

Литература

1. Дубнов Л.В. Промышленные взрывчатые вещества. Москва. Недра. 1992г.стр. 237-236
2. Друкованный М. Ф., Кукиб Б. Н., Куц В. С. Буровзрывные работы на карьерах М. «недра» 1990 г.

ҚОСПА АРАЛАСҚАН АММИАКТЫ-СЕЛИТРАЛЫ ТРОТИЛДЕРДІҢ ЖАРЫЛҒЫШТЫҚ СЕЗІМТАЛДЫҒЫН АРТТЫРУ ЖӨНІНДЕГІ ЗЕРТТЕУЛЕР

З.А. Мансуров, Е.К. Онгарбаев, Ю.В. Казаков, М.И. Тулепов, Б. Нурхамит.

Түйіршіктерінің салмағы 80/20. 79/21, диаметрі 0,5-1,0 болатын алынған гранулиттер ҚД-8А-дан кідіріссіз детонацияланады.

RESEARCH INCREASED SUSCEPTIBILITY TO THE INITIATION OF AMMONIUM NITRATE TNT CONTAINING MIXTURES

Z. Mansurov, E. Ongarbaev, Y. Kazakov, M. Tulepov, B. Nurhamit.

Obtained by coarsely dispersed granulates with a diameter of granules of 0.5-1.0, with percentages of ammonium nitrate, 80%, TNT 20%. 79 % 21%. Reliably detonate of detonator capsule CD-8A

УДК 543.5

СЛЕДОВЫЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЕВРОПИЯ, ИТТЕРБИЯ И ЦЕРИЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ В РАСТВОРЕ

Р.Н. Матакова, Г.Л. Бадавамова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан
e-mail: gul-luk@mail.ru

В течение нескольких десятков лет на кафедре аналитической химии и химии редких элементов изучались электродные процессы с участием редкоземельных металлов (РЗМ) в соответствии с давно назревшей задачей развития редкометалльной и редкоземельной отрасли цветной металлургии в Казахстане. С целью экспрессного и высокочувствительного аналитического контроля сырья и готовой редкоземельной продукции разработаны методики инверсионно-вольтамперометрического определения низких содержаний европия, иттербия и церия при их индивидуальном и совместном присутствии в растворе.

В связи с получением чрезвычайно близких по свойствам редких и РЗМ из природного сырья в качестве сопутствующих элементов, а также переработкой отходов содержащих эти металлы, задача раздельного аналитического контроля их низких содержаний в различных объектах является весьма актуальной. Особое место среди существующих и применяемых методов контроля указанных металлов занимают электрохимические методы (в частности, инверсионно-вольтамперометрические методы), которые дают возможность определения низких содержаний веществ вплоть до 10^{-9} - 10^{-10} М при сопоставительно малой трудоемкости и достаточной доступности аппаратуры.

Кроме того, многовариантность определения, универсальность и возможности определения гораздо более широкого круга неорганических и органических веществ, определение их форм нахождения в анализируемом объекте, а также возможность и легкость их компьютеризации и автоматизации выгодно отличают электрохимические методы от используемых физических. В литературе отмечается, что конкурентоспособность электроаналитических методов, и прежде всего вольтамперометрии (ВА) по отношению к известным физическим методам анализа обусловлена не только сравнительно низкой стоимостью одного определения, но и качеством получаемой информации, т.е. высокой воспроизводимостью и точностью результатов.

В последние годы РЗМ привлекают внимание исследователей как весьма перспективные металлы, используемые в ведущих отраслях производства и обеспечивающие экономическую и оборонную безопасность любого государства. Такие области техники, как атомная энергетика, радиоэлектроника, авиационная и ракетная техника, машиностроение, приборостроение, химическая и медицинская промышленности, производство полупроводниковых материалов, специальных сортов легированных

сталей, композиционных материалов непрерывно расширяют номенклатуру применяемых РЗМ и повышают требования к их чистоте. Кроме того, в Казахстане существует сырьевая база для производства РЗМ (Кундыбайское месторождение Костанайской области), представленное минералами черчит, бастнезит, рабдофанит, также для их производства пригодны некоторые сорта каменных углей (месторождение «Каражыра», ВКО), природные шунгиты, фосфаты, фториды и другие /1/. Однако, сегодня в республике отсутствует налаженное производство чистых РЗМ и их надлежащий контроль.

Исследования электрохимического поведения редких и РЗМ на кафедре аналитической химии и ХРЭ и в ЦФХМА КазНУ им. аль-Фараби рядом авторов (Сонгина О.А., Захаров В.А., Зебрева А.И., Сагадиева К.Ж., Матакова Р.Н., Шарипова Н.С., Мусабекова А.А., Бадавамова Г.Л. и др.) проводились и проводятся на протяжении уже многих десятков лет. В 60-70-х годах на этой кафедре рядом авторов были разработаны методики амперометрического титрования некоторых РЗЭ с применением твердых электродов /2/. Однако эти методы могут быть применены либо для определения одного из РЗЭ в отсутствие всех остальных, либо для определения суммы присутствующих в растворе РЗЭ. Разрабатывались методики полярографического определения суммы РЗЭ на ртутных электродах. В настоящее время разработаны методики вольтамперометрического индивидуального определения некоторых РЗЭ методами прямой и циклической вольтамперометрии на графитовых, ртутно-пленочных и стационарных ртутных электродах при содержании этих металлов в растворе более 10^{-3} моль/л /3/. Для определения же низких содержаний РЗЭ (менее 10^{-3} М) рядом авторов предлагается только методики инверсионно-вольтамперометрического определения церия на графитовом и платиновом электродах /4/.

Анализ литературных данных показал, что европий и иттербий изучались методом прямой вольтамперометрии с применением катодных процессов на ртутных электродах, используя возможность существования наряду с трехвалентными довольно устойчивых двухзарядных ионов. Аналитических методик их определения с применением анодных процессов не существует. Между тем анодные процессы предпочтительны в случае определения весьма электроотрицательных редкоземельных элементов, восстановление которых осложняется конкурирующим выделением водорода.

В связи с этим нами предприняты инверсионно-вольтамперометрические исследования электродных процессов РЗЭ (Eu, Yb и Ce) на новом перспективном композитном электроде в отсутствие и присутствии жидкого модификатора (ртути) с целью разработки экспрессных и высокочувствительных методик определения следовых содержаний указанных элементов при их индивидуальном и совместном присутствии в растворе. Задача определения следовых содержаний РЗМ 10^{-3} - 10^{-7} М связана с насущной необходимостью разработки бедного по содержанию компонентов редкоземельного сырья.

Выбор Eu, Yb и Ce в качестве объектов исследования был сделан с учетом их представительства внутри групп РЗЭ по строению и свойствам: иттербий и европий из иттриевой группы, а церий – из цериевой. Использованный нами перспективный модификатор – ртутное мелкокапельное покрытие индуцирует выделение металла на поверхности электрода на этапе концентрирования его следовых содержаний и тем самым на 3-4 порядка повышает чувствительность инверсионно-вольтамперометрического определения.

Возможность предварительного электрохимического концентрирования следовых содержаний европия и иттербия на электроде исходила из того факта, что при катодной поляризации электрода в растворе трехзарядные ионы указанных элементов восстанавливаются до двухвалентного состояния и образуя в растворе гидроксокомплексы или малорастворимые соединения при взаимодействии с фоном, адсорбируются на электроде. Последующее окисление этих осадков дает фиксируемый аналитический сигнал.

Электроконцентрирование церия на электроде производилось в опоре на разнорядность его ионов совершенно иначе. Церий(III) в растворе окисляли до церия(IV), который с фоновым электролитом образовывал в ацетатном растворе нерастворимый продукт гидролиза $\text{Ce}(\text{OH})_4$, в иодатном и фосфатном растворах – нерастворимые соли $\text{Ce}(\text{IO}_3)_4$ и $\text{Ce}_3(\text{PO}_4)_4$, адсорбирующиеся на электроде. В процессе анодной поляризации полученный цериевый концентрат восстанавливали и фиксировали анодный ток.

Проведенными исследованиями нами установлено, что максимальный анодный ток европия на ртутно-композиционном электроде (РКЭ) регистрируется фонах: (0,10 М NaAc + 0,20 М HAc, pH=4,6) и (0,04 М HCl + 0,20 М NaAc, pH=5,2) при потенциалах в интервале -1,07 В ÷ -0,93 В. Для

иттербия оптимальными оказались фоновые электролиты – хлоридно-ацетатный буфер с добавкой сульфата натрия (0,20 М NaAc+0,04 М HCl + нас. Na₂SO₄, pH 5,2) (1:1) и ацетатный буфер (0,1М NaAc+0,2М HAc, pH 4,6). Максимум анодного тока иттербия наблюдался на вольтамперограмме при потенциалах -1,09 ÷ -0,90 В. Для инверсионно-вольтамперометрического определения церия были выбраны ацетатные буферные растворы (0,10М NaAc+0,20М HAc, pH=4,6; 0,04 М HCl+0,20 М NaAc, pH=5,2), фосфатные и иодатные электролиты (0,04 М H₃PO₄ с pH 2,5 и 0,05 М KIO₃ с pH 3,0).

Для индивидуального определения следовых содержаний европия были подобраны оптимальные условия его электроконцентрирования на РКЭ. Было установлено, что наиболее четкие рельефные вольтамперограммы: 200 мВ/с на СВА-1 и 66,6 мВ/с на П-5827. Максимальное накопление европия из растворов с концентрацией (10^{-6} ÷ 10^{-3} М) на выбранных фонах протекает при -1,15÷-1,30 В в зависимости от выделяемых содержаний металла и природы фоновых растворов. Сопоставительный анализ анодных токов на композиционном электроде (КЭ) в отсутствии и присутствии ртути показывает, что при наличии мелкокапельного ртутного покрытия на электроде анодный ток европия увеличивается в 7 раз как следствие значительного увеличения поверхности электрода за счет модификаторного покрытия. Индуцирующий эффект ртути высок в области весьма низких содержаний металла, с увеличением концентрации европия в растворе в ходе концентрирования ртутные капли быстро насыщаются металлом в связи с малой растворимостью РЗМ в ртути и в последующем металл выделяется на поверхности капель. Поверхностная пленка металла на ртутных каплях подчиняется совершенно другим закономерностям и непригодна для аналитического определения.

Исследования концентрационной зависимости анодных токов европия показали, что для индивидуального определения металла при выбранных условиях концентрирования РКЭ перспективен для определения низких содержаний европия 10^{-7} ÷ 10^{-6} М, на ТКЭ рационально определять более высокие концентрации металла 10^{-5} ÷ 10^{-4} М.

Индивидуальное определение иттербия при содержаниях 10^{-3} ÷ 10^{-7} М проводили при потенциале концентрирования в интервале -1,15÷-1,30 В, времени накопления от 15 до 20 мин в зависимости от концентрации металла в анализируемом растворе на фоне смеси хлоридно-ацетатного буфера и сульфата натрия на РКЭ, при скорости развертки потенциала 200 мВ/с. Для ионов Yb(III) на фоне хлоридно-ацетатного буфера с добавкой сульфата натрия наблюдается прямо пропорциональная зависимость максимального анодного тока от концентрации во всем изучаемом диапазоне порядков $n \cdot 10^{-6}$ ÷ $n \cdot 10^{-7}$ М, в отсутствии ртути на электроде инверсионно-вольтамперометрическое определение металла ограничивается для порядка $n \cdot 10^{-4}$ содержанием $6 \cdot 10^{-4}$ М и для порядка $n \cdot 10^{-3}$ М - содержанием $4 \cdot 10^{-3}$ М.

Сравнение метрологических параметров анодных токов европия и иттербия (таблицы 1 и 2) показывает, что более воспроизводимые результаты определения наблюдаются для более электроположительного европия. Из-за меньшей устойчивости двухзарядных ионов иттербия, образующихся при электроконцентрировании металла, метрологические характеристики его анодного тока менее воспроизводимы, чем у европия. Рассчитанные из вольтамперограмм условные константы скорости реакции окисления Me(II) до Me(III) также указывают на увеличение скорости анодного процесса с участием европия и иттербия в присутствии ртутной подложки на композиционном электроде.

Таблица 1 - Метрологические характеристики анодного тока европия на ТКЭ и РКЭ (n=10, P=0.95)

Электрод	Фоновый электролит	S_r	$t_s, \%$
ТКЭ	0,04 М HCl + 0,20 М NaAc, pH=5,2	0,06	4,30
РКЭ	0,04 М HCl + 0,20 М NaAc, pH=5,2	0,04	2,49
ТКЭ	0,10 М NaAc+0,20 М HAc, pH=4,6	0,07	4,81
РКЭ	0,10 М NaAc+0,20 М HAc, pH=4,6	0,04	2,69

Таблица 2 - Метрологические характеристики анодного тока иттербия на ТКЭ и РКЭ (n=10, P=0.95)

Электрод	Фоновый электролит	S_r	$t_s, \%$
ТКЭ	0,04 М HCl + 0,20 М NaAc + Na ₂ SO ₄	0,07	5,31
РКЭ	0,04 М HCl + 0,20 М NaAc + Na ₂ SO ₄	0,04	2,95
ТКЭ	0,10 М NaAc + 0,20 М HAc, pH=4,6	0,08	5,83
РКЭ	0,10 М NaAc + 0,20 М HAc, pH=4,6	0,05	3,40

На вольтамперограммах церия в интервале концентраций его ионов Ce(III) в растворе $10^{-3} \div 10^{-7}$ М регистрируются четкие катодные пики церия на композиционном электроде с потенциалами максимума в интервале $+0,20 \div +0,81$ В в зависимости от условий накопления и природы фонового электролита.

Сравнение полученных данных нашего исследования с рабочими областями потенциалов, приведенных в литературе [5,6] для платиновых и графитовых электродов показывает, что твердый композиционный электрод (ТКЭ) на фоне ацетатного буфера выгодно отличается от них более широким интервалом рабочих потенциалов, особенно в области отрицательных значений, что важно с точки зрения нахождения условий для определения РЗМ при совместном присутствии. При индивидуальном определении церия оптимальный потенциал предварительного электролиза составляет $(+0,95 \div +1,05)$ В в ацетатном буферном фоне; $+1,10$ В на фоне фосфорной кислоты и $+1,15$ В на фоне иодата калия. Оптимальное время накопления церия на поверхности твердого композиционного электрода (ТКЭ) на фоне ацетатного буфера составляет 5 минут при концентрациях ионов Ce(III) в растворе $10^{-5} - 10^{-4}$ М и 40 минут при концентрации порядка 10^{-6} М. На фоне фосфорной кислоты и иодата калия оптимальное время накопления церия на данном электроде составляет 5 минут при концентрациях исходного Ce(III) в растворе $10^{-6} - 10^{-5}$ М. Нижняя граница определяемых содержаний церия при оптимальных условиях катодной поляризации осадков Ce(IV) на электроде составляет 10^{-6} М независимо от природы фонового электролита. Наиболее широкий определяемый концентрационный диапазон и воспроизводимые величины аналитического сигнала церия наблюдались на фоне фосфорной кислоты.

Изучение возможности определения следовых содержаний европия, иттербия и церия при их совместном присутствии в растворе

Проведенные инверсионно-вольтамперометрические исследования разряда-ионизации европия и иттербия каждого в отдельности указывают на большую близость потенциалов окисления ионов металлов после их инверсии на применяемых в данной работе электродах, что является одной из главных проблем определения этих металлов при совместном присутствии. Устранение взаимного влияния определяемых элементов можно добиться либо путем варьирования природы электродного материала и фонового электролита, либо остановкой развертки потенциала при достижении максимума тока растворения осадка.

Отсутствие какой-либо значимой разницы в потенциалах окисления европия и иттербия исключает возможность использования приема остановки развертки потенциала в точке максимального тока. Изучение инверсионно-вольтамперометрического поведения европия и иттербия каждого в отдельности на фоне различных электролитов и различной электродной поверхности позволило выбрать условия их определения при совместном присутствии.

Во-первых, было изучено влияние иттербия и церия в диапазоне содержаний $10^{-6} - 10^{-5}$ М на определение европия на фоне хлоридно-ацетатного буфера как в присутствии, так и в отсутствии жидкого модификатора. Установлено, что в разработанных условиях инверсионно-вольтамперометрического определения европия присутствие иттербия и церия в диапазоне содержаний $10^{-6} - 10^{-5}$ М мешающего действия не оказывают. Во-вторых, существует также возможность определения европия в присутствии иттербия и церия на фоне смеси хлоридно-ацетатного буфера и сульфата натрия в отсутствие жидкого модификатора, так как нижней границей определяемых концентраций при данных условиях является 10^{-4} М и поэтому, более низкие его содержания не мешают определению европия. Влияние церия исключается отсутствием его аналитического сигнала в данной области потенциалов.

На основании проведенных исследований выбраны условия определения европия и иттербия при их совместном присутствии. Из-за эффекта взаимного влияния, определение иттербия в присутствии европия заключается в регистрации суммы их пиков при определенных условиях анализа. Из проведенных исследований было установлено, что сумму пиков Eu и Yb на твердом композиционном электроде (ТКЭ) можно определить на фоне ацетатного буфера как в присутствии, так и в отсутствии жидкого модификатора и на фоне смеси хлоридно-ацетатного буфера и сульфата натрия в присутствии жидкого модификатора. Содержание иттербия может быть определено по разности суммарного пика обоих металлов и анодного пика европия.

Определение церия в присутствии европия и иттербия не вызывает затруднений из-за отсутствия аналитического сигнала последних в данной области потенциалов. Поэтому, наблюдали сохранение всех закономерностей (оптимальные условия разряда-ионизации, концентрационные зависимости, метрологические параметры), которые были выявлены при изучении церия в отсутствии европия и иттербия.

Разработанные методики были апробированы на модельных растворах, содержащих ионы всех трех РЗЭ. Правильность разработанных методик проверяли методом «введено-найденно». Результаты анализов приведены в таблицах 3-5.

Представленные данные демонстрируют достаточно хорошую точность разработанных методик для анализа низких содержаний церия, европия и иттербия в растворе. Метрологические характеристики определения европия и церия не превышают пределов, найденных при их анализе каждого в отдельности. При определении иттербия в модельных растворах происходит ухудшение воспроизводимости в 1,2 раза по сравнению с единичным определением.

Таблица 3 – Результаты инверсионно-вольтамперометрического определения европия в модельных растворах ($n=10$, $P=0.95$; хлоридно-ацетатный фон; $E_n=-1,3$ В; 1-2: РКЭ, $\tau_n=20$ мин; 3-4: ТКЭ, $\tau_n=15$ мин)

№	Состав анализируемой смеси, моль/л	Введено Eu, моль/л	Найдено $X \pm t_s$, моль/л	t_s , %
1	Ce – 2×10^{-6} ; Yb – 2×10^{-6}	2×10^{-6}	$(2,03 \pm 0,05) \times 10^{-6}$	2,46
2	Ce – 2×10^{-3} ; Yb – 2×10^{-3}	2×10^{-6}	$(1,96 \pm 0,06) \times 10^{-6}$	3,06
3	Ce – 2×10^{-6} ; Yb – 2×10^{-3}	2×10^{-3}	$(2,01 \pm 0,08) \times 10^{-3}$	3,98
4	Ce – 2×10^{-3} ; Yb – 2×10^{-3}	2×10^{-3}	$(2,06 \pm 0,09) \times 10^{-3}$	4,37

Таблица 4 – Результаты инверсионно-вольтамперометрического определения иттербия в модельных растворах ($n=10$, $P=0.95$; 1-2: РКЭ, ацетатный фон, $E_n=-1,15$ В, $\tau_n=3$ мин; 3-4: РКЭ, хлоридно-ацетатный буфер + Na_2SO_4 , $E_n=-1,35$ В, $\tau_n=5$ мин)

№	Состав анализируемой смеси, моль/л	Введено Yb, моль/л	Найдено $X \pm t_s$, моль/л	t_s , %
1	Ce – 1×10^{-6} ; Eu – 3×10^{-5}	3×10^{-5}	$(2,96 \pm 0,12) \times 10^{-5}$	4,05
2	Ce – 1×10^{-3} ; Eu – 6×10^{-3}	6×10^{-5}	$(6,05 \pm 0,23) \times 10^{-5}$	3,80
3	Ce – 1×10^{-6} ; Eu – 3×10^{-5}	2×10^{-3}	$(2,02 \pm 0,07) \times 10^{-3}$	3,47
4	Ce – 1×10^{-3} ; Eu – 6×10^{-5}	2×10^{-3}	$(2,04 \pm 0,08) \times 10^{-3}$	3,92

Таблица 5 – Результаты инверсионно-вольтамперометрического определения церия в модельных растворах ($n=10$, $P=0.95$; ТКЭ, фон – $0,04$ М H_3PO_4 ; $E_n=-1,1$ В, $\tau_n=5$ мин)

№	Состав анализируемой смеси, моль/л	Введено Ce, моль/л	Найдено $X \pm t_s$, моль/л	t_s , %
1	Eu – 2×10^{-6} ; Yb – 2×10^{-6}	5×10^{-6}	$(5,08 \pm 0,16) \times 10^{-6}$	3,15
2	Eu – 2×10^{-3} ; Yb – 2×10^{-3}	5×10^{-6}	$(4,88 \pm 0,17) \times 10^{-6}$	3,48
3	Eu – 2×10^{-6} ; Yb – 2×10^{-3}	1×10^{-3}	$(0,98 \pm 0,03) \times 10^{-3}$	3,06
4	Eu – 2×10^{-3} ; Yb – 2×10^{-3}	1×10^{-3}	$(1,10 \pm 0,04) \times 10^{-3}$	3,64

Литература

- 1 Алшанов Р.А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке: проблемы и их решение. – Алматы, 2004. – 220 с.
- 2 Захаров В.А., Токушева Г.Т. Амперометрическое титрование скандия, лантана, самария и европия ферроцианидом калия // Журнал прикл. и теорет. химии. – 1974. - Вып.5. – С.50-54.
- 3 Атанасянц А.Г., Сенькин Ю.А. Электрохимическое восстановление и извлечение европия из азотнокислых растворов // Журнал прикл. химии. - 1990. – Т.63, №9. – С.2062-2066.
- 4 Fokina L.S., Popkova G.N., Fedorova N.D., Brainina Kh.Z. Determination of cerium, manganese and molybdenum in certified reference materials of ferrous metallurgy by stripping voltamperometric method with the use of inorganic and organic precipitators//J.Neyrovsky. – 1990. – P.14-44.
- 5 Иванов В.Д., Кравцов В.И. Полярографическое изучение катодных процессов в слабокислых растворах хлоридов лантана(III), неодима(III) и диспрозия(III) // Электрохимия. – 1991. – Т.27, №7. – С.819-829.
- 6 Клетеник Ю.Б., Александрова Т.П. Субмикронная регенерация поверхности твердых индикаторных электродов. Регенерация графитового электрода // Журнал аналит. Химии. – 1997. – Т.52, №3. – С.280-284.

ЕРІТІНДІДЕ БІРГЕ ЖҮРГЕН ЕВРОПИЙ, ИТТЕРБИЙ ЖӘНЕ ЦЕРИЙДІҢ ІЗДІК МӨЛШЕРЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАНУЫ

Р.Н. Матакова, Г.Л. Бадавамова

Қазақстанның түсті металлургиясының сирек- және сирек жер металдары (СЖМ) саласын дамыту міндеттеріне сәйкес ондаған жылдар бойы аналитикалық химия және сирек элементтер химиясы кафедрасында СЖМ қатысындағы электродты процестер зерттеліп келеді. Сирек жер металды шикізат пен дайын өнімді экспрессті және жоғары сезімтал аналитикалық бақылау мақсатында европий, иттербий, церийдің төменгі мөлшерлерін олар ерітіндіде жеке және бірге жүрген жағдайларда инверсиялы-вольтамперометрлік анықтау әдістемелері келтірілген.

TRACE ELECTROCHEMICAL ANALYSIS OF EUROPIUM, YTTERBIUM, AND CERIUM UNDER THEIR JOINT PRESENCE IN SOLUTION

R.N. Matakova, G.L. Badavamova

In the course of several decades at the department of analytical chemistry and chemistry of rare elements there were studied the electrode processes with participation of rare-earth metals (REM) in accordance with the long awaiting problem of the development of rare-metal and rare-earth branch of non-ferrous metallurgy of Kazakhstan. With the aim of express and highly sensitive analytical control of raw materials and final product of rare-earth industry there were developed the methods of inversion-voltamperometric determination of low concentrations of europium, ytterbium and cerium under the conditions of their individual and combined presence in the solution.

УДК 577.391С574.44

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛОНИЯ-210 И СВИНЦА-210 В ПОЧВЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ШУ

И.В. ¹Матвеева, Е.Ю. ¹Куянова, М.М. ¹Буркитбаев

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан
Ilona.matveyeva@mail.ru

Проведено радиоэкологическое обследование долины реки Шу. Концентрация полония-210 в почве составляет не более 33 Бк/кг и свинца-210 – не более 41 Бк/кг. Методом математического моделирования показано, что активность исследуемых радионуклидов в воде реки Шу через 50 лет после загрязнения не превышает предельно допустимого уровня.

Введение

Значительная часть территории Республики Казахстан характеризуется высоким естественным радиационным фоном почв и горных пород в районах урановых, ториевых и редкометалльных рудных провинций и районов. Повышение радиационного фона обусловлено внешним гамма-излучением, поступлением с воздухом, водой и пищей естественных радионуклидов уранового и ториевого рядов /1/. Весомый вклад в общую дозу облучения местного населения вносят полоний-210