

Г.В. Скиба, к.т.н., доц.  
О.О. Ремезова, к.геогр.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

## ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ТА ПІДЗЕМНИХ ВОД ФЕДОРІВСЬКОГО АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВОГО РОДОВИЩА

*Розглянуто особливості мінерало-геохімічної структури Федорівського апатит-ільменітового родовища та специфіки природного фону, досліджена міграційна структура регіону, виявлені техногенні аномалії хімічних елементів з метою вивчення екологічної ситуації у регіоні.*

**Вступ.** Термін “техногенез” вперше був використаний О. Ферсманом для позначення групи геохімічних явищ, що входять до широкого класу гіпергенних процесів. Вивчення техногенезу дає повноту та достовірність наукової картини сучасного світу, раціональність використання природних ресурсів. Специфіка добування корисних копалин полягає у добуванні та переробці величезних мас гірських порід. Сучасна технологія дозволяє використовувати лише частину добутої гірської маси, а решта порід накопичується у вигляді техногенних відходів. При цьому порушується цілісність гірського масиву, що призводить до прискорення процесів вивітрювання. Природні геолого-мінералогічні спостереження та дослідження [1–3] характеру мінералогічних перетворень на різних за складом та виникненням породах показали, що новоутворені мінерали виникають як в товщах щільних блоків порід, так і у вигляді специфічних виділень у водопровідних тріщинах. У першому випадку новоутворені мінерали часто наслідують текстурно-структурні ознаки вихідних порід, в той час як характер утворення інших не залежить від особливостей вихідної породи і визначається лише розчинністю елементів та складом циркулюючих розчинів. Вода є активним учасником процесів руйнування мінералів та міграції хімічних елементів. Відбувається забруднення навколишнього середовища породоутворюючими елементами, газами, важкими металами.

**Аналіз наукових досліджень з даного питання.** Дослідники часто використовують [4–8] вивчення мінерального та хімічного складу первинних мінералів та порід з метою встановлення тих рішучих змін та перетворень, яких вони можуть зазнати в результаті їх переробки та зберігання, а також для дослідження нових різноманітних техногенних мінералів, що можуть утворитись в результаті реакцій взаємодії розчинів та порід, дії парціальних тисків у системі агресивних газів ( $H_2S$ ,  $CO_2$ ). Вивчення новоутворених мінералів, особливостей міграції хімічних елементів в утворених системах дасть змогу встановити ступінь агресивності поверхневих та підземних вод, ступінь забрудненості навколишнього середовища. Дана методика була застосована для вивчення особливостей гірничорудного техногенезу на Федорівському родовищі ільменіту. Геохімічні особливості основних порід Коростенського плутону достатньо охарактеризовані у багатьох роботах авторів, які вивчали дану територію [9–11]. У даній роботі будуть характеризуватись породи тільки Федорівської інтрузії.

**Постановка завдання.** Для аналізу природної системи необхідно вивчати геохімічну структуру системи. У поняття “геохімічна структура” входить не лише рівень вмісту хімічних елементів у різноманітних компонентах спряжених ландшафтів, але й весь комплекс їх співвідношень. Специфічність регіонального природного фону має принципове значення при вивченні екології регіону. Природний фон визначає особливості існування екосистеми та адаптацію біоти до умов певних літогеохімічних провінцій, структура яких може змінюватись під впливом техногенної складової міграційних потоків. Природний фон необхідно також враховувати при оцінці стану навколишнього середовища.

За мету дослідження було поставлено: вивчити геохімічну структуру Федорівського родовища ільменіту; встановити природний фон регіону; дослідити міграційну структуру регіону, яка допускає виявлення основних потоків речовини та особливостей їх прояву в усіх типах ландшафтів; виявити умови формування техногенних аномалій. Дані дослідження виконувались відповідно до плану держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України (тема: “Вплив гірничопромислового комплексу на навколишнє середовище, теоретичне обґрунтування заходів по поліпшенню екологічної й техногенної безпеки та розробка і впровадження екологічно чистих технологій і переробки сировини”, 2002 р., реєстраційний номер 0102U001343).

**Геохімічні дослідження міграції хімічних елементів у межах Федорівського тіла.** Федорівське тіло являє собою розшарований інтрузив чашоподібної форми, за кількісним мінеральним складом у межах якого виділяють декілька петрографічних різновидів габроїдів. Найбільш поширені різновиди олівінового габро. Найменшою поширеністю користуються лейкократові олівінові габро, дещо збагачені

плагіоклазом. Ці відміни габро складають три пачки (горизонти) фаціальних різновидів габроїдів: верхню, середню і нижню, площа рудного тіла складає 045 км<sup>2</sup> в плані.

Коротко зупинимось на мінеральному складі габроїдів Федорівського родовища. Плагіоклаз – у верхніх та нижніх пачках кислий у порівнянні з середніми горизонтами. Піроксен – за складом відповідає авгіту. Олівін – мінерал основних порід, руйнуючись переходить у серпентин. Ільменіт FeTiO<sub>3</sub> утворює зерна неправильної кутастої або ущільненої форми, утворює гніздовидні скупчення косноморфних зерен у мікротріщинах. Титаномagnetит – другий із титанозалізистих мінералів, присутній в рудах у перемінних кількостях більш меланократових відмінностях. Титаномagnetит – найбільш чутливий до зміни температури при охолодженні інтрузиву. Апатит, представлений фтор-апатитом, є найбільш ізоморфним мінералом. Апатит є найбільш тонким індикатором зміни умов диференціації магми, а його склад найбільш яскраво підкреслює розшарування інтрузиву. Біотит – вторинний мінерал, зустрічається у вигляді уламків навколо ільменіту. Сульфідні присутні в невеликих кількостях, представлені в основному піритом. Габро-анортозити, які є вмішуваними порціями по відношенню до інтрузиву, представляють собою крупно-гігантозернисту породу, яка складається, %: плагіоклаз – 80–95, темнокольорові мінерали (піроксен, олівін) – 5–15, рудні – 2–4, апатит – 0,5–1. Прощарки фаціальних різновидів порід орієнтовані згідно з увігнутою чашоподібною формою родовища. Контакти між породами і орієнтовані в основному згідно з загальним направленням їх залягання, тобто в центральній частині субгоризонтальні, а в бортах – похилі.

Переходи від габро-анортозитів, габро-пегматитів до рудних габроїдів різкі, контакти – чіткі. Всі фаціальні різновиди порід родовища в тій чи іншій кількості вміщують порфіроподібні вкраплення плагіоклазу. Хімічний склад порід інтрузиву подібний (табл. 1), проте відрізняється певними особливостями, які досліджувалися раніше [12].

Таблиця 1

Хімічний склад рудної товщі Федорівського родовища (%)\*

№ з/п	Назва породи	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>ман.</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{s}{SO_3}$	Нерозч. залишок	Σ окисл.
1.	Габро с/зернисте	6,1	2,7	21	2,8	1,9	36	11	9,6	6,0	1,6	0,3	0,09	0,3	0,61	100
2.	Габро перидотит	6,4	2,7	27	4,0	2,5	33	4,2	9,8	7,9	0,7	0,1	0,14	0,4	0,96	99,8
3.	Габро д/зернисте	6,9	2,7	22	5,1	2,3	35	6,4	9,8	7,3	0,9	0,2	0,08	0,4	0,72	99,8
4.	Габро лейкократове.	6,9	2,3	19	4,0	1,7	37	11	9,5	6,0	1,4	0,2	0,09	0,3	0,61	100

\* – за даними рядових хімічних аналізів Житомирської геологічної експедиції (виконавець Полякова Н.М.).

Геолого-хімічні та металогенічні особливості Федорівської інтрузії полягають перш за все у її розшаруванні та приуроченості до Коростенського плутону в цілому з їх характерною комплексно-сидерофільною геохімічною спеціалізацією першого роду в породах габро-анортозитової формації і літофільною (рідкіснометально – рідкіснолужний тип асоціацій) спеціалізацією рапаківі-гранітної формації [13].

Титан, фосфор, ванадій і манган обумовлюють висококонтрастну геохімічну спеціалізацію Федорівського масиву, як фонову, так і аномальну, з вмістом (крім основних елементів родовища) ванадію до 0,04 % при середньоаномальному – 0,015–0,03 %; вміст мангану доходить до 0,7 % при середньоаномальному значенні 0,2–0,3 %.

На цьому фоні виступає стійка, природно зв'язана асоціація елементів – Ba, Cr, Co, Zn, Zr, Sc, Sr, яка між собою, в різних співвідношеннях, тісно корелятивно зв'язана і знаходиться у порівняно більших кількостях у породах. Рідкіснометально-рідкісноземельна асоціація (Nb, Y, Yb), а також халькофільні елементи (Cu, Pb, Ga, W) не створюють аномального фону (рис. 1).

Вони виникають залежно від наявності тієї чи іншої акцесорної мінералізації, постмагматичних процесів, які більш широко проявлені у зоні екзоконтакту масиву, наприклад, у зоні Черняхівського чи Тетерівського розломів.

Окремо необхідно звернути увагу на аномалії платиноїдів, які на практиці є складовою частиною даного типу родовищ. Платиноїди представлені паладієм, платиною, в той час, як родій та ірідій присутні на рівні чутливості методу вимірювання і суттєво не впливають на сумарну кількість платиноїдів.

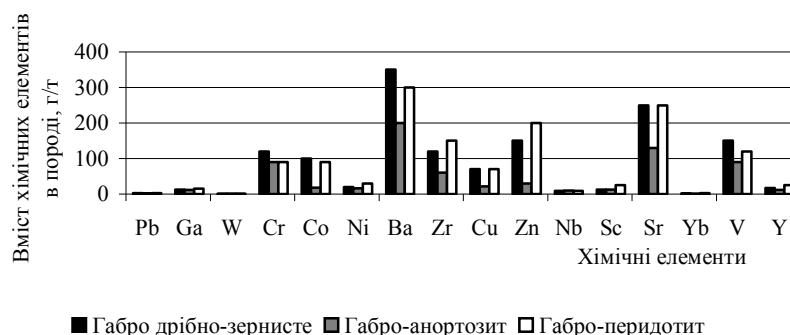


Рис. 1. Вміст мікроелементів у різних габроїдних породах

Платиноїди зафіксовані в лейкократових габро, габро-перидотитах і габро-анортозитах, де створюють концентрації від 0,27 г/т до 0,1 г/т на потужність свердловини 1,5–2,5 м (за даними Житомирської геологічної експедиції).

**Обговорення результатів.** Аналіз результатів хімічного складу порід Федорівського родовища ільменіту та порівняння даних з кларками відповідних хімічних елементів для осадових порід [14] дали можливість встановити наступні закономірності.

Середній вміст більшості хімічних елементів близький за значенням до їх кларків; лише в деяких випадках відмічається підвищення їх концентрації. Вивчені хімічні елементи за їх вмістом у гірських породах можна розділити на три групи:

- елементи, вміст яких перевищує фоновий на всьому родовищі, проте нижчий за їх середній вміст у земній корі (V, Mn, Ba, Zn);
- елементи, які мають підвищений вміст на родовищі, але він не перевищує фоновий (Cr, Co, Zr, Cu, Sr);
- елементи, що мають вміст значно менший фоновому і не можуть здійснювати значний вплив на довкілля в даному регіоні (Pb, Ga, W, Ni, Nb, Sc, Yb, Y).

Серед елементів першої групи найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляє цинк, оскільки цей елемент відноситься до I класу небезпечності. Елементи V, Mn, Ba, Cu, Sr, Cr відносяться до II класу небезпечності. Накопичення даних хімічних елементів поблизу геохімічних бар'єрів, міграція з підземними водами, участь у біогеохімічних циклах можуть призвести до загрози здоров'ю людини.

Для підземних вод Федорівського родовища, що характеризуються переважно гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натрієво-калієвим складом і високою мінералізацією, найбільш типовими елементами-домішками є Mn, Zn, Cu, Pb, F. Аналіз сухого залишку підземних вод показав присутність у них решти небезпечних мікрокомпонентів Ba, Cu, Sr, Cr, Zr, Ce, Ni, V (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст мікроелементів у підземних водах району Федорівського родовища\*

№ Проби	Zn 1,0	Cu 0,1	Pb 0,03	Mn 0,1	F 1,5	Cr (200)	Ni (40)	Ba (500)	Ce (50)	Zr (300)	Sr (300)	V (100)
	·10 <sup>-3</sup> мг/л				мг/л	· 10 <sup>-4</sup> %						
1	28,2	4,9	25,5	29,9	0,18	>200	>200	400	90	70	120	–
2	38,4	8,5	22,0	99,7	0,18	50	15	300	50	30	150	1,2
3	78,9	1,4	21,5	53,7	0,32	15	20	400	120	40	400	1,2
	У підземних водах					У сухому залишку води						

\* – за даними рядових хімічних аналізів Житомирської геологічної експедиції (виконавець Любомська Г.І.).

Підкреслені значення – гранично допустимі концентрації (ГДК) вмісту елементів у воді, та в дужках – середній вміст мікроелементів у ґрунті.

Залежно від місця взяття проби води були одержані досить різні результати. Проте максимальний вміст елементів в окремих пробах не перевищує ГДК (табл. 2). У зв'язку з тим, що нормування вмісту хімічних елементів у сухому залишку води відсутнє, то в даній таблиці зроблене порівняння вмісту мікроелементів у сухому залишку води відносно середнього вмісту їх у ґрунті. Вміст лише Ce і в першій пробі Cr та Ni перевищують їх середні показники у ґрунті.

**Висновки:**

1. Концентрації хімічних елементів I класу небезпечності (на родовищі виявлені лише Zn і Pb), II та III класів небезпечності (V, Mn, Ba, Cu, Sr, Cr) у підземних водах Федорівського апатит-ільменітового родовища не перевищують гранично допустимих концентрацій.
2. Середній вміст хімічних елементів, що належать до різних класів небезпечності, у гірських породах на родовищі не перевищує їх кларків та гранично допустимих концентрацій у ґрунті, тому ці мікроелементи не здійснюють негативного впливу на довкілля.

На закінчення хотілося б звернути увагу на необхідність подальшого детального вивчення факторів накопичення і міграції хімічних елементів у гірських породах та у підземних водах на Федорівському апатит-ільменітовому родовищі з метою виявлення геохімічних бар'єрів, на яких можливе різке підвищення міграції хімічних елементів і, як наслідок, їх концентрація. Це підвищить ефективність розв'язання задачі охорони навколишнього середовища.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Зверев В.П.* О механизме массопереноса растворенного вещества в верхних частях земной коры // Докл. АН СССР. – 1972. – 206. – № 6. – С. 177–184.
2. *Лисицына Н.А.* Вынос химических элементов при выветривании основных пород. – М.: Наука, 1973. – 198 с.
3. *Матвеева Л.А.* Механизм разрушения алюмосиликатных и силикатных минералов // Кора выветривания. – Вып. 14. – 1974. – С. 201–227.
4. *Саранчина Г.М., Шинкарев Н.Ф.* Петрография магматических и метаморфических пород. – М.: Недра, 1976. – 324 с.
5. *Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К.* Эколого-аналитический мониторинг суперэтоксикантов. – М.: Химия, 1996.
6. *Лапенко Л.А., Виленский М.Г.* Метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии в фоновом мониторинге тяжелых металлов / Мониторинг фонового загрязнения природной среды / Под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. – Вып. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 216–223.
7. *Мур Дж. В., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 213 с.
8. *Соловьев А.П.* Геохимические методы поисков месторождений поисков полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 294 с.
9. *Швайберов С.К., Металіди В.С., Приходько В.Л., Висоцький Б.Л.* Мінерально-сировинна база фосфор-титанових руд півночі України // Вісник НТУ. – 2003. – № 9. – С. 23–24.
10. *Личак И.Л.* Петрология Коростенского плутона. – Киев: Наук. думка, 1983. – 248 с.
11. *Ремезова О.О.* Проблеми дослідження розшарованих інтрузивних тіл Українського щита // Геолого-мінералогічний вісник. – 2005. – № 1(13). – С. 61–67.
12. *Ремезова О.О.* До питання вивчення петрохімічних особливостей та генезису габроїдів Федорівського розшарованого тіла // Форум гірників. Матеріали міжнародної конференції 12–14 жовтня. – Дніпропетровськ, 2005. – Т. 4. – С. 27–33.
13. *Гидрогеохимические исследования (Зона гипергенеза) / Белякова Е.Е., Зуев А.В., Никитина Н.П. и др.* – Ленинград: Недра, 1985. – 252 с.
14. *Виноградов А.П.* Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.

СКИБА Галина Віталіївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри природничих наук Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- геохімія;
- геоекологія.

РЕМЕЗОВА Олена Олександрівна – кандидат географічних наук, доцент кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- геологія.

Подано 20.01.2006

**Скиба Г.В., Ремезова О.О.** Еколого-геохімічні особливості складу гірських порід та підземних вод Федорівського апатит-ильменітового родовища

**Скиба Г.В., Ремезова Е.А.** Эколого-геохимические особенности состава горных пород и подземных вод Федоровского апатит-ильменитового месторождения

**Skyba G.V., Remezova O.O.** Ecologic-geochemical peculiarities of the rock and underground waters structure of the Fedorovka apatite-ilmenite deposit

УДК 504.54.056:062.4

**Эколого-геохимические особенности состава горных пород и подземных вод Федоровского апатит-ильменитового месторождения / Г.В. Скиба, Е. А. Ремезова**

Рассмотрены особенности минерально-геохимической структуры Федоровского апатит-ильменитового месторождения и специфика природного фона, исследована миграционная структура региона, выявлены техногенные аномалии химических элементов с целью изучения экологической ситуации в регионе.

УДК 504.54.056:062.4

**Ecologic-geochemical peculiarities of the rock and underground waters structure of the Fedorovka apatite-ilmenite deposit / G.V. Skyba, O.O. Remezova**

It was investigated peculiarities of mineral-geochemical structure of the Fedorovka apatite-ilmenite deposit and peculiarities of the natural fone, migration of chemical elements within the region, it was determined technical anomalies of chemical elements with the purpose of studing the ecological situation in the region.

УДК 504.54.056:062.4

**/ Г.В. Скиба, О.О. Ремезова**

Розглянуто особливості мінерало-геохімічної структури Федорівського апатит-ильменітового родовища та специфіки природного фону, досліджена міграційна структура регіону, виявлені техногенні аномалії хімічних елементів з метою вивчення екологічної ситуації у регіоні.