

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1127 83

28/2-83

12-82-830

О.Д.Маслов, В.Чосновска

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ
ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ
ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
ИЗ ТЕРМАЛЬНЫХ РАССОЛОВ
ПОЛУОСТРОВА ЧЕЛЕКЕН

Направлено в журнал "Nukleonika"

1982

В работе^{/1/} сообщалось о концентрировании микроэлементов - возможных аналогов сверхтяжелых элементов /СТЭ/ - из термальных рассолов полуострова Челекен с помощью пенной флотации. В качестве коллектора применялась желатина. Газовые пузырьки создавались путем пропускания воздуха через стеклянный фильтр с диаметром пор, равным 5-15 мкм.

Другой возможностью создания потока пузырьков для флотации осадков является электролиз растворов. В работах^{/2,3/} применялась электрофлотация для извлечения осадков из сточных вод и очистки радиоактивных вод от ^{137}Cs и ^{90}Sr . В литературе отсутствуют данные по извлечению микроэлементов из растворов с большой концентрацией солей с помощью электрофлотации.

В настоящей работе приводятся результаты исследования концентрирования микроэлементов методом электрофлотации из термальных рассолов полуострова Челекен с применением радиоактивных изотопов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Радиоактивные изотопы, которые использовались в опытах, получали следующими способами: ^{99}Mo как продукт деления урана, ^{200}Tl , ^{203}Pb - путем облучения мишени из золота; $^{188}, ^{189}\text{Pt}$, $^{186}, ^{188}\text{Ir}$ - облучением танталовой мишени ионами ^{12}C с энергией 110 МэВ, ^{185}Os - путем облучения мишени из вольфрама ионами ^4He с энергией 36 МэВ на ускорителе У-200; ^{99}Mo , ^{99}Tc , ^{186}Re , $^{195}, ^{197}\text{Hg}$ - посредством облучения мишеней из соответствующих элементов тормозным излучением микротрона ЛЯР МТ-22. Методика извлечения радиоизотопов, полученных на циклотроне многозарядных ионов, описана в работе^{/1/}. ^{91}Y , ^{195}Au , ^{203}Hg - продукция фирмы "Изотоп".

Полученные изотопы вводили в челекенский рассол и выдерживали 24 часа для установления изотопного равновесия. Затем в раствор добавляли Fe^{3+} в количестве 40 мг/л и путем добавления раствора едкого натра устанавливали определенное рН. К 50 мл этого раствора прибавляли 1 мл 1% желатины. Флотационное концентрирование микроэлементов при электролизе рассола проводили в стеклянном сосуде объемом 100 мл. В качестве материала для катода применяли нержавеющую сталь, а для анода - графит. Анод имел форму стержня диаметром 5 мм, катод выполнялся в виде пластины диаметром 35 мм. С целью отвода газов из анодной области графитовой стержень помещали в стеклянную трубку. Электролиз рассола проводили при катодной плотности тока, равной $0,014 \pm 0,02 \text{ А/см}^2$.

Время электролиза равнялось 1 мин. Исходный раствор и раствор, полученный после извлечения из него микроэлементов, анализировали на содержание радиоактивных изотопов с помощью спектрометра γ -излучения с Ge(Li)-детектором. Относительная точность определения степени извлечения микроэлементов равнялась 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 показана зависимость процента флотационного извлечения иридия и платины от времени электролиза при pH=7. Как видно из рисунка, разделение осадка и раствора происходит за 50 ± 60 с.

На рис.2 приведены результаты концентрирования свинца, иридия и платины в зависимости от содержания желатины в растворе. При концентрации желатины выше $0,01 \pm 0,02\%$ степень извлечения исследуемых элементов не увеличивается. Полученные результаты не отличаются от данных по извлечению элементов пенной флотацией^{/1/}. Это указывает на то, что замена воздуха водородом, получаемым при электролизе рассола, не изменяет условий проведения флотации.

На рис.3-6 даны зависимости извлечения элементов от pH раствора.

Иттрий. Максимумы извлечения Y /рис.3/ при pH=0,8 и 2,1 объясняются его взаимодействием с желатиной. При pH выше 2,8 происходит сорбция Y на гидроокислах железа, а выше pH=7 - соосаждение

Молибден. Максимум извлечения Mo /рис.3/ наблюдается при pH=4, что соответствует литературным данным по сорбции^{/5/} на гидроокислах железа из морской воды и пенной флотации из челекенских рассолов^{/1/}. Появление минимума при pH=3,5 объясняется

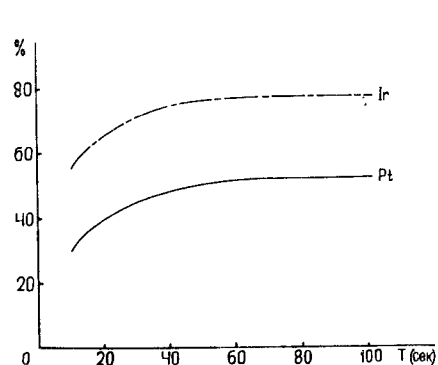


Рис.1. Зависимость извлечения иридия и платины от времени электролиза раствора при pH=7.

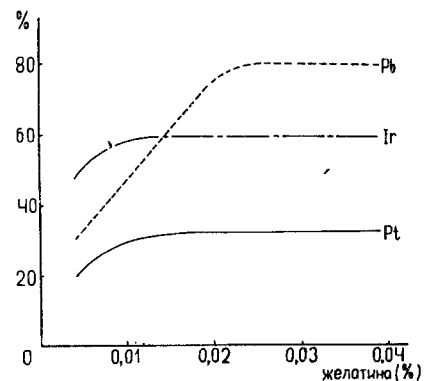


Рис.2. Зависимость извлечения свинца, иридия и платины от концентрации желатины при pH=6,8.

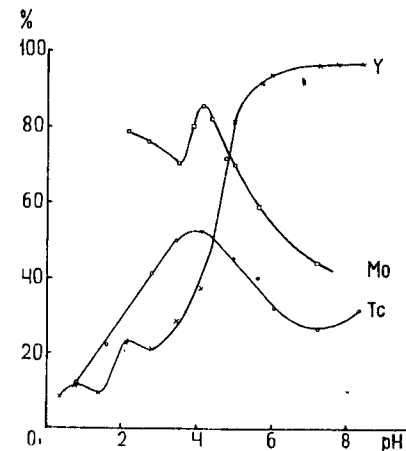


Рис.3. Зависимость извлечения иттрия, молибдена, технеция от pH.

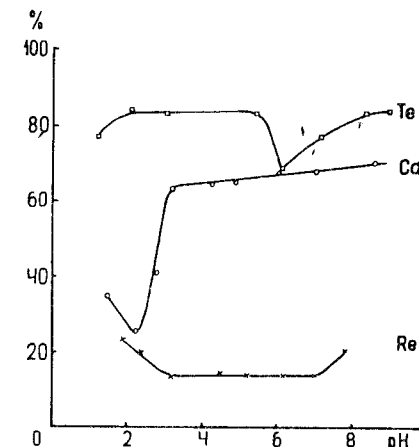


Рис.4. Зависимость извлечения кадмия, теллура, рения от pH.

частичным восстановлением молибдена до низших окислительных состояний в катодном пространстве электролизера и их взаимодействием с желатиной.

Технеций. Кривая зависимости извлечения Tc от pH раствора /рис.3/ имеет максимум при pH=4. Коллоидные формы рутения (IV)^{/6/} и осмия (IV)^{/1/} извлекаются с помощью желатины из растворов при тех же условиях. На основании этого сравнения можно высказать предположение, что с желатиной взаимодействует технеций (IV).

Кадмий. В диапазоне pH=1,5-2,3 Cd /рис.4/ извлекается из рассола в пенный концентрат до образования осадка гидроокислов железа в результате восстановления и взаимодействия образующихся коллоидных частиц металла с желатиной^{/7/}. При pH=2,3-8 происходит сорбция кадмия II и осаждение выше pH=8.

Теллур. Извлечение Te /рис.4/ из рассола практически не зависит от pH. Понижение извлечения до 70% при pH=6,2 связано с изменением знака заряда гидроокислов железа с положительного на отрицательный^{/1/}. При pH меньше 2,3 Te восстанавливается на катоде и взаимодействует с желатиной. Выше pH=2,3 наблюдается соосаждение теллура (IV, VI) с гидроокислами железа^{/8/}.

Рений. Re присутствует в растворе в виде $[ReO_4]^{-9/}$. Эта форма не соосаждается с гидроокислами железа и не взаимодействует с желатиной. В диапазоне pH=3-7 /рис.4/ Re извлекается не более, чем на 15%. Извлечение Re до 23% при pH=1,9 и 7,8 происходит за счет его частичного восстановления до низших окислительных состояний.

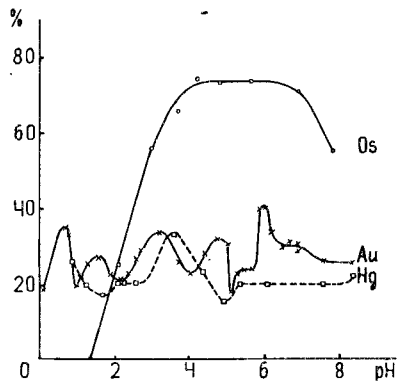


Рис.5. Зависимость извлечения осмия, золота, ртути от pH.

Осмий. Как видно из рис.5, кривая извлечения Os имеет вид, характерный для пенной флотации^{/1/}, причем максимальное концентрирование Os в случае электрофлотации наблюдается в более широком интервале pH = 4 ÷ 7. Плавный ход кривой извлечения в диапазоне pH = 1,3 ÷ 3 указывает на независимость флотации Os от присутствия гидроокислов железа. Это подтверждает вывод, сделанный в работе^{/1/}, о том,

что флотируется осмий (IV), образуя соединения с желатиной.

Золото. Кривая извлечения Au /рис.5/ имеет сложный характер, что, по-видимому, отражает характер взаимодействия различных хлоридных комплексов золота с желатиной. Максимумы извлечения Au при pH = 0,75 и 1,6 наблюдаются в исследуемом растворе до образования гидроокислов железа. Минимум при pH = 4 соответствует изоэлектрической точке желатины^{/1/}. Максимум извлечения при pH = 5,9 ÷ 6 находится в области изоэлектрической точки гидроокислов железа^{/1/}. Это указывает на независимость наблюдаемой кривой извлечения Au от присутствия гидроокислов железа. Детали кривой извлечения Au воспроизводились в различных сериях опытов.

Ртуть. Флотационное концентрирование Hg /рис.5/ при pH ниже 2,3 происходит в результате ее восстановления на катоде и взаимодействия образующихся коллоидных частиц с желатиной. Максимум извлечения при pH = 3,6, по-видимому, объясняется образованием комплексов ртути с желатиной. Извлечение Hg на уровне 20% соответствует ее частичному соосаждению с гидроокислами железа.

Таллий. На рис.6 даны кривые извлечения Tl из рассолов с различным исходным Eh.

При Eh = 300 эВ большая часть Tl находится в одновалентном состоянии. Таллий (I) не сорбируется на гидроокислах железа и не взаимодействует с желатиной. Извлечение Tl при pH = 1,25 объясняется его восстановлением до металла. При pH выше 2 концентрируется таллий (III).

При Eh = 890 эВ Tl находится в трехвалентном состоянии и осаждается в том же диапазоне pH, что и железо (III), pH = 2 ÷ 4,5^{/4/}. Минимум при pH = 4 ÷ 5 наблюдается в области изоэлектрической точки желатины.

Свинец. Кривая извлечения Pb /рис.6/ имеет вид, характерный для пенной флотации^{/1/}. В диапазоне pH = 2 Pb восстанавливается

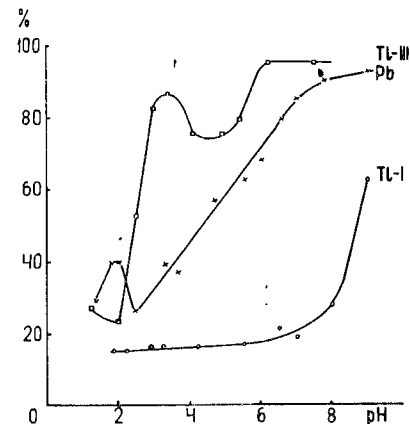


Рис.6. Зависимость извлечения таллия и свинца от pH.

до металла на катоде и концентрируется с желатиной. В интервале pH = 4 ÷ 8 наблюдается сорбция Pb и выше pH = 8 - соосаждение.

Из представленных результатов видно, что флотационное концентрирование микроэлементов из рассолов в результате электрохимического разложения воды наблюдается в широком диапазоне pH. При обработке растворов, не содержащих осадков гидроокислов железа /pH < 2,3/, происходит

восстановление ряда элементов до металлического состояния и их концентрирование желатиной. В присутствии осадка гидроокислов железа в исследованных диапазонах pH и концентраций солей восстановления сорбированных микроэлементов не происходит. Флотация осадков в присутствии желатины на пузырьках водорода, выделяющегося при электролизе рассола на катоде, не отличается от пенной флотации^{/1/}.

Учитывая, что флотоактивность элементов в рассолах на осадках гидроокислов железа в присутствии желатины зависит от комплексных форм элементов, от величины их окислительно-восстановительных потенциалов, от pH среды и солевого фона, метод флотации на пузырьках катодного газа может быть использован как для разделения элементов, так и для их комплексного извлечения.

Для элементов, образующих соединения с желатиной, флотационное концентрирование происходит в отсутствие осадков гидроокислов макроэлементов.

ВЫВОДЫ

1. Показана возможность флотационного концентрирования микроэлементов при электролизе челякских рассолов в присутствии желатины в качестве коллектора.

2. Исследовано поведение иттрия, молибдена, технеция, кадмия, теллура, рения, осмия, золота, ртути, таллия и свинца в процессе электрофлотации из термальных рассолов в зависимости от pH.

3. Электрофлотация из термальных рассолов может быть использована как для разделения элементов, так и для их комплексного извлечения.

Авторы выражают глубокую благодарность академику Г.Н.Флерову за постоянный интерес и поддержку работы, чл.-корр. ЧСАН И.И.Зваре за ценные советы при обсуждении результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чосновска В., Лангрок Э., Маслов О.Д. *Isotopenpraxis*, 1981, 17, 12, p. 434.
2. Масленников Н.А., Жданова Т.М. Научные труды АКХ им. К.Д.Памфилова 6, Изд-во МКХ РСФСР, М., 1961, с. 230.
3. Шведов В.П., Якушев М.Ф. "Радиохимия", 1970, 12, 6, с. 871.
4. Справочник химика, т.4, "Химия", Л., 1967, с. 57.
5. Kim Y.S., Zeitlin H. *Separ.Sci.*, 1971, 6, 4, p. 505.
6. KeráK F., Krivá J. *Separ.Sci.*, 1970, 4, p. 385.
7. Мокрушин С.Г. Бюллетень ВХО им. Д.И.Менделеева, 1953, 2, с. 26.
8. Назаренко И.И., Ермаков А.Н. Аналитическая химия селена и теллура, "Наука", М., 1971, с. 167.
9. Химия и технология редких и рассеянных элементов, т. 3, /под ред. К.А.Большакова/. "Высшая школа", М., 1976, с. 277.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 декабря 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

Д3-11787	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.
Д3,4-82-704	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

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Маслов О.Д., Чосновска В. 12-82-830
 Применение пенной флотации при электролизе для концентрирования микроэлементов из термальных рассолов полуострова Челекен

Показана возможность флотационного концентрирования микроэлементов из термальных рассолов при их электролизе в присутствии желатины в качестве коллектора. Исследовано поведение иттрия, молибдена, технеция, кадмия, теллура, рения, осмия, золота, ртути, таллия и свинца с применением радиоактивных индикаторов в процессе электрофлотации в зависимости от pH.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакции ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Maslov O.D., Czosnowska W. 12-82-830
 The Application of Foam Flotation at the Electrolysis to Concentrate Trace Elements in the Cheleken Peninsula Geothermal Waters

The possibility to apply the flotation to concentrate trace elements by the electrolysis of geothermal waters with the use of gelatin as a collector is shown. The effect of pH on the behaviour of the range of ions (Y, Mo, Tc, Cd, Te, Re, Os, Au, Hg, Tl and Pb) labeled with radioactive tracers in the electroflotation process of the geothermal waters was investigated.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.