

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В РУДНІЙ ФОРМАЦІЇ ФЕДОРІВСЬКОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ

*Представлено результати геохімічних розрахунків продуктивності мікроелементів на родовищі з глибиною. Встановлено вертикальний геохімічний ряд зональності основних мікроелементів та елементи-індикатори.*

**Ключові слова:** продуктивність мікроелементів, родовище, геохімічний ряд, зональність.

**Вступ.** Рудні мінерали Коростенського плутона представлені титаномагнетитом, ільменітом, магнетитом, піритом, інколи піротином та халькопіритом. Знаходяться, як правило у вигляді дрібних та відносно рівномірно розподілених крапель. Ультраосновні породи плутона суттєво відрізняються від типових ультра основних порід. Як правило, гірські породи, що належать до одного й того ж типу, характеризуються дуже близьким хімічним складом по відношенню до головних компонентів. Однак, на відміну від головних елементів, вміст мікроелементів в однотипних породах може бути досить варіативним. Це залежить від різних причин. Як наслідок середній вміст окремих мікроелементів в породах може збільшуватись або зменшуватись в декілька разів або навіть на порядок.

Подібна геохімічна специфіка розподілу мікроелементів, як правило, є чіткою характеристикою конкретної різновидності того чи іншого типу порід, в зв'язку з чим результати вивчення розподілу мікроелементів, їх взаємозв'язки в породах широко використовуються в геологічній практиці. Для оцінки потенційної рудоносності порід вивчають специфічні особливості розподілу мікроелементів в них, а також суму різноманітних геохімічних ознак, які відрізняють даний рудоносний геологічний комплекс від близьких за складом та обліком, проте не рудоносних порід. Геохімічна спеціалізація окремих інтрузивних районів, в більшості випадків, є наслідком формування і геологічного розвитку даного регіону.

Для вивчення геохімічної зональності на родовищах використовують різні розрахунки і методи. Показник зональності кількісно відображає відносне накопичення елемента на різних розрізах досліджуваного родовища. Останнім часом приділяється увага методам, які основані на використанні комп'ютерних програм. Такі методики дозволяють більш точно оцінити послідовність відкладень елементів в ряду геохімічної зональності. Аналіз існуючих методів дозволив обрати найбільш ефективну методику геохімічного розрахунку розподілу мікроелементів у рудній формації [1–4].

**Аналіз наукових досліджень та публікацій.** Геохімічна зональність родовищ корисних копалин має важливе теоретичне і практичне значення. Знання закономірностей розподілу мікроелементів у рудній формації, закономірностей вертикальної геохімічної зональності дозволяє успішно вирішувати завдання пошуку скритих рудних тіл. На сьогодні існує декілька методів розрахунку геохімічної зональності рудних тіл. Це методики С.В. Григоряна, А.П. Соловова [1, с. 12; 2]. Найбільш поширеною є методика з використанням коефіцієнта контрастності зональності, який обчислюється для кожного елемента і являє собою відношення вмісту даного елемента у верхньому та нижньому зрізах досліджуваного розрізу. Елементи в ряду розташовуються за зменшенням коефіцієнта контрастності. Додатково використовується показник зональності елементів, який являє собою відношення продуктивності ореола даного елемента до суми продуктивності ореолів всіх елементів-індикаторів даного типу родовищ. Місце елемента в ряду зональності визначається рівнем максимального накопичення. Основним моментом даного методу є розгляд всіх можливих змін між вмістом чи продуктивністю елементів від першого до четвертого порядку з метою одержання зміни геохімічних показників із глибиною [3, с. 41]. Розрахунки за цією методикою проводяться з використанням комп'ютерної програми Excel. Приведена методика була використана для розрахунку геохімічного ряду зональності мікроелементів, побудови графіків зміни продуктивності мікроелементів з глибиною для рудної формації Федорівського родовища ільменіту.

**Постановка завдання.** Для встановлення особливостей розподілу мікроелементів на Федорівському родовищі ільменіту були використані дані про вміст хімічних елементів по ядрах свердловин. Аналіз проб проведений в спектральній лабораторії геолого-геохімічної експедиції смт. Нова Бурова на спектрографах з великою дисперсією та оцінкою вмісту на мікрофотометрі, тому дані аналізи є достовірні. В дослідженні були поставлені наступні завдання: 1) здійснити статистичну обробку даних геохімічного аналізу; 2) побудувати графіки зміни продуктивності кожного елемента з глибиною; 3) визначити глибину центра тяжіння кожного елемента, послідовність елементів в геохімічному ряду зональності, виявити стійкі та нестійкі елементи ряду; 4) вивчити геохімічну специфіку розподілу між головними елементами та мікроелементами в межах Федорівського родовища ільменіту.

**Обговорення результатів дослідження.** Рудні мінерали Коростенського плутона представлені титаномagnetитом, ільменітом, магнетитом, піритом, інколи піротином та халькопіритом. Знаходяться, як правило, у вигляді дрібних та відносно рівномірно розподілених вкраплень. Ультраосновні породи плутона суттєво відрізняються від типових ультраосновних порід.

Як правило, гірські породи, що належать до одного й того ж типу, характеризуються дуже близьким хімічним складом по відношенню до головних компонентів. Однак, на відміну від головних елементів, вміст мікроелементів в однотипних породах може бути досить варіативним. Це залежить від різних причин. Як наслідок середній вміст окремих мікроелементів в породах може збільшуватися або зменшуватися в декілька разів або навіть на порядок, а також по-різному розподілятися на кожному горизонті випробування. Тому потрібно запас кожного елемента оцінювати окремо.

Для розрахунку геохімічного ряду по кожному елементу були побудовані графіки зміни продуктивності з глибиною (рис. 1), масштаб глибин та продуктивності лінійний. За такими графіками для кожного елемента можна визначити глибину центра тяжіння запасів даного елемента, послідовність елементів в геохімічному ряду зональності, протяжність ореолу по вертикалі, виявити стійкі і нестійкі елементи в ряду. Причому за наявності двох і більше максимумів продуктивності елемента визначається центр тяжіння в метрах для кожного з них.

При вивченні вертикального розрізу, який розглядався на основі бурових свердловин, порівнювались лінійні продуктивності ореолів, виражені в метрах. Для порівняння одержаних даних випробувань декількох горизонтів підземних горизонтальних виробок використовувалися не лінійні а площинні продуктивності. Одержана таким чином площа фігури являє собою відносний запас елемента в межах інтервалу глибин, що вивчається. Горизонтальна лінія, яка поділяє одержану фігуру на дві рівновеликі площі, визначає мітку центра тяжіння запасу кожного елемента.

Для Федорівського родовища ільменіту макроелементами є фосфор та титан. Решта елементів є мікроелементи, поширення яких і розподіл з глибиною вивчався. На рисунку 1 для прикладу представлені графіки поширення продуктивності чотирьох елементів однієї зі свердловин (572) – Mn, Cu, Zr, Zn з глибиною.

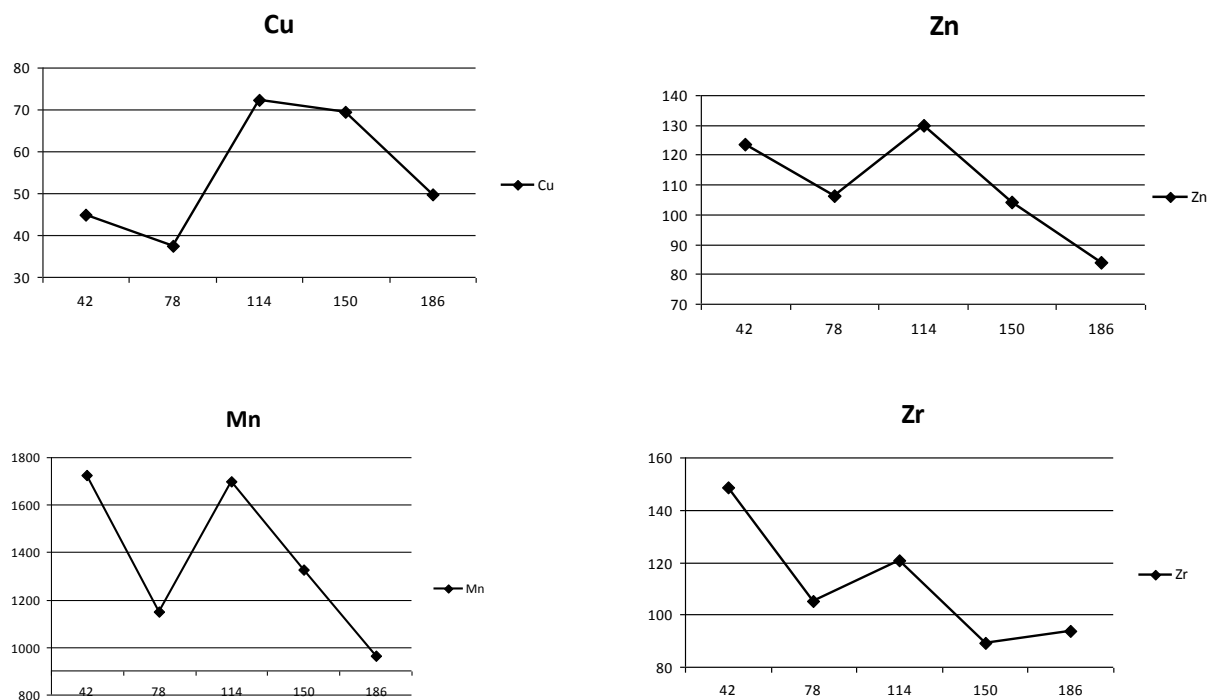


Рис. 1. Зміна продуктивності мікроелементів з глибиною

З графіків видно, що Cu є типовим елементом, що концентруються на глибині 114 м в межах рудних горизонтів. Zr типовий для надрудних горизонтів. Елемент характеризується одним максимумом продуктивності. Криві продуктивності Mn та Zn є прикладом двопроміжного поширення елемента. В такому випадку потрібно визначати окремо продуктивність для верхнього та нижнього шарів.

Такі ж графіки зміни продуктивності елементів з глибиною були побудовані для решти свердловин (573, 574, 575) та інших елементів, а саме V, Cr, Ni (рис. 2). Аналіз залежностей дозволив зробити висновок про розподіл мікроелементів з глибиною і про концентрування елементів в межах рудного горизонту Федорівського інтрузивного тіла. На основі проведених досліджень був складений ряд вертикальної геохімічної зональності по всіх свердловинах впоперек рудного тіла.

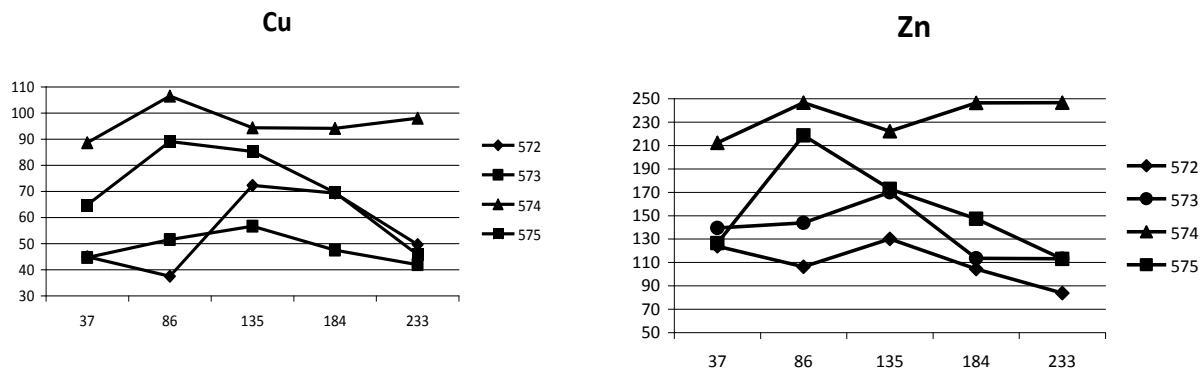


Рис. 2. Зміна вмісту хімічних елементів з глибиною для різних свердловин

Для кожного елемента був здійснений розрахунок розташування центру тяжіння запасів по всіх свердловинах. З цією метою був встановлений максимальний та мінімальний вміст кожного елемента на відповідній глибині (табл. 1).

Таблиця 1

Максимальні та мінімальні значення вмісту мікроелементів з глибиною на різних свердловинах

Елемент	Номер свердловини, вміст елемента, мг/т															
	572				573				574				575			
	min	l, м	max	l, м	min	l, м	max	l, м	min	l, м	max	l, м	min	l, м	max	l, м
Cu	38	96	72	132	42	218	57	166	89	65	107	86	46	268	58	112
Zn	84	204	130	132	113	270	170	166	212	65	247	121, 283	113	268	219	112
Mn	964	204	1725	60	2162	270	3147	62 140	2073	233	2730	121	1564	268	2652	164
Zr	89	168	149	60	109	218	146	166	153	65	208	121	98	60	139	268
Co	83	162	49	204	57	62, 270	74	166	90	289	112	177	70	60	94	164
V	90	194	403	136	56	273	475	168	70	83	175	273	70	122	400	147
Ni	9	86	50	136	7	58	43	114	7	85	50	272	9	182	50	240

У надрудній зоні розташовані максимуми вмісту Cu, Zn, Zr. У межах рудних горизонтів розташовані максимуми вмісту інших елементів: Co, Mn. Нижче рудного тіла знаходяться максимуми вмісту V, Ni. Як видно з таблиці 1, вміст Zn, Co, Mn збільшується до південного краю геологічного розрізу (свердловини 574, 575).

Для всіх елементів був здійснений розрахунок розташування центрів тяжіння ( $\Delta H$ ) з глибиною по досліджуваних свердловинах (табл. 2). По знайдених центрах тяжіння запасів був встановлений ряд вертикальної геохімічної зональності.

Таблиця 2

Центри тяжіння запасів мікроелементів та їх глибина

Елемент	Cu	Zn	Mn	Zr	Co	V	Ni
$\Delta H$ , мг/т	2,81	2,82	3,26	2,33	1,81	8,49	7,14
l, м	91	162,5 213,5	133 172	105	119,5 223,5	220,5	165

Зміщення центра тяжіння запасу представлених елементів може коливатися в межах від 11 до 50 м, що задовольняє нормам. Центри тяжіння даних елементів при розрахунках в різних свердловинах випробування залишаються в межах однієї геохімічної зони (надрудної, рудної, підрудної). Як видно з таблиці 2 із представлених семи мікроелементів два вилучаються із ряду зональності через малу контрастність, це: Co, Zr.

Таким чином, геохімічний ряд зональності мікроелементів набуває такого вигляду: V (220,5 м) – Zn (50 %, 213,5 м) – Mn (50 %, 172 м) – Ni (165 м) – Zn (50 %, 162,5 м) – Mn (50 %, 133 м) –

Cu (91 м). Для цинку і мангану вказано відсоток від запасів на даному інтервалі покладів, а для інших елементів глибина знаходження центра тяжіння даного елемента. Встановлені геохімічні зональності дозволяють оцінити місце кожного елемента та їх взаємозв'язки, судити про відносне накопичення елемента на різних площинах досліджуваного розрізу.

**Висновки.** Для встановлення геохімічної зональності мікроелементів на Федорівському родовищі ільменіту була використана методика розрахунків центрів тяжіння продуктивності елементів Н.Н. Сочеванова, Є.К. Горелова [3, с. 41]. Це дало можливість встановити основні закономірності розподілу мікроелементів на цьому родовищі.

Дане родовище було апробоване на десяти горизонтах розташованих через 20–30 м. По кожному горизонту були підраховані продуктивності і центри тяжіння кожного мікроелемента. В результаті розрахунків було одержано вертикальний геохімічний ряд зональності мікроелементів. Елементи, які є контрастними і визначаються з достатньою чутливістю (V, Ni), можуть бути використані як індикаторні.

#### Список використаної літератури:

1. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы гидротермальных месторождений, методы их изучения и практические исследования : автореф. дис. ... докт. геол.-минер. наук / С.В. Григорян. – М., 1971. – 64 с.
2. Соловов А.П. Исследования зональности рудных месторождений (отыскание монотонных геохимических показателей зональности) / А.П. Соловов, А.В. Гаранин, Л.С. Виль. – Алма-Ата, 1972. – 114 с. – (Программа «062 МГУ»).
3. Сочеванов Н.Н. Расчеты и методы изображения геохимической зональности по центрам тяжести продуктивности элементов / Н.Н. Сочеванов, Е.К. Горелова // Методы обработки цифровой информации при геохимических поисках. – М., 1975. – С. 41–51.
4. Беус А.А. Геохимические методы поиска и разведки месторождений твердых полезных ископаемых / А.А. Беус, С.В. Григорян. – М. : Недра, 1975. – 280 с.

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

Наукові інтереси:

– геотоксикологія;

– геохімія.

Тел.: (0412) 37–21–45.

E-mail: skyba\_galyna @ rambler.ru.

Стаття надійшла до редакції 07.10.2013

**Скиба Г.В.** Особливості розподілу мікроелементів в рудній формації Федорівського родовища ільменіту  
**Скиба Г.В.** Особенности распределения микроэлементов в рудной формации Федоровского месторождения ильменита  
**Skyba G.V.** Characteristics of trace elements distribution in the Fedorovsk ilmenite deposit ore formation

УДК 504.54.056:062.4

**Особенности распределения микроэлементов в рудной формации Федоровского месторождения ильменита / Г.В. Скиба**

Представлены результаты геохимических расчетов продуктивностей микроэлементов месторождения с глубиной. Установлен вертикальный геохимический ряд зональности основных микроэлементов и элементы-индикаторы.

**Ключевые слова:** продуктивностью микроэлементов, месторождение, геохимический ряд, зональность.

УДК 504.54.056:062.4

**Characteristics of trace elements distribution in the Fedorovsk ilmenite deposit ore formation / G.V. Skyba**

The results of geochemical calculations of trace elements productivity in deposit with depth are introduced. The vertical geochemical order of key trace elements zonation and indicator elements is established.

**Ключевые слова:** продуктивностью микроэлементов, месторождение, геохимический ряд, зональность.