

## ВМІСТ РТУТІ У ГРУНТАХ НАВКОЛО МИКИТІВСЬКОГО РТУТНОГО КОМБІНАТУ

**Е.В. Панаїт**

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України  
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ 143, Україна*

Проаналізовано вміст ртуті та інших хімічних елементів в рудах Микитівського рудного поля, хвостосховищах Микитівського ртутного комбінату та території поблизу комбінату. Розраховано сумарний показник забруднення ґрунтів, що дало можливість віднести їх до помірно небезпечних.

*Ключові слова:* ртуть, ґрунти, забруднення, Микитівський ртутний комбінат.

**Вступ.** Ртуть належить до токсичних елементів I групи безпеки і поглиблення знань про її розподіл та поведінку в різних середовищах сприяє об'єктивній оцінці екологічного стану навколишнього середовища. На території східної частини України виконано достатній обсяг ртутно-метричних літо-, гідро- та атмогеохімічних досліджень, у результаті чого виявлені численні ділянки з аномально високим вмістом ртуті, в тому числі в геодинамічно активних зонах [6].

Микитівський ртутний комбінат (МРК) є прикладом для виявлення комплексних аномалій ртуті, а вивчення шляхів її міграції в трофічних ланцюгах є метою еколого-геохімічних досліджень. Необхідно відмітити, що вирішення питань міграції та трансформації ртуті необхідні для оцінки та прогнозу екологічного стану та ступеня забруднення навколишнього середовища [6]. Саме це і визначило доцільність проведення досліджень з розподілу та міграції ртуті в різних об'єктах навколишнього середовища східної частини України.

**Метою роботи** було дослідження вмісту ртуті та інших хімічних елементів в рудах Микитівського рудного поля, хвостосховищах (хвости) Микитівського ртутного комбінату та території поблизу комбінату.

**Методи досліджень.** Були опробувані руди Микитівського рудного поля, проби ґрунту з хвостосховищ Микитівського ртутного комбінату та території поблизу комбінату (до 500 м). Вміст елементів визначено за допомогою атомно-абсорбційного методу та спектрального аналізу [5, 7].

**Характеристика району дослідження.** Досліджувана ділянка адміністративно належить до Донецької області (м. Горлівка). Тут розташований Микитівський ртутний комбінат, сировинною

базою для якого є родовища ртуті Микитівського рудного поля (МРП), відкритого у 1879 році.

Територія дослідження розташована в при-сводовій зоні Горлівської антикліналі, переважно в східній її половині. Структурна схема та геологічний розріз наведено на рис. 1 та 2. Вісь Горлівської антикліналі має північно-західне простягання (280–300°) і занурюється під кутом 5–7° до північного-заходу [1].

Ртутне зруденіння локалізоване в нижніх і середніх частинах пачок пісковиків і приурочене до вигину пісковиків у склепінні антикліналі. За падінням, в крилах, обмежене повздовжніми розривними структурами. Практично кожен купол представлений самостійним родовищем ртуті. Ртутне зруденіння приурочене до товщі башкирського ярусу середнього карбону (світи  $C_2^2$  і  $C_2^3$ ). Загальна потужність світи  $C_2^2$  досягає 720 м, світи  $C_2^3$  – 520–580 м. Осадові породи представлені глинистими сланцями (аргілітом), пісковиками, вапняками і вугіллям. Найважливішим елементом рудного контролю структури рудного поля є брахі-антикліналі, що ускладнюють склепіння Горлівської антикліналі [1].

Генетично рудне поле належить до ендегенного постмагматичного низькотемпературного типу, а джерелом ртуті вважають верхню мантію, точніше процес її дегазації через глибинні розломи.

Микитівське рудне поле складається з восьми родовищ (рис. 2): Чорнобугорського, Чорнокурбанського, Катушкінського, Напівкупола Нового, Софіївського, Чегарнікського, Железнянського та Кіровського. Микитівські ртутні родовища входять до Донецької ртутної провінції [4]. Рудні тіла на МРП двох типів – внутрішньопластові та насувні. Пластові рудоносні зони містять 83 % розвіданих запасів ртутних руд. Для цього типу характерний літологічний контроль зруденіння і багатоярусність рудних покладів.

Основним мінералом ртуті є кіновар ( $\text{HgS}$  вміст ртуті 56–85 %), трапляються також антимоніт ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), арсенопірит ( $\text{FeAsS}$ ), пірит ( $\text{FeS}_2$ ) та марказит ( $\text{FeS}_2$ ). Кіновар зустрічається в трьох різновидах: звичайна кристалічна, порошокві та землісті механічно роздроблені маси.

Еколого-геохімічні дослідження, проведені раніше [8], свідчать про те, що ртуть накопичується у ґрунтах, створюючи небезпечний рівень забруднення на площі близько 400 км<sup>2</sup>, а надзвичайно небезпечний – в радіусі 3 км<sup>2</sup> навколо ртутного комбінату. Процеси рудоутворення, які багато мільйонів років тому стали причиною накопичення ртуті в родовищах Микитівського рудного поля, призвели до збагачення ртуттю вугільних пластів, які зараз розробляють шахтним способом. З цього вугілля отримують кокс на коксохімічних заводах, потім його спалюють на Вуглегірській

ТЕС, що знаходиться неподалік від м. Горлівка. Вугленосні породи, збагачені ртуттю, горять у териконах шахт і виділяють у повітря ртуть, яка потім непомітно осаджується на поверхню, забруднюючи території навколо коксових заводів, ТЕС та вугільних шахт.

**Результати та обговорення.** Для дослідження стану ґрунтів поблизу Микитівського ртутного комбінату проведено аналіз вмісту ртуті та інших хімічних елементів в рудах Микитівського рудного поля, хвостосховищах Микитівського ртутного комбінату та території поблизу комбінату.

Вміст ртуті в ґрунтах поблизу комбінату є важливим фактором, оскільки на відстані 100–200 м від комбінату знаходяться селища Ртутний, Комарова та Комсомольський, де внаслідок переходу її з ґрунтів у рослини може проявитися токсична дія.

Зовнішніми факторами міграції ртуті є температура і тиск, лужний або кислий характер середовища, характер геохімічних бар'єрів та ін. Рухомість ртуті в розчинах прямопропорційна їхній лужності. У лужному середовищі ртуть утворює легкорозчинні комплексні сполуки з галогенами, гідроксид-іонами, сульфат-іонами та ін. В кислому середовищі міграція ртуті значною мірою утруднена, тут утворюються малорухомі, важкорозчинні комплексні сполуки з органікою та сірководнем, стійкі навіть за високих значень температури. Ґрунти досліджуваної території представлені чорноземами звичайними, для яких рН складає 7,2–7,8, тобто існує можливість для утворення легкорозчинних сполук [6].

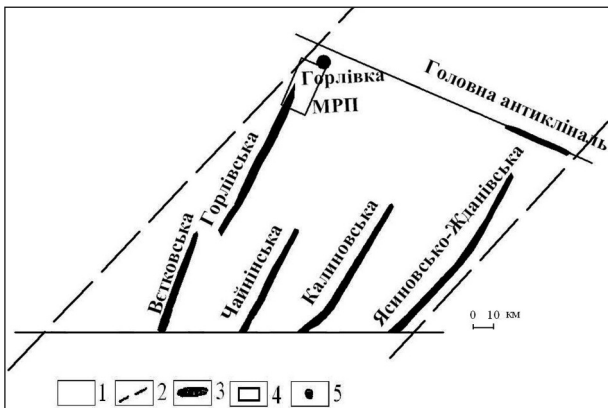


Рис. 1. Структурна схема західної частини Донецько-Макіївського району: 1 – розповсюдження вугілля, 2 – розривні порушення, 3 – осі складок, 4 – Микитівське рудне поле (МРП), 5 – м. Горлівка

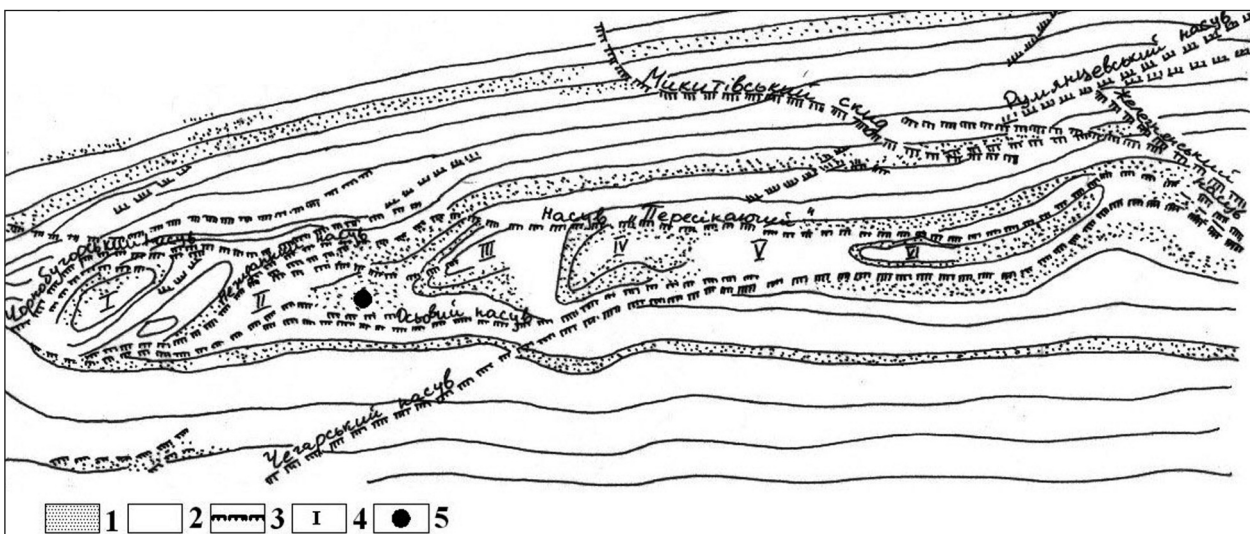


Рис. 2. Схема Микитівського рудного поля [4], 1 – пісковики, 2 – аргіліти, 3 – розривні порушення; 4 – куполи: I – купол Чорний бугор, II – Чорна Курганка, III – купол Катущка, IV – Софіївський купол, V – Напівкупол Новий, VI – Чагарницький купол; 5 – Микитівський ртутний комбінат

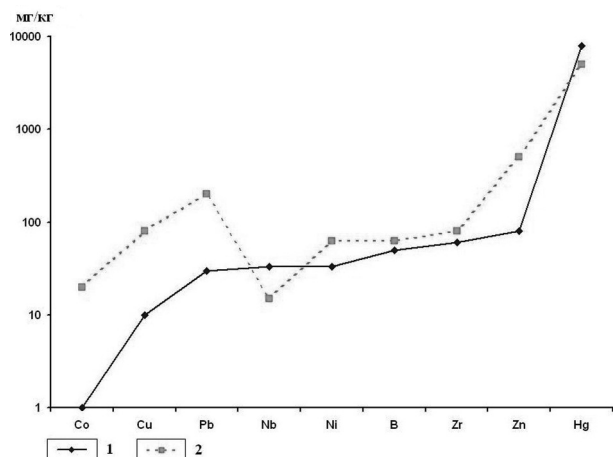


Рис. 3. Графік розподілу хімічних елементів у руді МРП [7] та хвостосховищах МРК [5]: 1 – в руді, 2 – в хвостосховищах

#### Важкі метали у ґрунтах досліджуваної території, мг/кг

Хімічний елемент	Фоновий вміст елемента у ґрунтах досліджуваної території, мг/кг [2]	ГДК, мг/кг
Hg	15	2,1
Zn	850	100
Pb	456,1	30
Ni	102	85
Mn	2400	1500

Говорячи про ґрунти необхідно відмітити, що сорбція  $Hg^{2+}$  змінюється в залежності від величини рН, найбільша – за рН 4–5. Ґрунтам притаманна велика ємність по відношенню до органічних форм ртуті [3].

За фондовими матеріалами та результатами попередніх робіт [5, 7] було проаналізовано проби ртутних руд МРП та ґрунтової суміші з хвостосховищ МРК.

Потрібно відмітити, що вміст ртуті в руді складає 8000 мг/кг, тоді як в хвостах збагачення 5000 мг/кг (рис. 3) [5, 7]. Вміст Pb, Cu, Zn та Co в хвостах перевищує вміст цих же елементів у руді у шість та більше разів; Zr, Ni, та B – у 1,5 рази. Також можна зробити висновок, що тільки вміст Hg та Nb в руді вищий, ніж у хвостах, а інші елементи мають зворотну тенденцію накопичення.

З хвостів ртуть переходить у ґрунт. Було проаналізовано вміст важких металів у ґрунтах територій, що знаходяться поблизу МРК (таблиця). З чого випливає, що вміст Hg та Zn перевищує ГДК в 7–8 разів, Pb в 15 разів, Mn та Ni в 1,2–1,6 разів. Тобто об'єктивну небезпеку становить вміст Hg та Zn. За класифікацією ці елементи віднесені до I групи небезпечності.

Існують різні критерії, за якими можна оцінити ступінь забруднення території. Одним з них є показник сумарного забруднення території  $Z_C$ :  $Z_C = C_i/C_{\phi} - (n-1)$ , де  $C_i$  – концентрація речовини;  $C_{\phi}$  – фонові концентрації речовини;  $n$  – кількість забруднювачів.

Оскільки для таких елементів як Hg, Zn, Pb, Ni та Mn встановлено фоновий вміст у ґрунтах досліджуваної території та визначено ГДК, автором було розраховано ступінь забруднення території. Він дорівнює 30, що дозволяє віднести територію навколо МРК до помірно небезпечної категорії за забрудненням ґрунтів.

У ґрунтах відбувається утворення ртутьорганічних комплексів, що полегшує міграцію ртуті з водою та перехід в атмосферу у процесі випаровування. Необхідно враховувати, що важкі метали, які накопичуються в ґрунті, мають властивість переходити в розчинний стан унаслідок зміни фізико-хімічних умов середовища, в результаті чого токсиканти потрапляють у рослини.

Зважаючи на те, що рослини легко поглинають мікроелементи, розчинені в ґрунтових розчинах, як у вигляді іонів так і комплексних сполук, у наземних частинах рослин накопичуються водорозчинні солі, а дрібне коріння трав'яних рослин сорбує важкорозчинні сполуки.

Ртуть може переходити в різні тканини рослин, наприклад, у яблунь – з листя в яблука, у картоплі – з листя в бульбу, у рису – з листя в зерна. Симптоми отруєння рослин ртуттю – затримка росту паростків та розвитку коренів, пригнічення фотосинтезу і, як наслідок, зниження врожайності. Тому контроль за вмістом ртуті в рослинах, що ростуть поблизу МРК, має важливе значення і становитиме предмет подальших досліджень.

**Висновки.** Вивчено вміст ртуті та інших хімічних елементів у ґрунтах (природних та техногенних) поблизу Микитівського ртутного комбінату. Виконано порівняльний аналіз ртуті та інших хімічних елементів у руді та хвостах, визначено, що Hg та Nb переважають у руді, а Pb, Cu Zn, Co Zr, Ni, B – у хвостах.

Наголошено, що в умовах лужного середовища ртуть переходить у легкодоступні сполуки. Це підвищує актуальність досліджень території навколо МРК.

Розраховано сумарний показник забруднення, який свідчить, що ґрунти досліджуваної території належать до категорії помірно небезпечних.

Список літератури

1. Багатаєв Р.М., Роговой В.М. Геологическое изучение и освоение Никитовских ртутных месторождений Донбасса (Украина). – М. : Научный мир, 2011. – 182 с.
2. Влияние загрязнения воды и почвы на здоровье жителей Донецкой области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=556388>.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях – М. : Мир, 1989. – 439 с., ил.
4. Лазаренко Е.К., Павлишин В.И., Панов Б.С. Минералогия Донецкого бассейна. – Ч. 1. – К. : Наук. думка, 1975. – 252 с.
5. Пилипчук А.Д. Геолого-економічний огляд. Ртуть (на 01.01.2006 р.). – К., 2006. – 30 с.
6. Радченко А.І. Ртуть в геохімічних ландшафтах Криму : Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.02 / А.І. Радченко ; НАН України. Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення. – К., 2000. – 14 с.
7. Сіроштан В.П., Полуксєєв Л.І. Генеральний перерахунок запасів з оцінкою супутніх елементів по родовищах Микитівського рудного поля за станом на 01.01.1997 р. – Кн. 3.– 1997. – 237 с.
8. Шумлянський В. Никитовский ртутный комбинат – “Парк юрского периода” // Горловские Новости, 2006 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2006/ggeo/shkvar/library/art09.htm>.

*Panaït E.V. The mercury content in the soil near Nikitovskiy mercury plant.* It was analyzed the contents of mercury and other chemical elements in ores of Nikitovskiy ore field, tailing pond of Nikitovskiy mercury plant and area near the plant. The total rate of soil contamination was calculated. It made possible to assign this soil to the moderately dangerous.  
*Key words:* mercury, soils, pollution, Nikitovskiy mercury plant.

*Панаїт Э.В. Содержание ртути в почве возле Никитовского ртутного комбината.* Проанализировано содержание ртути и других химических элементов в рудах Никитовского рудного поля, хвостохранилищах Никитовского ртутного комбината и территории около комбината. Рассчитан суммарный показатель загрязнения почв, значения которого позволило отнести их к умеренно опасным.  
*Ключевые слова:* ртуть, почвы, загрязнение, Никитовский ртутный комбинат.

Надійшла 05.08.2014.