

## Рухомі форми важких металів у ґрунтах Житомирського Полісся (Коростенський район)

Язвинська М. В.

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України, Київ

Представлено результати дослідження розподілу валового вмісту і рухомих форм Zn, Co, Ni, Cu та інших у ґрунтах на ділянках розвитку титанових руд і поблизу пгммосковища гірничозбагачувального комбінату на території Житомирського Полісся.

Протягом останніх десятиліть під час досліджень геохімічних особливостей ландшафтів все частіше застосовують метод визначення вмісту рухомих форм важких металів (РФ ВМ) у ґрунтах, ґрунтових водах та донних відкладах. На сьогодні встановлено, що їхній підвищений вміст фіксує розломи глибинного закладення та пов'язані з ними рудопрояви та родовища корисних копалин, може бути використаний для розбуркування природних та техногенних аномалій і для оцінки ступеню забруднення екологічного середовища. Тому перспективною видається оцінка можливості використання цього методу для вивчення території, де розміщені і розробляються титанові родовища різних типів.

Україна відома як один з потужних виробників титанового (ільменітового) концентрату. Його випуск здійснюється, зокрема, Іршанським гірничо-збагачувальним комбінатом (Житомирське Полісся). Розвіданими запасами титанових руд це підприємство забезпечено передовсім завдяки досконало вивченим з геологічної точки зору титано-цирконієвим розсипним родовищам і, на далеку перспективу, наявними корінними рудами великого Стремгородського родовища і декількох інших, підготовлених до розвідки. Експлуатація корінних родовищ дасть можливість одержувати одночасно дефіцитний апатитовий концентрат і рідкісноземельні елементи з нього, ванадій і скандій – з ільменітового [2].

Район наших досліджень належить до Волинської металогенічної зони. Особливого значення тут набула низка родовищ ільменіту, що утворює Волинський титановий район. Титан тут концентрується в магматогенних та екзогенних родовищах. Основні запаси титанових руд сконцентровані у корінних апатит-ільменітових рудах габроанортозитового Коростенського плутону.

Згідно з геоструктурним поділом досліджень знаходиться в межах Волинського мегаблоку, має ви-

разний структурно-блоковий характер, який простежується як у геологічній будові, так і в сучасному рельєфі. Більшу частину досліджуваної території займають породи Коростенського плутону та його обрамлення, яким присвячені численні праці з петрології, рудоносності, стратиграфії тощо багатьох видатних вчених, покладені в основу для розробки металогенічної карти України [2]. Дослідниками підтверджено відповідність основних форм рельєфу території лінеаментним розломним утворенням, які розділяють блоки земної кори різного рангу і різної інтенсивності тектонічних рухів.

Територія розміщення титанових родовищ поблизу м. Коростень є дуже цікавим об'єктом дослідження з еколого-геохімічної точки зору. По-перше, ґрунти та типи ландшафтів тут дуже різноманітні. По-друге, вся територія характеризується інтенсивним розвитком техногенних процесів, що спричиняють, зокрема, виникнення нових техногенних форм рельєфу і посилення міграції хімічних елементів та їхніх сполук. Через розробку родовищ різних корисних копалин, і перш за все, титану, на поверхню надходить велика кількість корінних, у тому числі й ґрунтовірних, порід, що істотно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів та на екологічний стан прилеглих територій.

Загалом це низовинна рівнина, ускладнена ярами, денудційними останцями, пасмами тощо, в межах якої розвинуті два типи ландшафтів: зандровий і кінцевоморенний. Розташована в лісово-болотній біокліматичній зоні, територія характеризується широким розвитком болотної й лучної рослинності, а також низинних боліт. Разом з цим через слабкий дренаж, утруднений стік та надмірне зволоження територія характеризується аквальними, супераквальними, субаквальними ландшафтами  $H^+$ ,  $H^+-Fe^{2+}$  кислого та кисло-глеєвого характеру з  $pH \leq 6$ , розташованими на площах з близьким до поверхні заляганням крис-

талічних порід, що перекриті водно-льодовиковими піщаними відкладами. Геохімічними супутниками типоморфного водню цих ландшафтів є Cs, K, Cu; типоморфного заліза – Mn, Co, Ni, Cr та V. Ґрунти всіх типів мають підвищену здатність до акумуляції та нижчу – до самоочищення [4].

Дослідження закономірностей розподілу ВМ у районах розробки титанових родовищ Українського Полісся почалося з другої половини ХХ століття. Йому присвячено численні роботи, тому не будемо зупинятись на історії вивчення цього району. Зазначимо лише, що багатьма дослідниками, зокрема Корбут Г. А., Дзяманом Г. Д., Міцкевичем Б. Ф. зі співавторами встановлено середній вміст ВМ у ґрунтах (табл. 1).

**Метою дослідження**, частиною якого є дана стаття, є виділення екологічних критеріїв оцінки стану поліських ландшафтів, прилеглих до місць відкритого видобутку корисних копалин, за розподілом РФ ВМ у верхньому шарі ґрунтів залежно від ступеню розробки родовища.

**Об'єкти і методи дослідження.** Проаналізовано і порівняно розподіл РФ ВМ у верхньому шарі ґрунтів на трьох ділянках розробки та розповсюдження титанових родовищ північної частини Коростенського плутону, територія якого в центральній частині відпрацьована на титан, родовища залишилися на північній та південній частині. Було пройдено три профілі за нульовим магнітним меридіаном загальною довжиною 92 км.

1. Відвали після розробки титанового родовища Іршанського гірничо-збагачувального комбінату (профіль А-А – Рижани-Ковбашина).

2. Фонова територія для порівняння (профіль В-В – Щорсівка-Нова Борова).

3. З наявним корінним, але не розробленим родовищем ільменіту та апатиту (профіль В-В – Ємлівка-Грозіно).

З заходу на схід даної території спостерігається лінійний розподіл компонентів родовища, тому проби відбиралися з півночі на південь (вхрест простягання). Опробований верхній шар (до 10–15 см) підзолистих, дерново-підзолистих, підзолистих глеюватих та торфопоперегнійних на водно-льодовикових відкладах ґрунтів. Фізико-хімічна характеристика цих типів ґрунтів наведена у табл. 2. Мінеральна частина ґрунтів досліджуваних профілів складена неоднорідно відсортованим різнозернистим обкатаним кварцом (30–80 %) та різною мірою лейкоксенованим ільменітом (1–5 %). Найменший вміст ільменіту спостерігається на фоновому профілі В-В, тоді як у хвостах

збагачення його кількість сягає 20 %.

Визначення валового вмісту елементів у ґрунтах проводили спектральним, РФ – атомно-абсорбційним, встановлення рН, Eh і вміст фтору – потенціометричними методами [7].

**Результати й обговорення.** На даній території виділено такі ландшафти: техногенні – агрогенний і гірничо-промисловий (ландшафти власне сільських та міських агломерацій у даній роботі нами не розглядаються), лісовий та луковий.

Найбільш розповсюдженими є *агрогенні ландшафти*, що охоплюють сільськогосподарські угіддя. Вони представлені підзолистими, підзолистими глеюватими, дерново-підзолистими елювіально-аккумулятивними ґрунтами на водно-льодовикових відкладах. Усі різновиди ґрунтів агрогенних ландшафтів характеризуються наявністю окультуреного шару потужністю 20–35 см.

*Лісові ландшафти* займають друге місце після агроландшафтів за розповсюдженістю і представлені лісовими підзолистими глеюватими та лісовими торфопоперегнійними ґрунтами на водно-льодовикових відкладах. Потужність їх становить 10–20 см, наявний товстий шар лісової підстилки на поверхні ґрунтів разом з кореннями дерев та рослин у ґрунтах.

*Лукові ландшафти* розповсюджені переважно в річкових заплавах. Представлені торфопоперегнійними, підзолисто-глеюватими ґрунтами на водно-льодовикових відкладах.

*Гірничо-промислові ландшафти* представлені рекультивованими землями на місцях колишніх гірських виробок, кар'єрами та їхніми відвалами, дамбами, іригаційними системами та техногеннозумовленими акумулятивно-ерозійними локальними формами. Найбільші за розміром техногенні форми рельєфу кар'єрного походження (кар'єри діючі та рекультивовані, відвали) розташовані на півдні території в долині р. Ірша, розміри їх сягають десятків квадратних метрів. Вони пов'язані переважно з видобутком ільменіту [10].

Таблиця 1.

Середній вміст важких металів у ґрунтах за даними різних авторів, мг/кг

Метал	РФ [5]	Валовий вміст [5]	РФ [2]	Валовий вміст [7]
Zn	0,2	42,4	0,05–3,15	–
Cu	0,8	11,6	0,8–3,9	10,0
Ni	–	–	–	10,0
Co	–	–	–	< 10,0
Pb	–	–	–	10,0
Ti	–	–	–	1000,0
V	–	–	–	10,0
Cr	–	–	–	10,0
Zr	–	–	–	500,0 – 1000,0

Таблиця 2.

## Фізико-хімічні параметри ґрунтів

Тип ґрунту	рН <sub>v</sub>	С орг, %	мг*екв/100 г					Σ
			H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
дерново-слабопідзолисті супіщані і супинкові на воднольодовикових відкладах	6,78	0,3	6,14	0,8	0,18	0,05	0,18	7,28
дерново-слабопідзолисті супіщані і супинкові на воднольодовикових відкладах, що прослідуються мореною	6,47	0,4	5,91	3,05	0,64	0,17	0,18	9,96
дерново-середньопідзолисті глеюваті супіщані і супинкові на воднольодовикових відкладах	6,5	0,7	15,36	2,95	0,74	0,09	0,13	19,27
дерново-середньопідзолисті глейові супіщані і супинкові на воднольодовикових відкладах	5,5	1,64	13,47	7,6	0,18	0,12	0,21	21,5

Таблиця 3.

## Середній валовий і кларковий вміст ВМ у ґрунтах, мг/кг

Метал	Середній вміст	Профіль А-А	Профіль Б-Б	Профіль В-В	Кларк [1]
Zn	43,1	38,9	33,7	56,6	50
Cu	64,0	59,0	63,8	69,3	20
Ni	76,6	117,3	74,34	38,5	50
Co	5,12	7,2	5,1	3,16	15
Pb	21,8	4,1	4,8	56,5	10
Nb	11,0	12,3	10,1	10,4	20
Ti	1608,0	1787,5	1091,4	1945	4600
V	26,2	20,3	31,5	26,7	100
Cr	39,5	30,1	49,4	38,9	200
Zr	426,7	416,7	424,6	438,8	300
P	4000	4000	4000	4000	800
Y	20,6	18,8	22,5	20,4	33
Yb	2,6	2,5	2,9	2,2	0,3

Таблиця 4.

## Вміст РФ ВМ у ґрунтах і ГДК ґрунтів, мг/кг

Метал	Середній вміст	Профіль А-А	Профіль Б-Б	Профіль В-В	ГДК [3]
Zn	1,91	1,45	2,02	2,26	23,0
Cu	1,31	0,80	1,04	2,10	3,0
Ni	0,55	0,32	0,68	0,65	4,0
Co	0,38	0,32	0,34	0,48	5,0

Середній валовий вміст ВМ у ґрунтах району і кларк наведені у табл. 3. Вміст кобальту, цинку, ніобію, ванадію, титану, хрому та ітрію менший відносно кларкового, тоді як вміст міді, нікелю, свинцю, цирконію, фосфору, ітербію більший, що може бути спричинено наявністю тут родовищ ільменіту і апатиту.

Середній вміст РФ ВМ у даному районі менший від ГДК (табл. 4). Найнижчий вміст РФ цинку, міді, кобальту, нікелю спостерігаємо на профілі, пройденому через відвали, тип ландшафту – гірничопромисловий. Найвищий середній вміст РФ вказаних елементів – на профілі над корінним родовищем (тип ландшафтів переважно лісовий та луковий) Вміст РФ у ґрунтах профілю фонові ділянки займає проміжне положення, переважаючий тип ландшафтів – агрогенний. Ця зако-

номірність спричинена існуючим рівнем і типом техногенного навантаження і природними особливостями цих ділянок, зокрема форм рельєфу, пов'язаних із тектонічною будовою території і орографічною сіткою.

Найбільшою контрастністю характеризуються значення вмісту РФ ВМ у ґрунтах на профілі через корінне родовище, найменшою – встановлені для ґрунтів фонові ділянки.

На всіх профілях встановлене незакономірне зростання вмісту валового і РФ цинку, міді, кобальту, нікелю поблизу населених пунктів і на рекультивованих землях. Також для всіх профілів, особливо для профілю над корінним родовищем, прослідковується зростання вмісту РФ ВМ у ґрунтах від'ємних форм рельєфу (зокрема, зволжених низовин). Це пояснюється тим, що ос-

танні є природними зонами накопичення і істотним зменшенням потужності кори вивітрювання на таких відтинках профілю (згідно геологічних розрізів).

Крім того, на таких ділянках при збільшенні Eh зменшується рН і навпаки, що вказує на відновні властивості ґрунтів у кислому середовищі.

Важливою характеристикою розподілу елементів та їхніх РФ є коефіцієнти кореляції. Наявність тісних кореляційних зв'язків свідчить про надходження елементів з єдиного, найімовірніше природного, джерела. Відсутність кореляції є одним з критеріїв визначення існування техногенного впливу. З усіх проаналізованих проб істотний кореляційний зв'язок встановлено лише у ґрунтах над корінним родовищем між цинком та міддю (0,86), і нормальний – між кобальтом та цинком (0,66) і міддю та кобальтом (0,56): [(Zn-Cu)Co]. Саме цей профіль найменше підлягає техногенному впливові. Практичну відсутність кореляційних зв'язків між елементами у ґрунтах інших профілів можна пояснити існуванням багатьох джерел впливу, як природних, так і техногенних.

Це підтверджується і значеннями коефіцієнту рівномірності розподілу металів у пробах ґрунтів. Для фтору розподіл є рівномірним (до 0,78), для цинку та міді – досить рівномірним (до 0,56), для нікелю – нерівномірним (до 0,43) на всіх профілях [8]. При цьому найрівномірнішим розподілом досліджуваних елементів характеризується профіль через відвали комбінату, найнерівномірнішим – ґрунти фонові ділянки.

Розподіл РФ ВМ частково співпадає з валовим розподілом вмісту ВМ у ґрунтах наведених ділянок. Подальших досліджень потребує вивчення розподілу валового вмісту та вмісту РФ ВМ за ґрунтовими розрізами. Попередньо зазначимо, що чітких залежностей між валовим вмістом і вмістом РФ, а також глибиною не виявлено.

**Висновки.** Досліджено вміст РФ ВМ на території розповсюдження титанових родовищ. Встановлено, що найбільшими вмістом РФ ВМ та кількістю кореляційних зв'язків між ними у верхньому шарі характеризуються ґрунти над титановим родовищем, найменшими – ґрунти фонові території.

У ґрунтах поблизу відвалів гірничо-збагачувального комбінату спостерігається найбільша варіація РФ ВМ та відсутність кореляційних зв'язків між ними, мабуть через розробку титанового родовища відкритим способом. Найвищий вміст РФ ВМ у ґрунтах всіх профілів встановлюється на понижених, часто зволжених, ділянках рельєфу і, відповідно, зменшення потужності осадових порід і порід кори вивітрювання.

На сучасному рівні досліджень визначення вмісту РФ ВМ, особливостей їх розподілу (кореляційних зв'язків і рівномірності) може бути застосоване для розбракування техногенних і природних аномалій і характеристики джерел надходження важких металів та їхніх рухомих форм навіть для торфово-глейових й подібних (збагачених органічною і глинистою речовиною) ґрунтів Українського Полісся.

1. Войткевич Г. В. и др. Краткий справочник по геохимии. – М.: Недра, 1970. – 280 с.
2. Дзяман Г. Д. Микроэлементы в дерново-подзолистых почвах Полесья Западной Украины: Автореф. дис. канд. сельхоз. наук: 06.00.03 / Укр. науч.-исслед. Ин-т почвовед. и агрохимии им. А. Н. Соколовского. – Харьков, 1970. – 35 с.
3. Жовинский Э. Я., Маличев В. И., Кураева И. В. и др. Эколого-геохимическое исследование природных сред в условиях городской агломерации / Препр. ИГФМ АН УССР. – К., 1991. – 57 с.
4. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1/500 000. Пояснювальна записка. Київ, УкрДГРІ, Державна геологічна служба Мінекоресурсів України. 2002, 336 с.
5. Корбут Г. А. Валовые запасы и подвижные формы В, Мп, Zn, Cu, Mo в почвах лесостепной зоны Житомирской обл: Автореф. дис. канд. сельхоз. наук. / Киев. сельхоз. акад. – К., 1969. – 34 с.
6. Ландшафтно-геохімічна карта України. М-6 1: 50000 / П. ред. Зарицького А. І., 1999.
7. Мицевич Б. Ф. Геохімічні методи розшуків та умови їх застосування на Україні і в Молдавії. К.: Наум. думка, 1965. – 128 с.
8. Мотаровский В. В. О количественной характеристике степени равномерности распределения химических элементов в природных объектах // Геохимия. – 1962. – № 2. – С. 181–183.
9. Обухов А. И., Плеханова И. О. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 184 с.
10. Язвинська М., Жук О. А. Важкі метали в ґрунтах техногенних ландшафтів Житомирського Полісся. / Сучасні проблеми геологічної науки: Зб. наук. пр. ПН НАН України / П. Ф. Гужик, відп. ред. – К., 2003. – 352 с.

**Представлены результаты исследования распределения содержания и подвижных форм ТМ на территории развития титановых руд (Житомирское Полесье).**

**The results of investigations of distributions of general content and content of mobile forms of heavy metals on the territory of disseminations of titan ores are presented in this article (Zhytomir region).**