

сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

958/84

13/II-84
12-83-718

Б. Айхлер, Г. Россбах

АДСОРБЦИЯ МЕТАЛЛОВ
НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ЯДЕРНОЙ ХИМИИ.

Влияние взаимодействия гипотетических элементов
в области $Z=114$
с различными электродными металлами
на их электроосаждение

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Известно^{/1/}, что материал электрода влияет на условия электрохимического осаждения безносительных количеств радионуклидов металлических элементов на поверхности электродов. Если значение энтальпии адсорбции металла А на поверхности электродного металла В "более отрицательно", чем значение энтальпии десублимации чистого металла А, то осаждение на электродном металле В происходит при "более положительном" катодном потенциале, чем электроосаждение ионов A^{n+} на поверхности металла А.

Для разработки селективных электрохимических методик выделения или обогащения требуется знание этих специфических взаимодействий.

В настоящей работе исходя из модели для определения дифференциальной энтальпии адсорбции на поверхности металлов^{/12/} с учетом модели взаимодействия металлов МАЙДЕМА^{/3/} и описания равновесного потенциала электрода в контакте с системой A/A^{n+} согласно Бурне и Роджерсу^{/2/} оценивается влияние природы металла В на потенциал осаждения гипотетических элементов 112-115.

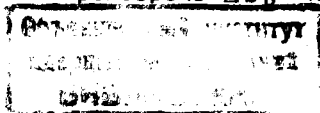
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В соответствии с выводами работы^{/2/} для равновесного потенциала E электрода из металла В в растворе с потенциал-определяющими ионами A^{n+} имеет место выражение

$$E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln a_{A^{n+}} - \frac{\Delta \bar{H}_{red}}{nF} + \frac{T \Delta \bar{S}_{red}}{nF}, \quad /1/$$

где E° - стандартный электрохимический потенциал; $a_{A^{n+}}$ - термодинамическая активность ионов A^{n+} ; $\Delta \bar{H}_{red}$ - дифференциальная молярная энтальпия металла А, осадившегося на поверхности В, относительно дифференциальной молярной энтальпии элемента А в стандартном состоянии; $\Delta \bar{S}_{red}$ - дифференциальная молярная энтропия металла А, осадившегося на поверхности В, относительно дифференциальной молярной энтропии элемента А в стандартном состоянии; R - универсальная газовая постоянная; T - температура; n - заряд ионов; F - постоянная Фарадея.

Дифференциальная энтропия осадившегося металла является суммой трех компонентов: энтропий колебания (ΔS_{vib}), связи (ΔS_{B}) и конфигурации (ΔS_{conf}). Если пренебречь ΔS_{vib} и ввести энтро-



пию конфигурации, зависящую от степени покрытия x :

$$\Delta \bar{S}_{\text{conf}} = -R \ln \left(\frac{x}{1-x} \right),$$

то в случае малых концентраций $c_{A^{n+}}$ и низкой степени покрытия из /1/ следует:

$$E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln c_{A^{n+}} - \left(\frac{\Delta \bar{H}_{\text{red}} - T \Delta \bar{S}_s}{nF} \right) - \frac{RT}{nF} \ln x. \quad /2/$$

Равновесный потенциал E является функцией $c_{A^{n+}}$ и x , зависящих, в свою очередь, от протекания процесса электролиза. Для получения характеристики влияния материала электродов на потенциал осаждения микрокомпонента следует ввести некоторые понятия.

Целесообразно сравнивать равновесные потенциалы в состоянии 50%-ного осаждения компонента A из объема электролита V /л/ на поверхность электрода f /см²/ при постоянном соотношении фаз /1 см² поверхности электрода на 1 см³ объема электролита/. В случае 50%-ного осаждения для степени покрытия имеем

$$x = \frac{V \cdot 0,5 c_{A^{n+}} \cdot A_m}{f}$$

Подставляя это значение x в уравнение /2/, получим:

$$E_{50\%} = E^{\circ} - \left(\frac{\Delta \bar{H}_{\text{red}} - T \Delta \bar{S}_s}{nF} \right) + \frac{RT}{nF} \ln \frac{1000}{A_m}. \quad /3/$$

Величина A_m - молярная площадь осаждающегося металла A в состоянии плотно упакованного монослоя на поверхности B - определяется по формуле /21/

$$A_m = 6,463 \cdot 10^7 \cdot V_{AL}^{2/3}. \quad /4/$$

V_{AL} представляет собой молярный объем металла A , который в контакте с B изменяется вследствие переноса заряда /3/. Величина $E_{50\%}$ удобна для получения характеристики влияния электродного материала, так как не зависит от начальной концентрации потенциал-определяющего иона.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

3.1. Оценка стандартных электродных потенциалов элементов 112-115

В табл.2 представлены литературные данные по E° /СТЭ/. Такие комплексные величины, как E° , можно оценить лишь по рассчитанным энергиям ионизации и радиусам ионов /уравнения Борна /4-6/ или на основании экстраполяции необходимых термодинамических

Таблица 1

Стандартные значения энтальпий сублимации, энтропии, энтальпий газообразных ионов, энергии ионизации и радиусы некоторых СТЭ

Элемент	$\Delta H_{\text{sub}}^{\circ} (r)$ (кДж/моль)	$S^{\circ} (k)$ (Дж/моль.гр.) экстрапол.	ΣI (кДж/моль) /17/	$r \cdot 10^{10}$ (м)	$\Delta H_u^{\circ} (r)$ (кДж/моль)
III	335/4/	56,1	-	-	-
III ⁺	-	-	1013,0 7	(1,3)	1347,71
III ³⁺	-	-	6165,26	0,76/4/	6499,90
II2	22,13/13/	77,4	-	-	-
II2 ²⁺	-	-	3135,70	0,75/4/	3157,87
II3	110,43/13/	69,9	-	-	-
II3 ⁺	-	-	713,97	1,4/4/	824,40
				1,48/6/	
II3 ³⁺	-	-	6155,62	1,0/5/	6266,05
II4	71,53/13/	75,3	-	-	-
II4 ²⁺	-	-	2421,72	1,2/4/	2493,25
				1,31/6/	
II5	148,92/13/	67,8	-	-	-
II5 ⁺	-	-	530,66	1,5/4/	679,58
II5 ³⁺	-	-	4339,98	1,0/4/	5088,85
II6	85,75/13/	68,2	-	-	-
II6 ²⁺	-	-	1968,25	1,35/18/	2054,00
II9	41,83/7/	100	-	-	-
II9 ⁺	-	-	463,12	1,8/17/	504,95
I20	138,04/7/	78	-	-	-
I20 ²⁺	-	-	1485,84/15/	1,6/17/	1623,88

функций состояния внутри групп гомологов в зависимости от Z /7/. Последовательные оценки значений E° проводятся также на основе эмпирических корреляций между энтальпиями гидратации, стандартными энтальпиями газообразных ионов и отдельными уровнями электронных орбиталей.

Расчет E° проводился, как в работах /4-6/, по уравнениям

$$nFE^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}, \quad /5/$$

$$\Delta H^{\circ} = \Delta H_u^{\circ} (r) + \Delta H_r^{\circ} - n \cdot 456,92, \quad /6/$$

$$\Delta S^{\circ} = \Delta \bar{S}_{A^{n+}}^{\circ} - S_A^{\circ} (k) + n \cdot 65,28. \quad /7/$$

Таблица 2

Энтальпии гидратации ионов и стандартные электродные потенциалы СТЭ

Ион	$-\frac{1}{n} \Delta H_r$ (кДж/г.-а.)		E^0 (В)			
	Уравнение (8)	Экстраполяция $f(\frac{1}{n})$	Выбранные значения $f(\frac{1}{n} \Delta H_u^0(r))$	Литература		
I	2	3	4	5	6	7
III^+	340	-	750	750	+1,067	-
III^{3+}	1354	-	1630	1630	+0,903	+1,9/4/
$II2^{2+}$	908	-	1040	1040	+0,92	+2,1/4/
$II3^+$	325	305	-	315	+0,183	+0,6/6/
	314	-	-	-	-	-0,6/7/
$II3^{3+}$	1181	-	1560	1560	+0,79	+0,9/7/
$II4^{2+}$	712	695	-	695	+0,928	+0,9/6/
$II5^+$	311	-	-	311	-1,3	-1,5/5/
$II5^{3+}$	1181	1210	-	1210	+0,348	+1,7/7/
$II6^{2+}$	664	-	-	664	-1,087	+0,1/4/
$II9^+$	276	-	325	300	-2,851	-2,7/7/
$I20^{2+}$	597	-	610	604	-2,769	-2,97/7/
						-2,90/19/

Здесь ΔH^0 и ΔS^0 обозначают изменение энтальпии и энтропии электрохимического процесса в цепи электрода A/A^{n+} с водородным электродом при стандартных условиях, $S_A^0(k)$ - стандартная энтропия твердого элемента A и ΔS_{Aaq}^{0n+} - дифференциальная стандартная энтропия гидратированного иона A^{n+} ($S_{Aaq}^{0n+} = 0$).

Стандартная энтальпия газообразных ионов $A^{n+} \Delta H_u^0(r)$ получается как сумма стандартной энтальпии газообразных атомов A и их энергии ионизации: $\Delta H_u^0(r) = \Delta H_{298}^0(r) + J_1 + J_2 + J_3 \dots$. Энтропия гидратированных ионов определяется согласно /11/ как функция атомного веса и радиуса /15/. Величина $S^0(k)$ находится методом экстраполяции внутри групп гомологов /16/ по зависимости $S^0(k) = f(\lg Z)$ /см. табл.1/.

На рис.1 представлены корреляции между энтальпиями гидратации $\frac{1}{n} \Delta H_r$ и стандартными энтальпиями газообразных ионов $\frac{1}{n} \Delta H_u^0(r)$.

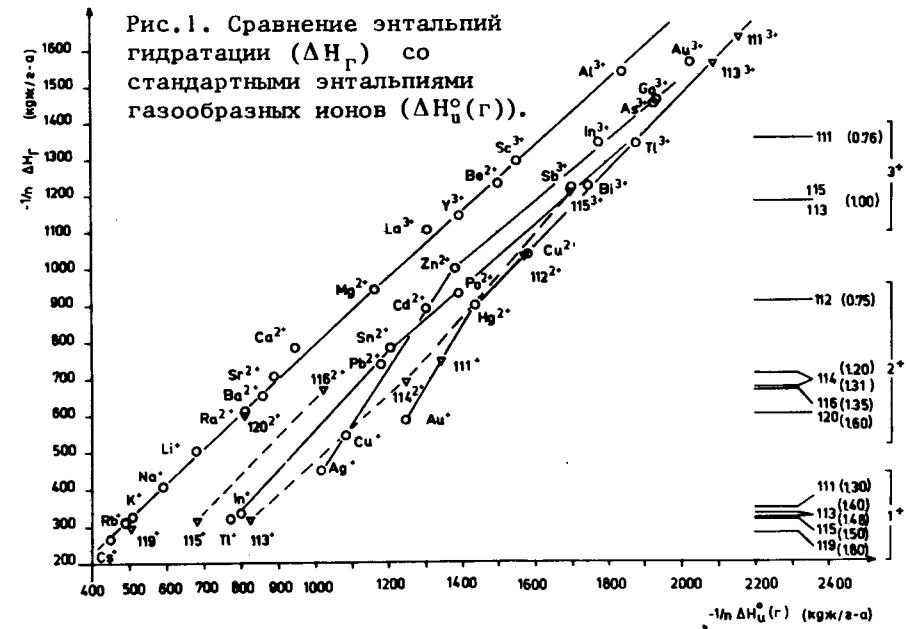


Рис.1. Сравнение энтальпий гидратации (ΔH_r) со стандартными энтальпиями газообразных ионов ($\Delta H_u^0(r)$).

На рис.2 показана зависимость энтальпий гидратации от разности уровней электронных орбиталей ($\Delta \epsilon$) атомов /по данным /8/ /. Значения ΔH_r для 111^+ , 112^{2+} и 113^{3+} были получены путем экстраполяции /рис.1/.

Как известно, энтальпия гидратации является комплексным термическим параметром вследствие различного соотношения вкладов в нее электростатических и ковалентных связей. Гидратация ионов с электронной конфигурацией благородных газов представляет собой как бы электростатическое явление /9,10/. Поэтому энтальпию гидратации ионов щелочных и щелочно-земельных металлов, а также ионов Al^{3+} , Sc^{3+} , Y^{3+} и La^{3+} можно приблизительно описать простой функцией радиуса ионов r_p /по Полингу/ и их заряда n :

$$\Delta H_r = \frac{1000 n^2}{(1,35 r_p + 1,19)} \quad /8/$$

На рис.1 значения для этих ионов образуют самостоятельную линейную зависимость /изоэлектронная линия/. Энтальпии гидратации остальных ионов в пределах точности расчета равняются значениям энтальпии гидратации, определяемым по уравнению /8/, или превышают их /см. табл.3/. В последнем случае эффект обусловлен избыточными ковалентными связями за счет взаимодействия незаполненных орбиталей с молекулами воды.

Поэтому уравнение /8/ позволяет определить лишь нижние предельные значения энтальпии гидратации ионов сверхтяжелых элементов /см. табл.2/.

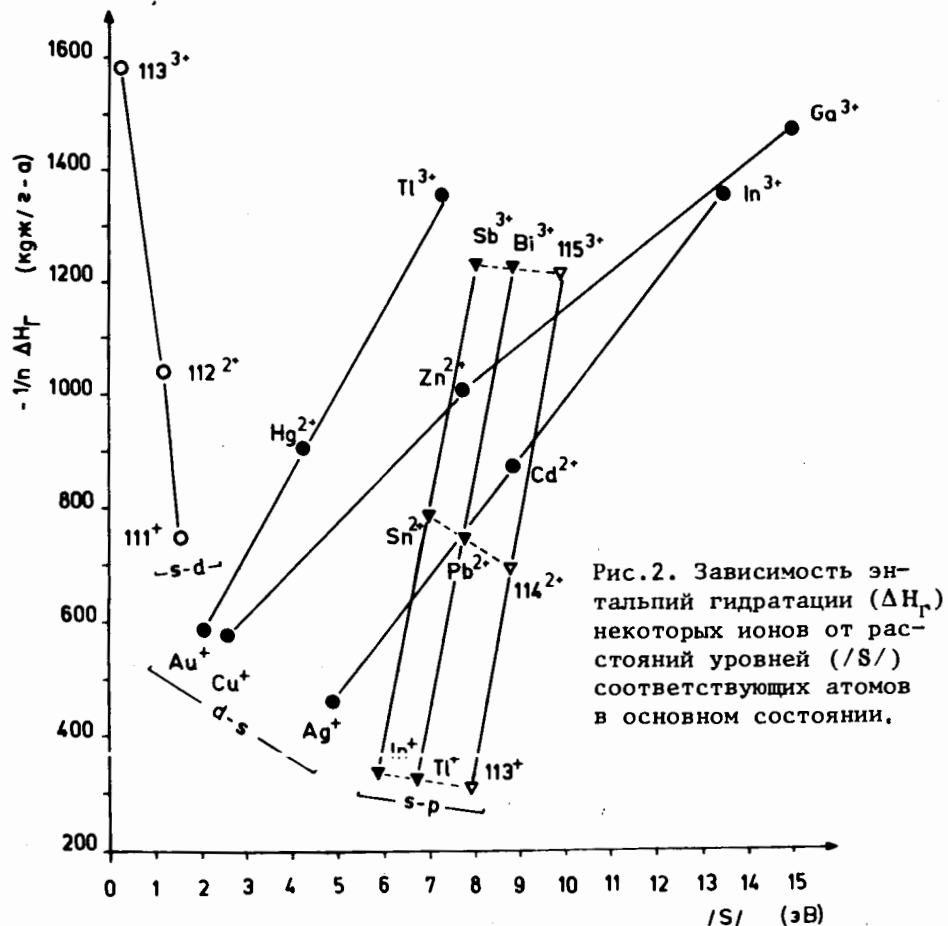


Рис. 2. Зависимость энтальпий гидратации (ΔH_{Γ}) некоторых ионов от расстояний уровней (S) соответствующих атомов в основном состоянии.

В случае изоэлектронных ионов 115^{1+} и 116^{2+} /квази-144-конфигурация/ эти наименьшие значения принимаются как истинные энтальпии гидратации. Весьма вероятно, что большие значения S ($s-p$; $p_{1/2} - p_{3/2}$) исключают гибридизацию, необходимую для образования ковалентных связей.

На рис. 2 путем экстраполяции оцениваются величины $\frac{1}{n} \Delta H_{\Gamma}$ изоэлектронных ионов 113^{3+} , 114^{2+} и 115^{3+} . В рядах $Jn^{+} - Sn^{2+} - Sb^{3+}$ и $Tl^{+} - Pb^{2+} - Bi^{3+}$ имеются линейные параллельные корреляции.

В изоэлектронном ряду $113^{1+} - 114^{2+} - 115^{3+}$ /квази-112-конфигурация/ из-за повышенных значений S значения энтальпии гидратации тоже получаются относительно низкими.

Правая ордината на рис. 1 позволяет сравнивать результаты этой экстраполяции с данными, рассчитанными по уравнению /8/.

Получено хорошее совпадение значений ΔH_{Γ} , найденных двумя способами, что соответствует представлению о гидратации этих ионов только за счет электростатических взаимодействий. Для ΔH_{Γ} выбраны средние значения, представленные в табл. 2.

Энтальпии гидратации ионов 112^{2+} , 113^{3+} и 111^{3+} определялись путем интерполяции на изоэлектронном участке $Hg^{2+} - Tl^{3+}$, а $\Delta H_{\Gamma}/111^{+}$ - на участке $Au^{+} - Hg^{2+}$ /рис. 1/. Это, вероятно, максимально возможные значения. Они могут быть ниже, если изоэлектронная кривая $111^{+} - 112^{2+} - 113^{3+}$ будет находиться правее линии $Au^{+} - Hg^{2+} - Tl^{3+}$ /как линия $Au^{+} - Hg^{2+} - Tl^{3+}$ по сравнению с линией $Ag^{+} - Cd^{2+} - Jn^{3+}$ /. С большей вероятностью существенно более высокие значения энтальпии гидратации по сравнению с результатами расчета по уравнению /8/ ожидаются в случае ионов 111^{+} , 112^{2+} , 113^{3+} и 111^{3+} из-за низких абсолютных значений S .

В табл. 3 представлена разность

$$\frac{1}{n} (\Delta H_{\Gamma} - \Delta H_{\Gamma}(r_p)) = \Delta \left(\frac{1}{n} \Delta H_{\Gamma} \right), \quad /9/$$

которая пропорциональна энергии ковалентных связей.

Оцененные нами энтальпии гидратации соответствуют общей тенденции для групп гомологов.

На основе данных табл. 1 и выбранных значений энтальпии гидратации /табл. 2/ с применением уравнений /5/-/7/ рассчитаны стандартные потенциалы электродов. Результаты расчета хорошо согласуются с литературными данными в случае потенциалов $113/113^{+}$; $114/114^{2+}$; $115/115^{+}$; $119/119^{+}$ и $120/120^{2+}$. Во всех других случаях имеется их заметное расхождение.

На основе определенных нами значений энтальпии гидратации, вероятно, получаются нижние предельные значения стандартных электродных потенциалов $111/111^{+}$; $112/112^{2+}$; $111/111^{3+}$. Значение $E^{\circ} 116/116^{2+}$, предсказанное в работе /4/, находится в противоречии с нашими оценками.

Мы полагаем, что влияние оболочечных эффектов /первичных и вторичных релятивистских эффектов/ на электрохимическое поведение СТЭ, оцененное на основе корреляций ΔH_{Γ} с $\Delta H_{\Gamma}^{\circ}(r)$ и S , учитывается лучше, чем при простой экстраполяции необходимых термодинамических величин или постоянных уравнений Борна.

3.2. Расчет дифференциальной энтальпии нетто-адсорбции

Величина $\Delta \bar{H}_{\text{ред}}$ представляет собой термический эффект в случае перемещения одного моля элемента A из стандартного состояния в состояние адсорбции на материале электрода при низкой степени его покрытия /дифференциальная энтальпия нетто-адсорбции/. $\Delta \bar{H}_{\text{ред}}$ определялась на основе рассчитанных значений дифференциальной молярной энтальпии адсорбции /при нулевом заполнении/ /12/ и стандартной энтальпии газообразных элементов /13/ соответственно:

$$\Delta \bar{H}_{\text{ред}} = \Delta \bar{H}_a + \Delta H_{298}^{\circ}(r).$$

Таблица 3

Сравнения энтальпий гидратации некоторых ионов с рассчитанными значениями как функция радиуса и заряда /если предполагается, что ионы имеют электронные конфигурации благородных газов/

Ион	Радиус (Полинг) $\times 10^{10}$ (м) /9/	$-1/n \Delta H_f$ (кДж/г.-а.)		Уравнение (8)	$\Delta (\Delta H_f)$ (кДж/г.-а.) Уравнение (9)
		Настоящая работа	/20/		
Cu ⁺	0,96	-	580 ¹⁾	402	-178
Ag ⁺	1,26	-	461 ¹⁾	346	-115
Au ⁺	1,37	-	584 ²⁾	329	-255
III ⁺	(1,3)	750	-	340	-410
Cu ²⁺	0,69	-	1031	943	-88
Au ³⁺	0,95	-	1566 ²⁾	1213	-355
111 ³⁺	0,76/4/	1630	-	1354	-276
Zn ²⁺	0,74	-	1004	914	-91
Cd ²⁺	0,97	-	891	800	-91
Hg ²⁺	1,10	-	904	747	-156
II2 ²⁺	0,75/4/	1040	-	908	-132
In ⁺	1,32	-	334 ²⁾	337	+3
Tl ⁺	1,40	-	321	325	+4
III ³⁺	1,40/4/	305	-	325	+20
	1,48/6/	-	-	314	+9
Ga ³⁺	0,62	-	1463	1480	+17
In ³⁺	0,81	-	1350	1314	-36
Tl ³⁺	0,95	-	1347	1213	-134
113 ³⁺	1,00/5/	1560	-	1181	-379
Sn ²⁺	1,12	-	785	740	-45
Pb ²⁺	1,20	-	743	712	-31
114 ²⁺	1,20/4/	695	-	712	+17
	1,31/6/	-	-	676	-19
115 ⁺	1,50/4/	311	-	311	+0
As ³⁺	0,69	-	1449 ²⁾	1414	-35
Sb ³⁺	0,90	-	1225 ²⁾	1247	+22
Bi ³⁺	1,02	-	1223 ²⁾	1169	-54
III5 ³⁺	1,0/4/	1210	-	1181	-28
Po ²⁺	1,20	-	936 ²⁾	712	-224
116 ²⁺	1,35	664	-	664	+0

1/ Рассчитано по /9/ /с $\Delta H_f(H^+) = -1076,3$ кДж/г - а /.

2/ Рассчитано на основе значений E° /20/.

3.3. Расчет изменения энтропии колебаний

Колебательную часть изменения энтропии процесса, описанного в 3.2, можно приблизительно оценить как функцию основных частот чистых фаз A (ν_A) и электродного металла B (ν_B): $\Delta \bar{S}_s = 3R \ln \nu_A / \nu_B$. При этом предполагается, что адсорбированные частицы колеблются в резонансе с металлом B и имеют три колебательные степени свободы. ν_A находится на основе отношения $S_A(k) = 3R[\ln kT / n \cdot \nu_A + 1,333]$ с применением определенных путем экстраполяции значений энтропии твердых СТЭ. Основная частота металлов B рассчитана исходя из температур Дебая^{14/}.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл.4 представлены рассчитанные по уравнению /3/ значения $E_{50\%}$ ультрамалых количеств гипотетических элементов в случае применения различных электродных металлов. Для элементов 111, 116, 119 и 120 пока не могут быть проведены расчеты из-за отсутствия необходимых констант^{12/} для определения энтальпии адсорбции.

Таблица 4

Равновесные потенциалы металлических электродов по достижении 50%-ного осаждения следовых количеств ионов 112²⁺; 113⁺; 114²⁺; 115⁺ и Am³⁺.

Металл	$E_{50\%}(B)$				
	II2 ²⁺ $E^\circ = + 0,90$	II3 ⁺ + 0,18	II4 ²⁺ + 0,93	II5 ⁺ - 1,30	Am ³⁺ - 2,32
Ni	+ 0,73	+ 1,01	+ 1,22	+ 0,78	- 1,72
Pd	+ 1,01	+ 0,62	+ 0,86	+ 0,53	- 1,06
Pt	+ 0,80	- 0,07	+ 1,34	- 0,21	- 1,09
Cu	+ 0,96	+ 0,99	+ 1,24	+ 0,22	- 1,73
Ag	+ 0,80	+ 0,43	+ 0,94	- 1,75	- 1,77
Au	+ 0,64	+ 0,34	+ 0,84	- 1,57	- 1,32
Rh	+ 0,84	+ 1,32	+ 1,40	- 0,83	- 1,41
Ir	+ 0,80	+ 1,32	+ 1,39	+ 1,38	- 1,41
Re	+ 0,78	+ 1,33	+ 1,40	+ 1,40	- 1,75
Fe	+ 0,52	+ 0,47	+ 0,91	- 0,01	- 2,18

Результаты показывают, что путем выбора подходящих электродных металлов можно осуществить процесс осаждения СТЭ из водных растворов при ультрамалых концентрациях. Электроосаждение может происходить при существенно "более положительных" потенциалах, чем следует из уравнения Нернста /в зависимости от E^0 и концентрации ионов/. Вероятно, можно получить значительную степень отделения СТЭ от актиноидов /ср. с табл.4/. Как показывает пример с америцием, рассмотренный механизм взаимодействия с металлами также благоприятствует осаждению америция, необходимый для этого потенциал электродов не превышает -1 В.

Отделение от актиноидов может быть реализовано, если осаждение СТЭ происходит при потенциалах, меньших потенциалов выделения водорода. Таким образом, можно исключить нежелательное гидролитическое осаждение актиноидов. Чтобы гарантировать наличие чистых участков на поверхности электрода, которые необходимы для адсорбции металлов, можно рекомендовать электроосаждение /например, 112, 113, 114 вместе с Cu ; 115 вместе с Jr /.

Тот факт, что "потенциалы покоя" благородных металлов в кислых растворах являются уже достаточным условием успешного проведения процесса "цементации", может служить основанием для разработки новой методики выделения сверхтяжелых элементов. Благоприятные условия для осаждения могут быть также созданы путем возмущения тонкодисперсной металлической фракции потоком водорода.

Различные варианты электроосаждения могут быть применены как для переработки мишеней, так и для обогащения СТЭ из природных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wahl A.C., Bonner N.A. Radioactivity Applied to Chemistry. John Wiley and Sons, New York, 1951, p.460-464.
2. Byrne J.T., Rogers L.B. J.Electrochem.Soc., 1951, p.457.
3. Miedema A.R. J.Less-Common Met., 1976, 46, p.67.
4. Keller O.L., Seaborg G.T. Ann.Rev.Nucl.Sci., 1977, 27, p.139.
5. Keller O.L. et al. J.Phys.Chem., 1974, 78, p.1945.
6. Keller O.L. et al. J.Chem.Phys., 1970, 74, p.1127.
7. David F. Report Inst.Phys.Nucl. Orsay RC-71-06, 1971.
8. Lu C.C. et al. Atomic Data, 1971, 3, p.1-131.
9. Rosseinsky D.R. Chem.Rev., 1965, 65, p.467.
10. Goldman S., Morss L.R. Canad.J.Chem., 1975, 53, p.2695.
11. Powell R.E., Latimer W.M. J.Chem.Phys., 1951, 19, p.1139.
12. Eichler B., Rossbach H. Radiochimica Acta (in press).
13. Eichler B. Kernenergie, 1976, 19 (10), p.307.
14. Gschneidner K.A. Solid State Phys., 1964, 16, p.275.
15. Fricke B., Waber J.T. Actinides Reviews, 1971, 1 (5), p.433.

16. Самсонов Г.В. Свойства элементов, "Металлургия", М., 1976, т.1.
17. Fricke B., McMinn J. Naturwissenschaften, 1976, 63, p.162.
18. Grant J.P., Pyper N.C. Nature, 1977, 265(5596), p.715.
19. Cunningham B. Proc. Robert A.Welch Found Conf.Chem.Res., 1970, 13, p.307.
20. Dobos D. Electrochemical Data. Academiai Kiado, Budapest, 1978.
21. Zachariasen W.H. J.Inorg.Nucl.Chem., 1973, 35, p.3487.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 октября 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

12-83-718

Айхлер Б., Россбах Г.
Адсорбция металлов на металлических поверхностях и возможности ее использования в ядерной химии.
Влияние взаимодействия гипотетических элементов в области $Z = 114$ с различными электродами металлами на их электроосаждение

Потенциал, необходимый для электрохимического осаждения микроколичеств металла А на поверхность электрода /металл В/, заметно зависит от адсорбционного взаимодействия между ними. С этой точки зрения рассматривается взаимодействие между металлическими электродами из следующих металлов: Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Rh, Ir и Fe-и следовыми количествами гипотетических элементов с $Z = 112-115$ в условиях их электроосаждения на поверхности перечисленных электродов. Сделаны выводы о возможности выделения и обогащения гипотетических элементов электрохимическим способом.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

12-83-718

Eichler B., Rossbach H.
Adsorption of Volatile Metals on Metallic Surfaces and the Possibilities of its Application in Nuclear Chemistry.
The Effect of the Interaction of the Predicted Superheavy Elements with Z around 114 with Various Metallic Electrodes on their Electrodeposition

The potential of electrochemical deposition of the trace amounts of a metal A on a metallic electrode surfaces B is a function of the adsorption interaction. The effects of interactions between the Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Rh, Ir, Re and Fe metallic electrodes, and the trace amounts of the elements with $Z = 112-115$ were evaluated under the conditions of the electrodeposition of these elements on the surface of the above electrodes. Conclusions are made as to the possibilities of the separation and enrichment of the predicted superheavy elements by electrochemical methods.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой