



(51) МПК
C01B 19/00 (2006.01)
C01G 13/00 (2006.01)
B01D 11/02 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007136363/15, 01.10.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.10.2007

(45) Опубликовано: **20.06.2009** Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1157391 A1, 23.05.1985. SU 1357759 A1, 07.12.1987. SU 583387 A1, 05.12.1977. SU 1018676 A, 23.05.1983. US 4041139 A, 09.08.1977. JP 61014108 A, 22.01.1986.**

Адрес для переписки:

**656049, г.Барнаул, пр. Ленина, 61, комн. 801,
 Алтайский государственный университет,
 отдел информации, Н.А. Богатыревой**

(72) Автор(ы):

Темерев Сергей Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
 учреждение высшего профессионального
 образования "Алтайский государственный
 университет" (RU)**

**(54) СПОСОБ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ФОРМ РТУТИ И СЕЛЕНА ИЗ
 ТВЕРДЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к аналитической химии. Способ экстрагирования неорганических форм ртути и селена из твердых образцов природных объектов включает извлечение ртути и селена из твердой фазы природного объекта в органическую фазу расслаивающейся системы

вода-антипирин-сульфосалициловая кислота, приготовленной смешиванием 2М водных растворов антипирина и сульфосалициловой кислоты в объемном соотношении 2:1. Изобретение позволяет уменьшить загрязнение окружающей среды при подготовке твердых образцов природных объектов. 6 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C01B 19/00 (2006.01)*C01G 13/00* (2006.01)*B01D 11/02* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007136363/15, 01.10.2007**(24) Effective date for property rights:
01.10.2007(45) Date of publication: **20.06.2009 Bull. 17**

Mail address:

**656049, g.Barnaul, pr. Lenina, 61, komn. 801,
Altajskij gosudarstvennyj universitet, otdel
informatsii, N.A. Bogatyrevoj**

(72) Inventor(s):

Temerev Sergej Vasil'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija "Altajskij
gosudarstvennyj universitet" (RU)**

(54) **METHOD FOR EXTRACTION OF MERCURY AND SELENIUM INORGANIC FORMS FROM SOLID SAMPLES OF NATURAL OBJECTS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method for extraction of the mercury and selenium inorganic forms from the solid samples of natural objects includes mercury and selenium extraction from the solid phase of the natural objects to the organic phase of the settling

system "water-antipyrin-sulfosalicylic acid". The latter was prepared by the mixing of antipyrin and sulfosalicylic acid 2M solutions in volume ratio 2:1.

EFFECT: decreasing of environment contamination during preparation of the solid samples of natural objects.

6 tbl

Изобретение относится к аналитической химии, а именно к области подготовки твердых проб объектов окружающей среды для извлечения ртути и селена, в частности ее неорганических форм из консервативных объектов природы для количественного определения физико-химическими методами.

Известен способ (аналог) атомно-абсорбционного определения ртути в минерализате твердых природных объектов: растительности, донных осадках, почве. В литературе [Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. / Под ред. Л.К.Исаева, Эколога-аналитический центр «Союз», С-Петербург, 1998, - 896 с., С.380-382, С.423-424. J.V.Loon. Selected methods of trace analysis: biological and environmental samples. 1985, NY, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, - 357 p.] представлен ряд методик контроля токсиканта в природных объектах от 0,001 до 50 мкг/г. Содержание ртути характерно для объектов природы: почв, руд и растений. Кларк концентрации ртути в осадочных породах составляет 0,4 мкг Hg/г, а селена 0,6 мкг Se/г [Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высш. шк., 1989. С.287]. Средняя концентрация ртути в воздушно-сухой растительной массе суши составляет 0,012 мкг/г, для селена - 0,05 мкг Se/г [Добровольский В.В. Основы биогеохимии. - М., 2003, - 400 с.]. Эти средние содержания используются для оценки результатов мониторинга природных объектов. В случае взятия проб твердых природных объектов в количестве 0,5-1,0 грамма, приготовление кислотного минерализата природного объекта в определенном объеме 25-50 мл гидридный метод «холодного пара» позволяет определять ртуть и селен в геологических и биологических объектах методом градуировочного графика в оптимальной области линейности используемых методик мониторинга.

Основным недостатком аналога является несоответствие метода подготовки аналитического образца требованиям «зеленой химии» и неизбежные потери паров элементной ртути и летучих ее соединений (Hg , $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, Hg_2O , HgO , HgSO_4) при нагревании без соответствующего лабораторного оснащения (минерализатор, термостойкая колба с обратным холодильником). Для селена неизбежны потери летучих соединений микроэлемента (Se_2Cl_2 , SeO_3 , SeOCl_2) при нагревании в процессе озоления.

Из известных технических решений наиболее близким (прототипом) по назначению и технической сущности к заявляемому объекту является метод «мокрого озоления» твердого природного объекта в смеси минеральных кислот [Бок Р. Методы разложения в аналитической химии: перевод с англ. / Под редакцией А.И.Бусева, М.В.Трофимова. - М., 1984, - 432 с.]. Метод «мокрого озоления» основан на окислении элементов до высших степеней окисления концентрированной азотной кислотой при нагревании на водяной бане навески твердого природного объекта в специальном минерализаторе или термостойкой колбе с обратным холодильником для конденсации флегмы газообразных продуктов разложения. В смеси кислот присутствует обязательно серная кислота, которая деструктурирует органические формы ртути и селена. Для деструкции и растворения форм элементов в процессе «мокрого озоления», кроме перечисленных кислот, вводится хлороводородная кислота, которая действует как комплексообразующий агент на ртуть и селен, связывающий ее тем самым в хлоридные комплексные соединения, которые более устойчивы к нагреву, чем оксиды и нитраты. Минерализат твердого природного объекта готовят известным методом «мокрого озоления» твердой

навески природного объекта (почвы, руды, растительности) в смеси минеральных и максимально концентрированных кислот при нагревании на водяной бане в течение одного часа с последующим доведением кислотной вытяжки (КВ) дистиллированной

5 водой до 25, 50 мл в мерной колбе при комнатной температуре.

К недостаткам прототипа следует отнести:

- несоответствие способа требованиям «зеленой химии» из-за применения агрессивных минеральных кислот (азотной, серной, хлороводородной и других) и нагрева (водяная баня, электрическая плитка); - образование токсичных

10 газообразных выбросов кислотных оксидов азота и серы, для конденсации которых требуется специальное лабораторное оборудование: минерализатор или термостойкая колба с обратным холодильником и эффективная вытяжная система;

- необходима особая осторожность при доведении кислотной вытяжки (КВ) до

15 определенного объема сначала в минерализаторе (термостойкой колбе), затем в мерной колбе (25, 50 мл) при комнатной температуре.

Недостатки прототипа полностью устраняет заявляемый способ.

Способ экстрагирования неорганических форм ртути и селена из твердых образцов природных объектов не требует нагрева образца природного объекта,

20 используются обычные стеклянные бюксы с притертыми крышками для исключения потерь образца при взятии навесок твердого природного материала, как правило, приготовленного в виде воздушно-сухой массы дисперсного порошка (почвы, руды, растений, рыбы и т.д.).

В предлагаемом способе используют три компонента: воду, антипирин и

25 сульфосалициловую кислоту. Причем два последних - твердые вещества, что обеспечивает удобство и безопасность работы аналитика.

В качестве активного реагента для извлечения неорганической ртути и селена из твердых объектов природы используется специально приготовленная плотная

30 жидкость ионная по природе и органическая по составу. Количественные экстракционные характеристики приготовленной органической жидкости устанавливаются на модельных растворах ртути и селена. Модельные растворы ртути готовят последовательным разбавлением концентрированного 1 мг/мл стандартного раствора ртути (II) (ГСО 7263-69). Текущее тестирование ртути и селена в модельных

35 растворах проводят гидридным методом «введено-найденно». Экстракционные характеристики приготовленной органической фазы установлены на модельных растворах селена. Рабочий раствор селена 5 мкг Se/мл готовят из ГСО 7779-2000 селена (IV) с концентрацией 1 мгSe/мл методом последовательного разбавления.

40 Градуировочные зависимости получают непосредственно перед проведением измерений. В качестве средства измерения аналитического сигнала служит однолучевой атомно-абсорбционный спектрометр без коррекции фона. Раствором для фона выбирают 0,1 М HCl. В качестве восстановителя используют 3%-ный водный раствор борогидрида натрия в 1%-ном гидроксиде натрия.

45 Сущность предлагаемого способа экстрагирования (ЭК) заключается в извлечении ртути и селена из твердой фазы природного объекта в органическую компоненту расслаивающейся системы H₂O - AntH (антипирин) - HSSA (сульфосалициловая кислота). Для осуществления изобретения используют следующие вещества:

50

- антипирин «фармокопейный» (брутто формула C₁₁H₁₂N₂O, температура плавления 113°C, молекулярная масса 188,23 г/моль),
- сульфосалициловая кислота 2 - водная (ГОСТ 4478-78, брутто формула

$C_7H_6O_6S \times 2H_2O$, молекулярная масса 254,21 г/моль).

Предлагаемый способ отличается от прототипа тем, что используется органическая фаза расслаивающейся системы, состоящая из трех компонентов: воды, антипирина и сульфосалициловой кислоты, причем антипирин является лекарственным жаропонижающим средством и доступен для аналитиков.

Осуществление изобретения достигается следующим образом, для ртути: - непосредственно перед проведением измерений методом последовательного разбавления ГСО ртути (II) с концентрацией 1 мг/мл готовят рабочий раствор с концентрацией 0,05 мкг Hg/мл, затем из рабочего раствора - серию стандартных растворов ртути с концентрациями 1,25-20,0 мкг/л для построения градуировочного графика;

- в качестве фонового электролита в гидридном методе «холодного пара» применяют 0,1М хлороводородную кислоту (в реакционную пробирку вносят микродозатором необходимое количество ртути и доводят реакционный объем до 10 мл фоновым раствором HCl);

- при определении степени извлечения в органическую фазу при расслаивании органическую и водную фазы анализируют на содержание ртути отдельно (водной фазы берут аликвоту 5 мл, органической 0,5 мл, для уменьшения пенообразования органическую фазу разбавляют 2,5 мл фонового раствора 0,1М HCl);

Из склянки с 3%-ным щелочным раствором $NaBH_4$ 1,0 мл восстановителя аргоном подается в реактор с аликвотой водная фаза (ВФ), органическая фаза (ОФ), экстракт. Газ пропускают со скоростью 0,4-0,6 л/мин и регистрируют сигнал поглощения «холодного пара» ртути в виде пика поглощения с помощью регистратора. По полученным данным строят график в координатах: концентрация ртути C_{Hg} , (мкг/мл) - площадь пика S (cm^2):

$$S [cm^2] = 0,35 + 380C_{Hg} [мкг/мл] (r=0,990), \text{ ВФ (аликвота 5 мл)}$$

$$S [cm^2] = 0,15 + 420C_{Hg} [мкг/мл] (r=0,996), \text{ ОФ (аликвота 0,5 мл)}$$

По графику определяют концентрацию неорганической ртути в анализируемых образцах ЭК природных объектов (таблица 2, 3).

Распределение в системе H_2O - AntH - HSSA оценивают следующим образом:

- в градуированные пробирки на 10 мл наливают антипирин и сульфосалициловую кислоту в соотношении объемов 2:1, т.е. в области жидкофазного расслаивания системы вода-антипирин-сульфосалициловая кислота, далее вносят необходимые аликвоты рабочего раствора ртути 0,05 мкг Hg/мл, пробирки встряхивают и отстаивают в течение 5 мин;

- при этом ртуть переходит в органическую фазу объемом 3 мл;

- расслаивание проводят центрифугированием при 10000 об/мин (15 минут), затем отделяют водную фазу от органической и анализируют на ртуть отдельно гидридным методом ААС (температура кварцевой печи 140°C, длина волны резонансного поглощения 253,7 нм);

Средняя степень извлечения неорганических форм ртути в органическую фазу составляет $(98,8 \pm 0,3)\%$ (таблица 1).

Очевидно, что процесс распределения ртути в модельных электролитах не полностью отражает экстрагирование из реальных проб. Расчеты с применением фактора пересчета свидетельствуют, что степень извлечения неорганической ртути из твердых образцов близка к 100%. Причиной высокой эффективности является

высокая буферность органической фазы (ОФ), приготовленной как описано ниже.

Состав для экстрагирования готовят путем смешивания 100 мл 2,0 М водного раствора AntH и 50 мл 2,0 М водного раствора HSSA. При этом формируется нижний
5 слой органической фазы ($V=59$ мл, $d=1,7$ г/см³, рН верхней водной фазы), который и используется для экстрагирования Hg из твердых образцов (почв, растений).

Полученного количества 59 мл достаточно для подготовки экстрактов и почв, и растений (14 образцов + 2 контрольных) • 3 мл = 48 мл. При этом растения анализируют именно те, которые выросли на этих же почвах (№ пробы в
10 таблицах 2, 3). В течение получаса смесь (AntH+HSSA) расслаивается, и при

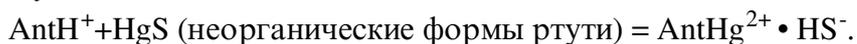
комнатной температуре 25°C формируется плотная (около 1,7 г/см³) нижняя фаза, причем приготовление экстракционного реагента может быть ускорено

центрифугированием смеси растворов основания и кислоты. Затем навески почв
15 (растений) массой 0,5000 г помещают в стеклянные бюксы и вводят по 3 мл состава для экстрагирования ртути. Смесь навески и реагента тщательно перемешивают

стеклянной палочкой и через 30 минут анализируют ртуть, например, гидридным
20 методом в 0,5 мл органического концентрата, к которому приливают 2,5 мл

фонового 0,1 М раствора HCl, затем определяют содержание ртути по сигналу
25 резонансного поглощения ($\lambda=253,7$ нм) его гидрида после атомизации в кварцевой

печи при $140\pm 5^\circ\text{C}$ в потоке аргона 0,5 л/мин, полученный восстановлением аликвоты органической фазы щелочным раствором борогидрида натрия. С антипирином как
основанием органической фазы (ОФ) расслаивающей системы происходит
следующее взаимодействие



Органические соединения более мягкие кислоты Пирсона, чем неорганические, и
извлечение ртуторганических соединений не является предпочтительным при
экстрагировании форм Hg буферной смесью [Ant (основание) + Ant H⁺ • SSA⁻
30 (ионный ассоциат - сульфосалицилат антипирина) + H₂O].

В этой связи по данным кислотного озоления (КВ, суммарное содержание) и
экстрагирования (ЭК) одних и тех же образцов можно оценить процент
органических форм ртути (табл.2 и 3). Такие оценки очень актуальны для
35 мониторинговых исследований природных объектов, так как органические формы

ртути считают на порядок токсичнее, чем неорганические. Сравнение результатов,
представленных в таблицах 2 и 3, позволяет вычислить по разности содержаний
ртути в КВ и ЭК процентное содержание органической ртути. При этом в растениях
этот процент выше (табл.3)
40

Осуществление изобретения для селена достигается следующим образом: Серию
стандартных растворов селена готовят из рабочего раствор селена 5 мкг Se/мл
методом последовательного разбавления ГСО 7779-2000 селена (IV) с
концентрацией 1 мг Se/мл. Градуировочные зависимости получают непосредственно
45 перед проведением измерений. В качестве фонового электролита применяют 0,1М

хлороводородную кислоту. В реакционную склянку вносят 10 мл фона с
необходимой добавкой стандартного раствора селена. Из склянки с 3%-ным
щелочным раствором NaBH₄ раствор в количестве 1,0 мл вытесняют аргоном в
50 реактор с аналитом. Аргон пропускают со скоростью 0,4-0,6 л/мин и регистрируют

сигнал поглощения селена после атомизации его гидрида в кварцевой печи при
 $850\pm 50^\circ\text{C}$ в виде пика резонансного поглощения ($\lambda=196$ нм) с помощью
регистратора. По полученным данным строят график в координатах концентрация

селена (мкг/мл) - высота пика поглощения (см) в водной фазе (ВФ) и органической фазе (ОФ):

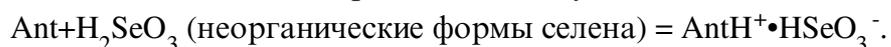
$$h [\text{см}] = 1,12 + 4,46C_{\text{Se}} [\text{мкг/мл}], (r=0,925), \text{ ВФ аликвота } 5 \text{ мл}$$

$$h [\text{см}] = 1,00 + 4,30C_{\text{Se}} [\text{мкг/мл}], (r=0,969), \text{ ОФ аликвота } 0,5 \text{ мл}$$

Распределение селена в системе H_2O - AntH - HSSA оценивают следующим образом:

- в градуированные пробирки на 10 мл наливают 2 молярные растворы антипирина и сульфосалициловой кислоты в соотношении объемов 2:1;
- вносят аликвоты стандартного раствора селена;
- пробирки встряхивают и отстаивают в течение 5 мин, при этом селен переходит в органическую фазу объемом 3 мл;
- расщепление проводят центрифугированием при 10000 об/мин (15 минут);
- отделяют водную фазу (ВФ) от органической фазы (ОФ) и анализируют отдельно на селен ААС гидридным методом. Средняя степень извлечения селена в ОФ составила более (92±3)% (таблица 4).

По графику для ОФ определяют концентрацию селена в анализируемых образцах природных объектов (таблица 5, 6). Очевидно, что процесс распределения в модельных электролитах не полностью отражает экстрагирование селена. Расчеты с применением фактора пересчета свидетельствуют, что степень извлечения его из твердых образцов близка к 100%. Причиной высокой эффективности является высокая буферность ОФ. Состав для экстрагирования неорганического селена из реальных почв и растений готовят как для ртути. Селеновая кислота ($pK=2,75$) сравнима по кислотности с антипирином ($pK_{\text{H}^+}=1,5$). Вероятно, с основанием ОФ расщепляющей системы происходит следующее взаимодействие:



Органические соединения селена, как более мягкие кислоты Пирсона, чем неорганические, извлекаются жестким основанием - антипирином. Предпочтение при экстрагировании Se буферной смесью [Ant (основание) + Ant $\text{H}^+ \cdot \text{SSA}^-$ (ионный ассоциат-сульфосалицилат антипирина)] отдается неорганическим формам селена, как более жестким кислотам. В этой связи по данным кислотного озонирования (суммарное содержание) и экстрагирования одних и тех же образцов можно оценить процент органических форм селена (табл.5 и 6). Такие оценки очень актуальны для мониторинговых исследований природных объектов. Сравнение результатов, представленных в таблицах 5 и 6, позволяет оценить по разности содержаний селена в КВ и ЭК процентное содержание органического селена. При этом в растениях этот процент выше (табл.6). Неорганические формы селена могут быть селективно разделены жидкостной хроматографией.

Таким образом, заявляемый способ позволяет привести процесс подготовки твердых образцов природных объектов в соответствие с требованиями «зеленой химии», избежать нагрева образца и обеспечивает количественное извлечение неорганических форм ртути и селена в жидкую фазу, пригодную для последующего анализа ртути и селена подходящим физико-химическим методом (атомной абсорбции, жидкостной хроматографии, вольтамперометрии).

Таблица 1
Распределение Hg в системе H_2O - AntH - HSSA

Введено Hg, мкг	Найдено Hg в ВФ, мкг	Найдено Hg в ОФ, мкг	R, %
0,0025	0,00002	0,00243	99

0,005	0,00005	0,00488	99
0,010	0,00012	0,00969	99
0,025	0,00055	0,02380	98
$\langle R \rangle \pm \epsilon_{\alpha}$			98,8 \pm 0,3

5 Общий объем системы - 10 мл: водной фазы - 7 мл, органической фазы - 3 мл. Коэффициент распределения 100-280

Примечание: ϵ_{α} - доверительный интервал; R - степень извлечения; в гидридном методе объем аликвоты 5 мл водной фазы (ВФ) и 0,5 мл органической фазы (ОФ) расслаивающейся системы.

10

Таблица 2
Результаты определения ртути в воздушно-сухих навесках почв (район п.Акташ, ртутное месторождение)

№ Пробы	Hg, мкг/г			% орг. Hg
	КВ	ЭК	ЭК*F	
1	1,32	1,29	1,31	2
6	1,76	1,67	1,69	5
11	5,77	5,51	5,58	4
19	2,27	2,22	2,25	2
26	1,85	1,72	1,74	7
31	2,00	1,96	1,98	2
33	2,58	2,43	2,46	5

15

20 Примечание: F=(100/98,8) фактор пересчета с учетом средней степени извлечения (табл.1) из модельных растворов; КВ - кислотная вытяжка смесью кислот: 2 мл HNO₃, 1 мл H₂SO₄, 1 мл HCl из навески почвы, ЭК - экстрагирование из 0,5 г почвы в 3 мл органической фазы расслаивающейся системы, % орг. Hg=[(КВ-ЭК)*100/КВ].

25

Таблица 3
Результаты определения ртути в воздушно-сухих навесках растений (район п.Акташ, ртутное месторождение)

№ Пробы	Hg, мкг/г			% орг. Hg
	КВ	ЭК	ЭК*P	
1	0,68	0,58	0,59	15
6	0,79	0,71	0,72	10
11	0,88	0,77	0,78	12
19	1,38	1,16	1,17	16
26	0,95	0,88	0,89	7
31	1,60	1,41	1,43	12
33	1,98	1,82	1,84	8

30

35 Примечание:
F=(100/98,8) фактор пересчета с учетом средней степени извлечения (табл.1) из модельных растворов, КВ - кислотная вытяжка смесью кислот: 2 мл HNO₃, 1 мл H₂SO₄, 1 мл HCl из навески растения, ЭК - экстрагирование из 0,5 г почвы в 3 мл органической фазы расслаивающейся системы, % орг. Hg = [(КВ-ЭК)*100/КВ]
h [см] = 1,00+4,30C_{Se} [мкг/мл] (r=0,969), аликвота 0,5 мл

40

Таблица 4
Распределение Se в системе H₂O - HAnt - HSSA

Введено Se, мкг	Найдено Se в ВФ, мкг	Найдено Se в ОФ, мкг	R, %
0,20	менее 0,02	0,18	90
0,40	менее 0,02	0,38	95
0,80	0,04	0,72	90
2,00	0,08	1,82	91
4,00	0,12	3,74	94
$\langle R \rangle \pm \epsilon_{\alpha}$			92 \pm 3

45

50 Общий объем системы - 10 мл: водной фазы - 7 мл, органической фазы - 3 мл. Коэффициент распределения 20-70

Примечание: ϵ_{α} - доверительный интервал; R - степень извлечения; в гидридном методе объем аликвоты 5 мл водной фазы (ВФ) и 0,5 мл органической фазы (ОФ) расслаивающейся системы.

Таблица 5
 Результаты определения селена в воздушно-сухих навесках почв (район п.Акташ, ртутное месторождение)

№ Пробы	Se, мкг/г			% орг. Se
	КВ	ЭК	ЭК*Р	
1	7,68	7,29	7,92	5
6	8,80	8,69	9,44	1
11	11,04	10,80	11,74	2
19	12,16	11,55	12,55	5
26	5,43	5,18	5,63	4
31	6,55	6,00	6,52	8
33	7,48	7,20	7,83	4

Примечание: F=(100/92) фактор пересчета с учетом средней степени извлечения (табл.1) из модельных растворов; КВ - кислотная вытяжка смесью кислот: 2 мл HNO₃, 1 мл H₂SO₄, 1 мл HCl из навески почвы, ЭК - экстрагирование из 0,5 г почвы в 3 мл органической фазы расслаивающейся системы, % орг. Se=[(КВ-ЭК)*100/КВ].

Таблица 6
 Результаты определения селена в воздушно-сухих навесках растений (район п.Акташ, ртутное месторождение)

№ Пробы	Se, мкг/г			% орг. Se
	КВ	ЭК	ЭК*Р	
1	13,29	11,30	12,28	15
6	9,92	9,39	10,21	5
11	7,58	7,18	7,80	6
19	8,88	7,98	8,67	12
26	4,31	3,77	4,10	12
31	5,43	5,10	5,54	6
33	6,55	5,89	6,40	10

Примечание: F=(100/92) фактор пересчета с учетом средней степени извлечения (табл.1) из модельных растворов; КВ - кислотная вытяжка смесью кислот: 2 мл HNO₃, 1 мл H₂SO₄, 1 мл HCl из навески растения, ЭК - экстрагирование из 0,5 г почвы в 3 мл органической фазы расслаивающейся системы, % орг. Se=[(КВ-ЭК)*100/КВ].

Формула изобретения

Способ экстрагирования неорганических форм ртути и селена из твердых образцов природных объектов, заключающийся в извлечении ртути и селена из твердой фазы природного объекта в жидкую кислую фазу, отличающийся тем, что для извлечения ртути и селена из твердой пробы массой 0,5000 г к навеске добавляют 3,0 мл плотной органической фазы расслаивающейся системы вода-антипирин-сульфосалициловая кислота, которую готовят смешиванием 2М водных растворов антипирина и сульфосалициловой кислоты в объемном соотношении 2:1, затем суспензию тщательно перемешивают и через 30 мин анализируют на содержание ртути и селена инструментальным методом.