

В.Б.Коваль, д-р. геол.-мінералог. наук,
Г.Х.Димитров, канд. геол.-мінералог. наук,
М.М.Макаренко, канд. геол.-мінералог. наук

УДК 551.251:553.67

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШУКІВ УРАНОВОГО ЗРУДЕНІННЯ В ПІВДЕННО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА НА ОСНОВІ ВОДНО-ГЕЛІЄВИХ ЗЙОМОК

Проаналізовано результати водно-гелієвих зйомок, проведених у південно-західній частині Українського щита. Установлено просторовий збіг підвищеної концентрації гелію із зонами уранової мінералізації та ділянками золоторудних проявів. Вивчення кількісного зв'язку масштабів ураноносності та інтенсивності гелієвих аномалій показало, що між цими параметрами існує кореляційний зв'язок. За допомогою водно-гелієвої зйомки можна отримати додаткові матеріали, що характеризують приуроченість уранового зруденіння до певних структур, і намітити потенційно ураноносні площі.

Spatial coincidence helium heightened concentration with uranium mineralization zones and on the place gold-ore manifestations was established. The study of quantitative connectio intensity of helium anomalies showed that correlative connection are between these parameters. With the help of watergelium serves it can be received additional facts which defined the connection uranium mineralization with definite structures and new potentially uranium-bearing areas can be outline.

© В.Б.Коваль, Г.Х.Димитров, М.М.Макаренко, 2004

Південно-західна частина Українського щита давно привертає увагу геологів як регіон, сприятливий для пошуку уранових родовищ. Ще наприкінці 40-х рр. співробітниками ВІМС (Москва) було визначено підвищені концентрації радіогенного свинцю в галеніті з центральних зон стягнень фосфоритів силурійських відкладів. В алювіальних відкладах р. Дністер відзначаються галька і пісок яшмоподібних порід, збагачених гематитом і гідрооксидами заліза, а також лусочки золота. Девонські відклади містять у собі мідисті піщаники і зони з рідкіснометалевою мінералізацією. Ці знахідки дають можливість припустити, що під чохлом силурійських і девонських відкладів, які перекривають породи докембрію, знаходяться комплексні уранові родовища типу Олімпік Дам (Австралія), для яких характерна рудна спеціалізація на уран, мідь, рідкісні елементи і залізо.

Гелієві й радонові аномалії підтверджують це припущення, але проведені геологічні дослідження поки не дали позитивних результатів. Причиною цього є товщі осадових порід, що перекривають докембрій, незначна кількість пробурених свердловин, слабка геофізична вивченість регіону і помилкова інтерпретація положення гелієвих і радонових аномалій при визначенні точок закладення свердловин. Взаємозв'язок, що спостерігається в земній корі, важких, радіоактивних елементів і природних газів (гелію і радону), не випадковий, він носить чітко виражений характер: усі гелієві геохімічні провінції виявляються, як правило, в уранових геохімічних провінціях [6]. При цьому, як відзначав ще В.І.Вернадський [1], можливі два напрями досліджень, що мають важливе наукове і практичне значення: перший – локальні аномально високі концентрації гелію для пошуків радіоактивних руд; другий – гелій будь-якого походження мігрує до поверхні по розламах, тому за аномальними концентраціями гелію можна судити про глибинні розлами земної кори. Судячи з накопиченого аналітичного матеріалу, ці два положення і мають стати оцінними критеріями пошуку уранових руд у Наддністрянщині.

Спираючись на загальні уявлення, варто враховувати, що метеорологічні зміни і добовий термальний та рослинний респіративний ефекти викликають помітніші варіації вмісту радону і гелію в ґрунтовому шарі, ніж в аномаліях, обумовлених рудними родовищами, що знижує ефективність визначень безпосередньо під час розшукових робіт. Цей недолік може бути відкоректовано шляхом використання "акумуляторів" – методів, за допомогою яких будуть вимірюватися кількості радону чи гелію, що надходять у ґрунт чи ґрунтовий газ за той чи інший період часу.

Виміри радону в ґрунтовому газі за допомогою виявлення альфа-випромінювання чуттєвою фотоплівкою або аль-електрометрії дозволяють вирішувати цю задачу.

Період напіврозпаду ^{222}Rn – 38 діб (дочірній продукт ^{238}U). Це означає, що радон, який відокремився від похованого уранового родовища, має мігрувати в ґрунт протягом 20 діб, чи близько цього, щоб можна було виявити його аномалії. Для прискорення міграції потрібні відкриті тріщини. У зв'язку з цим гелієва зйомка може бути навіть кориснішою за радонову. Гелій не піддається, як радон, обмеженню в часі й шляху міграції, оскільки є інертним газом, тому, відокремившись від уранового родовища, може переміщатися на великі відстані. Модельні варіанти показують, що для правильного тлумачення аномалій необхідно враховувати співвідношення радону і гелію в газовій фазі ґрунтового шару, що прив'язуються до візерунка тектонічних структур докембрійського фундаменту.

Геологічні дослідження показують, що основними рудоконтролюючими структурами є субмеридіональні ранньопротерозойські рифтові зони – немирівсько-воронківсько-страшенська і трактемирівсько-ядловсько-тальновсько-фрунзівська, які січуться рифей-вендським дністровським палеорифтом [2–5].

На схід від Молдовського (Реутського) масиву рапаківіподібних крупноовоїдних біотит-амфіболових гранітів установлені наступні субмеридіональні розломні зони, що складаються з декількох субпаралельних розломів ранньопротерозойського закладання: Сорокинська, Воронківсько-Страшенська, Каменська і Рибницька, які перетинаються субширотними і північно-західними розломними зонами пізнішого закладання. На захід від Молдовського масиву виділяється Староушицько-Бричанська субмеридіональна зона розломів. Найвищі концентрації рудних мінералів, графіту, бариту, флюориту тощо гелію і радону зустрінуто у вузлах перетину зазначених розломних зон – Русаво-Сорокинському, Воронково-Косницькому, Каменському, Рибницькому.

По глибинних нижньопротерозойських і січних до них рифей-вендських рифтогенних розломах піднімалися у верхні шари високотемпературні розчини, що сприяли вивільненню гелію, підйому його у верхні розушільнені шари і, як наслідок, утворенню гелієнасиченої області. Оскільки підземні води нижче свого рівня заповнюють весь вільний тріщинно-поровий простір, то мігруючий з надр гелій обов'язково має пройти через водний бар'єр, і його концентрація буде вищою там, де висхідний потік сильніше.

Багаторічними гідрогеохімічними дослідженнями геологів КП "Кіровогеологія" на території південного заходу України і частково Молдови виявлено 646 гелієвих аномалій, проаналізовано понад 70 тис. водяних проб зі свердловин, побутових колодязів і джерел.

Основну частину гелієвих ореолів, у тому числі з концентрацією гелію в підземних водах, вищих $25000 \times 10^{-5} \text{ см}^3/\text{л}$ (що більш ніж у 5 тис. разів перевищує його фоновий вміст), виявлено на південно-західному схилі УЩ, в основному на території Молдови.

Площові розміри виявлених аномалій гелію дуже великі (десятки квадратних кілометрів). Більша частина виявлених гелієвих аномалій з ураганими концентраціями гелію від 25000×10^{-5} до $3000000 \times 10^{-5} \text{ см}^3/\text{л}$ приурочені до центральної частини Дністровської рифтогенної структури, тобто Дністровського палеорифту.

У безпосередній близькості від гелієвих аномалій виявлені уранові прояви, які фіксуються також радіогідрогеохімічними спостереженнями. Радіоактивні аномалії виявлені як у верхньому, так і нижньому водоносному комплексі. Фоновий вміст урану в воді становить $3,2 \times 10^{-6} \text{ г/л}$, радону – 9,7 еман, гелію – $5 \times 10^{-5} \text{ см}^3/\text{л}$.

Для ілюстрації взаємин гелієвих, урано-радонових і урано-радоново-гелієвих аномалій наведемо кілька прикладів.

Аномальний вміст радіоактивних елементів виявлено в с. Нова Татарівка: урану – $8 \times 10^{-6} \text{ г/л}$, радію – $3 \times 10^{-11} \text{ г/л}$, радону – 24 емана, гелію – $25000 \times 10^{-5} \text{ см}^3/\text{л}$. У водах верхньопротерозойського водоносного комплексу (сорокинські шари каменської світи) виявлено ряд уранових аномалій із вмістом урану в воді від $6,5 \times 10^{-6} \text{ г/л}$ до $1 \times 10^{-4} \text{ г/л}$, що фіксують тектонічні вузли в районі сіл Атаки, Волчинець, Стара Ушиця.

У с. Ожево виявлено аномалію в зоні Немирівського розлому із вмістом урану $3,3 \times 10^{-6} \text{ г/л}$, радону – 42 емана, гелію – $6160 \times 10^{-5} \text{ см}^3/\text{л}$; води високомінералізованої – (2,9 г/л) з pH = 7,6 хлоридно-натрієвого складу.

У районі Чапаєвського рудопояву урану виявлено трохи радіогідрогеохімічних аномалій із вмістом урану 5×10^{-6} г/л – 4×10^{-5} г/л, радію – $n \times 10^{-12}$ – 8×10^{-11} г/л, радону – 18 еман.

Підвищений інтерес викликає Сорокинська група радіогідрогеохімічних аномалій, виявлених у східному контакті Молдовського масиву рапаківіподібних гранітів у Сорокинському вузлі перетину розломів. Аномалії спостерігаються по всьому розкритому свердловинами розрізу в породах кристалічного фундаменту, у відкладах венду і крейди. Вони характеризуються концентраціями урану 8×10^{-6} – $4,8 \times 10^{-5}$ г/л, радію до $2,4 \times 10^{-11}$ г/л і високоаномальними концентраціями гелію 44000×10^{-5} – 120000×10^{-5} см³/л.

У водах Сорокинських аномалій визначено підвищений вміст фтору, аміаку, молібдену, літію, цинку, стронцію, барію, лантану.

З огляду на високі концентрації радіоактивних елементів, широке площеове їх поширення, наскрізний характер аномалій по розрізу, високу гелієнасиченість Сорокинської ділянки, її можна віднести до перспективної для постановки розшукових робіт з метою виявлення промислових концентрацій уранових руд.

У Воронково-Косницькому вузлі перетину нижньо-протерозойської субмеридіональної рифтогенної Немирівсько-Воронківсько-Страшенської розломної зони і рифей-вендської Дністровської рифтогенної зони північно-західного простягання при бурінні оцінних свердловин на уран і залізо виявлені численні радіоактивні аномалії інтенсивністю до 1550 мкр/год і високоінтенсивні гелієві аномалії з ураганим вмістом гелію до 800000×10^{-5} см³/л, радону до 400 еман. Радіоактивні аномалії викликані присутністю в породах уранових і торієвмісних мінералів. Порооди, що несуть торій-уранову мінералізацію, інтенсивно катаклазовані, брекчійовані, змінені як ранніми гідротермальними метасоматичними процесами, так і пізнішими гіпергенними процесами аргілізації гранітоїдів. Поряд з гранітоїдами рудне навантаження несуть змінені карбонат-піроксен-скарполітові скарноїди. Останні сильно збагачені сульфідами. Радіоактивна мінералізація характеризується переважним вмістом урану і представлена кофінитом і кофінітоподібним мінералом, рідше уранофаном.

В осадовому чохла над описаними тектонічними зонами спостерігаються аномальні концентрації золота до 3,8 г/т, свинцю (%) – 1-5, цинку до 0,8, міді до 0,07, нікелю до 0,01, молібдену до 0,03; з нерудних виявлено до 9,8 фтору і барію до 1,0. На Сорокинській ділянці виявлено 25 проявів золота у фундаменті із вмістом від 0,03

до 4 г/т. На цій же ділянці спостерігається і підвищений вміст платини та паладію (3×10^{-5} %).

За модельними варіантами і геологічними даними в південно-західній частині Українського щита найперспективніші Сорокинський і Воронково-Косницький тектонічні вузли. Можна стверджувати, що локальні ореоли високого вмісту гелію, які ускладнюють регіональні гелієві поля, несуть інформацію про масштаб родовищ урану. При цьому масштаби родовищ і інтенсивності ореолів гелію зв'язані з підвищеною проникністю рудовмісних тектонічних зон.

При подальшому розвитку гелієвого методу основну увагу необхідно направити на розробку методики інтерпретації й оцінки гелієвих аномалій, уточнення кореляційних зв'язків між гелієм і радоном.

Головна перевага гелієвого методу – це глибинність, що дозволяє виділити як перспективні площі, так і можливі рудоносні структури. Однак результати, отримані гелієвим методом, не можуть інтерпретуватися однозначно через високу міграційну здатність гелію, унаслідок чого його джерела можуть знаходитися на великих глибинах, а також через можливість формування вторинних скупчень гелію в сприятливих умовах осадової оболонки земної кори.

На завершення необхідно зазначити, що всі типи зруденіння урану, золота, рідкісних елементів, виявлених на Українському щиті, приурочені до єдиних метало-генічних поясів, що збігаються з глибинними розломами. Ці ж утворення контролюються зонами підвищеної й високої проникності, аномаліями гелію високої інтенсивності, приуроченими до великих структурних вузлів, у межах яких у тих чи інших масштабах розвиваються всі типи перерахованих родовищ.

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. – М., 1934.
2. Вербицкий В.Н., Комаров А.Н., Димитров Г.Х. Оценка потенциальной ураноносности структурно-стратиграфических несогласий в докембрии западной части Украинского щита // Докл. АН Украины. Сер. Б. – 1997. – № 12. – С.110-113.
3. Димитров Г.Х. Геодинамические обстановки в докембрии юго-западной части Украинского щита – основа металлогенических прогнозов // Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование. – К., 1993. – С.227-239.
4. Димитров Г.Х., Коваль В.Б., Няга В.И. Геологические предпосылки обнаружения рудопроявлений золота и редких металлов в Среднем Приднестровье // Минералог. журн. – 1997. – 19. – № 4. – С.71-78.
5. Димитров Г.Х. Геолого-геохимические особенности ураноносных горизонтов Воронково-Косницкой группы радиоактивных аномалий (Среднее Приднестровье) // 36. научных работ ДНЦ РНС. – К., 2000. – Вып. 2. – С.182-189.
6. Осипов Ю.Г., Яницкий И.Н. Некоторые особенности формирования зон регионального гелиенакопления // Геохимия. – 1996. – № 1.
7. Роджерс Дж. Гелиеносные природные газы. – М.; Л., 1935.