного шнура эллиптического сечения

Л. С. СОЛОВЬЕВ

УДК 533.9.01

В настоящей работе выведены условия гидромагнитной устойчивости для плазменного шнура эллиптического поперечного сечения, относительно спиральных возмущений для случаев однородного и поверхностного продольного тока.

Для гидромагнитной устойчивости плазменной конфигурации, удерживаемой в равновесии магнитным полем

$$\nabla p = [jB], \quad j = \text{rot } B, \quad \text{div } B = 0, \quad (1)$$

необходимо и достаточно положительной потенциальной энергии $\delta W = \delta W_i + \delta W_\Sigma + \delta W_e$ при произвольных смещениях плазмы ξ [1—3]:

$$\delta W_i = \frac{1}{2} \int_V \{ (Q + [je]\xi)^2 + \gamma p (\text{div } \xi)^2 - (\Omega + [je]^2) \xi^2 \} d\tau; \quad (2)$$

$$\delta W_\Sigma = \frac{1}{2} \int_\Sigma \{ B(B\nabla) n - B_e(B_e\nabla) n \} \xi_n^2 d\sigma; \quad (3)$$

$$\delta W_e = \frac{1}{2} \int_{V_e} (\text{rot } \delta A_e)^2 d\tau, \quad Q = \delta B = \text{rot } [\xi B], \quad (4)$$

где p — давление плазмы; B, B_e — невозмущенные, а δB и $\delta B_e = \text{rot } \delta A_e$ — возмущенные магнитные поля внутри и вне плазмы; Σ — граница плазмы с внешним магнит-

ным полем; n — внешняя нормаль к поверхности Σ ; $\xi \equiv \xi^3 = \xi^i \nabla^i$, $e = e_3$ — компонента смещения и координатный вектор в натуральной системе координат [4]:

$$d\tau = e_i dx^i = e_1 d\theta + e_2 d\xi + e_3 dV, \quad \Omega = I' \Phi' - J' \chi',$$

где $\Phi(V)$ и $J(V)$ — продольные, а $\chi(V)$ и $I(V)$ — поперечные потоки векторов B и j .

Если ввести комбинации компонент смещения $\mu = \Phi' \xi^1 - \chi' \xi^2$, $\lambda = J' \xi^1 - I' \xi^2$, то

$$\text{div } \xi = \xi' + (j\nabla\mu - B\nabla\lambda)/p'; \quad (5)$$

$$Q = [\nabla\mu\nabla V] + (B\nabla\xi) e - (B\xi)'; \quad (6)$$

где штрихом обозначено дифференцирование по V , а вектор B' определяется равенством $B' = \chi'' e_1 + \Phi e_2$ соответственно.

Для получения потенциальной энергии δW_i отдельной винтовой гармоники возмущения примем $\xi = \xi(V) \times \cos 2\pi(n\xi - m\theta)$, $\mu = \mu_1(V) \sin 2\pi(n\xi - m\theta) + \mu_2(V) \times \cos 2\pi(n\xi - m\theta)$. Ограничимся случаем аксиально-симметричных тороидальных конфигураций, тогда минимизация δW_i по μ_1, μ_2 и интегрирование по ξ приводит к выражению [5]

$$\delta W_i = \frac{1}{4} \int \left\{ \frac{1}{c^2} (\nabla V(u\xi))' - [c[je]] \xi^2 + \left(\frac{4\pi^2 u^2}{c^2} [ce]^2 - \Omega - [je]^2 \right) \xi^2 \right\} d\tau. \quad (7)$$