

РОЗПОДІЛ РТУТІ У ПОВЕРХНЕВИХ ВІДКЛАДАХ США, КИТАЮ, УКРАЇНИ ТА РОСІЇ

Е.В. Панаїт

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

Систематизовано літературні дані щодо вмісту ртуті у поверхневих відкладах різних країн – США, Китаю, України та Росії, розглянуто джерела надходження ртуті у навколишнє середовище. Показано, що вміст ртуті у ґрунтах залежить від наявності фульво- та гумінових кислот, які обумовлюють різний ступінь рухомості елемента. Визначено, що фоновий вміст ртуті найменший в Україні (0,037 мг/кг), а найвищий у США (до 1,5 мг/кг). Наголошено, що на території України найбільшим родовищем ртуті є Микитівське рудне поле, в результаті розробки якого в поверхневих відкладах регіону встановлено аномальний вміст ртуті (5,0–45,0 мг/кг). Висвітлено проблему зв'язку накопичення ртуті у навколишньому середовищі та її впливу на здоров'я населення.

Ключові слова: ртуть, забруднення, поверхневі відклади.

Вступ. У ХХ столітті дуже гостро постала проблема впливу ртуті на різні верстви населення (діти, жінки, літні люди). Це сталося після масових хронічних отруєнь ртуттю в Японії (скид ртуті у води затоки Мінамата призвів до масового отруєння людей у результаті споживання риби з цієї затоки) та Іраку (споживання зерна, обробленого метилртуттю).

Зважаючи на те, що ртуть та її сполуки широко використовуються у медицині, техніці, сільському господарстві, металургії, хімічній промисловості та у побутових приладах (ртутні лампи, термометри), питання вивчення її впливу на здоров'я населення є вкрай актуальним.

В індустріальних державах ртуть належить до пріоритетних глобальних забруднювачів, оскільки її сполуки потрапляють у поверхневі води, ґрунти, рослини і, зрештою, в організм людини, спричинюючи патологічні порушення. Ґрунт є довгостроковим депонувальним середовищем для різного виду поллютантів, тому у статті розглянуто концентрацію ртуті саме у поверхневих відкладах.

Метою даної роботи є узагальнений виклад даних щодо розподілу ртуті у ґрунтах різних країн та оцінка ризику для здоров'я населення, яке проживає в забруднених ртуттю регіонах.

Результати та обговорення. По-перше, причиною формування аномального вмісту ртуті у поверхневих відкладах можуть бути як природні процеси (екзогенні процеси родовищ ртутьвмісних корисних копалин, вулканічна діяльність та ін.), так і техногенні (аварії на підприємствах, розробка родовищ корисних копалин тощо).

Основними джерелами надходження ртуті в навколишнє середовище внаслідок техногенної діяльності є підприємства хімічної промисловості, ТЕС, різні добрива (фунгіциди), побутові відходи (наприклад, одна люмінесцентна лампа містить від 40 мг до 70 мг ртуті) [6].

Ґрунти є складною системою, в якій відбуваються різноманітні фізико-хімічні процеси, одним з яких є самоочищення. Ртуть належить до елементів-забруднювачів I групи небезпеки, тобто навіть невелике перевищення її вмісту спричиняє незворотні зміни в навколишньому середовищі. Гранична допустима концентрація (ГДК) ртуті для ґрунтів становить 2,1 мг/кг. Але при визначенні ступеня забруднення вкрай важливо знати її фоновий вміст у кожному регіоні і саме цей показник є визначальним для розрахунку ступеня забруднення ґрунтів конкретної території. За наведеними відомостями [4], фоновий вміст ртуті в поверхневому шарі ґрунтів світу не перевищує 400 мкг/кг (або 0,4 мг/кг). Визначення фонового вмісту хімічних елементів у поверхневих відкладах на території різних країн зазвичай виконують у заповідних зонах, встановлюючи середню концентрацію металу у поверхневих відкладах “умовно чистих” територій (розташованих на значній відстані від промислових зон). Опубліковані дані щодо фонового вмісту ртуті у ґрунтах США, Китаю, Росії та України наведено у табл. 1.

Визначено, що фоновий вміст ртуті у поверхневих відкладах “умовно чистих” територій найменший в Україні (0,037 мг/кг), а найвищий у США (до 1,5 мг/кг). Однак дуже важливо враховувати тип ґрунту, оскільки ступінь міграції ртуті залежить від його складу та кислотності (особливо від

Таблиця 1. Вміст ртуті у поверхневих відкладах різних країн, мг/кг

Країна	Вміст	Джерело
США	0,02–1,5	[4]
Китай	0,044–0,098	[12]
Росія	0,05–1,275	[3]
Україна	0,037	[2]

наявності гумінових кислот). Переважну кількість ртуті фіксують гумінові кислоти, тоді як фульвокислоти переводять ртуть у більш рухливу форму.

Особливість впливу гумінових кислот (ГК) на забруднення червоних і алювіальних ґрунтів було вивчено в Китаї, на територіях, де ртуть надходить з природних джерел – ртутних родовищ. Важливим питанням для цієї території є міграція ртуті між ґрунтом та рослинами, адже велика кількість населення проживає на цих територіях та займається сільським господарством. Виявлено, що рослини, які зростають на алювіальних ґрунтах з вмістом ГК понад 0,2 г/кг, не засвоюють ртуть. Це пояснюється зв'язуванням ртуті у практично нерозчинні органічні комплекси. Отже, використання ГК як речовини, яка контролює перенесення ртуті в сильно забруднених ґрунтах, запобігає її потраплянню в харчовий ланцюг [3]. Така ж залежність спостерігається і в червоних ґрунтах – кількість засвоюваної ртуті зменшується зі збільшенням вмісту ГК, що пояснюється утворенням металоорганічних сполук.

Одним із головних чинників підвищення вмісту ртуті у поверхневих відкладах є наявність ртутьвмісних корисних копалин. Основна форма знаходження її у земній корі – розсіяна, у родовищах міститься 0,02 %. Внаслідок дослідження ртутьвмісних порід промислових родовищ різних країн багатьма дослідниками визначено, що середній вміст ртуті в них не перевищує 0,2–0,3 % (табл. 2).

Високий вміст ртуті зафіксовано у ґрунтах поблизу ртутних родовищ, особливо у ґрунтах над рудними тілами. У табл. 3 наведена порівняльна характеристика вмісту ртуті у поверхневих відкладах ртутних родовищ різних країн.

Найбільшим ртутним родовищем на території України є Микитівське, розташоване в межах однойменного рудного поля (Донецька обл.). Мінеральний склад родовища характеризується обмеженою кількістю рудних (кіновар, антимоніт та ін.) та жильних (кварц, дикіт та ін.) мінералів. Багаті промислові сорти штокверкових пластових лінзоподібних тіл містять до 30 % ртуті [1].

В Україні територією екологічного лиха за вмістом ртуті в об'єктах довкілля є Микитівське рудне поле. Внаслідок розробки ртутних родовищ відвали та відходи мають високу концентрацію ртуті – 5,0–45,0 мг/кг (у середньому 10–15 мг/кг), що перевищує фоновий вміст (0,037 мг/кг) у сотні разів. Подібні перевищення характерні і для ділянок розробки ртутних родовищ в інших країнах. Загальною особливістю є те, що значні техногенні аномалії ртуті, віддалені від родовищ, відсутні, хоча більшість ландшафтів цих регіонів належать до природно-техногенних.

У зв'язку з тим, що ртуть широко використовується у промисловості, вона становить особливу небезпеку для здоров'я населення. Ртуть потрапляє до організму людини переважно через дихальні шляхи (вдихання парів ртуті), шлунково-кишковий тракт і шкіру [10]. Середній вміст парів ртуті в атмосфері природних зон, віддалених від міст та промислових центрів України складає 2,13 нг/дм³. В атмосфері над Атлантичним океаном цей показник – 1,56 нг/дм³ [11]. Залежно від кількості ртуті та часу надходження її до організму виникають гостре та хронічне отруєння. Гостре отруєння проявляється через декілька годин після над-

Таблиця 2. Середній вміст ртуті в деяких промислових родовищах ртуті в США, Китаї, Україні та Росії, % (за [8])

Країна	Тип родовища					
	лиственітовий	опалітовий	джаспероїдний	карбонатний	травертиновий	кварц-дикітовий
США	Нью-Альмаден, Нью-Ідрія 0,1–0,3	Опаліт, Мак-Дерміт 0,02–0,2				
Китай			Сигуаньшань 0,05–0,2	Ваньшань 0,1–0,3		
Росія	Тамватнейське 0,1–0,3	Чемпуринське 0,02–0,2			Узонське 0,02–0,2	Полянське 0,05–0,2
Україна						Микитівка 0,05–0,2

Таблиця 3. Вміст ртуті у поверхневих відкладах ртутних родовищ різних країн, мг/кг

Країна	Вміст	Джерело
США	8,2–40,0	[4]
Китай	8,1–156,0	[13]
Росія	87,0	[7]
Україна	5,0–45,0	[5]

ходження до організму великої кількості ртуті (максимальна разова ГДК в повітрі робочої зони – 0,01 мг/м³), а хронічне – внаслідок надходження невеликої кількості ртуті протягом кількох місяців або років. У результаті хронічних отруєнь розвиваються меркуріалізм та мікромеркуріалізм. Ці хвороби супроводжуються зменшенням працездатності, підвищеною збудливістю, порушеннями пам'яті, кровотечею ясен, легким тремором. Особливо сильно ртуть впливає на нервову та видільну систе-

ми організму. Накопичення ртуті відбувається у центральній нервовій системі, мозку та нирках [9].

Висновки. У результаті систематизації даних щодо ртутних родовищ України, США, Китаю та Росії, зокрема щодо вмісту ртуті у поверхневих відкладах, встановлено, що її концентрація значною мірою залежить від наявності фульво- та гумінових кислот, які обумовлюють різний ступінь рухомості елементу.

Визначено, що фоновий вміст ртуті у поверхневих відкладах найменший в Україні (0,037 мг/кг), а найвищий в США (до 1,5 мг/кг). Оскільки ртуть широко використовується у промисловості, вона становить небезпеку для здоров'я населення. Тому слід приділяти особливу увагу визначенню ртуті у повітрі, зокрема, в населених пунктах поблизу ртутних родовищ та підприємств, що використовують ртуть.

Список літератури

1. Багатаєв Р.М. Геологическое изучение и освоение Никитовских ртутных месторождений Донбасса (Украина) / Р.М. Багатаєв, В.М. Роговой. – М. : Научный мир, 2011. – 182 с.
2. Дудик А.М. Временные методические рекомендации по геолого-экологическим работам в пределах горно-промышленных районов Украины / А.М. Дудик. – Донецк, 1992. – 106 с.
3. Загрязнение ртутью объектов окружающей среды. Проблемы химической безопасности // Химия и жизнь – Сообщение UCS-INFO.871 (22 мая 2002 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.seu.ru/members/ucs/ucs-info/871.htm>. – Дата звернення 28.08.2015.
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях [Пер. с англ.] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас – М. : Мир, 1989. – 439 с.
5. Корчемагин В.А. Экологические аспекты загрязнения почв вокруг полукуполо “Новый” / В.А. Корчемагин, В.В. Гунченко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : ґрнично-геологічна. – 2007. – Вип. 6. – С. 174–179.
6. Люминесцентна лампа [Електронний ресурс] // Вікіпедія [Офіц. сайт]. – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Люминесцентна_лампа. – Дата звернення 31.08.2015.
7. Маликов И.Н. Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов / Маликова И.Н., Антошин Г.Н., Бадмаева Ж.О. // Геология и геофизика. – 2011. – 52, № 3. – С. 409–425.
8. Металічні і неметалічні корисні копалини. – Т. 1: Металічні корисні копалини / [Д.С. Гурський, К.Ю. Єсипчук, В.І. Калінін та ін.] – К.-Львів : Центр Європи, 2005. – 785 с.
9. Отруєння ртутью [Електронний ресурс] // Вікіпедія [Офіц. сайт]. – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Отруєння_ртутью. – Дата звернення 31.08.2015.
10. Трахтенберг И.М. Проблема ртутной опасности и ее предупреждение / И.М. Трахтенберг // Диабет и сердце. – 2009. – № 5 (131). – С. 76–81.
11. Фурсов В.З. Возможности ртутьметрии / В.З. Фурсов. – М. : ИМГРЭС, 1998. – 189 с.
12. Luo Y. Mercury concentrations in forest soils and stream waters in northeast and south China / Y. Luo, L. Duan, L. Wang, G. Xu, S. Wang, J. Hao // Science of the Total Environment. – 2014. – 496. – P. 714–720.
13. Sovik M.L. Heavy metals in soil and water near mercury hotspots in Guizhou, China. – Oslo, 2008. – 167 p.

Панаит Э.В. Распределение ртути в поверхностных отложениях США, Китая, Украины и России.

Систематизированы литературные данные о содержании ртути в поверхностных отложениях разных стран – США, Китая, Украины и России. Показано, что ртути в разных типах почв различно. Важную роль в миграции ртути в почвах играет их состав (особенно количество гуминовых кислот) и кислотность. В почвах большая часть ртути связана с гуминовыми кислотами и гумином, меньшая – с фульвокислотами. Определено, что фоновое содержание ртути наименьшее в Украине (0,037 мг/кг), а самое высокое в США (до 1,5 мг/кг). Отмечено, что на территории Украины крупнейшее месторождение ртути – Никитовское рудное поле, в результате разработки которого в поверхностных отложениях региона сформировалось аномальное содержание ртути (5,0–45,0 мг/кг). Рассмотрены источники поступления ртути в окружающую среду. Так как особую опасность для населения представляет поступление ртути в поверхностные отложения, связанное с промышленным загрязнением и разработкой полезных ископаемых, то освещена проблема накопления ртути и ее влияния на здоровье населения. *Ключевые слова:* ртуть, загрязнение, поверхностные отложения.

Panaït E.V. Mercury distribution in surface deposits of USA, China, Ukraine and Russia.

It was systematized literature data on mercury content in the surface sediments of different countries – USA, China, Ukraine and Russia. It is proved that there are differences between the levels of mercury in different types of soil. An important role in the mercury migration in soils plays soil composition (especially the amount of humic acid) and their acidity. In soils most of the mercury is associated with humic and humic acids. Smaller amount of mercury has connection with fulvic acid. Determined that the minimum background concentration of mercury in Ukraine (0.037 mg/kg) and the highest in the United States (1.5 mg/kg). It is noted that Nikitovskiy ore field is largest deposit of mercury in Ukraine. Abnormal mercury content (5.0–45.0 mg/kg) determined in surface sediments of the region as a result of ore field exploitation.

We considered the sources of mercury into the environment. A special danger for the population represents the mercury entrance in surface sediments with has connection with industrial pollution and mining. The article highlights the problem of mercury accumulation and its impact on human health.

Key words: mercury, pollution, surface deposits.

Надійшла 13.09.2015